



ابعاد و ساختار الگوی یادگیری فناوری‌های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران

حسین مدرس خیابانی^۱، کرم اله دانش فرد^۲، یوسف محمدی مقدم^۳

۱. گروه مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه مدیریت قضایی، دانشگاه علوم قضایی، تهران، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: daneshfard@iau.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ابعاد و تبیین ساختار الگوی یادگیری فناوری‌های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران انجام شد. این پژوهش از نظر هدف کاربردی، از نظر ماهیت کیفی و مبتنی بر پارادایم تفسیرگرایی بود و با استفاده از روش تحلیل مضمون انجام شد. جامعه پژوهش شامل خبرگان آشنا با حوزه مدیریت، فناوری و سیاست‌گذاری علم و فناوری، متشکل از استادان دانشگاه و مدیران ارشد وزارت صنعت، معدن و تجارت بود. مشارکت‌کنندگان با روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی انتخاب شدند و اشباع نظری پس از مصاحبه با ۱۵ خبره حاصل شد. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته گردآوری و براساس فرایند شش مرحله‌ای تحلیل مضمون شامل آشنایی با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جست‌وجوی مضامین، بازبینی مضامین، تعریف و نام‌گذاری مضامین و تدوین گزارش تحلیل شدند. اعتبار یافته‌ها با معیارهای چهارگانه گوبا و لینکلن و بازبینی اعضا بررسی شد و پایایی کدگذاری با ضریب کاپای کوهن ۰/۸۶ مورد تأیید قرار گرفت. تحلیل داده‌ها به استخراج بیش از ۱۵۰ مضمون پایه، ۳۵ مضمون سازمان‌دهنده و ۶ مضمون فراگیر منجر شد. مضامین فراگیر شامل «همسویی راهبردی و سیاست‌گذاری کلان»، «شایستگی‌های فردی و مهارتی»، «عوامل روان‌شناختی و نگرشی»، «ویکردهای پداگوژیک و روش‌های یادگیری»، «زیست‌بوم سازمانی سطح بنگاه» و «اکوسیستم ملی و زیرساخت‌های فناوری» بودند. روابط مفهومی میان این مضامین نشان داد که الگوی یادگیری فناوری‌های نوین ساختاری چندسطحی دارد که از سطح کلان سیاست‌گذاری به سطوح فردی، آموزشی، سازمانی و اکوسیستم ملی گسترش می‌یابد و اثربخشی هر سطح به تعامل آن با سایر سطوح وابسته است. یادگیری فناوری‌های نوین در ایران پدیده‌ای چندبعدی، چندسطحی و وابسته به بستر است که تحقق مؤثر آن مستلزم هم‌راستایی سیاست‌های علم و فناوری با توسعه شایستگی‌های فردی، تقویت آمادگی روان‌شناختی، به‌کارگیری روش‌های نوین یادگیری، ایجاد سازمان‌های یادگیرنده و توسعه زیرساخت‌ها و تعاملات اکوسیستم ملی فناوری است؛ در این میان، سند توسعه علم و فناوری می‌تواند نقش چارچوب هدایتگر و یکپارچه‌کننده این سطوح را ایفا کند.

کلیدواژه‌گان: یادگیری فناوری‌های نوین؛ سند توسعه علم و فناوری؛ سیاست‌گذاری علم و فناوری؛ تحلیل مضمون؛ اکوسیستم فناوری؛ شایستگی‌های فناورانه.

تاریخ ارسال: ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ بازنگری: ۲۳ شهریور ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش: ۳۰ شهریور ۱۴۰۵

تاریخ چاپ اولیه: ۱ مهر ۱۴۰۵

تاریخ چاپ نهایی: ۱ دی ۱۴۰۶



How to cite: Modares Khiabani, H., Daneshfard, K., & Mohammadi Moghadam, Y. (2027). Dimensions and Structure of the Learning Model for New Technologies Based on the Science and Technology Development Document in Iran. *Training, Education, and Sustainable Development*, 5(5), 1-21.



© 2027 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Dimensions and Structure of the Learning Model for New Technologies Based on the Science and Technology Development Document in Iran

Hossein Modares Khiabani¹, Karamollah Daneshfard^{1*}, Yousef Mohammadi Moghadam²

1. Department of Management, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Department of Judicial Management, University of Judicial Sciences, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email: daneshfard@iau.ac.ir

Abstract

This study aimed to identify the dimensions and explain the structure of a learning model for new technologies based on the Science and Technology Development Document in Iran. This applied qualitative study was conducted within an interpretivist paradigm using thematic analysis. The study population comprised experts in management, technology, and science and technology policymaking, including university professors and senior managers of the Ministry of Industry, Mine and Trade. Participants were selected through purposive and snowball sampling, and theoretical saturation was achieved after interviews with 15 experts. Data were collected through in-depth semi-structured interviews and analyzed according to the six stages of thematic analysis: familiarization with the data, generation of initial codes, searching for themes, reviewing themes, defining and naming themes, and producing the final report. The trustworthiness of the findings was assessed using Guba and Lincoln's four criteria and member checking. Coding reliability was further confirmed by a Cohen's kappa coefficient of 0.86. The thematic analysis generated more than 150 basic themes, 35 organizing themes, and six overarching themes. The overarching themes were strategic alignment and macro-level policymaking, individual and skill competencies, psychological and attitudinal factors, pedagogical approaches and learning methods, the enterprise-level organizational ecosystem, and the national ecosystem and technological infrastructure. The conceptual relationships among these themes revealed a multilevel structure extending from macro-level policymaking to individual, pedagogical, organizational, and national ecosystem levels. The findings further indicated that the effectiveness of technology learning at each level depends on its interaction and alignment with the other levels. Learning new technologies in Iran is a multidimensional, multilevel, and context-dependent phenomenon. Its effective development requires alignment between science and technology policies, individual competencies, psychological readiness, innovative learning approaches, organizational learning capacities, and national technological infrastructures. The Science and Technology Development Document can therefore serve as an integrating and guiding framework for coordinating these interconnected levels and facilitating coherent technology-learning processes.

Keywords: *New technology learning; Science and Technology Development Document; Science and technology policymaking; Thematic analysis; Technology ecosystem; Technological competencies.*

Submit Date: 16 May 2026

Revise Date: 14 September 2026

Accept Date: 21 September 2026

Initial Publish: 23 September 2026

Final Publish: 22 December 2027

پیشرفت شتابان علم و فناوری در دهه‌های اخیر، ساختارهای اقتصادی، اجتماعی، آموزشی و سازمانی را در بسیاری از کشورها دگرگون ساخته و یادگیری فناوری‌های نوین را از یک فعالیت مکمل به یکی از الزامات اساسی توسعه ملی و سازمانی تبدیل کرده است. فناوری‌های نوظهور نه تنها ابزارها و روش‌های انجام فعالیت‌ها را تغییر داده‌اند، بلکه شیوه شکل‌گیری دانش، انتقال تجربه، تصمیم‌گیری، تعامل میان افراد و سازمان‌ها و حتی الگوهای سیاست‌گذاری عمومی را نیز تحت تأثیر قرار داده‌اند. در چنین شرایطی، توانایی افراد، سازمان‌ها و نظام‌های ملی برای یادگیری مستمر فناوری و انطباق با تحولات آن، یکی از پیش‌شرط‌های حفظ رقابت‌پذیری، ارتقای بهره‌وری و ایجاد ظرفیت نوآوری محسوب می‌شود. تجربه تحول دیجیتال در بخش عمومی نیز نشان داده است که پذیرش فناوری صرفاً با تأمین زیرساخت فنی محقق نمی‌شود و نیازمند تغییر در فرآیندهای سازمانی، شیوه‌های یادگیری، قواعد نهادی و قابلیت‌های نیروی انسانی است؛ چنان‌که مطالعه تحول نظام اداری و حرکت به سوی فرآیندهای بدون کاغذ نشان داده است که فناوری اطلاعات زمانی می‌تواند به نوسازی واقعی منجر شود که با ظرفیت‌های سازمانی و یادگیری نهادی همراه گردد (Addo, 2022). از این منظر، یادگیری فناوری‌های نوین باید به‌عنوان یک فرآیند چندسطحی و پویا در نظر گرفته شود که از سطح فرد و مهارت‌های شناختی آغاز می‌شود، در سطح سازمانی از طریق ساختارها و فرهنگ یادگیری توسعه می‌یابد و در سطح کلان نیز تحت تأثیر سیاست‌ها، اسناد بالادستی و زیرساخت‌های ملی قرار می‌گیرد.

تحولات فناوری، به‌ویژه گسترش هوش مصنوعی، کلان‌داده، اینترنت اشیا، فناوری‌های ابری، واقعیت مجازی و سامانه‌های هوشمند، نیازمند بازاندیشی در مفهوم یادگیری و مهارت‌آموزی است. آموزش در فضای جدید نمی‌تواند صرفاً متکی بر انتقال ایستای دانش باشد، بلکه باید ظرفیت افراد را برای حل مسئله، تفکر انتقادی، خلاقیت، تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده و سازگاری با تغییرات مستمر افزایش دهد. پژوهش‌های اخیر در حوزه آموزش نشان داده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند از طریق یادگیری شخصی‌سازی‌شده، تحلیل داده‌های آموزشی، بازخورد زمان واقعی و سازوکارهای یادگیری تطبیقی، توسعه مهارت‌های قرن بیست‌ویکم را تسهیل کند (Teymouri et al., 2025). همچنین ادغام فناوری‌های نوین در محیط‌های آموزشی، فرصت‌هایی برای افزایش مشارکت یادگیرندگان، تسهیل دسترسی به منابع، تقویت تعامل و ارتقای کیفیت تجربه یادگیری ایجاد می‌کند (Ahmad et al., 2024). با این حال، کارآمدی این فناوری‌ها به نحوه طراحی فرآیند آموزشی و میزان هم‌سویی آنها با نیازهای واقعی یادگیرندگان وابسته است. مرور نظام‌مند پژوهش‌ها نیز نشان می‌دهد که رویکردهایی مانند یادگیری مبتنی بر پروژه، یادگیری مشارکتی، کلاس معکوس، یادگیری شخصی‌سازی‌شده و فناوری‌های غوطه‌ورکننده زمانی اثربخش‌ترند که فناوری در خدمت یک منطق پداگوژیک منسجم قرار گیرد، نه آنکه صرفاً به‌عنوان ابزار جانبی مورد استفاده واقع شود (Hamzah et al., 2024). بر همین اساس، مطالعه نقش فناوری در آموزش علوم جدید نیز بر ضرورت ایجاد پیوند میان دسترسی فناورانه، روش‌های یادگیری و سازوکارهای مستمر به‌روزرسانی دانش و مهارت تأکید دارد (Yilmaz, 2023).

یادگیری فناوری در سطح سازمانی نیز ماهیتی فراتر از آموزش رسمی کارکنان دارد. سازمان‌ها برای بهره‌برداری از فناوری‌های نوین باید بتوانند دانش را جذب، تفسیر، ترکیب، به اشتراک گذاشته و در فعالیت‌های واقعی به کار گیرند. در این چارچوب، یادگیری سازمانی به سازوکاری تبدیل می‌شود که از طریق آن تجربه‌های فردی به دانش جمعی و سپس به قابلیت پایدار سازمانی تبدیل می‌شوند. نتایج پژوهش در زمینه پذیرش فناوری اطلاعات هوشمند نشان داده است که نحوه مواجهه راهبردی سازمان با فناوری و راهبردهای مرتبط با ورود و پذیرش فناوری اطلاعات می‌تواند بر رابطه میان پذیرش فناوری و یادگیری سازمانی اثرگذار باشد (Ahmadzadeh et al., 2025). بنابراین، یادگیری فناوری صرفاً محصول در دسترس بودن یک فناوری نیست، بلکه نیازمند وجود راهبردی است که فناوری را با اهداف سازمانی و الگوهای کسب و انتقال دانش پیوند دهد. مطالعات حوزه مدیریت منابع انسانی نیز نشان می‌دهد که اقدامات راهبردی منابع انسانی می‌توانند از طریق تقویت یادگیری

سازمانی، زمینه بهبود عملکرد کارکنان و سازمان را فراهم کنند (Khosravizadeh et al., 2022). این موضوع نشان می‌دهد که یادگیری فناوری باید با سیاست‌های جذب، توسعه، آموزش، ارزیابی و انگیزش نیروی انسانی یکپارچه شود.

در کنار یادگیری رسمی، پویایی دانش در سازمان‌ها نیز اهمیت اساسی دارد. اگر دانش فناورانه در سطح افراد محصور باقی بماند یا کارکنان از اشتراک آن خودداری کنند، توان سازمان برای یادگیری جمعی و استفاده از فناوری کاهش می‌یابد. پژوهش درباره پنهان‌سازی دانش توسط کارکنان دانشی نشان داده است که رفتارهای مرتبط با نگهداری یا عدم انتقال دانش می‌توانند پیامدهای معناداری برای مدیریت دانش و عملکرد سازمان ایجاد کنند (Afzali et al., 2024). از این رو، توسعه فناوری در سازمان مستلزم تقویت فرهنگ تسهیم دانش، اعتماد، همکاری و یادگیری مشترک است. پژوهش درباره هم‌افزایی دانش در شرکت‌های دانش‌بنیان نیز بر اهمیت روابط علی میان سازوکارهای دانشی، تعامل بازیگران و ساختارهای سازمانی در ایجاد هم‌افزایی تأکید دارد (Fallah Tafti et al., 2023). به همین ترتیب، مدل‌های یادگیری چندسطحی در محیط‌های مجازی نشان می‌دهند که یادگیری سازمانی حاصل تعامل میان مدل‌های ذهنی افراد، ارتباطات شبکه‌ای و سازوکارهای تطبیقی در سطوح مختلف سازمان است (Canbaloglu et al., 2025). چنین شواهدی ضرورت طراحی الگویی را تقویت می‌کند که در آن شایستگی‌های فردی، روابط دانشی، ساختار سازمانی و نظام یادگیری به‌صورت هم‌زمان مدنظر قرار گیرند.

از سوی دیگر، یادگیری فناوری‌های نوین به شدت تحت تأثیر ماهیت خود فناوری قرار دارد. فناوری‌های نوظهور عموماً در شرایطی توسعه می‌یابند که اطلاعات درباره هزینه‌ها، اثربخشی، چرخه عمر و مسیر بلوغ آنها کامل نیست و تصمیم‌گیری درباره پذیرش یا سرمایه‌گذاری در آنها با عدم قطعیت همراه است. مطالعه منحنی‌های یادگیری فناوری در حوزه فناوری‌های نوظهور نشان می‌دهد که تحلیل مسیر تکامل و یادگیری فناوری می‌تواند در ارزیابی آینده‌نگرانه عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی آن مؤثر باشد (Faber et al., 2022). این مسئله بیانگر آن است که یادگیری فناوری نه یک فرآیند ثابت، بلکه فرآیندی وابسته به زمان، تجربه و مرحله بلوغ فناوری است. بنابراین، الگوی یادگیری فناوری باید ظرفیت آینده‌نگری، رصد روندهای فناورانه، یادگیری از تجربه و انطباق مستمر را در خود جای دهد.

با وجود اهمیت سطح فردی و سازمانی، سیاست‌های کلان علم و فناوری نقش تعیین‌کننده‌ای در جهت‌دهی به فرآیند یادگیری فناوری دارند. در ایران، اسناد بالادستی علم و فناوری از مهم‌ترین ابزارهای تعیین اولویت‌ها، جهت‌گیری‌های توسعه و سازوکارهای حمایت از علم، آموزش، پژوهش و نوآوری به شمار می‌آیند. نقشه جامع علمی کشور یکی از مهم‌ترین این اسناد است که تلاش دارد جهت‌گیری توسعه علمی و فناورانه را با اهداف کلان ملی هماهنگ سازد. بررسی سیاست‌گذاری علم در این نقشه نشان داده است که چرخه سیاست‌گذاری آن شامل ابعاد متعددی از تقاضا و طراحی تا اجرا، برون‌داد و ارزیابی است و تحقق اهداف سند نیازمند انسجام میان این اجزا و مشارکت مؤثر بازیگران مختلف است (Eslami & Marvi, 2024). همین امر نشان می‌دهد که اسناد سیاستی تنها زمانی قادر به هدایت یادگیری فناورانه خواهند بود که به سازوکارهای اجرایی، نهادی و یادگیری ترجمه شوند.

مطالعه ساختاری اجرای نقشه جامع علمی کشور نیز نشان داده است که موفقیت اجرای آن در گرو تعامل چند دسته عامل انسانی، مدیریتی، زیرساختی، فرآیندی و محیطی است (Akbari et al., 2024). این یافته از منظر پژوهش حاضر اهمیت زیادی دارد، زیرا یادگیری فناوری‌های نوین نیز نمی‌تواند به یک عامل خاص مانند آموزش نیروی انسانی یا سرمایه‌گذاری در تجهیزات تقلیل داده شود. توسعه واقعی ظرفیت فناورانه مستلزم هماهنگی میان نیروی انسانی ماهر، مدیریت متعهد، ساختارهای مناسب، فرآیندهای یادگیری و زیرساخت‌های فناورانه است. افزون بر این، تحلیل سیاست‌های علم و فناوری در برنامه‌های توسعه نشان داده است که مفاهیمی مانند تجاری‌سازی دانش و فناوری، حمایت هدفمند، شایستگی حرفه‌ای، ایده‌محوری و توسعه ظرفیت علمی و فناورانه در گفتمان سیاستی کشور جایگاه برجسته‌ای دارند (Amir Arjomandi et al., 2023). بنابراین، یادگیری فناوری باید در ارتباط مستقیم با اولویت‌های توسعه‌ای و سیاست‌های کلان کشور تعریف شود.

در این میان، اسناد بالادستی علاوه بر تعیین اولویت‌های علمی و فناورانه، بازتاب‌دهنده ارزش‌ها، اهداف و تصویری از آینده مطلوب نظام علمی نیز هستند. تحلیل نقشه جامع علمی کشور از منظر مرجعیت علمی و ارزش‌های بوم‌محور نشان می‌دهد که مفاهیمی مانند علم بومی، اقتصاد

دانش‌بنیان و مرجعیت علمی بخشی از ساخت معنایی این سند را تشکیل می‌دهند (Amir Arjomandi et al., 2022). این موضوع اهمیت بومی‌سازی الگوهای یادگیری فناوری را آشکار می‌کند. الگویی که بدون توجه به زمینه نهادی، فرهنگی و ارزشی طراحی شود، ممکن است هرچند از نظر فنی کارآمد باشد، با اولویت‌ها و ظرفیت‌های واقعی کشور سازگار نباشد. در همین راستا، بررسی نقشه راه دستیابی به مرجعیت علمی، فناوری و نوآوری بر مبنای اسناد بالادستی نیز نشان می‌دهد که ابعاد آموزشی، پژوهشی و بین‌المللی باید به‌صورت هم‌زمان در توسعه ظرفیت علمی و فناورانه مدنظر قرار گیرند (Azadi Ahmadabadi, 2023). از این رو، پیوند میان یادگیری فناوری، تولید دانش، توسعه مهارت، همکاری علمی و تعاملات بین‌المللی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند.

اجرای سیاست‌های علم و فناوری همچنین نیازمند سازوکارهای سنجش و ارزیابی است. هرگونه الگوی یادگیری فناورانه باید بتواند اهداف و نتایج خود را در قالب شاخص‌های قابل ارزیابی بیان کند؛ زیرا در غیاب سنجش عملکرد، امکان تشخیص میزان تحقق اهداف و اصلاح مسیر یادگیری وجود ندارد. مطالعه مربوط به تعیین شاخص‌ها و مدل ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرایی نشان می‌دهد که طراحی شاخص‌های مناسب می‌تواند مبنایی برای ارزیابی نظام‌مند عملکرد و شناسایی فاصله میان وضعیت موجود و مطلوب فراهم آورد (Abdali et al., 2023). در حوزه فناوری نیز وجود شاخص‌هایی برای سنجش توسعه مهارت، ظرفیت جذب فناوری، میزان یادگیری سازمانی، همکاری شبکه‌ای و تحقق اولویت‌های فناورانه می‌تواند به پایش اثربخشی سیاست‌ها کمک کند. این امر به‌ویژه در شرایطی اهمیت دارد که فناوری‌ها با سرعت بالا تغییر می‌کنند و برنامه‌های یادگیری نیازمند بازنگری مستمر هستند.

همچنین توسعه یادگیری فناورانه بدون توجه به تاب‌آوری نظام‌ها در برابر عدم قطعیت و تغییرات محیطی امکان‌پذیر نیست. تجربه بحران‌هایی مانند همه‌گیری کووید-۱۹ نشان داد که سازمان‌ها و صنایع برای حفظ عملکرد خود به قابلیت سازگاری سریع، بازطراحی فرآیندها و یادگیری از شرایط جدید نیاز دارند. مطالعات طراحی مدل تاب‌آوری در صنایع متأثر از بحران نشان داده‌اند که مواجهه با اختلالات محیطی نیازمند مجموعه‌ای از ظرفیت‌های ساختاری، مدیریتی و یادگیری است (Ghiyasabadi Farahani et al., 2022). این منطق در مورد فناوری‌های نوین نیز قابل توجه است؛ زیرا تغییرات فناورانه می‌توانند مدل‌های کسب‌وکار، مهارت‌های موردنیاز و ساختارهای موجود را با سرعت زیادی دگرگون کنند. از این رو، انعطاف‌پذیری شناختی، آمادگی برای تغییر، یادگیری مستمر و توانایی بازآرایی منابع باید در طراحی الگوی یادگیری فناوری لحاظ شوند.

افزون بر قابلیت‌های شناختی و ساختاری، برخی مطالعات آموزشی نشان داده‌اند که یادگیری تحت تأثیر ابعاد نگرشی، ارزشی و انگیزشی نیز قرار دارد. برای نمونه، پژوهش‌های آموزشی مبتنی بر آموزه‌های اسلامی نشان داده‌اند که مداخلات آموزشی می‌توانند بر جهت‌گیری‌ها و نگرش‌های فراگیران اثرگذار باشند (Tavan & Soleimanifard, 2022). هرچند موضوع این پژوهش مستقیماً فناوری نیست، اما از حیث نشان دادن نقش ابعاد نگرشی و ارزشی در فرآیند یادگیری اهمیت دارد. در یادگیری فناوری نیز نگرش مثبت به فناوری، باور به قابلیت یادگیری، انگیزش درونی، پذیرش تغییر و مسئولیت‌پذیری اخلاقی می‌توانند بر میزان مشارکت و استمرار یادگیری اثرگذار باشند. از همین رو، تقلیل یادگیری فناوری به مجموعه‌ای از مهارت‌های فنی ممکن است بخش مهمی از سازوکارهای انسانی پذیرش و کاربست فناوری را نادیده بگیرد. در مجموع، مرور مطالعات نشان می‌دهد که پژوهش‌های موجود هر یک بخشی از مسئله یادگیری فناوری را مورد توجه قرار داده‌اند. برخی بر فناوری‌های آموزشی و توسعه مهارت‌های جدید متمرکز بوده‌اند (Hamzah et al., 2024; Teymouri et al., 2025)، برخی نقش یادگیری سازمانی، مدیریت دانش و سرمایه انسانی را بررسی کرده‌اند (Afzali et al., 2024; Ahmadzadeh et al., 2025)، و گروهی دیگر به سیاست‌گذاری علم و فناوری و ساختار اسناد بالادستی پرداخته‌اند (Akbari et al., 2022; Khosravizadeh et al., 2022). در کنار این موارد، پژوهش‌های مربوط به یادگیری فناوری و منحنی‌های بلوغ فناوری بر ماهیت پویا و آینده‌نگر این فرآیند تأکید دارند (Faber et al., 2022) و مطالعات یادگیری چندسطحی نیز نشان می‌دهند که ارتباط میان سطوح فردی و سازمانی برای شکل‌گیری قابلیت یادگیری پایدار ضروری است (Canbaloglu et al., 2025). با این حال، هنوز چارچوبی یکپارچه که

ابعاد سیاستی، فردی، روان‌شناختی، پداگوژیک، سازمانی و اکوسیستمی یادگیری فناوری‌های نوین را با توجه به اسناد توسعه علم و فناوری ایران به‌طور هم‌زمان در بر گیرد، به‌طور کافی تبیین نشده است.

این شکاف زمانی برجسته‌تر می‌شود که ماهیت شبکه‌ای نوآوری و یادگیری فناوری مورد توجه قرار گیرد. یادگیری فناوری در نظام‌های نوآوری از تعامل دانشگاه‌ها، سازمان‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان، نهادهای سیاست‌گذار و زیرساخت‌های علمی و فناوری شکل می‌گیرد و انتقال دانش در میان این بازیگران بخش جدایی‌ناپذیر آن است. یافته‌های مطالعات مرتبط با هم‌افزایی دانش و یادگیری سازمانی نشان می‌دهد که شبکه‌سازی و تعامل میان بازیگران می‌تواند ظرفیت یادگیری و تولید دانش را تقویت کند (Fallah Tafti et al., 2023). همچنین تحول دیجیتال در نهادهای عمومی بیانگر آن است که موفقیت فناوری به هم‌راستایی نظام نهادی، قابلیت کاربران و فرآیندهای اجرایی وابسته است (Addo, 2022). بنابراین، یک الگوی مناسب برای ایران باید علاوه بر شایستگی فردی و ظرفیت سازمانی، زیرساخت‌های ارتباطی، حمایت مالی، تعامل دانشگاه و صنعت، سیاست‌های حکمرانی فناوری و ظرفیت جذب دانش خارجی را نیز مورد توجه قرار دهد.

بر این اساس، مسئله اساسی آن است که اگر یادگیری فناوری‌های نوین به‌صورت پراکنده و بدون اتصال به سیاست‌های کلان توسعه انجام شود، ممکن است میان مهارت‌های ایجادشده، نیازهای واقعی اقتصاد و صنعت، جهت‌گیری دانشگاه‌ها و اولویت‌های ملی شکاف ایجاد شود. در مقابل، اگر اسناد توسعه علم و فناوری بتوانند به چارچوبی عملی برای هدایت یادگیری تبدیل شوند، امکان هماهنگی بیشتر میان توسعه مهارت‌های فردی، روش‌های آموزشی، یادگیری سازمانی و توسعه زیرساخت‌های ملی فراهم خواهد شد. اهمیت این موضوع با توجه به نقش فناوری در تحول آموزش (Ahmad et al., 2024)، ضرورت ایجاد مهارت‌های سازگار با محیط‌های دیجیتال (Yilmaz, 2023)، اهمیت ساختارهای چندسطحی یادگیری (Canbaloğlu et al., 2025) و نقش اسناد فرادستی در هدایت نظام علمی و فناوری کشور (Azadi, 2023) (Ahmadabadi, 2023) دوچندان می‌شود. از سوی دیگر، تجربه مطالعات سیاست‌گذاری و ارزیابی سازمانی نشان می‌دهد که بدون تعریف روابط مشخص میان عوامل، تدوین شاخص‌ها و طراحی ساختارهای اجرایی، اهداف سیاستی ممکن است در سطح اسناد باقی بمانند و به ظرفیت عملیاتی تبدیل نشوند (Abdali et al., 2023). در نتیجه، شناسایی ابعاد و روابط درونی یک الگوی جامع یادگیری فناوری می‌تواند هم از نظر نظری و هم از منظر سیاست‌گذاری، مدیریت و آموزش دارای ارزش افزوده باشد.

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ***شناسایی ابعاد و تبیین ساختار الگوی یادگیری فناوری‌های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران*** انجام شد.

روش‌شناسی

پارادایم مسلط بر این مطالعه تفسیرگرایی است و روش تحلیل مضمون که در این پژوهش به‌مثابه راهبرد پژوهش انتخاب شده است، در زمره پارادایم تفسیری پژوهشی قرار دارد. تحلیل مضمون روشی استقرایی و تفسیری است که با هدف استخراج، سازمان‌دهی و تفسیر الگوهای معنایی موجود در داده‌های کیفی به کار می‌رود و امکان می‌دهد پژوهشگر از خلال داده‌های واقعی، مضامین پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر را شناسایی کرده و به درکی عمیق از پدیده مورد مطالعه دست یابد (براون و کلارک، ۲۰۰۶). پژوهش حاضر از نوع کیفی و با هدف طراحی الگوی یادگیری فناوری‌های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران انجام شده است. برای گردآوری و تحلیل داده‌ها از رویکرد تحلیل مضمون استفاده گردید تا از خلال داده‌های واقعی، الگویی بومی از یادگیری فناوری‌های نوین مبتنی بر اسناد توسعه علم و فناوری استخراج شود. در بخش کتابخانه‌ای، پژوهشگر با بررسی اسناد، کتب، مقالات علمی، پایان‌نامه‌ها و منابع الکترونیکی، مبانی نظری و پیشینه مرتبط با یادگیری فناوری‌های نوین، سیاست‌گذاری علم و فناوری و اسناد توسعه علم و فناوری را مرور کرد. در بخش میدانی، داده‌ها از طریق مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته با خبرگان حوزه مدیریت و فناوری گردآوری شد. بخش کیفی پژوهش شامل مصاحبه با خبرگان بوده است؛ بنابراین جامعه آماری مورد نظر را خبرگان آشنا به موضوع پژوهش (اساتید دانشگاه در حوزه مدیریت و فناوری و مدیران ارشد وزارت صمت) تشکیل

می‌دادند. در این بخش، نمونه‌گیری به صورت نظری انجام شد. در نمونه‌گیری نظری از رویدادها نمونه‌گیری می‌شود نه لزوماً از افراد؛ چنانچه به افراد نیز مراجعه شود، هدف اصلی و کلیدی کاوش رویدادهاست. اگرچه قاعده خاصی برای حجم نمونه در راهبرد کیفی وجود ندارد، ولی برای گروه‌های همگون ۶ تا ۸ واحد و برای گروه‌های ناهمگون ۱۲ تا ۲۰ واحد پیشنهاد شده است. مصاحبه‌ها نیز تا اطمینان از اشباع نظری ادامه پیدا کرد. در این مطالعه با ۱۵ نفر از صاحب‌نظران (اساتید دانشگاه در حوزه مدیریت و فناوری و مدیران ارشد وزارت صمت) حالت اشباع حاصل شد. نمونه‌گیری در چهارچوب منطق روش کیفی و به صورت هدفمند انجام شد. در نمونه‌گیری از دو روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله برفی استفاده گردید. معمولاً در پژوهش‌های کیفی جهت کسب بیش‌ترین اطلاعات، از نمونه‌گیری مبتنی بر هدف استفاده می‌شود؛ لذا محقق شرکت‌کنندگانی را انتخاب نمود که به اصطلاح «غنی از اطلاعات» بودند. به آن معنی که بر اساس اصل پژوهش‌های کیفی، نمونه‌هایی انتخاب شدند که تصویری قوی از پدیده تحت مطالعه را ارائه می‌دادند. انتخاب شرکت‌کننده‌ها بر اساس روش نمونه‌گیری هدفمند از مدیران ارشد و صاحب‌نظران حوزه مورد مطالعه در دانشگاه که مایل به مصاحبه نیز بودند، انجام شد. معیار انتخاب خبرگان نظری شامل اساتید دانشگاه در حوزه مدیریت و فناوری با سابقه آموزشی و پژوهشی مرتبط با یادگیری فناوری‌های نوین و سیاست‌گذاری علم و فناوری بیش از ۱۰ سال، و معیار انتخاب خبرگان تجربی شامل مدیران ارشد وزارت صمت با سابقه کاری حداقل ۵ سال و تحصیلات کارشناسی و بالاتر با تجربه عملی در حوزه فناوری و سیاست‌گذاری بود که ویژگی‌های افراد مشارکت‌کننده در جدول (۱) لحاظ شده است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بود که چهارچوب پرسش‌ها از پیش طراحی شده، اما اجرای آن متناسب با پاسخ مصاحبه‌شوندگان تغییر می‌کرد تا کشف مفاهیم جدید ممکن شود. با در نظر گرفتن اطلاعات گفته شده و با استفاده از نظرات استاد راهنما و استاد مشاور، مصاحبه‌ای در قالب ۷ سؤال اصلی باز تهیه شد (متن مصاحبه در قسمت ضمیمه آورده شده است). داده‌ها بر اساس مراحل شش‌گانه تحلیل مضمون شامل آشنایی با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جستجوی مضامین، بازبینی مضامین، تعریف و نام‌گذاری مضامین و تهیه گزارش تحلیل شدند. در مرحله آشنایی با داده‌ها، متن مصاحبه‌ها چندین بار مطالعه شد تا پژوهشگر با فضای کلی داده‌ها آشنا شود. در مرحله تولید کدهای اولیه، گزاره‌های معنادار مرتبط با یادگیری فناوری‌های نوین، سند توسعه علم و فناوری، سیاست‌گذاری کلان، شایستگی‌های فردی، عوامل روان‌شناختی، روش‌های یادگیری، بستر سازمانی و اکوسیستم ملی فناوری شناسایی و به عنوان کدهای اولیه ثبت گردید. در مرحله جستجوی مضامین، کدهای مشابه و هم‌معنا در قالب مضامین پایه دسته‌بندی شدند. در مرحله بازبینی مضامین، مضامین پایه بر اساس پیوند مفهومی در سطح بالاتر، ذیل مضامین سازمان‌دهنده قرار گرفتند. در مرحله تعریف و نام‌گذاری مضامین، با مقایسه و ادغام مضامین سازمان‌دهنده، شش مضمون فراگیر شامل همسویی راهبردی و سیاست‌گذاری کلان، شایستگی‌های فردی و مهارتی، عوامل روان‌شناختی و نگرشی، رویکردهای پداگوژیک و روش‌های یادگیری، زیست‌بوم سازمانی سطح بنگاه، و اکوسیستم ملی و زیرساخت‌های فناوری شناسایی شد. در نهایت، در مرحله تهیه گزارش، شبکه مضامین پژوهش به همراه جدول کدگذاری اولیه و یافته‌های نهایی تدوین گردید.

برای اعتبارسنجی یافته‌ها از معیارهای چهارگانه گوبا و لینکلن (اعتبارپذیری، انتقال‌پذیری، اطمینان‌پذیری و تأییدپذیری) استفاده شد. همچنین بازبینی اعضا به عنوان یک راهبرد اعتبارسنجی جداگانه، پس از تحلیل اولیه و از طریق ارسال خلاصه کدها و مقوله‌ها به ۵ مشارکت‌کننده انجام شد که منجر به تأیید تفسیرها و اصلاح جزئی در عناوین گردید، اما مقوله جدیدی به مدل اضافه نشد. برای سنجش پایایی کدگذاری، ۱۲۰ واحد تحلیل (عبارت کلیدی) به صورت تصادفی از متن مصاحبه‌ها انتخاب و توسط دو کدگذار مستقل کدگذاری شد. واحد تحلیل توافق، «کد باز» بود. ضریب کاپای کوهن برابر با ۰٫۸۶ محاسبه گردید که بر اساس معیار لندیس و کخ (۱۹۷۷) در دامنه «توافق تقریباً کامل» قرار می‌گیرد و پایایی کدگذاری را تأیید می‌کند.

جدول (۱): ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان نظری و تجربی

ردیف	جنسیت	رشته تحصیلی	میزان تحصیلات	سابقه کار
۱	مرد	مدیریت فناوری	دکتر	۱۵ سال
۲	زن	مدیریت	دکتر	۱۲ سال
۳	مرد	مدیریت صنعتی	کارشناسی ارشد	۱۸ سال
۴	زن	سیاست‌گذاری علم و فناوری	دکتر	۱۰ سال
۵	مرد	مدیریت اجرایی	کارشناسی ارشد	۲۰ سال
۶	مرد	مدیریت تکنولوژی	دکتر	۱۴ سال
۷	زن	مدیریت بازرگانی	کارشناسی ارشد	۱۶ سال
۸	مرد	مدیریت دولتی	دکتر	۱۱ سال
۹	مرد	مدیریت صنعتی	کارشناسی ارشد	۲۲ سال
۱۰	زن	مدیریت فناوری	دکتر	۱۳ سال
۱۱	مرد	مدیریت اجرایی	کارشناسی ارشد	۱۹ سال
۱۲	مرد	سیاست‌گذاری علم و فناوری	دکتر	۱۰ سال
۱۳	زن	مدیریت تکنولوژی	کارشناسی ارشد	۱۵ سال
۱۴	مرد	مدیریت صنعتی	کارشناسی ارشد	۱۷ سال
۱۵	مرد	مدیریت فناوری	دکتر	۱۲ سال

یافته‌ها

یافته‌های کیفی پژوهش در قالب ۶ مضمون فراگیر، ۳۵ مضمون سازمان‌دهنده و بیش از ۱۵۰ مضمون پایه سازمان‌دهی شده‌اند. این ساختار سلسله‌مراتبی از سطح کلان (سیاست‌گذاری) آغاز شده و تا سطح خرد (فردی)، سطح میانی (سازمانی) و سطح ملی (اکوسیستم) امتداد می‌یابد. در جدول (۲) نمونه‌هایی از استخراج مفاهیم از متن مصاحبه‌ها به همراه مضامین پایه شناسایی‌شده از هر مفهوم ارائه شده است:

جدول (۲): نمونه استخراج مفاهیم از متن مصاحبه

ردیف	مفاهیم مستخرج از مصاحبه	مضمون پایه
۱	هماهنگی آموزش با نقشه علمی، انطباق مهارت‌آموزی با اولویت‌های علمی، اتصال یادگیری به نقشه جامع، هدفمندی آموزش فناوری	انطباق با نقشه علمی و توسعه
۲	هم‌جهت‌سازی یادگیری با اسناد توسعه، تعریف یادگیری در راستای اهداف ملی، پیوند آموزش فناوری با برنامه‌های توسعه	انطباق با نقشه علمی و توسعه
۳	ورود الزامات توسعه به نظام آموزشی، پیوند نظام یادگیری با برنامه‌های ملی، اثرگذاری ملی یادگیری از طریق اسناد توسعه	انطباق با نقشه علمی و توسعه
۴	هماهنگی با اقتصاد دانش‌بنیان، پاسخ‌دهی به نیاز اقتصاد کشور، تناسب مهارت‌ها با توسعه دانش‌بنیان	انطباق با نقشه علمی و توسعه
۵	روشن‌گری مسیر یادگیری توسط اسناد، جهت‌دهی کلان به یادگیری، هدایت یادگیری فناورانه توسط سیاست‌ها	جهت‌دهی استراتژیک
۶	هماهنگی وزارتخانه‌ها، همکاری دانشگاه‌ها و نهادهای فناوری، انسجام نهادی در اجرای الگو	هماهنگی نهادی
۷	تمرکز بر فناوری‌های اولویت‌دار، پرهیز از پراکندگی فناورانه، هدفمندی بر اساس نیاز ملی	اولویت‌های فناورانه ملی
۸	هدایت یادگیری توسط حکمرانی علم و فناوری، انسجام بازیگران، مسیر واحد برای اقتصاد دانش‌بنیان	حکمرانی علم و فناوری
۹	تأثیر محیط سیاسی بر یادگیری، نقش محیط حقوقی در تسهیل یا محدودسازی، بستر قانونی یادگیری فناوری	محیط سیاسی و حقوقی
۱۰	جهت‌دهی آینده‌نگر، پیش‌بینی تحولات فناورانه، هم‌راستایی با آینده فناوری، پیشگیری از عقب‌ماندگی	آینده‌پژوهی اسناد علمی
۱۱	توانایی استفاده پیشرفته از ابزارهای دیجیتال، فراتر از کاربری ساده، تسلط بر محیط دیجیتال	سواد دیجیتال پیشرفته
۱۲	درک مفاهیم هوش مصنوعی، توانایی کار با سیستم‌های AI، آشنایی با کاربردهای هوش مصنوعی	سواد هوش مصنوعی

۱۳	توانایی شناسایی مسئله فناوریانه، ارائه راه حل فناوریانه، تفکر حل محور در مواجهه با چالش های فناوری	حل مسئله فناوریانه
۱۴	سنجش انتقادی فناوری، پرهیز از پذیرش بدون ارزیابی، ارزیابی مزایا و معایب فناوری	تفکر انتقادی
۱۵	خلق راه حل جدید با فناوری، نوآوری در کاربرد فناوری، خلاقیت فناوریانه	نوآوری و خلاقیت فناوریانه
۱۶	انتقال دانش فناوری به دیگران، تسهیم دانش فنی، توانایی انتقال تجربه فناوریانه	انتقال فناوری
۱۷	برنامه ریزی پروژه فناوریانه، هدایت پروژه های پیچیده، مدیریت منابع پروژه	مدیریت پروژه های فناوریانه
۱۸	پذیرش ذهنی تغییر، آمادگی روانی برای تحول، انعطاف در برابر تغییرات	آمادگی ذهنی
۱۹	تحمل شکست فناوریانه، بازگشت پس از ناکامی، پایداری در مواجهه با چالش	تاب آوری در برابر شکست
۲۰	اشتیاق درونی به یادگیری فناوری، خودانگیختگی فناوریانه، میل به یادگیری فناوری های جدید	انگیزش فناوریانه
۲۱	باور به توانایی یادگیری، اعتماد به خود در یادگیری فناوری، خودباوری فناوریانه	خودکارآمدی در یادگیری
۲۲	اعتقاد به ایجاد ارزش توسط فناوری، درک نقش ارزش آفرین فناوری، باور به سودمندی فناوری	باور به ارزش آفرینی
۲۳	توجه به اخلاق فناوریانه، درک پیامدهای اجتماعی فناوری، مسئولیت پذیری فناوریانه	اخلاق فناوری
۲۴	یادگیری از طریق پروژه واقعی، تجربه عملی فناوری، کاربرد فناوری در پروژه	یادگیری مبتنی بر پروژه
۲۵	یادگیری برای حل مشکل واقعی، مسئله محوری در آموزش فناوری، یادگیری حل محور	یادگیری مسئله محور
۲۶	جریان دانش میان بازیگران، یادگیری جمعی در اکوسیستم، تبادل تجربه فناوریانه	یادگیری مشارکتی
۲۷	افزایش انگیزه با بازی وارسازی، جذاب سازی یادگیری فناوری، یادگیری تعاملی و بازی محور	بازی وارسازی
۲۸	یادگیری مستقل، خودمدیریتی در یادگیری، فراتر از آموزش رسمی	یادگیری خودراهبر
۲۹	نهادینه سازی یادگیری، یادگیری به عنوان کار روزمره، فرهنگ یادگیرنده	فرهنگ یادگیری فناوری
۳۰	پشتیبانی مدیران از آموزش، جدی گرفتن یادگیری توسط مدیریت، تعهد مدیریتی	حمایت مدیریتی
۳۱	فراهم بودن فناوری های جدید، دسترسی عملی به فناوری، بستر فناوریانه سازمان	دسترسی به فناوری های نو
۳۲	تحقیق و توسعه سازمانی، بستر یادگیری سازمانی، واحد پژوهش و توسعه	واحدهای R&D
۳۳	سرعت سازمان در یادگیری، چابکی در به کارگیری فناوری، انعطاف سازمانی	چابکی سازمان
۳۴	تولید دانش توسط دانشگاه، تربیت نیروی متخصص، نقش آموزشی دانشگاه ها	نقش دانشگاه ها
۳۵	محیط واقعی یادگیری فناوری، تجربه فناوری در پارک ها، بستر رشد فناوریانه	پارک های علم و فناوری
۳۶	همکاری نهادهای سه جانبه، همراستایی دولت، دانشگاه و صنعت، شکل گیری یادگیری ملی	همکاری سه گانه
۳۷	پایه دسترسی به یادگیری، بستر ارتباطی فناوری، زیرساخت ICT کشور	زیرساخت ارتباطات
۳۸	حمایت از نوآوری، حفاظت از دانش فنی، بستر تجاری سازی فناوری	مالکیت فکری
۳۹	تأمین مالی نوآوری، پشتیبانی مالی یادگیری، کاهش موانع مالی	دسترسی به منابع مالی
۴۰	اولویت گذاری هوش مصنوعی، یادگیری فناوری پیشران، آمادگی برای هوش مصنوعی	هوش مصنوعی

جدول (۳) نتیجه نهایی فرآیند تحلیل مضمون مصاحبه های خبرگان را در قالب سه سطح سلسله مراتبی نشان می دهد. در سطح نخست، مضامین پایه قرار دارند که حاصل کدگذاری گزاره های کلامی و مفاهیم اولیه استخراج شده از متن مصاحبه ها هستند. در سطح دوم، مضامین سازمان دهنده قرار می گیرند که از دسته بندی و جمعیت مضامین پایه هم مفهوم به دست آمده اند و هر یک بیانگر یک بُعد مشخص از پدیده مورد مطالعه هستند. در سطح سوم، مضامین فراگیر به عنوان عالی ترین سطح انتزاع، از ادغام و مقایسه مضامین سازمان دهنده شکل گرفته اند و نقش جهت دهنده و یکپارچه ساز در کل الگو ایفا می کنند. این ساختار سلسله مراتبی، امکان حرکت از داده های خام به سمت تفسیرهای انتزاعی تر را فراهم کرده و مبنای طراحی الگوی یادگیری فناوری های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران را تشکیل می دهد.

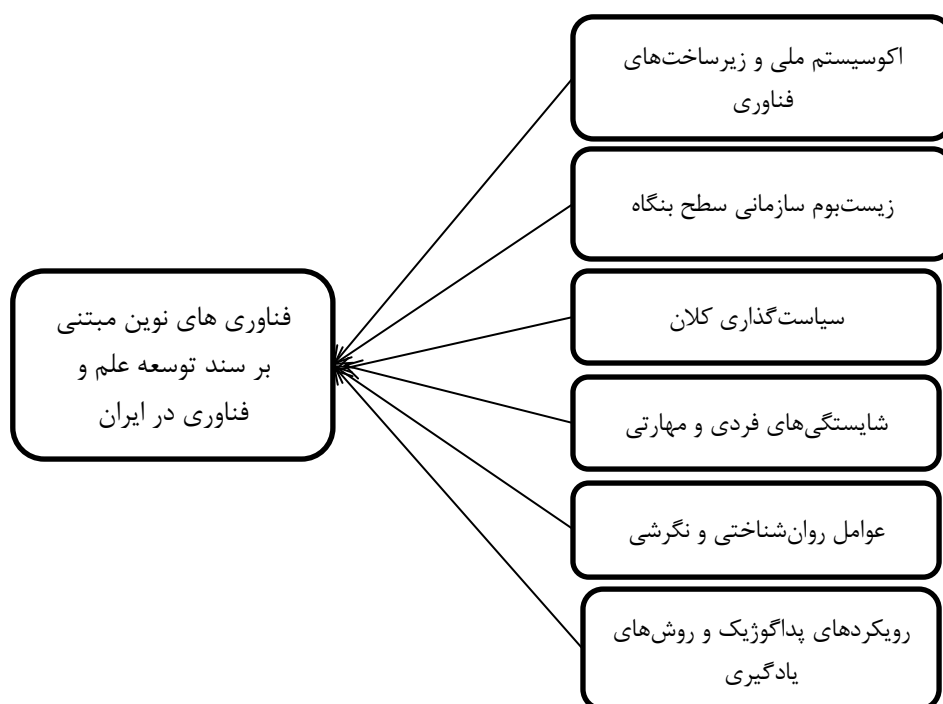
جدول (۳) دسته بندی مضامین پایه و شناسایی مضامین سازمان دهنده و فراگیر

مضمون فراگیر	مضمون سازمان دهنده	مضامین پایه
--------------	--------------------	-------------

همسویی راهبردی و سیاست‌گذاری کلان	هم‌راستایی با اسناد فرادستی	انطباق با نقشه علمی و توسعه، هم‌راستایی با اهداف اسناد توسعه، پیوند الزامات برنامه‌های توسعه، ظرفیت زیرساخت‌های علم و فناوری، انطباق با سند اقتصاد دانش‌بنیان
	جهت‌دهی استراتژیک	نقش اسناد بالادستی در جهت‌دهی، مأموریت‌گرایی اسناد توسعه، مأموریت‌محور شدن دانشگاه‌ها، هماهنگی نهادی
	مأموریت‌گرایی ملی	اولویت‌های فناوریانه ملی، فناوری‌های راهبردی، راهبردهای کلان علم و فناوری، مسائل کلان ملی، خودکفایی فناوری
	نظام حکمرانی و حقوقی	حکمرانی علم و فناوری، چارچوب نهادی و قانونی، محیط سیاسی و حقوقی، رگولاتوری فناوری، شفافیت سیاستی
	آینده‌پژوهی و پایش	آینده‌پژوهی اسناد علمی، به‌روزرسانی مستمر، نقشه راه یادگیری، پایش با شاخص‌های ملی
	سیاست‌های حمایتی	سیاست‌های حمایتی اسناد فناوری، تناسب سیاست‌های نوآوری با محتوا، برنامه‌های تحول دیجیتال، سیاست‌های تسهیل‌گر
شایستگی‌های فردی و مهارتی	تسلط بر داده و ابزار	سواد دیجیتال پیشرفته، سواد هوش مصنوعی، توانایی کار با داده، تسلط به ابزارهای دیجیتال، جستجوی پیشرفته اطلاعات، تعامل با سیستم‌های هوشمند
	تفکر انتقادی و سیستمی	حل مسئله فناوریانه، تفکر انتقادی، تفکر سیستماتیک، ارزیابی چرخه عمر فناوری، شناخت بلوغ فناوری
	نوآوری و کاربرد	نوآوری و خلاقیت فناوریانه، تحلیل فرصت‌های فناوریانه، ادراک فناوری و ارزش‌آفرینی، کاربرد در حل مسائل ملی، خلق فناوری جدید
	انتقال و مستندسازی	انتقال فناوری، مستندسازی فناوری، شبیه‌سازی و مدل‌سازی، درک زیرساخت‌ها و لایه‌های فناوری
	مدیریت خود و پروژه	مدیریت پروژه‌های فناوریانه، برنامه‌ریزی یادگیری خودگردان، مدیریت دانش شخصی، تحلیل ریسک فناوری، مهارت‌های نرم
	کار تیمی و تجاری‌سازی	کار تیمی در محیط‌های فناوریانه، مدیریت ریسک نوآوری، مسیرهای تجاری‌سازی
عوامل روان‌شناختی و نگرشی	انطباق با تغییرات	آمادگی ذهنی، سازگاری با تغییرات سریع، تاب‌آوری در برابر شکست، انعطاف‌پذیری شناختی، مدیریت مقاومت/پذیرش فناوری
	تداوم در یادگیری	یادگیری مداوم، خستگی‌ناپذیری، یادگیری سریع
	اشتیاق درونی	انگیزش فناوریانه، علاقه به فناوری‌های نو، اشتیاق به حل مسائل، کنجکاوی فناوریانه، جهت‌گیری نوآورانه
	خودکارآمدی	خودکارآمدی در یادگیری، عزت‌نفس فناوریانه، اعتماد به توانایی یادگیری، تجربه قبلی با فناوری
	نگرش مثبت	نگرش مثبت به فناوری، باور به ارزش‌آفرینی، باور به نقش فناوری در آینده شغلی، اعتماد به فناوری، ادراک سهولت و سودمندی
	اخلاق و انضباط	اخلاق فناوری، انضباط یادگیری، مدیریت زمان، خودتنظیمی، هوش هیجانی دیجیتال
رویکردهای پداگوژیک و روش‌های یادگیری	پروژه‌محور و تجربی	یادگیری مبتنی بر پروژه، مسئله‌محور، تجربی، کاربست واقعی، کارآموزی فناوریانه، آزمایشگاه‌های فناوری، محیط‌های چابک، سازنده‌گرایانه، مبتنی بر نیازهای کشور
	محیط‌های تخصصی	آزمایشگاه‌های فناوری، محیط‌های چابک، فضاهای سازنده‌گرایانه، موقعیت‌های مبتنی بر نیازهای فناوریانه کشور
	شبکه‌سازی و همکاری	یادگیری مشارکتی، نوآوری باز، همکارانه، شبکه‌های فناوری، شبکه‌های هم‌آموزی، پروژه‌های بین‌رشته‌ای
	فناوری‌های آموزشی	شبیه‌سازی، بازی‌وارسازی، واقعیت افزوده و مجازی، پلتفرم‌های هوشمند، هوش مصنوعی و کلان‌داده
	روش‌های ترکیبی و مدرن	یادگیری ترکیبی، محیط‌های دیجیتال، ابرآموزشی، مرز فناوری‌ها، یادگیری شتاب‌یافته
	یادگیری اکتشافی	خودراهبر، اکتشافی، سبک یادگیری فردی، یادگیری از خطا، سناریو‌محور، انطباقی

زیست‌بوم سازمانی سطح بنگاه	رهبری و فرهنگ	فرهنگ یادگیری فناوری، حمایت مدیریتی، درک مدیران از اهمیت یادگیری، حمایت از نوآوری، نظام انگیزشی
	منابع و تجهیزات	دسترسی به فناوری‌های نو، زیرساخت دیجیتال، حمایت مالی، واحدهای R&D، منابع دانش فناورانه
	مدیریت سرمایه انسانی	جذب نیروی ماهر، برنامه‌های آموزشی، نظام مدیریت دانش، انتقال دانش، شفافیت اطلاعات
	ساختار و چابکی	چابکی سازمان، انعطاف‌پذیری ساختار، همکاری بین‌واحدی، دیجیتالی‌سازی فرایندها، تیم‌های یادگیری
	ارزیابی و سرمایه‌گذاری	سرمایه‌گذاری R&D، نظام ارزیابی عملکرد، بودجه‌ریزی هوشمند، کاربست فناوری‌های تحول‌آفرین، یادگیری سازمانی
اکوسیستم ملی و زیرساخت‌های فناوری	بازیگران و نهادها	نقش دانشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد، شرکت‌های دانش‌بنیان، تعامل دانشگاه و صنعت، همکاری سه‌گانه دولت-دانشگاه-صنعت
	شبکه‌سازی و انتقال دانش	شبکه‌سازی انتقال دانش فنی، اکوسیستم نوآوری، همکاری با دانشگاه‌ها و شرکت‌ها، جوایز و جشنواره‌های علمی
	زیرساخت‌های ارتباطی و اطلاعاتی	زیرساخت ارتباطات و فناوری اطلاعات، پلتفرم‌های آموزش فناورانه، تبادل دانش، زیرساخت پتنت و مالکیت فکری، داده‌های باز، پشتیبانی آزمایش و تست
	حمایت مالی و بازار	دسترسی به منابع مالی، سیاست‌های حمایت مالی، کاهش ریسک پروژه‌ها، تقاضای فناوری، انگیزه بازار، محرک‌های نوآوری ملی
	همکاری بین‌المللی و ظرفیت جذب	انتقال دانش فنی، همکاری بین‌المللی، یادگیری از تجارب جهانی، تولید دانش، تربیت نیروی متخصص، ظرفیت جذب فناوری
	فناوری‌های هدف و پیشران	هوش مصنوعی، کلان‌داده، اینترنت اشیا، بلاک‌چین، فناوری‌های ابری، رباتیک، نانو و زیستی، کوانتوم، انرژی‌های نو، حمل‌ونقل هوشمند، پزشکی دیجیتال، واقعیت افزوده، امنیت سایبری، فناوری‌های همگرا، آمادگی دیجیتال ملی، امنیت سایبری ملی، رسانه‌های فناورانه

جدول (۳) شبکه مضامین استخراج‌شده از تحلیل مصاحبه‌های خبرگان را در قالب ۶ مضمون فراگیر، ۳۵ مضمون سازمان‌دهنده و بیش از ۱۵۰ مضمون پایه نشان می‌دهد. این ساختار سلسله‌مراتبی از سطح سیاست‌گذاری کلان (مضمون فراگیر اول) آغاز شده و به ترتیب به سطح شایستگی‌های فردی و مهارتی (مضمون فراگیر دوم)، عوامل روان‌شناختی و نگرشی (مضمون فراگیر سوم)، رویکردهای پداگوژیک و روش‌های یادگیری (مضمون فراگیر چهارم)، زیست‌بوم سازمانی سطح بنگاه (مضمون فراگیر پنجم) و اکوسیستم ملی و زیرساخت‌های فناوری (مضمون فراگیر ششم) امتداد می‌یابد. این شش مضمون، سطوح مختلف تحلیل را از کلان تا خرد و از فرد تا اکوسیستم پوشش می‌دهند و نشان می‌دهند که یادگیری فناوری‌های نوین پدیده‌ای چندسطحی، چندبعدی و وابسته به بستر است. در مجموع، جدول (۳) مبنای شکل‌گیری شبکه مضامین پژوهش را فراهم می‌کند و نشان می‌دهد که الگوی یادگیری فناوری‌های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران باید الگوی جامع، چندسطحی، سیاست‌محور، مهارت‌محور، یادگیرنده‌محور، سازمان‌محور و اکوسیستم‌محور باشد.



شکل (۱) ابعاد و ساختار الگوی یادگیری فناوری های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ابعاد و تبیین ساختار الگوی یادگیری فناوری های نوین مبتنی بر سند توسعه علم و فناوری در ایران انجام شد. یافته های حاصل از تحلیل مضمون مصاحبه های خبرگان نشان داد که الگوی یادگیری فناوری های نوین دارای ساختاری چندسطحی و چندبعدی است و در قالب ۶ مضمون فراگیر، ۳۵ مضمون سازمان دهنده و بیش از ۱۵۰ مضمون پایه قابل تبیین است. شش مضمون فراگیر شناسایی شده شامل «همسویی راهبردی و سیاست گذاری کلان»، «شایستگی های فردی و مهارتی»، «عوامل روان شناختی و نگرشی»، «رویکردهای پداگوژیک و روش های یادگیری»، «زیست بوم سازمانی سطح بنگاه» و «اکوسیستم ملی و زیرساخت های فناوری» بودند. این ساختار نشان می دهد که یادگیری فناوری های نوین را نمی توان صرفاً به آموزش مهارت های فنی یا استفاده از ابزارهای دیجیتال محدود کرد، بلکه این پدیده در نتیجه تعامل هم زمان سیاست های کلان، قابلیت های فردی، نگرش های روان شناختی، روش های یاددهی و یادگیری، ساختارهای سازمانی و شرایط اکوسیستم ملی شکل می گیرد. از این منظر، مدل به دست آمده یک چارچوب خطی نیست، بلکه شبکه ای از سطوح به هم پیوسته است که ضعف یا گسست در هر سطح می تواند اثربخشی سایر سطوح را کاهش دهد.

نخستین مضمون فراگیر، همسویی راهبردی و سیاست گذاری کلان بود که مضامینی مانند هم راستایی با اسناد فرادستی، جهت دهی استراتژیک، مأموریت گرایی ملی، حکمرانی و چارچوب حقوقی، آینده پژوهی، پایش و سیاست های حمایتی را دربر می گرفت. این یافته بیانگر آن است که یادگیری فناوری های نوین در ایران باید با جهت گیری های اسناد بالادستی علم و فناوری پیوند داشته باشد و از حالت پراکنده، موردی و کوتاه مدت خارج شود. نتایج این بخش با یافته های اسلامی و مروی همسو است که نشان دادند کارآمدی سیاست گذاری علم و فناوری در نقشه جامع علمی کشور وابسته به انسجام میان مراحل تقاضا، طراحی، اجرا، برون داد و ارزیابی است (Eslami & Marvi, 2024). همچنین یافته های اکبری و همکاران تأکید می کند که اجرای نقشه جامع علمی کشور حاصل تعامل عوامل انسانی، مدیریتی، زیرساختی، فرآیندی و بیرونی است و نمی توان تحقق سیاست های علمی را به یک عامل منفرد تقلیل داد (Akbari et al., 2024). از سوی دیگر، تحلیل گفتمان

سیاست‌های علم و فناوری در برنامه‌های توسعه نشان داده است که تجاری‌سازی دانش، شایستگی حرفه‌ای، حمایت هدمند و توسعه ظرفیت فناوریانه از مؤلفه‌های کلیدی جهت‌گیری سیاستی کشور هستند (Amir Arjomandi et al., 2023). بنابراین، یافته حاضر نشان می‌دهد که یادگیری فناوری زمانی می‌تواند به توسعه ظرفیت ملی منجر شود که در امتداد مأموریت‌ها و اولویت‌های کلان تعریف شود، نه آنکه صرفاً به‌عنوان فعالیت آموزشی مستقل در سازمان‌ها اجرا گردد.

در همین راستا، نقش اسناد فرادستی در جهت‌دهی به یادگیری فناوری را می‌توان با مطالعات مربوط به مرجعیت علمی نیز توضیح داد. نتایج پژوهش امیر ارجمندی و همکاران نشان داد که در نقشه جامع علمی کشور، مفاهیمی مانند علم بومی، اقتصاد دانش‌بنیان و مرجعیت علمی جایگاه محوری دارند (Amir Arjomandi et al., 2022). همچنین آزادی احمدآبادی بر این نکته تأکید کرده است که دستیابی به مرجعیت علمی، فناوری و نوآوری نیازمند توجه هم‌زمان به آموزش، پژوهش، تعاملات بین‌المللی و کیفیت تولید علمی است (Azadi Ahmadabadi, 2023). این شواهد با یافته‌های پژوهش حاضر همخوان است، زیرا نشان می‌دهد یادگیری فناوری باید از یک سو با ارزش‌ها و نیازهای بومی هم‌راستا باشد و از سوی دیگر ظرفیت تعامل با جریان‌های جهانی دانش و فناوری را نیز توسعه دهد. بنابراین، سیاست‌گذاری اثربخش در این حوزه نیازمند نوعی توازن میان بومی‌سازی، آینده‌نگری و تعامل بین‌المللی است.

دومین مضمون فراگیر، شایستگی‌های فردی و مهارتی بود. این مضمون شامل تسلط بر داده و ابزارهای دیجیتال، سواد هوش مصنوعی، تفکر انتقادی و سیستمی، حل مسئله فناوریانه، نوآوری، مستندسازی، مدیریت پروژه، کار تیمی و تجاری‌سازی بود. یافته‌ها نشان می‌دهد که در محیط‌های فناوریانه، داشتن دانش نظری کافی نیست و افراد باید بتوانند فناوری را تحلیل، ارزیابی و در موقعیت‌های واقعی به کار گیرند. این یافته با نتایج تیموری و همکاران همخوانی دارد که نشان دادند هوش مصنوعی از طریق یادگیری تطبیقی، تحلیل داده و بازخورد هوشمند می‌تواند به توسعه تفکر انتقادی، خلاقیت، حل مسئله و یادگیری خودراهبر کمک کند (Teymouri et al., 2025). همچنین یلماز بر اهمیت فناوری در توسعه شیوه‌های جدید آموزش علوم و ارتقای مهارت‌های مرتبط با محیط‌های علمی نوین تأکید کرده است (Yilmaz, 2023). از منظر سازمانی نیز یافته‌های احمدزاده و همکاران نشان می‌دهد که پذیرش فناوری اطلاعات هوشمند زمانی به پیامدهای مطلوب سازمانی منجر می‌شود که با یادگیری سازمانی و راهبردهای فناوریانه مناسب همراه باشد (Ahmadzadeh et al., 2025). بنابراین، شایستگی فناوریانه مفهومی ترکیبی است که دانش فنی، قابلیت شناختی، مهارت کاربردی و توانایی انتقال و تجاری‌سازی دانش را به یکدیگر پیوند می‌دهد.

سومین مضمون فراگیر، عوامل روان‌شناختی و نگرشی بود که مؤلفه‌هایی مانند آمادگی ذهنی، سازگاری با تغییر، تاب‌آوری در برابر شکست، انگیزش فناوریانه، خودکارآمدی، نگرش مثبت، باور به ارزش‌آفرینی فناوری و اخلاق فناوری را شامل می‌شد. این یافته نشان می‌دهد که حتی در صورت وجود زیرساخت و آموزش مناسب، یادگیری فناوری بدون پذیرش ذهنی و انگیزش فردی نمی‌تواند پایدار باشد. افراد باید تغییر را تهدید تلقی نکنند و توانایی خود را برای یادگیری فناوری‌های جدید باور داشته باشند. یافته‌های مطالعات آموزشی نیز از نقش ابعاد نگرشی در فرآیند یادگیری حمایت می‌کند. برای نمونه، توان و سلیمانی‌فرد نشان دادند که مداخلات آموزشی می‌توانند نگرش‌ها و جهت‌گیری‌های افراد را تحت تأثیر قرار دهند (Tavan & Soleimanifard, 2022). از سوی دیگر، غیاث‌آبادی فراهانی و همکاران در طراحی مدل تاب‌آوری نشان دادند که سازگاری و ظرفیت مواجهه با شرایط متغیر در عملکرد پایدار سازمان‌ها نقش کلیدی دارد (Ghiyasabadi Farahani et al., 2022). این موضوع در حوزه یادگیری فناوری اهمیت مضاعفی دارد، زیرا فناوری‌های نوظهور با شکست، عدم قطعیت و تغییر مستمر همراهاند و بدون انعطاف‌پذیری شناختی و تاب‌آوری، احتمال مقاومت یا ترک فرآیند یادگیری افزایش می‌یابد.

چهارمین مضمون فراگیر، رویکردهای پداگوژیک و روش‌های یادگیری بود. یافته‌ها نشان داد که یادگیری فناوری‌های نوین باید از شیوه‌های سنتی و انتقال یک‌طرفه دانش فاصله گرفته و به سمت یادگیری پروژه‌محور، مسئله‌محور، تجربی، مشارکتی، خودراهبر، ترکیبی، سناریو‌محور و مبتنی بر فناوری‌های آموزشی حرکت کند. این یافته با نتایج حمزه و همکاران همسو است که در مرور نظام‌مند خود نشان دادند ادغام فناوری با روش‌هایی مانند یادگیری مبتنی بر پروژه، کلاس معکوس و یادگیری مشارکتی می‌تواند مشارکت فعال، خلاقیت و توانایی حل مسئله را

تقویت کند (Hamzah et al., 2024). همچنین احمد و همکاران گزارش کردند که ادغام فناوری در آموزش می‌تواند دسترسی، تعامل و جذابیت فرآیند یادگیری را افزایش دهد (Ahmad et al., 2024). بنابراین، فناوری زمانی به ابزار یادگیری واقعی تبدیل می‌شود که با روش‌های مناسب آموزشی ترکیب شود. صرف افزودن ابزارهای دیجیتال به محیط آموزشی، بدون بازطراحی منطق یاددهی و یادگیری، نمی‌تواند به ایجاد شایستگی‌های عمیق فناورانه منجر شود.

پنجمین مضمون فراگیر، زیست‌بوم سازمانی سطح بنگاه بود که رهبری و فرهنگ، منابع و تجهیزات، مدیریت سرمایه انسانی، ساختار و چابکی و ارزیابی و سرمایه‌گذاری را شامل می‌شد. بر اساس یافته‌ها، سازمان‌هایی که فرهنگ یادگیری، حمایت مدیریتی، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، زیرساخت دیجیتال و ساختارهای انعطاف‌پذیر دارند، ظرفیت بیشتری برای جذب و یادگیری فناوری‌های جدید خواهند داشت. این یافته با نتایج خسروی‌زاده و همکاران همخوان است که نشان دادند اقدامات مدیریت استراتژیک منابع انسانی می‌تواند با میانجی‌گری یادگیری سازمانی، عملکرد کارکنان را بهبود دهد (Khosravizadeh et al., 2022). همچنین افضلی و همکاران نشان دادند که پنهان‌سازی دانش توسط کارکنان دانشی می‌تواند پیامدهای نامطلوبی برای مدیریت دانش و عملکرد سازمان داشته باشد (Afzali et al., 2024). این موضوع اهمیت فرهنگ تسهیم دانش و ایجاد اعتماد سازمانی را برجسته می‌کند. علاوه بر این، فلاح تفتی و همکاران تأکید کرده‌اند که هم‌افزایی دانش در شرکت‌های دانش‌بنیان به روابط علی میان عوامل دانشی، ساختاری و تعاملی وابسته است (Fallah Tafti et al., 2023). بنابراین، یادگیری فناوری در سطح بنگاه باید در دل سیستم مدیریت سازمان تعبیه شود، نه اینکه تنها به دوره‌های آموزشی مقطعی محدود بماند. یافته‌های مربوط به ساختار و چابکی سازمانی را می‌توان در پرتو مطالعات تحول دیجیتال نیز تبیین کرد. آدو در مطالعه نوسازی اداری مبتنی بر فناوری اطلاعات نشان داد که گذار به فرآیندهای دیجیتال زمانی موفق است که تغییرات فناورانه با تغییر در رویه‌ها، ظرفیت‌های سازمانی و فرآیندهای کاری همراه باشد (Addo, 2022). همچنین مدل یادگیری چندسطحی کانبالوگلو و همکاران نشان می‌دهد که یادگیری سازمانی در محیط‌های پیچیده حاصل تعامل میان افراد، شبکه‌های ارتباطی و سازوکارهای تطبیقی است (Canbaloğlu et al., 2025). این مطالعات تأیید می‌کنند که سازمان باید بتواند دانش فردی را به دانش مشترک تبدیل کند و ساختار خود را برای یادگیری و پاسخ سریع به فناوری‌های جدید بازآرایی نماید.

ششمین مضمون فراگیر، اکوسیستم ملی و زیرساخت‌های فناوری بود که نقش دانشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری، شرکت‌های دانش‌بنیان، شبکه‌های انتقال دانش، زیرساخت‌های ارتباطی، حمایت مالی، بازار، همکاری بین‌المللی و فناوری‌های هدف را دربر می‌گرفت. این یافته نشان می‌دهد که یادگیری فناوری در خلأ سازمانی رخ نمی‌دهد و ظرفیت یادگیری هر سازمان به کیفیت اکوسیستمی وابسته است که در آن فعالیت می‌کند. وجود دانشگاه‌های توانمند، شبکه‌های نوآوری، منابع مالی، زیرساخت ارتباطی، حفاظت از مالکیت فکری و ارتباط دولت، دانشگاه و صنعت می‌تواند سرعت انتقال و جذب فناوری را افزایش دهد. یافته‌های فلاح تفتی و همکاران درباره نقش هم‌افزایی دانش در شرکت‌های دانش‌بنیان از این نتیجه حمایت می‌کند (Fallah Tafti et al., 2023). همچنین مطالعات مربوط به سیاست‌گذاری کلان نشان می‌دهد که تحقق اهداف فناورانه نیازمند هماهنگی میان نهادهای بازیگران متعدد است (Akbari et al., 2024; Eslami & Marvi, 2024). از این منظر، توسعه ظرفیت فناوری ملی باید بر مبنای ایجاد شبکه‌های همکاری و نه عملکرد منفرد سازمان‌ها دنبال شود.

در بخش فناوری‌های هدف و پیشران، یافته‌ها بر اهمیت هوش مصنوعی، کلان‌داده، اینترنت اشیا، بلاک‌چین، فناوری‌های ابری، رباتیک، فناوری‌های زیستی و سایر فناوری‌های تحول‌آفرین تأکید داشت. این نتیجه با مطالعاتی که بر پویایی مسیر یادگیری فناوری تمرکز دارند همخوان است. فابر و همکاران نشان دادند که فناوری‌های نوظهور دارای منحنی‌های یادگیری و مسیرهای بلوغ متفاوتی هستند و تحلیل این مسیرها برای ارزیابی آینده‌نگرانه فناوری اهمیت دارد (Faber et al., 2022). بنابراین، الگوی یادگیری فناوری نمی‌تواند ایستا باشد و باید به‌طور مستمر با تغییر فناوری‌های هدف به‌روزرسانی شود. همچنین ضرورت ارزیابی و پایش مستمر در یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعه

عبدلی و همکاران درباره طراحی شاخص‌های ارزیابی عملکرد همسو است، زیرا وجود شاخص‌های سنجش‌پذیر می‌تواند امکان پایش فاصله میان اهداف و عملکرد واقعی را فراهم سازد (Abdali et al., 2023).

در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که الگوی یادگیری فناوری‌های نوین در ایران از یک منطق چندسطحی برخوردار است که در آن سیاست‌گذاری کلان نقش جهت‌دهنده، شایستگی‌های فردی و عوامل روان‌شناختی نقش ظرفیت‌ساز، رویکردهای پداگوژیک نقش تسهیل‌کننده، زیست‌بوم سازمانی نقش بستر اجرایی و اکوسیستم ملی نقش پشتیبان و گسترش‌دهنده را ایفا می‌کنند. این تفسیر با مجموعه مطالعات پیشین همسو است که هر یک بخشی از این زنجیره را تبیین کرده‌اند؛ با این تفاوت که پژوهش حاضر این عناصر را در یک ساختار یکپارچه و متناسب با سند توسعه علم و فناوری در ایران ترکیب کرده است. از این رو، مهم‌ترین دلالت نظری پژوهش آن است که یادگیری فناوری‌های نوین باید به‌عنوان یک نظام به‌هم‌پیوسته در نظر گرفته شود و موفقیت آن زمانی محتمل‌تر است که هماهنگی افقی میان بازیگران و هماهنگی عمودی میان سیاست، سازمان و فرد برقرار باشد.

پژوهش حاضر با چند محدودیت همراه بود. نخست، مشارکت‌کنندگان پژوهش عمدتاً از میان استادان دانشگاه و مدیران ارشد وزارت صنعت، معدن و تجارت انتخاب شدند و بنابراین ممکن است دیدگاه سایر گروه‌های ذی‌نفع مانند کارکنان فنی، مدیران شرکت‌های خصوصی، کارآفرینان فناوری، دانشجویان، مدیران پارک‌های علم و فناوری و فعالان شرکت‌های دانش‌بنیان به‌طور کامل در الگو منعکس نشده باشد. دوم، داده‌های پژوهش از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته گردآوری شد و در نتیجه احتمال تأثیر سوگیری ادراکی، حافظه‌ای یا ملاحظات حرفه‌ای مشارکت‌کنندگان بر پاسخ‌ها وجود دارد. سوم، الگوی ارائه‌شده ماهیتی کیفی دارد و روابط میان مؤلفه‌های آن از نظر شدت اثرگذاری، اولویت و جهت علی به‌صورت کمی آزمون نشده است. چهارم، سرعت بالای تحول فناوری‌های نوظهور سبب می‌شود برخی مؤلفه‌ها و فناوری‌های هدف در دوره‌های زمانی آتی نیازمند بازنگری باشند. همچنین تمرکز پژوهش بر بستر ایران می‌تواند تعمیم مستقیم یافته‌ها به سایر کشورها یا محیط‌های نهادی متفاوت را محدود کند.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی الگوی شناسایی شده با استفاده از روش‌های کمی مانند تحلیل عاملی تأییدی، مدل‌سازی معادلات ساختاری یا مدل‌سازی حداقل مربعات جزئی اعتبارسنجی شود و وزن نسبی ابعاد و مؤلفه‌های آن تعیین گردد. همچنین می‌توان با استفاده از روش‌های تحلیل شبکه، دیمتل، مدل‌سازی ساختاری تفسیری یا تحلیل اثرات متقابل، روابط علی و سطوح اثرگذاری میان مؤلفه‌ها را بررسی کرد. انجام پژوهش‌های مقایسه‌ای در صنایع مختلف مانند نفت و گاز، بانکداری، سلامت، آموزش، صنایع تولیدی و شرکت‌های دانش‌بنیان نیز می‌تواند میزان ثبات یا وابستگی زمینه‌ای الگو را مشخص کند. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود نقش فناوری‌های خاص مانند هوش مصنوعی مولد، اینترنت اشیا، بلاک‌چین و فناوری‌های کوانتومی به‌صورت مستقل در فرآیند یادگیری بررسی شود. مطالعه طولی تغییرات الگو در بازه‌های زمانی مختلف و مقایسه آن با تحولات اسناد بالادستی علم و فناوری نیز می‌تواند تصویری پویاتر از مسیر توسعه یادگیری فناوری در کشور فراهم سازد.

پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران علم و فناوری، سازوکارهای یادگیری فناوری را به‌صورت صریح در بازنگری اسناد توسعه علم و فناوری وارد کنند و برای هر حوزه فناورانه، اهداف مهارتی، شاخص‌های پایش و مسئولیت نهادی مشخص تعریف شود. سازمان‌ها نیز لازم است یادگیری فناوری را از سطح دوره‌های آموزشی مقطعی فراتر برده و آن را در نظام مدیریت منابع انسانی، مدیریت دانش، ارزیابی عملکرد، تحقیق و توسعه و برنامه‌ریزی راهبردی ادغام کنند. طراحی برنامه‌های آموزشی پروژه‌محور، مسئله‌محور و مبتنی بر تجربه واقعی، ایجاد آزمایشگاه‌های فناوری و محیط‌های شبیه‌سازی شده، تقویت شبکه‌های یادگیری و همکاری میان دانشگاه، صنعت و دولت و فراهم‌کردن دسترسی کارکنان به فناوری‌های روز می‌تواند اثربخشی فرآیند یادگیری را افزایش دهد. همچنین لازم است مدیران با ایجاد فرهنگ پذیرش تغییر، تقویت انگیزش، حمایت از نوآوری و کاهش ترس از شکست، شرایط روان‌شناختی مناسب برای یادگیری فناوری را فراهم کنند و در سطح ملی نیز توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، حمایت مالی، حفاظت از مالکیت فکری و گسترش همکاری‌های بین‌المللی در اولویت قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

Extended Abstract

Introduction

The accelerating pace of scientific and technological development has transformed the nature of learning, organizational capability, educational systems, and national innovation policies. New and emerging technologies increasingly shape how knowledge is produced, transferred, applied, and renewed, making technology learning a strategic requirement rather than a supplementary organizational activity. Digital technologies, artificial intelligence, data-driven systems, cloud computing, and other emerging technologies have created new opportunities for improving efficiency, innovation, and responsiveness while simultaneously requiring individuals and organizations to continuously develop new competencies. The modernization of public administration through information technology has demonstrated that technological transformation is not achieved merely through the acquisition of digital tools but depends on organizational adaptation, institutional learning, changes in work processes, and the development of appropriate human capabilities (Addo, 2022). Accordingly, learning new technologies should be understood as a multidimensional process that extends beyond technical training and encompasses individual capabilities, organizational structures, learning environments, policy frameworks, and national technological infrastructures. At the educational level, recent developments in artificial intelligence have strengthened the importance of critical thinking, creativity, problem solving, self-directed learning, and digital literacy as essential twenty-first-century competencies (Teymouri et al., 2025). The integration of modern technologies into education has also been associated with improved learning opportunities, greater engagement, increased accessibility, and more interactive educational experiences (Ahmad et al., 2024). Similarly, the integration of technology with innovative pedagogical approaches, including project-based, collaborative, personalized, and immersive learning, has been identified as an important mechanism for enhancing learning effectiveness (Hamzah et al., 2024). The changing role of

technology in modern science education further emphasizes the need to coordinate technological access, pedagogical innovation, and continuous updating of learners' knowledge and skills (Yilmaz, 2023).

At the organizational level, technology learning is closely connected with knowledge management, organizational learning, strategic human resource management, and knowledge-sharing processes. Research has shown that the strategic approach adopted toward information technology can influence the relationship between the acceptance of intelligent information technologies and organizational learning (Ahmadzadeh et al., 2025). Organizational learning therefore depends not only on access to technologies but also on the capacity to integrate technology into organizational strategies, routines, and collective knowledge processes. Strategic human resource management practices may also strengthen organizational performance through the development of organizational learning capabilities (Khosravizadeh et al., 2022). Conversely, knowledge-hoarding behavior can restrict the diffusion of expertise and undermine collective learning processes, highlighting the importance of trust, knowledge sharing, and collaborative environments (Afzali et al., 2024). Knowledge synergy in knowledge-based firms likewise depends on the interaction of organizational, structural, and knowledge-related factors (Fallah Tafti et al., 2023). Multilevel models of organizational learning further indicate that learning emerges through interactions among individual cognition, shared mental models, communication networks, and adaptive organizational mechanisms (Canbaloglu et al., 2025). In addition, emerging technologies follow dynamic learning and maturity trajectories, meaning that technology learning should incorporate foresight, continuous monitoring, and adaptation to changing technological conditions (Faber et al., 2022).

At the national level, learning new technologies is strongly influenced by science and technology policies and high-level development documents. In Iran, the Comprehensive Scientific Map and related national science and technology development documents provide strategic orientations for scientific, technological, educational, and innovation development. Evaluation of science policy within Iran's Comprehensive Scientific Map has demonstrated the importance of coordination among policy demand, design, implementation, outputs, and evaluation (Eslami & Marvi, 2024). Structural modeling of the implementation of the Comprehensive Scientific Map has likewise shown that human, managerial, infrastructural, process-related, and external factors jointly influence successful policy implementation (Akbari et al., 2024). Analysis of science and technology discourse in national development plans has highlighted concepts such as technology commercialization, professional competencies, targeted support, and capacity building as important elements of national development policy (Amir Arjomandi et al., 2023). Furthermore, indigenous values, knowledge-based development, and scientific authority represent important dimensions of Iran's national scientific policy framework (Amir Arjomandi et al., 2022), while the roadmap toward scientific, technological, and innovation authority indicates the need to integrate education, research, international cooperation, and technological development (Azadi Ahmadabadi, 2023). Performance evaluation studies also emphasize the importance of measurable indicators for monitoring institutional effectiveness (Abdali et al., 2023), while resilience research indicates that adaptation, flexibility, and learning capacities become particularly important under rapidly changing and uncertain environmental conditions (Ghiyasabadi Farahani et al., 2022). Educational research further demonstrates that learning processes are influenced by attitudinal and value-related dimensions in addition to cognitive and technical factors (Tavan & Soleimanifard, 2022). Despite these contributions, previous studies have generally examined policy, technological competency, organizational learning, pedagogical approaches, or innovation ecosystems separately. A comprehensive framework that simultaneously integrates strategic policy alignment, individual competencies, psychological readiness, pedagogical methods, organizational conditions, and the national technological ecosystem within the context of Iran's Science and Technology Development Document remains insufficiently developed. Therefore, the

present study aimed to identify the dimensions and explain the structure of a learning model for new technologies based on the Science and Technology Development Document in Iran.

Methods and Materials

This study was applied in purpose and qualitative in nature and was conducted within an interpretivist research paradigm using thematic analysis. The study population consisted of experts with substantial knowledge and professional experience in management, technology, and science and technology policymaking. Participants included university professors working in management- and technology-related disciplines as well as senior managers of the Ministry of Industry, Mine and Trade. Participants were selected using purposive and snowball sampling strategies to ensure access to information-rich cases. Eligibility criteria for academic experts included relevant educational and research experience in new technology learning and science and technology policymaking, while managerial experts were selected based on relevant professional experience, educational qualifications, and practical involvement in technology and policy-related activities. Data collection continued until theoretical saturation was achieved, which occurred after interviews with 15 experts. Data were collected through in-depth semi-structured interviews organized around seven principal open-ended questions. The interviews allowed participants to explain their experiences and interpretations while also enabling the researchers to explore emerging issues through follow-up questions. The data were analyzed using a six-stage thematic analysis process comprising familiarization with the data, generation of initial codes, searching for themes, reviewing themes, defining and naming themes, and producing the final report. Meaningful statements concerning technology learning, national science and technology development documents, strategic policy orientation, individual competencies, psychological characteristics, learning methods, organizational conditions, and the national innovation ecosystem were initially coded. Related codes were then grouped into basic themes, conceptually related basic themes were integrated into organizing themes, and organizing themes were subsequently synthesized into overarching themes. Trustworthiness was assessed according to credibility, transferability, dependability, and confirmability. Member checking was conducted by providing a summary of the extracted codes and themes to five participants; their feedback resulted in minor revisions to theme labels but did not produce additional categories. Coding reliability was also examined by randomly selecting 120 units of analysis and independently coding them by two coders. Cohen's kappa coefficient was 0.86, indicating a high level of coding agreement and supporting the reliability of the thematic analysis.

Findings

The thematic analysis resulted in the identification of more than 150 basic themes, 35 organizing themes, and six overarching themes. These six overarching dimensions were strategic alignment and macro-level policymaking, individual and skill competencies, psychological and attitudinal factors, pedagogical approaches and learning methods, the enterprise-level organizational ecosystem, and the national ecosystem and technological infrastructure. The first dimension, strategic alignment and macro-level policymaking, comprised six organizing themes: alignment with high-level policy documents, strategic direction, national mission orientation, governance and the legal system, foresight and monitoring, and supportive policies. Its basic themes included alignment with the national scientific map and development objectives, strategic technological priorities, national technological self-reliance, regulatory frameworks, policy transparency, continuous updating of science and technology documents, learning roadmaps, and supportive digital transformation policies. The second overarching dimension, individual and skill competencies, consisted of mastery of data and technological tools, critical and systems thinking, innovation and application, technology transfer and documentation, self- and project management, and teamwork and commercialization. Major underlying competencies included advanced digital literacy, artificial intelligence literacy, technological problem solving, critical evaluation of technology, innovation, technology transfer, risk analysis, personal knowledge management, project management, teamwork, and commercialization capabilities.

The third overarching dimension, psychological and attitudinal factors, contained adaptation to change, continuity in learning, intrinsic enthusiasm, self-efficacy, positive attitudes, and ethics and discipline. Its basic components included mental readiness for technological transformation, resilience in the face of failure, cognitive flexibility, continuous learning, technological curiosity, confidence in learning new technologies, perceived value of technology, trust in technology, self-regulation, time management, and technology ethics. The fourth overarching dimension, pedagogical approaches and learning methods, incorporated project-based and experiential learning, specialized learning environments, networking and collaboration, educational technologies, blended and modern learning approaches, and exploratory learning. Specific practices included project-based, problem-based, experiential, collaborative, self-directed, scenario-based, adaptive, and blended learning, as well as gamification, simulations, augmented and virtual reality, intelligent platforms, artificial intelligence, big data, technology laboratories, internships, interdisciplinary projects, and learning from error. The fifth dimension, the enterprise-level organizational ecosystem, consisted of leadership and culture, resources and equipment, human capital management, organizational structure and agility, and evaluation and investment. Its components included a culture of technology learning, managerial support, incentives for innovation, access to new technologies, digital infrastructure, financial support, research and development units, recruitment and development of skilled personnel, organizational knowledge management, knowledge transfer, cross-unit collaboration, process digitalization, learning teams, R&D investment, performance evaluation, and organizational learning. The sixth overarching dimension, the national ecosystem and technological infrastructure, comprised actors and institutions, networking and knowledge transfer, communication and information infrastructures, financial and market support, international cooperation and absorptive capacity, and target and enabling technologies. Universities, science and technology parks, incubators, knowledge-based companies, government-university-industry cooperation, innovation networks, intellectual property infrastructures, open data, financing mechanisms, international knowledge exchange, and national absorptive capacity were identified as central components. Artificial intelligence, big data, the Internet of Things, blockchain, cloud technologies, robotics, nanotechnology, biotechnology, quantum technologies, renewable energy, smart transportation, digital medicine, augmented reality, cybersecurity, and convergent technologies were identified as important target and enabling technologies. Overall, the resulting model demonstrated a hierarchical but interconnected structure extending from macro-level policymaking to individual, pedagogical, organizational, and national ecosystem levels.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that learning new technologies is not a single-level educational activity but a complex, multidimensional, and context-dependent system. The six dimensions identified in the study suggest that effective technology learning requires vertical alignment between national policy and individual capability as well as horizontal coordination among educational institutions, organizations, innovation actors, and technological infrastructures. Strategic alignment provides the overall direction for technology learning by defining priorities, missions, regulations, and development expectations. Individual and skill competencies transform these strategic priorities into operational capabilities by enabling learners to understand, evaluate, use, and develop technologies. Psychological and attitudinal factors influence whether individuals are willing and able to persist in learning under conditions of uncertainty, rapid change, and technological failure. Pedagogical approaches determine how technological knowledge is acquired and transformed into practical competency, while the organizational ecosystem provides the managerial, cultural, financial, and structural conditions required for continuous application and knowledge sharing. Finally, the national ecosystem connects individual and organizational learning to broader institutions, infrastructures, funding systems, innovation networks, and international sources of knowledge.

The proposed model therefore indicates that the effectiveness of technology learning depends on the coherence of all six dimensions rather than the isolated strength of any single component. Investment in digital infrastructure without competent and motivated learners may produce limited outcomes, just as highly skilled individuals may be unable to apply their capabilities in organizations lacking managerial support, research capacity, or flexible structures. Similarly, organizational learning may remain fragmented if it is disconnected from national science and technology priorities, university-industry collaboration, financial support, and knowledge-transfer networks. The findings also emphasize that learning models must remain dynamic because the technologies identified as strategically important will change over time. Continuous foresight, monitoring, evaluation, and revision should therefore be embedded within the model.

The main contribution of the study is the integration of policy, human, psychological, pedagogical, organizational, and ecosystem dimensions into a single framework tailored to the Iranian science and technology development context. The model provides a conceptual basis for translating high-level science and technology objectives into coordinated learning processes at different levels. It can assist policymakers in identifying the learning requirements associated with national technological priorities, support organizations in designing integrated technology-learning systems, and provide educational institutions with a framework for developing relevant competencies through modern pedagogical approaches. In conclusion, learning new technologies in Iran should be treated as an interconnected national capability rather than as a collection of isolated training activities. The Science and Technology Development Document can serve as a strategic integrating mechanism by linking national priorities with individual competencies, pedagogical innovation, organizational learning environments, and the wider technological ecosystem. Effective implementation of this model requires continuous interaction among these levels and periodic adaptation to technological, institutional, and environmental changes.

References

- Abdali, J., Hashemi, F., Hashemigohar, M., & Shahoseini, M. (2023). Determining the Key Indicators and the Mathematical Model for Evaluating the Performance of the Executive Offices in the Budget Settlement Reports of the Supreme Accounts Court. *Audit Knowledge*, 23(91), 313-347.
- Addo, A. (2022). Information Technology and Public Administration Modernization in a Developing Country: Pursuing Paperless Clearance at Ghana Customs. *Information Systems Journal*, 32(4), 819-855. <https://doi.org/10.1111/isj.12374>
- Afzali, H., Damghanian, H., Moghaddam, A., & Asgari, N. (2024). Identifying and Validating the Antecedents and Consequences of Knowledge Hoarding by Knowledge Workers. *Strategic Management of Organizational Knowledge*, 7(2), 107-132. <https://doi.org/10.47176/smok.2024.1718>
- Ahmad, M., Jabeen, M., Qasim, M., & Hasnain, M. (2024). Integrating Modern Technology in Education: Enhancing Learning, Engagement, and Accessibility in the Digital Age. *International Research Journal of Management and Social Sciences*, 5(2), 267-271.
- Ahmadzadeh, S., Talaei, H., & Dousti, M. (2025). The Role of the Information Technology Import Strategy in the Relationship between Smart Information Technology Acceptance and Organizational Learning. *Intelligent Strategic Management*, 4(1), 38-58.
- Akbari, B., Alidadi, A., Navab Esfahani, M., & Alipour, M. (2024). Interpretive Structural Modeling of the Implementation of Iran's Comprehensive Scientific Map. *Strategic Management of Organizational Knowledge*, 7(3), 110-131.
- Amir Arjomandi, S. Z., Navabakhsh, M., & Saroukhani, B. (2022). Scientific Authority and Indigenous-Oriented Values in Iran's Comprehensive Scientific Map. *Applied Issues in Islamic Education*, 7(3), 33-64.
- Amir Arjomandi, Z., Navabakhsh, M., & Saroukhani, B. (2023). Discourse Analysis of Science and Technology Policies in Development Plans: A Case Study of the Fifth Development Plan. (Vol. 18, pp. 195-222)
- Azadi Ahmadabadi, G. (2023). A Roadmap for Scientific, Technological, and Innovation Authority Based on High-Level Policy Documents. (Vol. 14)
- Canbaloglu, G., Treur, J., & Roelofsma, P. H. M. P. (2025). Learning of Safety and Security Management through Cyberspace: An Adaptive Self-Modeling Network Model for Multilevel Organizational Learning. In *Using Shared*

- Mental Models and Organisational Learning to Support Safety and Security through Cyberspace: A Computational Analysis Approach* (pp. 59-88). Springer.
- Eslami, R., & Marvi, A. (2024). Evaluation of Science Policy in Iran's Comprehensive Scientific Map Based on the Cyclical Model. *Rahbord*, 33(4), 639-670.
- Faber, G., Ruttinger, A., Strunge, T., Langhorst, T., Zimmermann, A., van der Hulst, M., & Tao, L. (2022). Adapting Technology Learning Curves for Prospective Techno-Economic and Life Cycle Assessments of Emerging Carbon Capture and Utilization Pathways. *Frontiers in Climate*, 4, 820261. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.820261>
- Fallah Tafti, H., Saffaridarberazi, A., & Zare, F. (2023). Causal Analysis of Knowledge Synergy in Knowledge-Based Companies with the Integrated Approach of Interpretive Structural Modeling and Structural Equations: A Case Study of Yazd Science and Technology Park. *Strategic Management of Organizational Knowledge*, 6(3), 49-80. <https://doi.org/10.47176/smok.2023.1623>
- Ghiyasabadi Farahani, M., Ghaffari Ashtiani, P., Shababi, H., & Gholipour Fereydouni, S. (2022). Designing a Resilience Model in the Tourism Industry in Response to the COVID-19 Disease. *Tourism and Development*, 11(2), 131-144.
- Hamzah, F., Abdullah, A. H., & Ma, W. (2024). Advancing Education through Technology Integration, Innovative Pedagogies and Emerging Trends: A Systematic Literature Review. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 41(1), 44-63.
- Khosravizadeh, E., Azizi, S., & Mandalizadeh, Z. (2022). The Effect of Strategic Human Resource Management Practices on Employee Organizational Performance with the Mediating Role of Organizational Learning: A Case Study of Sport and Youth Departments in Markazi Province. *Human Resource Management in Sport*, 10(1), 21-39.
- Tavan, A., & Soleimanifard, Z. (2022). Examining the Effectiveness of Spiritual Intelligence Training Based on Islamic Educational Teachings on Afterlife Orientation and Religious Orientation among Students. *Applied Issues in Islamic Education*, 7(2), 33-48.
- Teymouri, R., Bayrami, M., Mahdizadeh, B., Heydari, F., & Iran Now, L. (2025). Transforming Education with Artificial Intelligence: A Path toward 21st-Century Skills. *Strategic Research in Education and Training*(49), 307-322.
- Yılmaz, Ö. (2023). The Role of Technology in Modern Science Education. In *Current Research in Education* (pp. 35-60). Özgür Publications.