Journal of Iran Futures Studies
Print ISSN: 6365-2423
Online ISSN: 2676-6183

Technology Weak Signal(s) Detection Systems

Abouzar Seifi Kalestan*
SND University, Tehran, Iran, Abouzar.seifi.k@sndu.ac.ir
Naser Poursadegh
Full Professor, SND University, Tehran, Iran, Dr.poursadegh@sndu.ac.ir

Abstract

Purpose: The purpose of this research is to study the systematic dimensions of "weak signals (WS)". Accordingly, in the theoretical framework of socio-technical systems (STS) and by combining the soft systems methodology (SSM) and Viable systems model (VSM), the conceptual design of a system for weak signals detection in the field of technology in one of Iranian governmental organizations is explored.

Method: This research is qualitative research in terms of methodology, and according to the case of study in this research, it is an applied-developmental research. In this research, based on Mingers approach, SSM-VSM as combined and preferable methodology was used to design the aimed socio-technical system. Library and expert methods, in-depth interviews and expert panels were used to collect qualitative data, as well as the charrette approach as an evolutionary approach in data analysis and design.

Findings: The importance and strategic position of "weak signals" are neglected in Iranian organizations, and Iranian managers rely less on identifying weak signals and analyzing their consequences in making strategic decisions. In order to detect weak signals, Iranian organizations need to develop and strengthen socio-technical infrastructures, and for this, the structural, functional and procedural conceptual design of the system is presented in this research.

Conclusion: Identifying and exploring weak signals of change over machine approaches, including Artificial Intelligence (AI) and Deep learning, fundamentally depends on the development and use of an expert networks including official and virtual networks in Iranian organizations. Technology Watching abilities needs the development and strengthening of systematic infrastructures, especially socio-technical systems.

KeyWords: System Design, Weak Signal, Soft System, Emerging Technology, Reemerging Technology

Cite this article: Seifi Kalestan, Abouzar. Poursadegh, Naser.(2025) Technology Weak Signal(s) Detection Systems,Volume10, NO.1 Spring & Summer 2025,1-38
DOI: 10.30479/jfs.2023.18708.1478
Received on: 3 June 2023 **Accepted on:** 6 November 2023
Copyright© 2025, The Author(s).
Publisher: Imam Khomeini International University
Corresponding Author/ E-mail: Abouzar Seifi Kalestan / seifi.k@sndu.ac.ir

فصلنامه آینده پژوهی ایران

شاپای چاپی :۲۴۲۳-۶۳۶۳

شاپای الکترونیکی : ۶۱۸۳-۷۶۲۶

سامانه‌ی مفهومی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری

ابوذرسیفی کلستان

دانشجوی دکتری آینده پژوهی، دانشگاه عالی دفاع ملی، پژوهشکده آماد، فناوری و عرصه های نوپدید، تهران، ایران.(نویسنده مسئول)

seifi.k@sndu.ac.ir

ناصر پور صادق

ستاد دانشگاه عالی دفاعی ملی، تهران، ایران،poursadegh@sndu.ac.ir

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش کمک به توسعه‌ی ابعاد سیستمیِ شناسائی «نشانه‌های ضعیف» است. بر این اساس در چهارچوب نظری سیستم‌های اجتماعی–فنی و تلفیق روش‌شناسی سیستم‌های نرم و سیستم‌های مانا، طراحی مفهومی سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف تغییر در حوزه‌ی فناوری در یکی از سازمان‌های دولتی ایران، مطالعه شده‌است.

روش: این پژوهش از حیث روش‌شناسی یک پژوهش کیفی و با توجه به مورد مطالعاتی منتخب در این تحقیق یک پژوهش کاربردی–توسعه‌ای محسوب می‌شود. در این پژوهش بر پایه‌ی روش‌شناسی ترکیبی مینجرز از روش‌شناسی ترکیبی SSM-VSM به عنوان روش‌شناسی مطلوب در طراحی سامانه‌های اجتماعی–فنی بهره گرفته‌شد. از روش‌های کتابخانه‌ای و خبرگانی، مصاحبه عمیق و پانل خبرگان جهت گردآوری داده‌های کیفی و همچنین از رویکرد چارتِ به عنوان رویکرد تکاملی در تحلیل داده‌ها و طراحی استفاده شد.

یافته‌ها: اهمیت و جایگاه راهبردی «نشانه‌های ضعیف» در سازمان‌های ایرانی مغفول است و مدیران ایرانی در تصمیم‌گیری‌های راهبردی، کم‌تر به شناسائی نشانه‌های ضعیف و تحلیل پیامدهای آن متکی هستند. سازمان‌های ایرانی برای شناسائی نشانه‌های ضعیف نیازمند توسعه و تقویت زیرساخت‌های اجتماعی–فنی هستند و براین اساس طرح مفهومیِ ساختاری، کارکردی و فرآیندی سامانه در این پژوهش ارائه شده‌است.

نتیجه‌گیری: شناسائی و اکتشاف نشانه‌های ضعیف تغییر بیش از رویکردهای ماشینی اعم از هوش مصنوعی و یادگیری عمیق، بطور بنیادین و اساسی منوط به توسعه و بکارگیری شبکه‌ی خبرگانی متشکل از شبکه‌ی رسمی و مجازی در سازمان‌های ایرانی است. دیده‌بانی فناوری مستلزم توسعه و تقویت زیرساخت‌های سیستمی و بویژه سیستم‌های اجتماعی–فنی است.

واژگان کلیدی: طراحی سامانه، نشانه‌های ضعیف، سیستم های نرم، فناوری‌های نوپدید، فناوری‌های بازپدید

---

*استناد: سیفی کلستان، ابوذر. پورصادق،ناصر(۱۴۰۴) سامانه‌ی مفهومی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری. دو فصلنامه علمی آینده پژوهی ایران، مقاله پژوهشی، دوره۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۴، ۳۸-۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۳/۱۳ تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۲/۸/۱۵

ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مقدمه

پس از انقلاب صنعتی سوم، پیدایش فناوری‌های جدید با شتاب بی‌سابقه‌ای همراه بوده و طی چند دهه‌ی اخیر، آثار و پیامدهای دگرگون‌کننده‌ای را در دنیا رقم زده‌است. فناوری، عرصه‌ی غافل-گیری‌های مختل‌کننده[1]است و سازمان‌ها امروزه به مراتب بیش از گذشته محتاج قابلیت‌های دیده-بانی برای آگاهی از تغییرات پیرامونی هستند. این موضوع برای سازمان‌های ایرانی با توجه به شدت تاثیرپذیری از تغییرات و اثرگذاری راهبردی فناوری در ابعاد و گستره‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و دفاعی کشور و تاکید رهبر انقلاب اسلامی ایران مبنی بر جستجو و کشف راه‌های میان‌بر در بکارگیری ظرفیت‌های تحول آفرین علوم و فناوری‌های جدید، نوپدید[2]و بازپدید[3]از اهمیت بیشتری برخوردار است.

امروزه تنها سازمان‌ها و کسب‌وکارهایی می‌توانند برای حفظ دوام و بقای حیات خود در جهان ووکا[4] تصمیم‌گیری‌های بهتری انجام دهند که از نگاه راهبردی ژرف‌تری در دل آینده برخوردار باشند. بر این اساس تصمیم‌گیری درست در این بستر فاقد قطعیت و مبهم، نیازمند برخورداری از بینشی عمیق در دل آینده است که بر هوشمندی و آگاهی راهبردی[5]نسبت به منشاء تغییرات، شگفتی‌سازها و اختلالات آینده تکیه دارد (ون دوئینه و بیشاپ، ۱۴۰۰، ص ۶-۱۲).

سازمان‌های بسیاری به علت فقدان سازوکارهای موثر پیش‌نگری سازمانی[6]و در نتیجه بی‌توجهی نسبت به نشانه‌های ابتدایی این تغییرات، در صحنه‌ی مواجهه با شگفتی‌سازها، مغلوب شده و دیگر نامی از آن‌ها دربین نیست. نابودی شرکت‌های بزرگ تولید کننده‌ی ضبط صوت[7]و لوح‌های فشرده با ظهور محصولات فناوری‌پایه‌ی شرکت اپل[8] و محصول iPod مورد اذعان همگان است (Halaweh, 2013).

1. Disruption
2.Emerging Technologies
3.Re-emerging Technologies
4.VUCA: Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity
5.Strategic Awareness
6.Organizational Anticipation
7.Record Label
8.Apple

حذف نام شرکت فوجی فیلمز[1] غول تولیدکننده‌ی فیلم‌های عکاسی از عرصه‌ی رقابت جهانی، از دیگر مثال‌های غفلت از نشانه‌های ضعیف تغییر است (بروس، ۱۳۹۹)

غافل‌گیری جهانی همه‌گیری کووید-۱۹[2] در سال ۲۰۲۰ ضعف تصمیم‌گیران را در شناسایی نشانه‌های بهنگام[3] پدیده‌های مختل کننده، آشکار کرد (van Veen & Ortt, 2021).

شرکت‌های بزرگی مثل آی بی ام، زیراکس و یا حذف خودروسازان پرآوازه‌ای همچون جنرال موتورز، کرایسلر و فورد در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ از فهرست ۱۰ خودروساز برتر دنیا، هم از این دست موارد هستند (Carins & Wright, 2018: 2 - 5).

این در حالیست که بحران‌ها، شگفتی‌سازها و رویدادهای مختل‌کننده هرگز به یکباره و ناگهانی شکل نگرفته و گسترش پیدا نکرده‌اند. به تعبیر دیگر آغاز شکل‌گیری این رویدادها همواره با تولید و انتشار علائم و نشانه‌های هشدارگونه‌ای همراه است. از این رو شناسائی و بررسی چیستی وچگونگی شکل‌گیری و روند گسترش این نشانه‌ها و پایش روند تقویت یا تضعیف آن‌ها، علاوه بر پیش‌گیری از بروز غافل‌گیری راهبردی می‌تواند به بستری برای فرصت‌سازی بدل شود. بر این اساس شناسایی بهنگام «نشانه‌های ضعیف»[4] تغییر را می‌توان به عنوان یک توانمندی مهم در پیش‌نگری رویدادهای آینده و سازکاری برای کمک به ارتقاء و بهبود تصمیم‌گیری‌های راهبردی در سازمان‌ها برشمرد.

نشانه‌های اولیّه‌ی شکل‌گیری تغییرات جدید « بذرهای تغییر»[5] یا «نشانه‌ی ضعیف»، اگر چه در بسترهای مختلف اجتماعی، فناوری، فرهنگی، اقتصادی، سیاسی، زیست محیطی، ماهیت و مشخصه‌های متفاوتی دارند، با این وجود در یک تعریف کلّی به هرگونه اطلاعات و نشانه‌ای از رویداد(هایی) اطلاق می‌شود که به‌طور بالقوه آبستن وقوع تغییرات جدیدی هستند که در صورت پابرجایی و گسترش به ظهور رویدادهای شگفتی‌ساز[6] اثرات غافل‌گیرکننده‌ای تولید خواهندکرد.

نشانه‌ها را می‌توان بر اساس میزان پیدایی[7] یا پنهانی، در طیفی از نشانه‌های کم‌فروغ و پنهان تاپرفروغ یا آشکار قرار داد. در ادبیات آینده‌پژوهی و مدیریت راهبردی دو سر این طیف با عبارت‌های

---

1. Fuji
2. COVID-19
3. Early Signals
4. Weak Signal(s)
5. Seeds of Change
6. Wildcards(or Black Swans)
1. Appearancesness(or Obviousness)

«نشانه‌های ضعیف» تا «نشانه‌های قوی» تعریف شده‌است. بدیهی است که نسبت پیدایی اطلاعات با زمان تکامل پدیده، رابطه‌ی مستقیم دارد.

بررسی میدانی سازمان‌های ایرانی و مصاحبه با خبرگان فناوری نشان می‌دهد سازمان‌ها به رغم توجه به رویدادها و پدیده‌های محیطی همچنان با غافل‌گیری‌های راهبردی مواجه می‌شوند. نتایج مصاحبه‌ی اولیه با متخصصان این حوزه نشان می‌دهد، یکی از دلایل انفعال سازمان‌ها، حتی با وجود شناسایی نشانه‌های تغییرات آینده و صدور هشدار بهنگام نسبت به برخی اتفاقات آینده توسط خبرگان و کارشناسان، ناشی از فقدان یک سیستم اثربخش و کارآمد یا هشدار بهنگام است. بنابر عقیده‌ی خبرگان «صدای سوت هشدار در هیاهو و شلوغی سازمان‌ها و فرآیندهای پر پیچ و تاب سازمان‌ها خاموش می‌شود» و اصلاح این شرایط نیازمند استقرار یک سازوکار یا سامانه‌ی یکپارچه و منسجم هشدار بهنگام است. از این رو در این پژوهش در پی پاسخ به این سوال برآمدیم: «ساختار و مولفه‌های سامانه‌ی اجتماعی-فنی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری در سازمان‌های دولتی جمهوری اسلامی ایران چیست؟»

مسئله‌ی اساسی این پژوهش یعنی وقوع غافل‌گیری‌های راهبردی به رغم پیش‌بینی‌ها و صدور هشدارهای بهنگام، اثربخشی پایین دیده‌بانی فناوری در شناسائی بهنگام نشانه‌های ضعیف، فعالیت-های جزیره‌ای، پراکنده، موازی و غیریکپارچه‌ی فعالیت‌های دیده‌بانی فناوری در سازمان‌های ایرانی است. از سویی خبرگان به فقدان واحدها، نقش‌ها، فرآیندهای تخصصی دیده‌بانی متمرکز بر شناسائی نشانه‌های ضعیف به منظور پیش‌نگری تغییرات، رویدادها و شگفتی‌سازهای آینده اذعان دارند. همچنین با توجه به شکاف دانشی موجود در مبانی نظری توسعه‌ی سامانه‌ی شناسایی نشانه‌های ضعیف تغییر در ادبیات آینده‌پژوهی و فناوری، در این پژوهش تلاش شده‌است تا «طراحی مفهومی سامانه‌ی شناسایی نشانه‌های ضعیف در حوزه‌ی فناوری» بررسی و مطالعه گردد.

در این پژوهش، بر اساس مبانی و اصول «نظریه‌ی تفکر سیستم»[1]، چهارچوب نظری «سیستم‌های اجتماعی-فنی»[2] و رویکرد روش‌شناسی ترکیبی جان مینجرز با مطالعه‌ی موردی یکی از سازمان-های دولتی ایران، سامانه‌ی مفهومی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری طراحی می‌گردد.

1.Theory of Systems Thinking
2.Socio-Technical systems

مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق

دستیابی به فرصت‌ها و اجتناب از تهدیدات، بیشتر و مهم‌تر از همه به مدیریت غافل‌گیری‌های راهبردی وابسته است. این اهمیّت، زمانی مهم‌تر و حیاتی‌تر است که ظهور و بروز این غافل‌گیری‌ها یک‌باره و ناگهانی باشد. «ایگور آنسوف[1]» اولین کسی بود که در یک رویکرد جدید، مدیریت این غافل‌گیری‌های را حتی در شرایط ناپیوستگیِ راهبردی، ابهام و عدم شفافیت، شدنی و ممکن دانست (Ansoff, 1975).

آنسوف اطلاعاتی که برای مدیریت این غافل‌گیری‌ها باید جستجو و تجزیه و تحلیل شوند را «نشانه‌های ضعیف[2]» نام‌گذاری کرد. او این رویکرد را مکمّلی بر رویکردهایی برشمرد که به‌طور سنتی بر پایه‌ی برنامه‌ریزی بلندمدت بودند و باورداشتند روندهای گذشته بازتولید می‌شوند (Garcia-Nunes, et al., 2020b).

بر اساس دیدگاه آنسوف، رویکرد شناسایی نشانه‌های ضعیف می‌تواند به عنوان یک سازوکار هشدار بهنگام عمل کرده و سازمان‌ها را وادار به تجزیه‌وتحلیل راهبردی کند تا برای مواجهه با تهدیدات و فرصت‌های آینده تصمیمات راهبردی لازم را اتخاذ کنند (Ansoff, 1980).

آنسوف ادعا کرد در صورت استفاده از اطلاعات مربوط به ناپیوستگی‌های راهبردی به‌ویژه زمانی که مبهم[3] و نامشخص هستند، می‌توان غافل‌گیری‌ها را از پیش مدیریت کرد (Ansoff, 1975).

بالطبع رویکرد جدید آنسوف را می‌توان نگرشی انتقادی نسبت به رویکرد برنامه‌ریزی بلندمدت دانست؛ که معتقد است روندهای گذشته بی کم و کاست در آینده تکرار و دوباره خلق می‌شوند. با توجه به هزینه و زمان‌بر بودن رویکرد مرسوم مدیریت راهبردی، پارادایم جدید خیلی زود پذیرفته شد، چرا که مطالعه‌ی نشانه‌های ضعیف قادر بود هشدارهای بهنگامی در مورد ناپیوستگی‌های راهبردی پیش روی سازمان‌ها، صادر نماید (Ansoff, 1980).

بر اساس روش‌های برنامه‌ریزی سنتی، تمرکز مطلق بر وضعیت کنونی، احتمال مخاطره‌ی مواجهه با غافل‌گیری را شدیداً تقویت می‌کند. لذا چابکی سازمان، اجتناب از مواجهه با غافل‌گیری و بکارگیری سریع و بهنگام فرصت‌ها به عنوان مسائل اساسی و مطرح در برنامه‌ریزی راهبردی، ضرورت گسترش

1.Igor Ansoff
2.Weak Signal(s)
3Vague

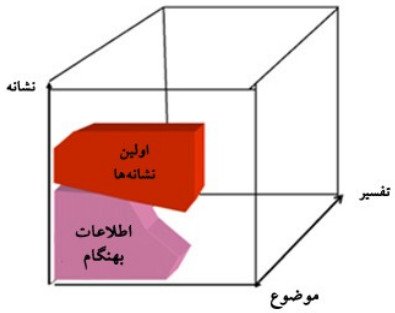
میدان مشاهده‌ی رویدادهای محیطی از مجرای داده‌ها و اطلاعات غیرساختارمند را تقویت کرد. برای این منظور سازمان‌ها باید در جستجوی کشف نشانه‌های ضعیف برآیند (Ilmola & Kuusi, 2006). سازمان‌ها همواره در معرض رویدادهای شگفتی‌ساز[1] آینده بوده و در برابر چنین رخدادهایی آسیب‌پذیرهستند. چرا که این شگفتی‌سازها معمولا قوی، مخرب، فاجعه‌بار و البته غیرقابل‌پیش‌بینی[2] هستند. لذا برای پیش‌نگری و برنامه‌ریزی برای مواجهه با شگفتی‌سازها، «سامانه‌ی مدیریت شگفتی‌سازها»[3] پیشنهادشده‌است که تکیه‌ی اصلی آن بر روش‌شناسی نشانه‌های ضعیف است (Mendonça, et al., 2004).

اما بررسی پژوهش‌های متمرکز بر نشانه‌های ضعیف در حوزه‌ی آینده‌پژوهی نشان می‌دهد این مطالعات به‌طورکلی در چهارچوب‌بندی نظری و تبیین مفهومی ابعاد و مولفه‌های نشانه‌های ضعیف و ارائه‌ی الگوهای مفهومی فرآیندی محدود هستند و تنها به وجوه روشی و محدود فنی شناسایی و تفسیر نشانه‌های ضعیف پرداخته‌اند (Ahlqvist & Uotila, 2020) (Garcia-Nunes, et. al, 2020).

در واقع در رویکرد پیش‌گیری از غافل‌گیری مبتنی بر شناسایی نشانه‌های ضعیف، افزایش آگاهی[4] از پدیدار شدن پدیده‌ها جایگزین پیش‌بینی پدیده‌ها می‌گردد. بر این اساس اطلاعات مربوط به توسعه و یا شکل‌گیری یک پدیده با احتمال اثرگذاری آینده، «نشانه‌ی ضعیف» اطلاق می‌شود و هر اندازه این اطلاعات با مرور زمان بیشتر و شناخته‌شده‌تر شوند، نشانه(های) ضعیف به نشانه(های) قوی تبدیل می‌شوند (van Veen & Ortt, 2021).

هیلتونن با ذکر دو مثال نشانه‌های ضعیف را به دو صورت نشانه‌های ضعیف عینی و ذهنی یا به عبارت دیگر نشانه‌های ضعیف مکتوم[5] و آشکار[6] تقسیم بندی می‌کند. وی نشانه‌های ضعیف مکتوم را نشانه‌هایی برمی‌شمرد که دلالت‌های غیرمستقیم آن قوی‌تر و بیشتر از دلالت‌های مستقیم است (تصویر ۱). این دو نوع از حیث بروز تفاوت‌های ظریف و مهمی با هم دارند. او برای این دو نوع نشانه از عبارت‌های «اطلاعات به‌هنگام» و «اولین نشانه‌ها» هم استفاده می‌کند (Hiltunen, 2008).

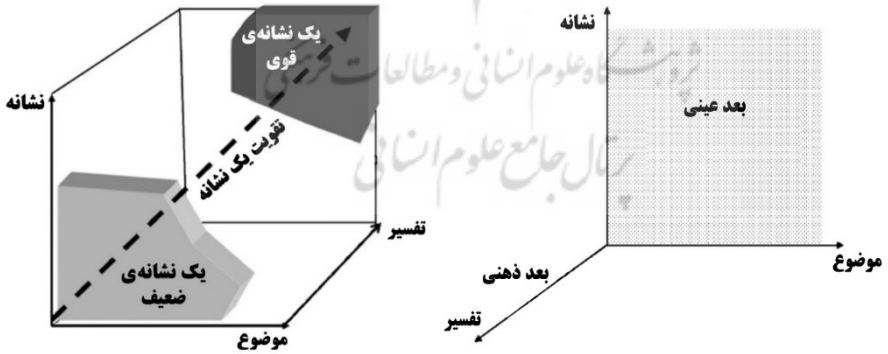
1.Wild Cards or Black Swan, Surprise, Disruptive events, Structural breaks, Discontinuities, Bifurcations, Unprecedented developments
2.Unpredictable
3.Wild Cards Management Systems
4.Awareness
1. Symptom
2. Sign
3. Early Information
4.First Symptoms



تصویر ۱. انواع نشانه‌های ضعیف: اولین نشانه‌ها و اطلاعات زودهنگام
(Hiltunen, 2008)

در الگوی مکعبی هیلتونن، «محور نشانه» نماینده‌ی تعداد نشانه‌ها و یا قابلیت مشاهده‌ی آن‌ها یا به عبارتی تعداد دفعات ظاهر شدن نشانه، «محور موضوع» نشان‌گر تعداد رویدادها یا مسائلی است که نشانه در آن‌ها ظاهر شده‌است یا به تعبیر بهتر واحدهای متنوعی هستند که انتشار پدیده را توصیف می‌کنند (در کسب‌کار می‌توان به تعدادرویدادها، درصدفروش خالص، درصد فروش داخلی، تعداد کارکنان مقیم خارج از کشور اشاره کرد). «محور تفسیر» نیز به معنای درجه‌ی تشخیص نشانه‌ی آینده توسط کاربران اطلاعاتی یا همان رصدکنندگان است (Hiltunen, 2008).

به عبارت دیگر مولفه‌ی نشانه به عنوان «میزان رویت‌پذیری واقعی[1]نشانه»، موضوع به «طیفی از رویدادها» و در نهایت تفسیر هم به عنوان «معنایی که یک دریافت کننده به نشانه می‌دهد» تعریف شده‌اند (Griol-Barres et al., 2020a).



تصویر ۲. وجوه عینی و ذهنی فضای نشانه‌ی ضعیف آینده

1. The real visibility of a signal

و جریان تقویت نشانه‌های تغییر از ضعیف به قوی در سه بعد نشانه، تفسیر و موضوع(Hiltunen, 2008) آنسوف نشانه‌های ضعیف را هشدارهای داخلی (مثال؛ بدتر شدن کیفیت کاری تامین‌کنندگان) یا خارجی (مثال؛ افزایش یا کاهش غیبت نیروی انسانی) ناقص یا ناکاملی عنوان کرد که اجازه‌ی برآورد دقیق اثراتشان را نمی‌دهند (Ansoff, 1975)(Ansoff, 1980)(Hiltunen, 2008) (Mendonça, et al., 2004).

تعاریف نشانه‌های ضعیف به حسب منبع و روش مورد استفاده برای شناسایی و تشخیص نشانه‌های ضعیف در قالب تعاریف فنی ارائه شده‌اند (Gokhberg, et al., 2020).

اما به رغم متون و پژوهش‌های انتشار یافته پیرامون نظریه‌ی نشانه‌های ضعیف و همچنین استفاده‌ی گسترده از این واژه، همچنان ارائه‌ی تعریف دقیق از نشانه‌های ضعیف همچنان دشوار است (Hiltunen, 2008) (Mendonça et al., 2004).

در این پژوهش در چهارچوب تعاریف ارائه شده از نشانه‌های ضعیف در ادبیات آینده‌پژوهی و با مروری بر ادبیات حوزه‌ی فناوری و فناوری‌های آینده و نوپدید و با اقتباس و البته نقدی بر جعبه‌ی هلیتون[1] «جعبه‌ی نشانه‌های ضعیف فناوری[2]» به عنوان یک تعریف ساختارمند و عملیاتی متشکل از چهارده معیار برای نشانه‌های ضعیف فناوری ارائه شد (سیفی کلستان و دیگران، ۱۴۰۱).

کرسولِ عقیده دارد پژوهش کیفی باید بر یک چهارچوب نظری بنا شود (کرسول، ۱۳۹۷). بر این اساس چهارچوب نظری این پژوهش بر تئوری سیستم و سیستم‌های اجتماعی–فنی[3] تکیه دارد (تصویر ۳).

نمودار ۱. روش‌شناسی ترکیبی

1.Hiltunen Box
2.Technology Weak Signals Box
3.Socio-Technical Systems

امروزه دیدگاه اجتماعی-فنی با رشد چشمگیر نرم‌افزارهای کاربردی، تجارت الکترونیک[1]، شبکه‌های اجتماعی، رایانش فراگیر[2] و کارخانه‌های هوشمند به رویکردی بیش از پیش مهم بدل شده‌است (Herrmann, et al., 2021). از سوی دیگر مقایسه‌ی چهارچوب ارائه شده توسط (Wahbeh et al., 2020) با چهارچوب ارائه شده توسط (Oosthuizen & Pretorius, 2015) نشان می‌دهد که چهارمولفه‌ی اساسی انسانی، فنی، ساختاری و کارکردی اختلاف نظری ارکان اساسی طراحی سامانه‌های اجتماعی فنی هستند.

بررسی ادبیات پژوهش

با مرور ادبیات پژوهش برخی از رویکردها، روش‌ها، فنون و ابزارهای شناسایی و تحلیل نشانه‌های ضعیف در منابع مختلف بررسی و به صورت خلاصه در جدول شماره ۱ آمده‌است.

جدول شماره ۱. رویکردهای شناسائی نشانه‌های ضعیف (سیفی کلستان و دیگران، ۱۴۰۱)

کد مقاله	رویکرد	توضیح
(Garcia-Nunes et al., 2020a)	تحلیل متنی	در این پژوهش شناسایی نشانه‌های ضعیف در موضوع انتخابات آمریکا و آفریقای جنوبی با ارائه‌ی یک چهارچوب مبتنی بر تحلیل متنی معرفی شده‌است.
(Gokhberg et al., 2020b)	متن کاوی ورویکرد تاییدی خبره‌محور	در این پژوهش تغییرات حوزه‌ی صنایع معدنی و کشف و تحلیل نشانه‌های ضعیف تغییر در بازار این صنعت با استفاده از روش متن کاوی معرفی شده‌است.
(Gheorghiu et al., 2016)	آینده‌نگاری	توسعه‌ی یک جعبه ابزار آینده‌نگاری در حوزه‌ی کسب‌وکار به منظور کشف فرصت‌های آتی.
(Moro et al., 2020)	متن کاوی و خبره‌محور	در این پژوهش همزمان ترکیبی از رویکرد متن‌کاوی و خبرگانی در حوزه‌ی فناوری‌های جدید و حوزه‌ی انرژی‌های تجدید پذیر استفاده شده‌است.
(D.Thorleuchter & Van den Poel, 2015)	ایده‌کاوی وب پایه	در این پژوهش روش ایده کاوی در شناسایی نشانه‌های ضعیف وب پایه معرفی شده است.
(S. Kim et al., 2013)	پایش خبرگانی	در این پژوهش یک مدل کیفی بربایه‌ی شبکه‌ی پایش جهانی خبرگانی معرفی شده‌است.
(Garcia-Nunes & da Silva, 2019)	وب پایه	در این پژوهش یک سامانه‌ی مفهومی برای طبقه‌بندی نشانه‌های ضعیف با استفاده از داده‌های بستر وب معرفی شده‌است.
(Kayser & Bierwisch, 2016)	وب پایه	در این پژوهش به داده های بستر شبکه‌های اجتماعی به‌ویژه توئیتر به‌عنوان منبع شناسایی نشانه‌های ضعیف تغییر توجه و تاکید شده‌است.
(Song et al., 2017)	ثبت اختراعات	در این پژوهش رویکرد روش‌شناسی جدیدی مبتنی بر جریان دانشی و تحلیل ثبت‌اختراعات در حوزه‌های صنایع نوظهور معرفی شده‌است.
(Mariani et al., 2019)	تحلیل ثبت اختراع و خبره محور	در این پژوهش تلاش شده‌است تا با تمرکز رویکرد جدیدی در تحلیل ثبت اختراعات، فناوری‌های آینده‌ای که ظرفیت تغییرات اساسی دارند به‌طور بهنگام شناسایی شوند.
(Rowe et al., 2017)	سناریونگاری	در این پژوهش فرآیند منطق شهودی سناریونگاری با بویش افق بصورت تلفیقی برای تقویت شناسایی نشانه‌های ضعیف معرفی شده‌است.
(Li et al., 2019a)	داده‌کاوی در توئیتر	شناسایی روندهای فناوری‌های نوپدید با رویکرد داده‌کاوی ثبت اختراعات و داده‌های متنی توئیتر در حوزه‌ی فناوری انرژی خورشیدی
(Xu et al., 2020)	رویکرد تحلیل علم‌سنجی	معرفی شاخص‌های علم‌سنجی برای شناسایی حوزه‌های پژوهشی نوپدید
(Schwarz et al., 2014)	رویکرد داستان‌پردازی (روایت پردازی)	توسعه‌ی داستان‌های علمی تخیلی[3] برای آینده‌نگاری و تقویت قابلیت شناختی و ادراکی مدیران و تصمیم‌گیرندگان در شناسایی نشانه‌های ضعیف و ارزیابی پیامدهای علم و فناوری
(J. Kim & Lee, 2017)	رویکرد جدید سنجش تازگی	ارائه‌ی چهارچوب جدیدی برای شناسایی نشانه‌های ضعیف از دل اطلاعات تازه با تکیه بر فن شناسایی میزان تازگی. در این روش از متن‌کاوی هم استفاده می‌شود.

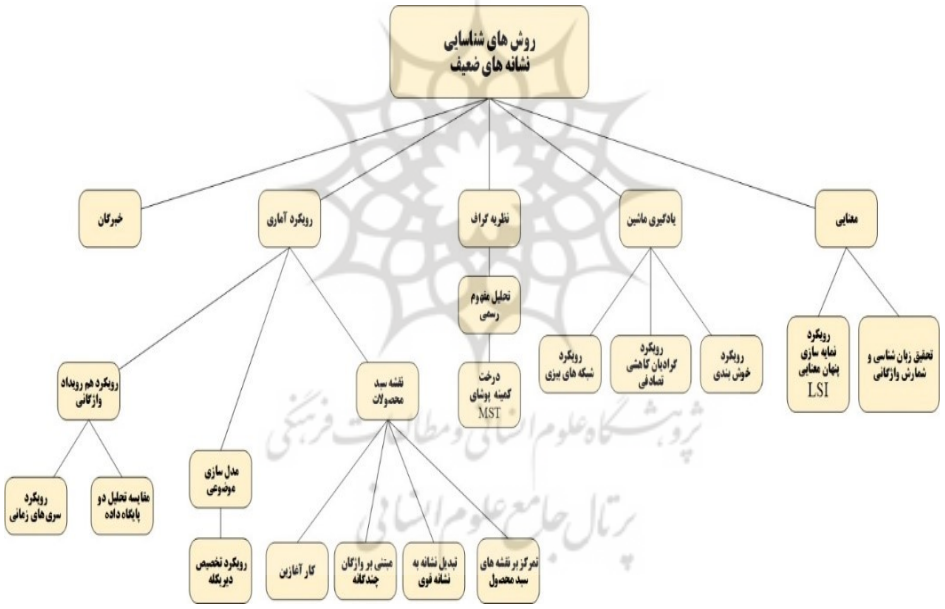
1 E-Commerce
2 Ubiquitous Computing
3 Science Fiction

از جمله دیگر روش‌ها و فنون مورد استفاده در حوزه‌ی نشانه‌های ضعیف می‌توان به موارد مندرج در (جدول ۲) اشاره کرد.

در مرور نظام‌مند (Rousseau & Camara, 2021)، فنون و رویکردهای مطرح در باب شناسائی نشانه‌های ضعیف خوشه‌بندی (تصویر ۴) شده‌است. رویکردهای مطرح در پنج گروه خبرگانی، رویکردهای آماری، نظریه‌ی گراف، رویکردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین[1] و رویکرد جدیدتر معنایی[2] قرار گرفته‌است.

جدول شماره‌ی ۲. فنون و روش‌های شناسایی نشانه‌های ضعیف (سیفی کلستان و دیگران، ۱۴۰۱)

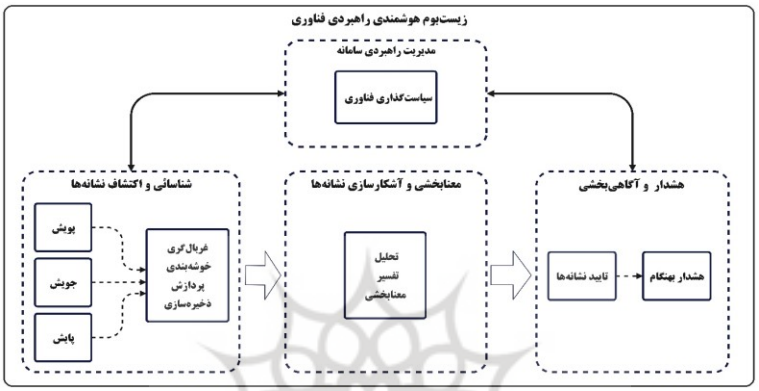
فن/روش	منبع
فنون بازشناسی الگو و داده‌کاوی (شبکه‌ی عصبی مصنوعی)	(Mayer, 2011)
استفاده از فناوری های وب برای ایجاد داشبود تعاملی برای تلفیق تحلیل نشانه‌های ضعیف و برنامه‌ریزی استراتژیک سناریو پایه[3]	(Schoemaker et al., 2013)
متن کاوی برای شناسایی نشانه‌های ضعیف از وب با استفاده از واژگان کلیدی	(Dirk Thorleuchter & Van den Poel, 2013)
تحلیل معنایی[4] داده‌های اینترنتی با استفاده از سری زمانی نشانه‌ی ضعیف	(Dirk Thorleuchter et al., 2014)
استفاده از متن‌کاوی برای خوشه‌بندی نشانه‌های ضعیف	(Moreira et al., 2015)
پویش محیطی اینترنت – پایه مبتنی بر نظریه‌ی کاوش اطلاعات[5]	(Decker et al., 2005)



تصویر ۴. طبقه‌بندی روش‌های شناسائی نشانه‌های ضعیف (**Rousseau & Camara, 2021**)

1.Machine Learning
2.Semantic Approach
3.Scenario-based strategic planning
4.Semantic Analysis
5.Information Foraging Theory

مقایسه‌ی مدل‌های استخراج شده (جدول ۳) حاکی از گام‌های اساسی «جویش*[1] و اکتشاف نشانه‌ها، معنابخشی و آشکارسازی نشانه‌ها و در نهایت اعتباربخشی و هشدار» است. اگرچه برخی مدل‌ها به فازهای پایین‌تر و یا پیش‌تر از اقدام ختم شده و فضای تصمیم‌گیری و اقدام و یا حتی تفسیر و معنابخشی در این مدل‌ها پوشش داده نشده‌است، اما ترکیب‌مدل‌های بررسی شده، در سه گام اساسی «اکتشاف، معنابخشی و هشدار» قابل نتیجه‌گیری است که به عنوان مدل پایه‌ی فرآیند شناسائی نشانه‌های ضعیف (نمودار ۱) ارائه می‌شود.



نمودار ۱. مدل تلفیقی فرآیند شناسائی نشانه‌های ضعیف

در این مدل مفهومی، فرآیندها و الگوهای شناسائی نشانه‌های ضعیف در سه فاز یا مرحله‌ی اساسی تجمیع شده‌است که شامل «اکتشاف نشانه‌ها» از طریق شیوه‌ها و فنون خبرگانی و ماشینی گردآوری داده‌ها و اطلاعات، «معنابخشی و آشکارسازی نشانه‌ها» از طریق شیوه‌ها و فنون تفسیر، تحلیل خبرگانی و ماشینی و در نهایت «اعتباربخشی و هشدار» نشانه‌ها می‌شود.

روش تحقیق

با توجه به موضوع این پژوهش که در چهارچوب طراحی سیستم قرار دارد و با توجه به سردرگمی متدلوژی این حیطه در پژوهش‌های ایرانی، شرح و بسط مبانی فلسفی و تبیین ابعاد روش‌شناسی مورد استفاده در این پژوهشی لازم و مفید به نظر می‌آید. از این رو پیش از ورود به جزئیات روشی

1.Scouting

* نویسنده: با توجه به معنای عمیق این واژه در ادبیات و متون انگلیسی که معادل فعالیت‌های پیشاهنگی، کنکاش، جستجوی اکتشافی برآن مترتب است، ترجمه‌ی انجام شده در متون فارسی با عبارت «دیده‌بانی» برای این عبارت به نظر فاقد اعتبار معنایی و کارکردی و در واقع معادل عبارت Watching است.

و گام‌های هر یک و فنون مورد استفاده در هر گام، در ادامه گذری به فضای فلسفی روش‌شناسی سیستم‌های نرم می‌شود.

در این پژوهش، موقعیت یک سازمان ایرانی به عنوان مورد مطالعاتی با تمرکز بر شناسایی نشانه‌های ضعیف و پیشگیری از غافل‌گیری راهبردی، مطالعه می‌شود. در واقع قصد داریم بر اساس روش-شناسی سیستم‌های نرم و از طریق مطالعه‌ی یک موقعیت مسئله‌مند در دنیای واقعی به عنوان مورد مطالعاتی، برای سامانه‌ی شناسایی نشانه‌های ضعیف در حوزه‌ی فناوری، دست به طراحی مفهومی یک سامانه بزنیم.

الف. مبانی فلسفی، چهارچوب روشی و روش‌شناسی پژوهش

براساس الگوی پیاز پژوهش[1](Melnikovas, 2018) این تحقیق در نحوه‌ی گردآوری داده‌ها یک پژوهش کتابخانه‌ای و خبرگانی و در بعد افق زمانی یک پژوهش مقطعی[2](کرسول، ۱۳۹۷، ۳۴۸-۳۵۶) می‌باشد. از حیث هدف در رده‌ی تحقیقات کاربردی، از حیث نوع داده‌های پژوهشی و روش‌شناسی یک پژوهش کیفی[3] و در بعد رویکرد توسعه‌ی نظری یک پژوهش استقرایی و در لایه‌ی فلسفه‌ی پژوهش، در رده‌ی پژوهش‌های ساختارگرایانه[4](یا تفسیرگرایی[5]) قرار می‌گیرد و با توجه به بررسی یک پدیده در دنیای واقعی، این پژوهش از رویکرد واقع‌گرایی انتقادی هم پیروی می‌کند. ساختارگرایان (یاتفسیری‌ها) بر این باورند که افراد دارای دیدگاه‌های متفاوتی هستند. لذا نقش پژوهش در این رویکرد، کشف و آشکارسازی این دیدگاه‌های چندگانه و مختلف است. پس برای این هدف لازم است تا پژوهش‌گر وارد محیط شده و داده‌های لازم را از محیط گردآوری کند. محقق خود را به خبرگانی که در پژوهش با عنوان مشارکت‌کننده نقش خواهندداشت، نزدیک می‌کند. محقق تفسیرگرا، بر دیدگاه‌های این مشارکت‌کنندگان تکیه کرده و رویکرد استقراء را در پیش می‌گیرد (کرسول، ۱۳۹۷، صص ۶۶-۶۸).

1.Research Onion
2.Cross-Sectional Survey
3.Qualitative Research
4.Constructivism
5.Interpretivism

در این پژوهش از رویکرد ترکیبی استفاده شده‌است. «روش‌شناسی ترکیبی»[1] به استفاده از چند روش – بیش از یک – در حل مسائل جهان واقعی متمرکز است. بر اساس دیدگاه باسکار، موقعیت-های مسئله در جهان واقعی چندبعدی هستند و شناخت آن مستلزم روش‌شناسی ترکیبی است. پس می‌توان یک روش‌شناسی مثلا روش‌شناسی سیستم‌های نرم را به عنوان روش‌شناسی پایه و در دل این روش‌شناسی از فنون و روش‌های دیگر بصورت ترکیبی استفاده نمود (مینجرز، ۱۳۹۳، صص ۳۱۸-۳۱۴).

از سوی دیگر با توجه به این‌که روش‌شناسی این پژوهش در چهارچوب روش‌شناسی سیستم‌های نرم قرار دارد و SSM خود در چهارچوب پارادایم تفسیری شکل گرفته‌است، لذا این پژوهش در رده‌ی پژوهش‌های تفسیری قرار دارد، که در مقابل دیدگاه اثبات‌گرایی است (آذر و دیگران، ۱۳۹۸، صص ۲۹-۳۰، ص ۴۵-۴۷).

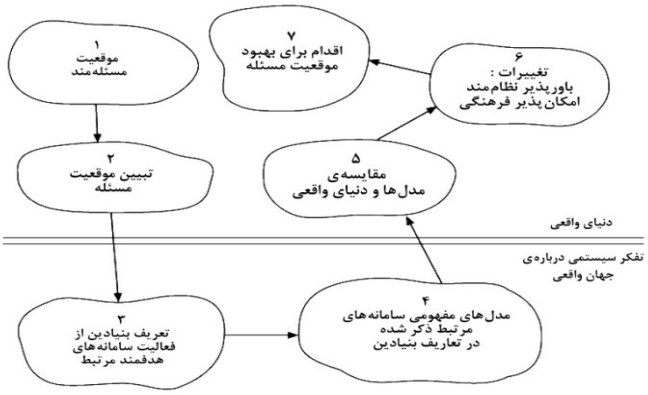
ب. روش‌شناسی سیستم‌های نرم

روش‌شناسی سیستم‌های نرم یک فرآیند هفت مرحله‌ای است. برخی از گام‌های این فرآیند در لایه‌ی جهان واقعی و برخی دیگر در لایه‌ی مفهومی قرا می‌گیرد. گام‌های این رویکرد در (نمودار ۵) قابل مشاهده است (Sensuse & Ramadhan, 2012).

روش‌شناسی سیستم‌های نرم[2] اساسا روش نیست و روش خاصی را هم ارائه نمی‌کند، بلکه یک روش‌شناسی است که اصولی را برای تحلیل یک موقعیت مسئله‌مند خاص در اختیار می‌گذارد (اقبالیان علی و آذر عادل، ۱۳۹۵).

به رغم تمام ویژگی‌های روش‌شناسی سیستم‌های نرم محدودیت‌هایی هم بر آن مترتب است. از آن‌جمله عدم معرفی روش‌ها، فنون و یا ابزارهای مشخص در گام‌ها و از همه مهم‌تر عدم معرفی ابزار مشخصی برای مدل‌سازی در گام چهارم این فرآیند است (موسوی سید فاضل و دیگران، ۱۳۹۷).

1.Multimethodology
2.Soft Systems Methodology (SSM)



نمودار ۳. روش‌شناسی سامانه‌های نرم***(Sensuse & Ramadhan, 2012)***

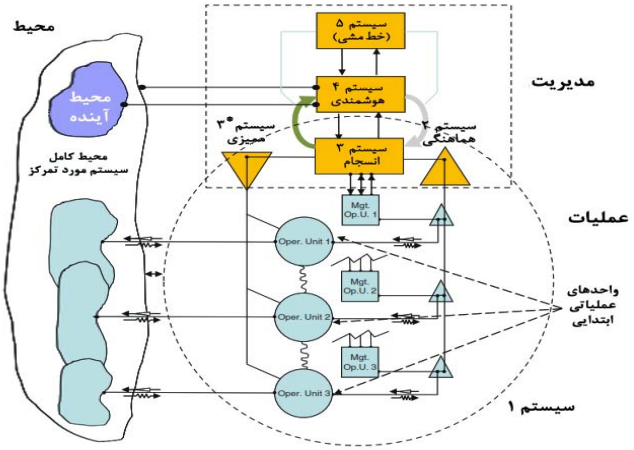
بنابراین برای دستیابی به یک ساختار روش‌شناسی مستحکم در طراحی سیستم/سامانه، از روش-شناسی ترکیبی در نظریه‌ی سیستم استفاده می‌کنیم. در این پژوهش از ترکیب روش‌شناسی SSM- VSM بهره گرفته‌شده‌است.

پ. روش سیستم‌های مانا

رویکرد سیستم‌های مانا مبتنی بر نگاه اندام‌واره‌ای[1]به سیستم و مفهوم سایبرنیتک سازمانی[2]شکل گرفته‌است. بر اساس الگوی VSM هر سیستم از پنج زیرسیستم و شبکه‌ای از کانال‌های ارتباطی تشکیل می‌شود (Beer, 1984) (Espejo & Reyes, 2011, pp. V-VI).

در (تصویر ۵) مدل سیستم مانا – الگوی توسعه یافته‌ی خوزه پرس ریوس – متشکل از زیرسیستم-های پنج‌گانه و کانال‌های ارتباطی (سایبرنتیک) آمده‌است.

1.Organic
2.Organizational Cybernetics



تصویر ۵. مدل سیستم‌های مانا (برگرفته از **Beer 1985**)

(**Pe´rez Rı´os, 2012, p. 26**)

جامعه و نمونه

در پژوهش‌های کیفی موضوعِ انتخاب نمونه از نوع انتخاب تصادفی نیست، چرا که به‌جای تعمیم یافته‌ها، هدف، دستیابی به درک عمیقی از پدیده‌ها و کشف روابط جدید است. بر این اساس نمونه‌های مطالعه نه تنها شانسی انتخاب نمی‌شوند که هدفمند انتخاب می‌شوند و استاندارد طلایی برای پایان نمونه‌گیری در پژوهش‌های کیفی عبارتست از اشباع داده در پژوهش کیفی (رنجبر هادی و همکاران، ۱۳۹۱).

در مطالعات کیفی از نمونه‌گیری هدفمند یا هدف‌گرا استفاده می‌شود، چرا که در پژوهش کیفی به دنبال اکتشاف هستیم و می‌توان برای نمونه‌گیری، معیارهای ورود مشارکت‌کنندگان را مشخص کرد. از طرفی با توجه به ماهیت و هدف پژوهش‌های کیفی بهترین راهبرد نمونه‌گیری، نمونه‌گیری غیراحتمالی و رایج‌ترین شکل نمونه‌گیری هم نمونه‌گرای هدف‌گرا[1]یا هدفمند[2]است (بی. میریام و تیسدل, ۱۳۹۸: ۳۱۳).

نمونه‌گیری هدف‌گرا، بر این اصل استوار است که پژوهش‌گر در پی فهم، کسب بینش و کشف است، لذا نمونه‌ای را نیاز دارد که بتواند بیشترین میزان اطلاعات را برای او فراهم نماید. از این رو در این نوع پژوهش رویکرد نمونه‌گری غیراحتمالی و هدفمند است. خبرگان مشارکت‌کننده، بر اساس

1.Purposive
2.Purposeful

رویکرد نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی گلوله‌برفی، از میان متخصصان یکی از سازمان‌های دولتی و راهبردی ایران که دارای تخصص و تجربه‌های موثر در حوزه‌های آینده‌پژوهی، فناوری و آینده-نگاری فناوری هستند، انتخاب شدند.

جامعه‌ی مطالعاتی این پژوهش متشکل است از خبرگان حوزه‌ی فناوری که دارای حداقل ۱۰ سال سابقه‌ی کاری و تحقیقاتی در حوزه‌ی فناوری هستند. در این تحقیق نمونه‌گری (انتخاب خبرگان واجد صلاحیت)، بر اساس رویکرد غیراحتمالی و هدفمند[۲](یا هدف‌گرا[۳]) انجام گردید. خبرگان مشارکت‌کننده،[۴] بر اساس رویکرد نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی گلوله‌برفی، از میان متخصصان و دانشگاهیان خبره‌ی حوزه‌ی فناوری در ایران که در حوزه‌های آینده‌پژوهی و فناوری دارای تخصص و تجربه هستند، انتخاب شدند و نمونه‌گیری باحصول اشباع نظری طی مصاحبه با ۹ نفر به‌پایان رسید. مشخصات نمونه‌ی مطالعاتی (مشارکت‌کنندگان) در جدول شماره‌ی ۵ آمده‌است.

جدول شماره‌ی ۵. مشارکت‌کنندگان در فرآیندهای خبرگی

ردیف	تحصیلات	زمینه‌ی تخصصی	نوع فعالیت	سنوات خدمتی
۱	دکتری	مهندسی پزشکی	عضو هیئت علمی	۲۳
۲	دانشجوی دکتری	آینده‌پژوهی فناوری	مدیر ارشد و پژوهشگر	۲۷
۳	دکتری	مدیریت فناوری	پژوهشگر	۲۵
۴	دانشجوی دکتری	سیاست‌گذاری علم و فناوری	مدیر خبره‌ی پژوهش	۱۸
۵	دکتری	مدیریت فناوری	مدیر ارشد فناوری	۲۷
۶	کارشناسی ارشد	سیستم	مدیر پژوهش پژوهشگر خبره‌ی فناوری	۱۲
۷	دکتری	آینده‌پژوهی	عضو هیئت علمی دانشگاه	۱۰
۸	دکتری	علوم زیستی	عضو هیئت علمی دانشگاه/ استاد	۳۰
۹	دکتری	آینده‌پژوهی	مدیر ارشد فناوری	۲۲

روایی و پایایی پژوهش

در پژوهش‌های کمّی، مقصود از پژوهش تعمیم نتایج به جوامع دیگر است و برای این منظور از ابزار استاندارد و یا محقق ساخته برای سنجش و اندازه‌گیری و در نهایت تحلیل‌های آماری استفاده

1.Well-Experienced
2.Purposeful
3.Purposive
4.Participants

می‌شود. لذا در این پژوهش‌ها روایی و پایایی ابزار موضوعیت ندارد. حال آن‌که در پژوهش کیفی به دنبال تعمیم نتایج نیستیم و ابزاری برای سنجش و اندازه‌گیری کمّی استفاده نمی‌شود. در پژوهش-های کیفی مفهوم «قابلیت اطمینان[1]» مطرح است که به صحت ودرستی انتخاب روش، اجرای روش و صحت انتخاب خبرگان یا اسناد تاکید دارد. مثلا انتخاب «مصاحبه‌ی حضوری» می‌تواند اعتمادپذیری تحقیق را افزایش دهد. (خسروی، ۱۳۸۷) (رضاپورنصرآباد رفعت، ۱۳۹۶) (شفاعی بجستان و دیگران، ۱۴۰۱).

در این پژوهش با توجه به استفاده از روش گلوله برفی در انتخاب خبرگان مشارکت‌کننده از یک سو و از سوی دیگر دریافت دیدگاه و نظرات خبرگان بصورت مصاحبه‌های حضوری و پانل، لذا یافته‌های پژوهش از قابلیت اطمینان و اعتبار لازم برخوردار است. همچنین داده‌های کتابخانه‌ای این پژوهش از منابع و پایگاه‌های علمی معتبر اخذ گردید که اعتبار یافته‌ها را تضمین می‌کند. روش‌شناسی پژوهش بر تئوری سیستم، چهارچوب نظری سیستم‌های اجتماعی–فنی، روش‌شناسی سیستم‌های نرم و مدل سیستم‌های مانا، استوار شده‌است و بر گام‌های روش‌شناسی منسجم الگوی روش‌شناسی ترکیبی SSM-VSM تکیه دارد.

مراحل و گام‌های اجرای تحقیق

همانطور که در (نمودارهای ۳) آمد، فرآیند SSM شامل ۷ مرحله یا گام اساسی است. دو گام ابتدایی این روش شامل ورود به موقعیت مسئله‌مند و تبیین موقعیت مسئله است محصول مشترک این دو گام تصویر گویا (یا تصویر غنی) از فضا و موقعیت مسئله‌مند است.

در گام سوم الزامات تولید سامانه‌ی مفهومی لازم برای گام چهارم تدارک دیده‌شود.

در گام چهارم از مدل مفهومی VSM استفاده و طراحی مفهومی سامانه انجام می‌شود.

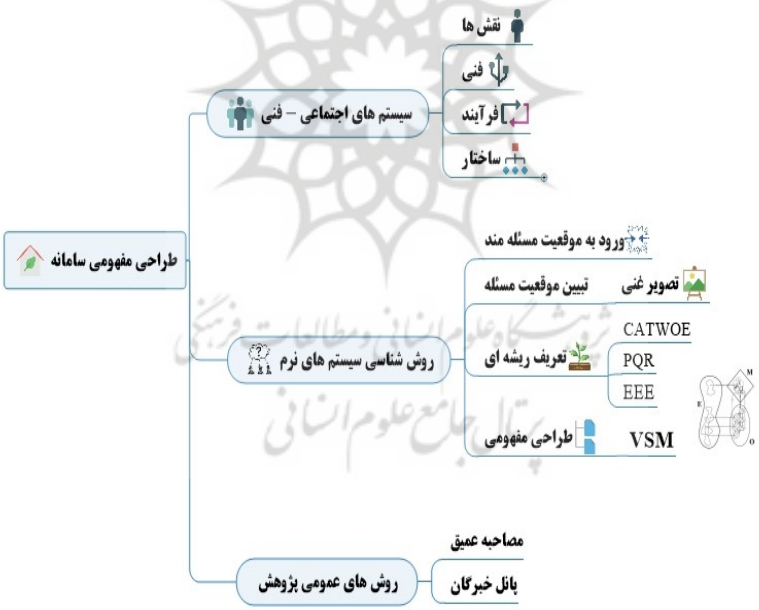
در هر یک از گام‌های SSM-VSM داده‌ها و اطلاعات حاصل از مصاحبه، نظر به رویکرد تصویری SSM طی جلسات خبرگی با رویکرد تکاملی چارت بطور مستقیم بر صفحه‌ی کاغذ A3 پیاده‌شد. پس از شکل‌گیری فرم و شکل اولیه طرح، طرح اولیه وارد رایانه شده و در نرم افزار E-Draw Max طراحی شد. همانطور که میریام و تیسدل در کتاب « پژوهش کیفی؛ راهنمای طراحی و کاربست» اذعان دارند، خروجی‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان یا مقوله و مضمون است، یا مدل و تصویر؛ لذا در رویکرد SSM نیز آنطور که چکلند در کتاب معروف خود تشریح می‌کند از رویکرد

1.Trustworthiness

تصویرسازی[1] به‌جای تحلیل مضامین استفاده می‌کند. چرا که اساسا در این روش‌شناسی بدنبال طراحی یک سیستم هستیم و نه تولید یک مدل از مجموعه‌ای از متغیرها و فاکتورها.

لذا چه در گام‌های منتهی به تولید تصویر گویا و چه در گام‌های VSM که خود فاز چهارم SSM است، از نرم‌افزار مذکور برای پیاده‌سازی مستقیم نظرات و گویه‌های خبرگان در مدل استفاده می‌شود. طرح مفهومی سامانه پس از هر بار برگزاری جلسه‌ی مصاحبه با خبرکان، تکمیل‌تر شده و طرح تکمیل شده به تایید خبره می‌رسد. طرح تکمیل شده با خبره یا نفر i ام به خبره‌ی شماره‌ی i+1 ارائه می‌شود. بر این اساس منطبق با فلسفه‌ی روشی چارِت می‌باید طرح هر جلسه کامل‌تر و کامل‌تر گردد. این فرآیند تا جایی ادامه پیدا می‌کند که خبره نتواند چیزی به طرح اضافه یا از آن بکاهد. همانطور که در فرآیند اجرای مصاحبه‌ها اذعان می‌شود، اصطلاحا اشباع نظری حاصل آید. اینجا همان نقطه‌ی پایان دادن به فرآیند خبرگانی و آغاز نهایی‌سازی طرح مفهومی سامانه است.

گام‌ها و مراحل اجرایی فرآیند پژوهش در (نمودار ۷) آمده‌است. سیستم‌های اجتماعی–فنی به عنوان چهارچوب نظری پژوهش، گام‌ها و جزئیات فنی روش‌شناسی سیستم‌های نرم و در نهایت روش‌های عمومی در یک نما نشان داده شده‌است.



نمودار۷. ساختار روش‌شناسی پژوهش در یک نگاه

1.Visualizing

یافته‌ها و نتایج تحقیق

یافته‌های تحقیق در دو فضای پیش از طراحی سامانه مفهومی یعنی گام‌های ۱، ۲ و ۳ از فرآیند SSM و در گام ۴ طراحی مفهومی سامانه منطبق بر گام‌های VSM گزارش می‌شود.

گام ۱ و ۲. ورود به موقعیت و تبیین موقعیت مسئله‌مند

در این گام با استفاده از روش‌های خبرگی پانل و مصاحبه به تصویری گویا از موقعیت مسئله دست پیدا می‌کنیم. برای این منظور هر یک از فنون اشاره شده در روش‌شناسی پژوهش و یافته‌های هر یک تشریح می‌شود.

تحلیل یک. منطقی[1]یا مداخله[2]

بازیگران و مشتریان (تصمیم‌گیرندگان بالقوه). در پانل خبرگان، بازیگران اصلی و تاثیرگذار در محیط سازمان مورد مطالعه به شورای عالی انقلاب فرهنگی، دو وزارتخانه‌ی عتف و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و همچنین معاونت علمی ، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری به عنوان شبکه‌ی بازیگران و کنشگران اصلی و به دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز وابسته به عنوان شبکه‌ی ثانویه تاکید شد.

صاحبان مسئله در این پژوهش صاحب اصلی دولت جمهوری اسلامی ایران و معاونت علمی ریاست جمهوری می‌باشد. سیاست‌گذاری‌های کلان و تنظیم روابط و نظارت بر فعالیت‌های سامانه با هدف پیشگیری از غافل‌گیری و بیشینه‌سازی بهره‌برداری از فرصت‌ها و کمینه‌سازی تهدیدات را با تمهیدات بهنگام راهبردی صورت می‌دهد.

خبرگان تاکید دارند در عمده مراکز وابسته به سازمان مورد مطالعه، فعالیت‌های دیده‌بانی فناوری، به صورت غیرمتمرکز، موردی، مقطعی و یا با هدف گزارش‌دهی‌های فصلی و سنواتی است. سه علت اساسی برای این وضعیت شناسائی گردید:

۱.عدم تعریف وظایف و نقش‌های دیده‌بانی فناوری در ماموریت‌ها و یا جایگاه‌های رسمی سازمانی

۲.فقدان سامانه‌ی هوشمند و یکپارچه‌ی پایش و پویش تهدیدات فناورانه و مدیریت اطلاعات دیده-بانی فناوری

1Logical
2Intervention

۳.محدودیت‌ها و ملاحظات امنیتی-حفاظتی موجود پیرامون ارتباط کارکنان دولتی در ارتباط با کنشگران جهانی فناوری و تلاش برای دستیابی به اسناد و اطلاعات برخط

بر اساس دیدگاه خبرگان، در حال حاضر مراکز باسابقه‌ای در کشور هستند که به‌طور تخصصی و براساس روش‌شناسی هوشمندی فناوری اقدام به دیده‌بانی فناوری می‌کنند و در این زمینه فعال بوده و از تجربیات و دانش عینی و عملی انباشته‌ای در این زمینه برخوردار هستند. لذا گام‌های اول و دوم SSM ما را متقاعد کرد که در گام چهارم بر دانش فنی متخصصان و خبرگان این مراکز کلیدی جهت طراحی سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری تمرکز داشته‌باشیم.

حسب نظر خبرگان، شورای عالی انقلاب فرهنگی دارای بالاترین سطح یا جایگاه راهبردی در سیاست‌گذاری فناوری در کشور است. براساس نظر خبرگان به رغم فعالیت‌های تخصصی و حرفه‌ای دیده‌بانی فناوری در کشور و در حوزه‌های[1] متمرکز و مورد نیاز، عمده فعالیت‌ها بصورت متمرکز، جزیره‌ای، گسسته و منفصل هستند و لزوما از سازوکار یک سامانه‌ی مدیریت دیده‌بانی و یا اکتشاف نشانه‌های ضعیف فناوری بهره گرفته نمی‌شوند.

از سوی دیگر بخشی از این فعالیت‌ها پروژه محور و برون‌سپاری شده هستند که ضرورتا در پی اکتشاف نشانه‌های ضعیف تغییرات آینده نبوده و نیستند. بلکه این فعالیت‌ها در پی اکتشاف جزئیات فنی فناوری‌هایی هستند که کاربردی و در دنیا حتی معرفی شده‌اند که با هدف اکتساب یا انتقال فناوری دنبال می‌شوند و لزوماً ناظر به تغییرات آینده‌ی حوزه‌های فناوری نیستند. از این رو نمی-توانیم این اقدامات را از نوع اکتشاف نشانه‌های ضعیف تلقی کنیم.

تحلیل دو: اجتماعی (نقش‌ها، هنجارها و ارزش‌ها)

ایفاءکنندگان نقش‌ها. نیروی انسانی شاغل در دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های دانش‌بنیان وابسته شامل نیروهای رسمی و پیمانی کشوری و لشکری ایفا کنندگان اصلی نقش دیده-بانان فناوری هستند. ساختار غالب و حاکم بر فضا یک ساختار گسسته و فاقد یکپارچگی و هم-افزایی است. بازیگران در دو محیط داخلی سیستم و محیط بیرونی ایفای نقش می‌کنند.

کنش‌گران و بازیگران محیط بیرونی هم شامل «شرکت‌های فناور برتر و پیشروی جهان»، «موسسات تحقیقاتی و فناورانه‌ی برتر جهانی»، «چهره‌های شاخص و نخبگان و خبرگان فناوری جهان»،

1. Scope

«سازمان‌های سیاست‌گذاری و نهادهای مالی فناوری در جهان»، «دانشگاه‌ها»، «پایگاه‌های علمی ملی و جهانی»، «مراکز پیشران فناوری»، «مجامع و محافل علمی برتر»، «رویدادهای جهانی فناوری».

هنجارها. بنابر نظر خبرگان مهم‌ترین هنجارهای در سازمان‌های وابسته به دولت که به نوعی بر کارکرد و اثربخشی فعالیت‌های دیده‌بانی اثرات جدی دارد و خواهدداشت، عبارتند از سلسه مراتب سازمانی، اهتمام جدّی در پایبندی به ملاحظات حفاظتی و سطوح طبقه‌بندی اسناد، ملاحظات جدّی در ارتباط اعضا و کارکنان دولتی با منابع بیگانه و خارجی، تغییرات مدیریتی در سازماها با تغییر دولت‌ها.

ارزش‌های حاکم. صیانت از اقتدارهمه جانبه‌ی کشور، مسئولیت‌پذیری در برابر کشور و جامعه، ایمان و اعتقاد به حراست از کشور در برابر تهدیدات آینده، علم و فناوری قدرت‌آفرین است، علم و فناوری ثروت آفرین است.

صدور هشدار بهنگام همراه و هم‌سنگ است با انتقال سریع اطلاعات و تصمیم‌گیری و اقدام در زمان مناسب. بر اساس نظر خبرگان در هر سامانه‌ی اجتماعی که در سازمان‌های دولتی مستقر است و یا خواهدشد، این وضعیت حاکم می‌باشد؛ یعنی تاخیر در سیر تبادل اطلاعات از بالاترین سطح سازمان تا پایین‌ترین رده و بالعکس. از سوی دیگر موقعیت قاطع مدیران بر نیروی پایین‌دستی و اعمالِ سلیقه و تصمیم‌گیری مدیران میان رده بر اساس الگوی ذهنی فردی نیز در احتمال توقف و یا تاخیر در جریان اطلاعات از پایین به بالا موثر است.

لذا بر اساس این مولفه‌های هنجاری در محیط‌شناسی نیروی انسانی سازمان‌های دولتی و لزوم تبادل پرشتاب اطلاعات بویژه در خصوص هشدارهای بهنگام، باید تمهیداتی در سامانه اندیشیده شود تا ضمن حفظ هنجارهای حاکم و احترام به ارزش‌های سازمانی موانع کارکرد بهنگام سامانه را در ارسال هشدارهای مربوط به شناسائی نشانه‌های ضعیف مرتفع نماید.

تحلیل سه سیاسی

در حوزه‌ی سیاست‌گذاری و تعیین خط مشی‌های توسعه‌ی راهبردی فناوری ،شورای عالی انقلاب فرهنگی از قدرت و اختیار لازم برخورداراست. معاونت علمی ریاست جمهوری مسئولیت نظارت بر عملکرد و فعالیت‌های دیده‌بانی فناوری مستقر در رده‌های پژوهشی تابع دو وزارت‌خانه را بر

عهده دارد. بر اساس تعداد کمّی گزارشات و در بازه‌های یک ساله بر اساس گزارش‌ها و هشدارهای موثر، فعالیت این موسسات تابع ارزیابی می‌شود.

از حیث تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری هیئت دولت در بالاترین سطح قدرت نهادی قرار دارد و به تولیدات و گزارش‌های واحدهای تخصصی وابسته به وزارت‌خانه‌ها وابسته است. مراکز مورد اشاره به عنوان مراکز تخصصی و حرفه‌ای پایش فناوری از ساختار و سازوکارهای منسجم و لازم برای آینده‌نگاری فناوری و رصد تغییرات فناورانه بطور هدفمند برخوردار نیستند و معیارهای عملکردی خاصی برای شناسائی نشانه‌های ضعیف تغییرات فناوری‌های آینده در دست نیست. سامانه/سیستم نظارتی تخصصی که بر عملکرد واحدهای پایش فناوری به‌طور تخصصی نظارت و کنترل داشته‌باشد، در مضامین و اشارات مصاحبه‌شوندگان به چشم نمی‌خورد. از سوی دیگر حتی برخی گزارش‌های هشدار بهنگام صادر شده از سوی مراکز تخصصی حتی منجر به اقدامات راهبردی نمی‌شود که این خود ناشی از چندگانگی و یا به عبارتی قدرت‌های هم‌طراز نهادهای بالادستی تصمیم‌گیر در سطح دولت است.

تصویر گویا در این گام طی مصاحبه‌های اولیه با خبرگان و بر اساس بینش حاصل از گام‌های اول (ورود به موقعیت مسئله) و گام دوم (تبیین موقعیت)، طرح اولیه‌ای از «تصویر گویای» فضای بازیگران کلیدی حوزه‌ی فناوری، شناسائی و در نرم‌افزار تخصصی EdrawMax نسخه‌ی 12.0.1 ترسیم گردید. این تصویر گویای اولیه طی ۸ ویرایش بر اساس نظرات فردی و در نهایت پس از اجماع نظرات خبرگان بر طرح نهایی به عنوان تصویر گویای بازیگران کلیدی (تصویر ۷) «شناسایی نشانه‌های ضعیف فناوری» در جمهوری اسلامی ایران نهایی و تاییدشد.

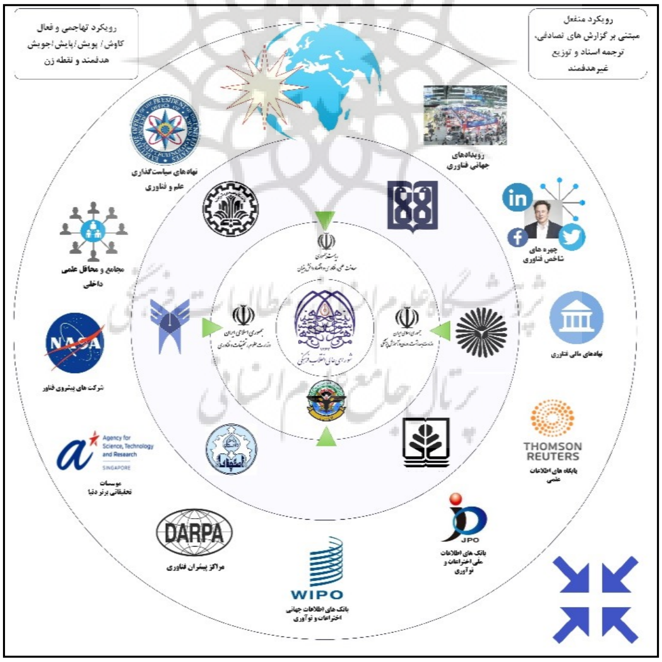
تصویر گویا، از بیرونی‌ترین لایه به سمت مرکز چیدمان شده‌است. لایه‌ی بیرونی در واقع محیط بیرونی یا محیط دور است که تغییرات و رخدادهای فناورانه‌ی آن از حیث شناسائی نشانه‌های ضعیف قابل توجه است.

این لایه مشتمل بر عناصر و عوامل فعالی است که بروندادهای فناورانه و رفتار آن‌ها به اشکال مختلف به عنوان کانون‌های داغ و بالقوه‌ی ظهور نشانه‌های تغییرات آینده توسط خبرگان ذکر شده-است. براساس دیدگاه خبرگان عرصه‌ی تغییرات فناورانه بی‌نهایت و بی‌کران است. لذا برای اقدام هوشمند و اثربخش در دیده‌بانی تغییرات فناورانه‌ی آتی مبتنی بر شناسائی نشانه‌های ضعیف باید

کانون‌های حیاتی و احتمالاً تهدیدآفرین فناوری را به عنوان کانون‌های داغ و با اولویت بالا تلقی کرده و با توسعه‌ی پوشش دیده‌بانی سامانه از طریق توسعه‌ی شبکه‌ی تخصصی دیده‌بانی و همچنین توسعه‌ی قابلیت‌های نرم‌افزاری متکی به هوش مصنوعی، نسبت به شناسائی نشانه‌های ضعیف تغییرات فناوری اقدام کنیم.

همچنین بر اساس دیدگاه خبرگان با توجه به شرایط فرهنگی و فرهنگ سازمانی در ایران از بین سه رویکرد متمرکز، نیمه‌متمرکز و غیرمتمرکز بهترین رویکرد برای بکارگیری در طراحی سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف، رویکرد نیمه‌متمرکز است.

از این رو براساس توصیه‌های چِکلند در ترسیم[1]تصویر گویا، این دیدگاه خبرگان بصورت دایره‌های متحدالمرکز ترسیم گردید تا القاکننده‌ی این میزان تمرکز در سازمان مورد مطالعه باشد. شورای عالی انقلاب فرهنگی به جهت جایگاه کلیدی و محوری خود در تصمیم‌گیری‌های راهبردی، سیاست-گذاری، مدیریت، نظارت و پشتیبانی از فعالیت‌های سامانه در مرکز این تصویر قرار داده‌شد.



تصویر ۷. تصویر گویای فضای کنشگران عرصه‌ی دیده‌بانی فناوری

1. Sketching

چهار فلش سبزرنگ در مرز تماس بین سامانه با محیط اکتشاف نشانه‌های ضعیف نشان‌گر جهت و سمت‌وسوی جریان اطلاعات از این ناحیه به داخل سامانه‌است. این جریان اطلاعات براساس جریان اطلاعاتی که ملاحظات تحلیل اجتماعی و سیاسی را مد نظر قرار می‌دهد، باید با شیوه و تدبیر مناسب بهینه‌سازی گردد.

گام سوم تحلیل کاتوو و تعریف ریشه‌ای می باشد که تحلیل کاتوو در اصل برای کمک به تولید تعریف ریشه‌ای انجام می‌شود. خروجی‌های CATWOE به عنوان اجزای تعریف ریشه‌ای استفاده می‌شوند. در ادامه به خروجی‌های و یافته‌های بدست آمده در کاتوو بسنده می‌شود.

فرآیند تبدیل (T)

در پژوهش‌های انجام شده برپایه‌ی SSM، فرآیند تحلیل کاتوو با شروع تحلیل T انجام شده‌است. در حقیقت شروع فرآیند از T ناشی از محوریت فرآیندها و فعالیت‌ها است و در پی تعیین و تبیین فعالیت‌ها و فرآیندها، سایر مولفه‌های ذی‌نفعان، بازیگران و .... دقیق‌تر و راحت‌تر استخراج می‌شود (سلمانی نژاد و دیگران، ۱۳۹۶).

لذا در این پژوهش هم بر این اساس عمل شد. تجربه‌ی پژوهشگر نشان داد خبرگان پس از بحث پیرامون فرآیند تبدیل و کارکردها و فعالیت‌های اصلی سیستم، بهتر می‌توانند اجزای متصل و مرتبط با این فرآیند را بیان کنند.

جدول ۶. وضعیت پیش و پس از فرآیند تبدیل

شرایط کنونی و فقدان سامانه	طراحی و استقرار سامانه
اطلاعات نامرتبط و خام/ فقدان اطلاعات	هشدار پیش‌دستانه‌ی راهبردی
مرز، عمق و گستره‌ی نامشخص دیده‌بانی	مرز، عمق و گستره‌ی هدفمند دیده‌بانی
دیده‌بانی غیرموثر و پراکنده	دیده‌بانی یکپارچه و موثر
آماده برای مواجهه با غافل‌گیری	ارتقای سطح هوشمندی راهبردی
کارایی و اثربخشی پایین سامانه‌های داخلی	ارتقای سطح کارایی و اثربخشی سامانه‌های داخلی
اقدامات مقطعی و کوتاه‌مدت	اقدامات راهبردی و دوراندیشانه
فعالیت‌های جزیره‌ای و مستقل	فعالیت‌های شبکه‌ای و هم‌افزا
فقدان شبکه‌ی هدفمند و موثر انتشار	شبکه‌ی هدفمند و موثر انتشار
اطلاعات بهنگام هشدار راهبردی	اطلاعات بهنگام هشدار راهبردی

فرآیند تبدیلی در این سامانه عبارتست از اخذ داده‌ها و اطلاعاتی که احتمال می‌رود ارزشمند و حاوی نشانه‌هایی از هرگونه اقداماتی در راستای توسعه یا تبدیل فناوری‌های جدیدی است که در آینده منجر به ظهور و خلق عرصه‌های جدیدی خواهندشد. ورودی‌های این سامانه توسط انسان و با استفاده از ابزارهای لازم جستجو و گردآوری شده و در فرآیند سامانه غربال‌گری، طبقه‌بندی، تجزیه و تحلیل و معنابخشی می‌شوند. این سامانه اطلاعات خام را به هشدارهای راهبردی بهنگام فناوری تبدیل می‌کند.

شناسایی نشانه‌های ضعیف در حوزه‌ی فناوری، فرآیندی است که با جستجو در اسناد، وبسایت‌ها، خبرنامه‌ها، ثبت اختراعات، پایگاه‌های داده با استفاده از روش‌های هوش مصنوعی و خبرگانی و جویش هرگونه نشانه‌ای دال بر ظهور یک فناوری در آینده مورد توجه است.

شناسایی نهادها، موسسات، افراد، مراکز حیاتی توسعه دهنده‌ی فناوری و استحصال اطلاعات و هرگونه سند دال بر قصد یا تلاش برای توسعه‌ی یک فناوری و نظارت و پایش فعالیت‌های این مراکز پیرامون احساس هرگونه نشانه‌های متناقض، عجیب، بی سابقه، جدید، مبهم و نامشخصی که می تواند حاکی از تلاش برای توسعه ی یک فناوری جدید و نوظهور باشد. ... و اولویت بندی هشدارهای لازم برای اعلان به سطح راهبردی سازمان جهت سیاست گذاری سرمایه‌گذاری

برنامه‌ریزی اقدام مشتریان/ذی‌نفعان (C)

ذی‌نفعان و یا مشتریان این سامانه شامل ارکان پنج‌گانه‌ی شورای عالی انقلاب فرهنگی، معاونت علمی ریاست جمهوری، وزاتخانه‌های عتف و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان‌های وابسته به ستاد کل نیروهای مسلح است.

کل کشور از مزایای این سامانه بهره‌مند می‌شوند، اما به هر صورت گزارش‌ها و محصولات واقعی این سامانه که انواع گزارش‌های راهبردی فناوری و هشدار بهنگام است لزوماً در اختیار عموم قرار نمی‌گیرد. در راستای شناسائی مشتریان و ذی‌نفعان کلیدی سامانه، بالطبع افراد، نهادها و سازمان‌هایی که تحت تاثیر بکارگیری چنین سامانه‌ای در دولت ج. ا. ایران متضرر شده و متحمل زیان خواهندشد، نیز در زمره‌ی ذی‌نفعان (ذی‌ضرر) محسوب می‌شوند.

بازیگران کلیدی (A)

افراد، شرکت‌ها و واحدهایی که فعالیت‌های سامانه‌ی شناسایی نشانه‌های ضعیف را انجام می‌دهند. (جستجو، گردآوری، تفسیر، گزارش‌دهی، ...):

پژوهشگران، اعضای هیئت علمی، متخصصان فناوری، نیروهای تخصصی دیده‌بانی فناوری و آحاد کارکنان علمی شاغل و وابسته به وزات عتف، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی و پژوهشکده‌های وابسته و همچنین مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی لشکری که دوره‌های آموزش دیده-بانی فناوری را طی نمایند.

جهان‌بینی (W)

جهان‌بینی هر آن‌چیزی است که به T معنا می‌بخشد. همچنین می‌توان ارزش‌های سازمان یا مالکان را هم به عنوان جهان‌بینی لحاظ کرد (سلمانی نژاد و دیگران، ۱۳۹۶):

- فناوری، ثروت‌آفرین است.
- فناوری اقتدارآفرین است.
- دنیای امروز و دنیای فردا، دنیای زورگویی و سلطه‌ی صاحبان فناوری است.
- قدرت آن‌جاست که فناوری آن‌جاست.
- تهدیدات و فرصت‌های فناوری، مساوی است.
- تولید فناوری متوقف نمی‌شود و رشد فناوری فزاینده است/ کاهنده نیست.
- هر فناوری پیش از گسترش و انتشار، حتی در مراحل جنینی هم نشانه‌هایی برای کشف و شناسائی دارد.
- ایجاد آگاهی راهبردی برای کسب آمادگی مواجهه به تغییرات آینده، امری عقلانی است.

مالک/مالکان سامانه (O)

مالک این سامانه دولت جمهوری اسلامی ایران است است. رئیس جمهور اختیار توقف، تداوم فعالیت و یا حتی برچیده شدن سامانه را دارد.

محیط/محدودیت‌های محیطی (E)

باتوجه به دیدگاه خبرگان، وجود بازیگران کلیدی چندگانه، تخصصی، مشتاق و مدعی در حوزه‌ی فناوری، یکپارچه‌سازی چنین فضایی را بر بستر یک سامانه‌ی واحد و بویژه اجتماعی–فنی دشوار می‌سازد. از این رو خبرگان معتقد هستند تفاوت‌های فرهنگی و هنجارهای سازمانی در سازمان‌های دولتی، در موفقیت و استمرار فعالیت این سامانه اثرگذار است.

دیگر محدودیت ذکر شده توسط خبرگان برای سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری در این شبکه‌ی زیرساخت اینترنت و یا شبکه‌ی داخلی و یا ملّی است. دومین محدودیت کلیدی، محدودیت-های اطلاعاتی ناشی از عدم دسترسی به منابع حاوی اطلاعات و همچنین محدودیت‌های دسترسی به اطلاعات توسط بازیگران ایفا کننده‌ی نقش دیده‌بانی است.

دیگر محدودیت ذکر شده، ناشی از عدم قطعیت ذاتی نشانه‌های ضعیف است. بنابر نظر خبرگان نشانه‌های ضعیف وجود خارجی ندارد. وقتی نشانه‌ای کشف و شناسائی شود، از میزان تازگی و مبهم بودن آن است که به عنوان یک نشانه‌ی ضعیف تلقی می‌گردد. لذا به‌طور ذاتی ادراک نشانه‌های ضعیف به تخصص و مهارت‌های فردی و ویژگی‌های شخصیتی و هوش افراد – دیده‌بانان فناوری – بستگی دارد. این وابستگی به عوامل فردی اعم از مهارتی و شناختی هم نوعی محدودیت فنی در این سامانه ذکر شده‌است.

چنانچه توسعه و استقرار این سامانه توسط بالاترین مقام دولتی مورد حمایت قرار گیرد، بدیهی است که تامین منابع لازم نیز با مشکلات و دشواری کم‌تری همراه خواهدبود. از سوی دیگر با سرمایه-گذاری مدیران انتظارهایی نظیر کارکرد ادرای و تولید پی در پی گزارشات و تحمیل برخی درخواست‌های خارج از چهارچوب ماموریت‌های تعریف شده، نیز دور از ذهن نیست. از این رو برخورد واقع‌بینانه‌ی مدیران نسبت به کارکرد این سامانه در شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری و پیش‌نگری تغییرات آینده‌ی فناوری نیز از عوامل محدود کننده محسوب شده‌است.

عدم اعتقاد به فعالیت‌های آینده‌پژوهی و اشتغال به امور و مسائل جاری از دیگر چالش‌هایی ذکر می‌شود که محدودکننده می‌تواند باشد.

آموزش دیده‌بانی در سطح کل بازیگران با توجه به ضرورت سازماندهی ملی و هزینه‌های مترتب بر آن از دیگر چالش‌های استقرار سامانه و تداوم فعالیت آن ذکر می‌شود.

تعریف ریشه‌ای

تعریف ریشه‌ای بیانیه‌ای است مبنی بر این‌که سامانه (سیستم)، چه کاری را؟ چگونه؟ و چرا؟ انجام می‌دهد (چکلند و پولتر، ۱۳۹۳، ص ۶۲):

تکنیکی که برای کمک به محقق در تسهیل نگارش تعریف ریشه‌ای معرفی شده‌است، تکنیک PQR است. P کاریست که دنبال انجام آن هستیم، Q چگونگی رسیدن به P و R آن‌چیزی است که در نهایت می‌خواهیم به آن برسیم/محقق شود.

- P. کشف، شناسائی و هشدار نشانه‌های ضعیف تغییرات فناوری در دنیا
- Q. پویش و پایش، طبقه‌بندی و تحلیل هرگونه اطلاعات واقعی[1]یا مجازی[2]در قالب سندهای متنی، تصویری، صوتی، الکترونیک یا غیرالکترونیک، رسمی و یا غیررسمی، ملموس یا غیرملموس، عینی یا شهودی[3]در سطح راهبردی یا راهکُنشی اعم از منابع دست اول و یا دوم و یا سوم، سفید یا خاکستری است که تقویت کننده‌ی گمانه‌زنی‌هایی دال بر نیت، قصد و یا تلاش یک سازمان، نهاد، موسسه، شرکت یا گروه یا یک دولت برای خلق، ابداع و یا اختراع یک فناوری جدید است که در آینده احتمال می‌رود عرصه‌های قدرت‌آفرینی جدید را خلق و پدیدار کند.
- R. هوشمندی راهبردی فناوری، هوشیاری بهنگام و ارتقای سطح اقدامات راهبردی پیش‌دستانه

***این سامانه چیست؟**

«سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری، یک سامانه‌ی تخصصی، هوشمند و انسان‌محور، ملّی، غیرسیاسی، دولتی و غیرانتفاعی است که با استفاده از شبکه‌ی انسانی خبرگانیِ (رسمی و مجازی) و متخصصان آموزش دیده و قابلیت‌های هوش مصنوعی تلاش می‌کند تا کانون‌ها و منابع حیاتی و کلیدی اطلاعات مربوط به حوزه‌ی فناوری را با هدف کشف نشانه‌های ضعیف تغییرات فناوری مورد پایش قرار داده و اطلاعات بدست آمده را جهت هشدار راهبردی به‌هنگام، تحلیل نموده و نشانه‌های ضعیف تغییرات فناوری‌های آینده را به انضمام عرصه‌های نوپدید احتمالی پیش‌رو را به مبادی تصمیم‌گیرنده‌ی راهبردی اعلان نماید.»

این سامانه چشم جهان‌بین، پیش‌گو و جادوگر هم نیست. این سامانه یک سامانه‌ی تخصصی حرفه‌ای است و بر حوزه‌ی تهدیدات و فرصت‌های فناورانه تمرکز دارد. از این رو این سیستم سیاسی نیست و درگیر جریانات سیاسی هم نخواهدشد و همواره منافع جمهوری اسلامی ایران را در برابر تهدیدات محتمل آینده‌ی فناوری‌ها با هدف تامین امنیت پایدار ملّی و افزایش اقتدار و هوشمندی دفاعی راهبردی کشور دنبال می‌کند. ارزش کلیدی و غیرقابل مبادله‌ی این سیستم، صیانت از کشور در برابر تهدیدات مختل‌کننده‌ی ناشی از ظهور فناوری‌های آینده‌است.

1. Real
2. Virtual
3. Objective/Subjective

منابع مالی و پشتیبانی این سامانه توسط ستاد دولت جمهوری اسلامی ایران تامین می‌شود. توسعه و تقویت این سامانه، جذب، نگهداری و آموزش نیروی انسانی فعال در این سامانه بر اساس مدل VSM بر عهده‌ی زیرسیستم ۴ یعنی زیرسیستم آینده‌نگاری و توسعه خواهد بود.

❋این سامانه چه نیست؟

این سامانه یک سامانه‌ی اکتساب و انتقال فناوری نیست. این سامانه خصوصی، حزبی و جناحی نیست. این سامانه یک سامانه‌ی سیاسی و اقتصادی نیست. بالاترین ارزش در این سامانه امنیت ملی کشور جمهوری اسلامی ایران در برابر تهدیدات آینده‌ی فناوری است. این سامانه وارد حیطه‌هایی غیر از فناوری نمی‌شود و نخواهدشد.

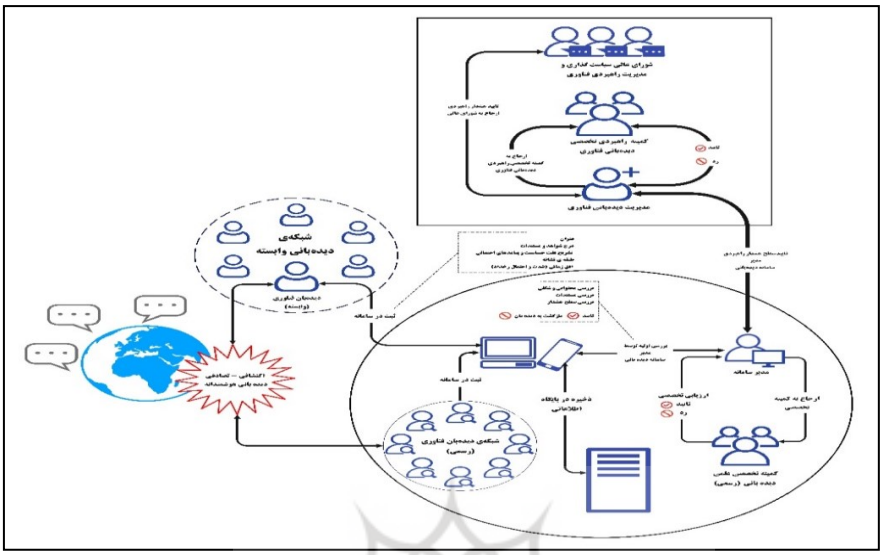
❋این سامانه چه خواهدشد؟

این سامانه از وجود یک «دریاچه‌ی داده» در هر یک از حوزه‌های تخصصی فناوری بهره می‌گیرد. این دریاچه‌ی داده به مرور با انباشت داده‌های به‌روز شونده ژرف‌تر می‌شود و در این‌صورت بکارگیری ابزارها و روش‌های هوش مصنوعی از کارایی و اثربخشی بیشتری برخوردار خواهدشد. با استقرار سامانه‌های هوش مصنوعی این سامانه به یک سامانه‌ی ترکیبی هوشمند خبره-ماشینی بدل خواهدشد که می‌تواند منجر به ایجاد قدرت حداکثری شناسائی نشانه‌های ضعیف تغییرات آینده‌ی فناوری در سطح جمهوری اسلامی ایران گردد.

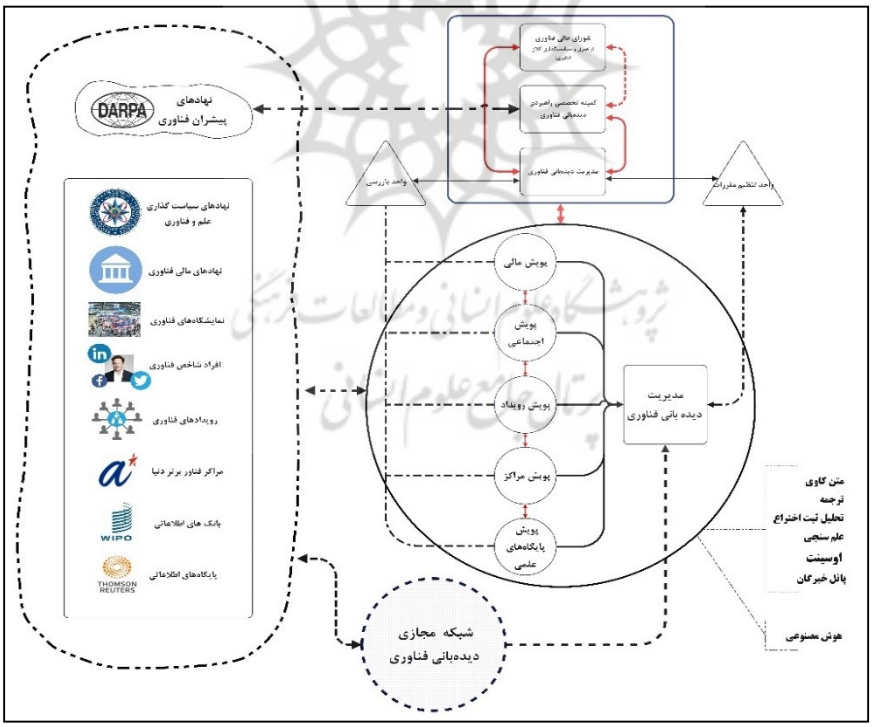
گام چهارم طراحی مفهومی سامانه است در گام چهارم طراحی سامانه صورت می‌گیرد. در این گام همانطور که تشریح شد از مدل پایه‌ی VSM استفاده‌شده‌است. اجزای سامانه طی مصاحبه‌های انجام شده ترسیم و جرح و تعدیل شد. این فرآیند تا تایید نهایی خبرگان تداوم داشت. با توجه به چهارچوب STS سامانه در دو قالب ساختاری-کارکردی و فرآیندی (تصویرهای ۹ و ۱۰) ارائه می‌شود.

براساس تصویر گویا و لایه‌ی دنیای انتشار نشانه‌های ضعیف فناوری، از خبرگان در خصوص چگونگی جستجو و اکتشاف این نشانه‌ها سوال شد. بر اساس تجربیات حرفه‌ای این مشارکت‌کنندگان در دیده‌بانی و آینده‌نگاری فناوری، واحدهای عملیاتی زیرسیستم ۱ شناسائی گردید. حسب نظر خبرگان این واحدها باید شامل واحد پویش پایگاه‌های علمی (مقالات و اختراعات)، پویش مراکز (سازمان‌ها، نهادهای و موسسات کلیدی فناوری)، پویش رویداد (نمایشگاه‌ها، کنفرانس‌ها و کنگره‌ها و هر گونه رویدادهای مربوط به فناوری)، پویش اجتماعی (افراد شاخص فناوری نظیر مدیران غول‌های فناوری در دنیا، مدیران شرکت‌های نوپدید دارای ایده‌های جدید، پژوهشگران و محققین فناوری، آینده‌پژوهان فناوری و ...)، واحد پویش مالی (سازمان‌ها و نهادهای دولتی، سازمان‌های خاص وابسته به دولت‌ها، واحدهای سازمانی پیشران و سیاست‌گذار در حوزه‌ی فناوری)، باشند. در الگوی طرح فرآیند و کارکردی نیز

(تصویر ۹) بر اساس جریان اطلاعات دیده‌بانی و اکتشاف نشانه‌های ضعیف این الگو با نظر خبرگان نهایی شد.



تصویر ۹. طرح مفهومی کارکردی و فرآیندی «سامانه»



تصویر ۱۰. طرح مفهومی ساختاری – انسانی

«سامانه‌ی مفهومی شناسائی نشانه‌های ضعیف در حوزه‌ی فناوری»

نتیجه‌گیری

براساس چهارچوب نظری پژوهش، طراحی مفهومی سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف بر ۴ ستون ساختاری، فرآیندی، کارکردی و انسانی متمرکز گردید. چگونگی ارتباطات و اتصالات و جانمائی اجزای سامانه نیز بر اساس مدل سیستم‌های مانا همانطور که تشریح گردید در ۳ فضای محیطی، فضای عملیاتی و فضای مدیریتی تشریح گردید.

دو الگوی مفهومی کارکردی و فرآیندی که مشتمل بر فعالیت‌ها و فرآیند بود در یک مدل یکپارچه تلفیق گردد و با عنوان طرح مفهومی کارکردی و فرآیندی سامانه در تصویر شماره‌ی ۹ درج شد. نشانه‌های ضعیف بر اساس معیارهای ۱۴ گانه‌ی «جعبه‌ی نشانه‌های ضعیف فناوری» توسط کنشگران شبکه‌ی مجازی و شبکه دیده‌بانی رسمی سازمان از فضای ظهور و بروز احتمالی نشانه‌های ضعیف که در تصویر گویای پژوهش این فضا شناسائی و ترسیم شد، شناسائی و در سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف فناوری ثبت و گزارش می‌شود. فرآیند بررسی و داوری همانطور که در مدل آمده‌است توسط واحدهای تخصصی براساس معیارهای احتمال وقوع و شدن اثرگذاری محیطی بررسی و در صورت تایید به عنوان نشانه‌های ضعیف یک تغییر محتمل فناورانه به مغز سیستم یا بر اساس VSM به مدیریت سیستم ارجاع می‌شود. مدیریت سیستم در زیرسیستم ۴ یا سیستم راهبری هوشمندی گزارش را در سطح تخصصی و راهبردی با دیده‌بانی محیطی مستقل مغز سیستم اعتبارسنجی نموده و در ادامه توسط زیرسیستم ۳ گزارش به بالاترین سطح سامانه یعنی زیرسیستم ۵ جهت سیاست‌گذاری و طراحی برنامه-اقدام راهبردی ارجاع می‌گردد. زیرسیستم ۳ وظیفه مدیریت و کنترل و حفظ تداوم فعالیت‌های واحدهای عملیاتی کل سامانه و نیز قانون‌گذاری و ممیزی کل سامانه را هم برعهده‌دارد.

در طرح مفهومی ساختاری و انسانی، این اجزای سامانه از حیث ساختاری و با در نظر گرفتن نقش‌های سازمانی (ساختاری) بر اساس نظرات خبرگان شناسائی و جانمائی گردید. این دو الگوی مجزا در اصل یک الگوی واحد هستند که طرح مفهومی سامانه را بر اساس ابعاد STS در دو نمای مجزا در بر گرفته‌اند.

مدیران سازمان‌های ایرانی عموما یا با مفهوم نشانه‌های ضعیف و کارکردهای آن ناآشنا هستند و یا بنا به دلایل مختل از جمله عدم قطعیت‌های موجود پیرامون احتمال وقوع و قدرت اثر گذاری و

بالطبع ریسک سرمایه‌گذاری انسانی و مادی مترتب بر اقدام بر اساس این نشانه‌های ضعیف، کمتر به این مقوله توجه دارند. شیوه‌های شناخته‌شده‌تر بویژه مدیریت استراتژیک از جذابیت بیشتری برای سازمان‌های ایرانی برخوردار است. این در حالی است که ایران در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، فناوری، امنیتی و دفاعی در کانون عدم‌قطعیت‌ها قرار دارد.

بر این اساس ضرورت و اهمیت بازآموزی و ارتقای بینش کارکنان و مدیران دولتی نسبت به مفاهیم، مبانی و روش‌شناسی حوزه‌ی «نشانه‌های ضعیف» در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها احساس می‌شود.

فعالیت‌های دیده‌بانی با تمرکز بر شناسائی نشانه‌های ضعیف مستلزم دو رویکرد خبرگانی و ماشینی است. این دو رویکرد به عنوان مکمل عمل کرده و استقرار سامانه‌ی شناسائی نشانه‌های ضعیف بر پایه‌ی یکی، لزوما سازمان را از رویکرد مکمل بی‌نیاز نمی‌سازد.

دیده‌بانی با تمرکز بر نشانه‌های ضعیف در ایران و سازمان‌های ایرانی بطور اساسی منوط به گسترش شبکه‌ی دیده‌بانی خبرگانی در دو شکل شبکه‌ی رسمی و مجازی است. با این همه نظر به گسترش قابلیت‌های حوزه‌ی هوش مصنوعی نباید از این امکانات غافل بود و مطالعات و اقدامات فنی در باب توسعه‌ی روش‌شناسی و ابزارهای نرم‌افزاری متکی بر هوش مصنوعی و یادگیری عمیق از اهمیت راهبردی در این خصوص برخوردار است.

منابع و مآخذ

آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه؛ و جلالی، رضا. (۱۳۹۸). *تحقیق در عملیات نرم؛ رویکردهای ساختاردهی مسئله* (ج ۱–۱). انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.

اقبالیان علی؛ و آذر عادل. (۱۳۹۵). طراحی سطح کلان نظام مدیریت فرهنگ اسلامی با رویکرد روش شناسی سیستم های نرم (SSM). *اندیشه مدیریت راهبردی (اندیشه مدیریت)*، ۱۰(۱ (پیاپی ۱۹))، ۱۵۱–۱۸۰.

بروس، دانیل. (۱۳۹۹). *سازمان پیش‌نگر: اختلال و تغییر را به فرصت و مزیت تبدیل کنید*. (ابوذر سیفی کلستان و محمود بیرانوند، مترجمان). انتشارات دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی.

بی. میریام، شاران؛ و تیسدل، الیزابت جی. (۱۳۹۸). *پژوهش کیفی؛ راهنمای طراحی و کاربست*. انتشارات سمت.

چکلند، پیتر؛ و پولتر، جان. (۱۳۹۳). *یادگیری برای عمل، متدلوژی سیستم های نرم*. (محمدرضا مهرگان و کامیار رئیسی فر، مترجمان). موسسه کتاب مهربان نشر. (نشر اثر اصلی بهار ۱۳۹۳)

خسروی، محمدرضا. (۱۳۸۷). مفهوم اعتبار (پایایی) و روایی در تحقیق کیفی. *نگرش راهبردی*، (۹۳)، ۱۷۱-۱۸۴.

رضاپورنصرآباد رفعت. (۱۳۹۶). معیارهای اعتبار و پایایی در پژوهش های کیفی. *تحقیقات کیفی در علوم سلامت*، ۶(۴)، ۴۹۳-۴۹۹.

رنجبر هادی؛ حق دوست علی اکبر؛ صلصالی مهوش؛ خوشدل علیرضا؛ سلیمانی محمدعلی؛ و بهرامی نسیم. (۱۳۹۱). نمونه گیری در پژوهش های کیفی: راهنمایی برای شروع. *مجله دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران (annals of military and health sciences research)*، ۱۰(۳ (مسلسل ۳۹))، ۲۳۸-۲۵۰.

سلمانی نژاد، رمضانعلی؛ آذر، عادل؛ مقبل باعرض، عباس؛ و صالح آبادی، علی. (۱۳۹۶). کاربرد روش‌شناسی سیستم‌های نرم در ساختاردهی به مسأله تأمین مالی از طریق بازار سرمایه ایران، مورد مطالعه: بورس اوراق بهادار تهران. *پژوهش های مدیریت منابع انسانی*، ۷(۱)، ۶۵-۸۸.

سیفی کلستان، ابوذر؛ قرایی آشتیانی، محمدرضا؛ و پورصادق، ناصر. (۱۴۰۱). بررسی روش شناسی و جایگاه مفهومی نشانه های ضعیف در ادبیات آینده پژوهی و فناوری های نوپدید؛ یک مطالعه‌ی مقایسه‌ای کیفی. *آینده پژوهی انقلاب اسلامی*، ۳(۳)، ۱۱-۴۸.

شفاعی بجستان، آرش؛ رسولی، محمدرضا؛ و سلاجقه، پروین. (۱۴۰۱). آینده پژوهی تأثیر فضای مجازی بر شعر ایران. *آینده پژوهی ایران*، ۷(۲)، ۷۹-۱۰۱.

کرسول، جان وی. (۱۳۹۷). *۳۰ مهارت اساسی که محققین کیفی باید بدانند*. (حمیدرضا یزدانی و فاطمه محمدی، مترجمان). انتشارات نگاه دانش. (نشر اثر اصلی ۱۳۹۷)

منوریان عباس؛ دیواندری علی؛ یعقوبی سعید؛ و سپانلو هادی. (۱۳۹۸). کاربرد روش شناسی سیستم های نرم در ساختاردهی به مسئله خط مشی گذاری بانکداری الکترونیک. *مدیریت صنعتی*، ۱۱(۴)، ۶۵۳-۶۷۴.

موسوی سید فاضل؛ آذر عادل؛ رجب زاده علی؛ و خدیور آمنه. (۱۳۹۷). طراحی مدلی برای بودجه ریزی بر مبنای عملکرد با استفاده از ترکیب روش شناسی سیستم های نرم و نگاشت شناختی فازی و تاپسیس سلسله مراتبی فازی. پژوهش های مدیریت در ایران، ۲۲(۱)، ۲۹۹-۳۲۲.

مینجرز، جان. (۱۳۹۳). تحقق تفکر سیستمی: دانش و کنش در علم مدیریت. (عادل آذر و سعید جهانیان، مترجمان). انتشارات سمت. (نشر اثر اصلی ۲۰۰۶)

ون دوئینه، فرایا؛ و بیشاپ، پیتر. (۱۴۰۰). معرفی کوتاه آینده نگاری راهبردی. (ابوذر سیفی کلستان، محمود بیرانوند، ابراهیم رشیدی، و دیگران، مترجمان). انتشارات فرهیختگان دانشگاه.

Refrences

Ahlqvist, Toni; & Uotila, Tuomo. (2020). Contextualising weak signals: Towards a relational theory of futures knowledge. *Futures*, *119*, 102543. https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102543

Ansoff, H. Igor. (1975). Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals. *California Management Review*, *18*(2), 21-33.

Ansoff, H. Igor. (1980). Strategic issue management. *Strategic Management Journal*, *1*(2), 131-148. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/smj.4250010204

Beer, Stafford. (1984). The Viable System Model: Its Provenance, Development, Methodology and Pathology. *Journal of the Operational Research Society*, (35), 7-25. https://doi.org/https://doi.org/10.1057/jors.1984.2

Carins, George; & Wright, George. (2018). *Scenario thinking: Preparing your organization for the future in an unpredicatble world*. Springer International Publishing.

Decker, Reinhold; Wagner, Ralf; & Scholz, Sören W. (2005). An internet-based approach to environmental scanning in marketing planning. *Marketing Intelligence & Planning*. https://doi.org/10.1108/02634500510589930

Espejo, Raul; & Reyes, Alfonso. (2011). *Organizational Systems Managing Complexity with the Viable System Model*. Springer.

Garcia-Nunes, Pedro Ivo; & da Silva, Ana Estela Antunes. (2019). Using a conceptual system for weak signals classification to detect threats and opportunities from web. *Futures*, *107*, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.11.004

Garcia-Nunes, Pedro Ivo; Rodrigues, Pedro Artico; Oliveira, Kaulitz Guimarães; & da Silva, Ana Estela Antunes. (2020a). A computational tool for weak signals classification – Detecting threats and opportunities on politics in the cases of the United States and Brazilian presidential elections. *Futures*, *123*, 102607. https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102607

Garcia-Nunes, Pedro Ivo; Rodrigues, Pedro Artico; Oliveira, Kaulitz Guimarães; & da Silva, Ana Estela Antunes. (2020b). A computational tool for weak signals classification – Detecting threats and opportunities on politics in the cases of the United States and Brazilian

presidential elections. *Futures*, *123*, 102607. https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102607

Gheorghiu, Radu; Andreescu, Liviu; & Curaj, Adrian. (2016). A foresight toolkit for smart specialization and entrepreneurial discovery. *Futures*, *80*, 33-44. https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.04.001

Gokhberg, Leonid; Kuzminov, Ilya; Khabirova, Elena; & Thurner, Thomas. (2020a). Advanced text-mining for trend analysis of Russia's Extractive Industries. *Futures*, *115*, 102476. https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102476

Gokhberg, Leonid; Kuzminov, Ilya; Khabirova, Elena; & Thurner, Thomas. (2020b). Advanced text-mining for trend analysis of Russia's Extractive Industries. *Futures*, *115*, 102476. https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102476

Griol-Barres, Israel; Milla, Sergio; Cebrián, Antonio; Fan, Huaan; & Millet, Jose. (2020). Detecting Weak Signals of the Future: A System Implementation Based on Text Mining and Natural Language Processing. *Sustainability*, *12*(19), 7848. https://doi.org/10.3390/su12197848

Halaweh, Mohanad. (2013). Emerging Technology: What is it. *Journal of technology management & innovation*, *8*(3), 108-115. https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000400010

Hiltunen, Elina. (2008). The future sign and its three dimensions. *Futures*, *40*(3), 247-260. https://doi.org/10.1016/j.futures.2007.08.021

Ilmola, Leena; & Kuusi, Osmo. (2006). Filters of weak signals hinder foresight: Monitoring weak signals efficiently in corporate decision-making. *Futures*, *38*(8), 908-924. https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.12.019

Kayser, Victoria; & Bierwisch, Antje. (2016). Using Twitter for foresight: An opportunity? *Futures*, *84*, 50-63. https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.09.006

Kim, Jieun; & Lee, Changyong. (2017). Novelty-focused weak signal detection in futuristic data: Assessing the rarity and paradigm unrelatedness of signals. *Technological Forecasting and Social Change*, *120*, 59-76. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.006

Kim, Seonho; Kim, You-Eil; Bae, Kuk-Jin; Choi, Sung-Bae; Park, Jong-Kyu; Koo, Young-Duk; Park, Young-Wook; Choi, Hyun-Kyoo; Kang, Hyun-Moo; & Hong, Sung-Wha. (2013). NEST: A quantitative model for detecting emerging trends using a global monitoring expert network and Bayesian network. *Futures*, *52*, 59-73. https://doi.org/10.1016/j.futures.2013.08.004

Lee, Changyong; Kwon, Ohjin; Kim, Myeongjung; & Kwon, Daeil. (2018). Early identification of emerging technologies: A machine learning approach using multiple patent indicators. *Technological Forecasting*

and Social Change, *127*, 291-303. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.002

Li, Xin; Xie, Qianqian; Jiang, Jiaojiao; Zhou, Yuan; & Huang, Lucheng. (2019a). Identifying and monitoring the development trends of emerging technologies using patent analysis and Twitter data mining: The case of perovskite solar cell technology. *Technological Forecasting and Social Change*, *146*, 687-705. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.004

Li, Xin; Xie, Qianqian; Jiang, Jiaojiao; Zhou, Yuan; & Huang, Lucheng. (2019b). Identifying and monitoring the development trends of emerging technologies using patent analysis and Twitter data mining: The case of perovskite solar cell technology. *Technological Forecasting and Social Change*, *146*, 687-705. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.004

Mariani, Manuel Sebastian; Medo, Matúš; & Lafond, François. (2019). Early identification of important patents: Design and validation of citation network metrics. *Technological Forecasting and Social Change*, *146*, 644-654. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.036

Mayer, Jörg H. (2011). Managing the Future—Six Guidelines for Designing Environmental Scanning Systems. In *DESRIST 2011* (pp. 276-290). Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-20633-7_20

Melnikovas, Aleksandras. (2018). Towards an Explicit Research Methodology: Adapting Research Onion Model for Futures Studies. *Joiurnal of Futures Studies*, *23*(2), 29-44. https://doi.org/DOI:10.6531/JFS.201812_23(2).0003

Mendonça, Sandro; Pina e Cunha, Miguel; Kaivo-oja, Jari; & Ruff, Frank. (2004). Wild cards, weak signals and organisational improvisation. *Futures*, *36*(2), 201-218. https://doi.org/10.1016/S0016-3287(03)00148-4

Moreira, A; Hayashi, T; Coelho, G; & Silva, A. (2015). A Clustering Method for Weak Signals to Support Anticipative Intelligence. *Computer Science*, *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems*(6).

Moro, Alberto; Joanny, Geraldine; & Moretti, Christian. (2020). Emerging technologies in the renewable energy sector: A comparison of expert review with a text mining software. *Futures*, *117*, 102511. https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102511

Pe´rez Rı´os, Jose´. (2012). *Design and Diagnosis for Sustainable Organizations*. Springer.

Rousseau, Pauline; & Camara, Daniel. (2021). Weak signal detection and identification in large data sets: a review of methods and applications. *researchgate*.

Rowe, Emily; Wright, George; & Derbyshire, James. (2017). Enhancing horizon scanning by utilizing pre-developed scenarios: Analysis of current practice and specification of a process improvement to aid the identification of important “weak signals.” *Technological Forecasting*

and Social Change, *125*, 224-235. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.08.001

Schoemaker, Paul J. H.; Day, George S.; & Snyder, Scott A. (2013). Integrating organizational networks, weak signals, strategic radars and scenario planning. *Technological Forecasting and Social Change*, *80*(4), 815-824. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.10.020

Schoemaker, Paul J.H.; & Day, George S. (2009). How to Make Sense of Weak Signals. *MIT Sloan Management Review*. Retrieved from https://sloanreview.mit.edu/article/how-to-make-sense-of-weak-signals/

Schwarz, Jan Oliver; Kroehl, Rixa; & von der Gracht, Heiko A. (2014). Novels and novelty in trend research — Using novels to perceive weak signals and transfer frames of reference. *Technological Forecasting and Social Change*, *84*, 66-73. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.09.007

Sensuse, Dana Indra; & Ramadhan, Arief. (2012). The Relationships of Soft Systems Methodology (SSM), Business Process Modeling and e-Government. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *3*(1). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2012.030128

Song, Chie Hoon; Elvers, David; & Leker, Jens. (2017). Anticipation of converging technology areas — A refined approach for the identification of attractive fields of innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, *116*, 98-115. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.001

Thorleuchter, D.; & Van den Poel, D. (2015). Idea mining for web-based weak signal detection. *Futures*, *66*, 25-34. https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.12.007

Thorleuchter, Dirk; Scheja, Tobias; & Van den Poel, Dirk. (2014). Semantic weak signal tracing. *Expert Systems with Applications*, *41*(11), 5009-5016. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.046

Thorleuchter, Dirk; & Van den Poel, Dirk. (2013). Weak signal identification with semantic web mining. *Expert Systems with Applications*, *40*(12), 4978-4985. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.03.002

van Veen, Barbara L.; & Ortt, J. Roland. (2021). Unifying weak signals definitions to improve construct understanding. *Futures*, *134*, 102837. https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102837

Xu, Haiyun; Winnink, Jos; Yue, Zenghui; Zhang, Huiling; & Pang, Hongshen. (2020). Multidimensional Scientometric indicators for the detection of emerging research topics. *Technological Forecasting and Social Change*, 120490. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120490