



A Futures Study on Convergent Administrative System in Iran

**Hedayat KargarShouroki**

\*Corresponding Author: Ph.D Candidate, Department of Management, Yazd University, Yazd, Iran. E-mail: Hkargar@ostanyazd.ir

**Sayyed Habibollah Mirghafoori**

Associate professor, Department of Management, Yazd University, Yazd, Iran.  
E-mail: mirghafoori@yazd.ac.ir

**Ali Mohammad Soltani**

Assistant professor, Department of Innovation Policy and Foresight Group, Technology Studies Institute, Tehran, Iran. E-mail: soltani@tsi.ir

**Habib Zare Ahmadabadi**

Assistant professor, Department of Management, Yazd University, Yazd, Iran.  
E-mail: zarehabib@yazd.ac.ir

**Abstract**

The emerging wave of convergent technologies that is derived from combining four advanced technologies (Nano-technology, Bio-technology, Information technology & Cognitive sciences) (NBIC), would have a rich and revolutionary impact on all human constructs such as organization and administrative system. The present study seeks to foresight the presence of technological convergence in Iranian administrative system by identifying and prioritizing the factors affecting this flow. This qualitative & descriptive study uses "Environmental Scanning" technique to identify the factors affecting technological convergence in administrative system and then these factors are prioritized, by "Social Network Analysis" technique and UCINET software. Then, by selecting two main factors and using the scenario-building technique, the future scenarios of Iranian administrative system is drawn. Findings show that the conceptual network of factors influencing the convergent administrative system in Iran consists of seven main elements. Among these, the two factors of "technological capacities" and "political environment" were selected with the highest value of degree centrality and betweenness centrality indicators as priority factors. Finally four scenarios for the future of technological convergence in Iranian administrative system were designed (including pivot / follower /isolating / silent), by analyzing the interaction of uncertainties related to these two factors. The study shows that Iranian administrative system will be affected by NBIC, But the quality of this affection is depended on political conditions and technological capacities.

**Keywords:** Administrative System, Technological Convergence, Convergent Technologies, NBIC, Scenario-Building.

**Citation:** KargarShouroki, H., Mirghafoori, S. H., Soltani, A. M. & Zare Ahmadabadi, H. (2020). "A Futures Study on Convergent Administrative System in Iran". *Public Organizations Management*, 8(3), 151-166. (in Persian)

Doi: 10.30473/ipom.2020.51686.4032

Received: (20/Feb/2020)

Accepted: (21/July/2020)

## آینده پژوهی وقوع نظام اداری همگرا در ایران

### هدایت کارگر شورکی

\*نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

E-mail: Hkargar@ostanyazd.ir

### سید حبیب الله میر غفوری

دانشیار، گروه مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

E-mail: mirghafoori@yazd.ac.ir

### علی محمد سلطانی

استادیار، گروه سیاست نوآوری و آینده نگاری، پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران.

E-mail: soltani@tsi.ir

### حبیب زارع احمدآبادی

استادیار، گروه مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

E-mail: zarehabib@yazd.ac.ir

### چکیده

جریان نوپدید فناوری های همگرا (انبیک یا شزان) که از ترکیب چهار فناوری پیشرفته (شامل ریز فناوری، زیست فناوری، فناوری اطلاعات و علوم شناختی) حاصل آمده است، تمامی برساخته های اجتماعی بشر از جمله سازمان و نظام اداری را تحت تأثیری شدید و انقلابی قرار خواهد داد. این مقاله می کوشد تا نحوه حضور جریان همگرایی فناورانه شزان در نظام اداری ایران را آینده نگاری کند و سناریوهای محتمل از وقوع نظام اداری همگرا در این کشور را تشریح نماید. تحقیق کیفی و توصیفی حاضر با تکنیک پویا محیطی، عوامل مؤثر بر همگرایی فناورانه را شناسایی و با تکنیک تحلیل شبکه اجتماعی و نرم افزار UCINET آن ها را اولویت بندی می کند. سپس با انتخاب دو عامل اولویت دار و استفاده از تکنیک سناریونویسی، آینده های فراروی نظام اداری کشور ترسیم می شود. یافته های این پژوهش نشان می دهد که از میان عوامل هفت گانه مؤثر بر همگرایی فناورانه در ایران، «ظرفیت های فناورانه» و «محیط سیاسی» با بالاترین مقدار شاخص های مرکزیت بینابینی و مرکزیت درجه ای به عنوان عوامل اولویت دار شناخته می شوند و از تعامل عدم قطعیت های مربوط به این دو عامل، چهار سناریو (شامل پیشتاز/ دنباله رو/ منزوی/ خاموش) برای وقوع نظام اداری همگرا قابل پیش بینی است. این مطالعه نشان می دهد که نظام اداری جمهوری اسلامی ایران، ناگزیر تحت تأثیر جریان همگرایی فناورانه قرار خواهد گرفت، اما چگونگی این تأثیرپذیری به شدت وابسته به دو عامل اصلی شامل شرایط سیاسی جامعه و توانمندی های فناورانه است.

**واژه های کلیدی:** نظام اداری، همگرایی فناورانه، فناوری های همگرا، انبیک (شزان)، سناریوسازی.

**استناد:** کارگر شورکی، هدایت؛ میرغفوری، سید حبیب الله؛ سلطانی، علی محمد و زارع احمدآبادی، حبیب (۱۳۹۹). «آینده پژوهی وقوع نظام اداری همگرا در ایران». *مدیریت سازمان های دولتی*، ۳۸(۳)، ۱۶۶-۱۵۱.

Doi: 10.30473/ipom.2020.51686.4032

تاریخ دریافت: (۱۳۹۸/۱۲/۰۱)

تاریخ پذیرش: (۱۳۹۹/۰۴/۳۱)

## مقدمه

«نظام اداری<sup>۱</sup>» در تمامی جوامع از اهمیتی کلیدی و نقشی برجسته در فرایند توسعه برخوردار است به طوری که گفته می‌شود بدون برخورداری از نظام اداری مطلوب و شایسته، دستیابی جامعه به توسعه‌ای همه‌جانبه و پایدار، غیرممکن خواهد بود (ایزنلو و خداپرست مشهدی، ۱۳۹۴)؛ این اهمیت در کشور ایران که نظام اداری آن در مقایسه با بسیاری دیگر از ممالک، از گستردگی و تأثیرگذاری بیشتری برخوردار است، دوچندان برآورد می‌شود (طالقانی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۵). با وجود آنکه از همان سال‌های آغازین استقرار دستگاه مدرن اداری در این سرزمین، موضوع توسعه‌یافتگی نظام اداری و تحول و نوسازی در آن مورد توجه بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳)، به نظر می‌رسد مجموعه تلاش‌های انجام شده در این زمینه با کامیابی و موفقیت کافی همراه نبوده است و همچنان این سیستم از آسیب‌ها و دردهای ریشه‌داری در اجزای مختلف خود از قبیل منابع انسانی، ساختارها و فرایندها، قوانین و مقررات، فرهنگ‌سازمانی و سبک مدیریت رنج می‌برد (میر محمدی و حسن‌پور، ۱۳۹۰)؛ به طوری که برخی صاحب‌نظران، نظام اداری کنونی در ایران را مهم‌ترین چالش توسعه کشور قلمداد کرده‌اند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

حل مسئله ناکارآمدی نظام اداری به‌عنوان موضوعی جهانی دستخوش عوامل تأثیرگذار متعددی است که موفقیت یا ناکامی در این پروژه را زمینه‌سازی می‌کنند و به همین دلیل است که برنامه اصلاحات اداری در برخی کشورها موفق و در بعضی سرزمین‌ها ناموفق ظاهر می‌شود. از جمله پدیده‌هایی که دارای ارتباط متقابل با نظام اداری بوده و می‌تواند کارآمدی و اثربخشی کارکردهای آن را تحت تأثیر قرار دهد، «نظام علم و فناوری<sup>۲</sup>» است. یکی از جدیدترین جریان‌های ناشی از توسعه نظام علم و فناوری که می‌تواند سرنوشت نظام اداری را نیز متحول کند، جریان «همگرایی فناورانه<sup>۳</sup>» و «فناوری‌های همگرا<sup>۴</sup>» است. جریان همگرایی فناورانه که پارادایم نوینی را با عنوان «انقلاب صنعتی چهارم» به دنیا معرفی کرده است (آنگرتر و بنزیگر<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵)، می‌تواند جامعه بشری را در قرن بیست‌ویک دچار تحولی بنیادین سازد (کای<sup>۶</sup>، ۲۰۱۱)؛ به طوری که حتی پیش‌بینی می‌شود به مدد فناوری‌های همگرا، انسان

قادر خواهد بود چالش‌ها و بحران‌های مزمنی همچون انرژی، آب، محیط‌زیست، جمعیت را به نحوی مؤثر مدیریت کرده (داتسنکو<sup>۷</sup>، ۲۰۱۷) و جهانی متفاوت را برای ادامه حیات خویش رقم بزند. طبیعی است که تحقق این شکل از همگرایی که با هدف یافتن راه‌حل‌های علمی برای مسائل پیشروی تمدن انسانی و طبیعت دنبال می‌شود، مستلزم تحول در بسیاری متغیرها از جمله نگرش و رفتارهای دولت و نظام اداری است (ژیرونکین<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۹)؛ علاوه بر آنکه مدیریت کردن فناوری‌های همگرا به‌عنوان پدیده‌ای نوظهور در انقلاب دیجیتال، نیازمند سیاست‌ها و سازوکارهای تنظیم‌گری ویژه‌ای است (احمدی<sup>۹</sup>، ۲۰۱۹) که از دولت‌ها انتظار می‌رود آن‌ها را به کار گیرند. برای نمونه لازم است ضمن تقویت تعاملات نظام اداری با بخش‌های دانشگاهی و صنعتی، مدیریت مؤثر نظام‌های نوآوری و فناوری در اولویت کاری دولت‌ها گنجانده شود (افیماشکین و افیماشکینا<sup>۱۰</sup>، ۲۰۲۰). بنابراین، روشن است که جریان همگرایی فناورانه به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین عوامل تأثیرپذیر از نظام اداری و تأثیرگذار بر آن دارای اولویت و اهمیتی اساسی است و ضروری به نظر می‌رسد که در نظام تحول اداری کشور به موضوع فناوری‌های همگرا توجهی شایسته مبذول گردد.

«جمهوری اسلامی ایران» نیز از جمله کشورهایی است که فعالیت‌هایی را در زمینه ترویج این جریان جدید علمی در کشور آغاز کرده است (فرخی<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴) و به دلیل سابقه درخشان در حوزه‌های علمی و فناورانه مشابه به‌ویژه نانو فناوری (آزادی احمدآبادی، ۱۳۹۵) انتظار می‌رود بتواند موفقیت‌های قابل‌توجهی نیز در عرصه همگرایی فناورانه کسب نماید. بر اساس آمارهای موجود از سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ میلادی، ایران از نظر انتشار مقالات علمی در میان بیست کشور پیشتاز در حوزه فناوری‌های همگرا قرار دارد، اما هنوز هم محققان ایرانی باید تلاش بیشتری برای تولید منابع علمی و انتشار آن‌ها در پایگاه‌های علمی معتبر جهان انجام دهند (عرفان‌منش و اصنافی، ۱۳۹۵). قابل پیش‌بینی است که موفقیت ایران در دستیابی به این فناوری‌های نوپدید و سرنوشت‌ساز خواهد توانست ابعاد مختلف نظام اداری کشور را که خود مهم‌ترین ابزار توسعه محسوب می‌شود (ایزنلو و خداپرست مشهدی، ۱۳۹۴)، دستخوش تحولاتی اساسی نماید.

7. Dotsenko
8. Zhironkin
9. Ahmad
10. Efimushkin & Efimushkina
11. Farrokhi

1. Administrative System
2. Science & Technology System
3. Technological Convergence
4. Convergent Technologies
5. Aegerter & Benziger
6. Cai

مختلف دانسته‌اند، به نحوی که در نهایت باعث به هم رسیدن آن‌ها شود (کیم و مون<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳). گفته می‌شود که در حوزه سازمان‌ها و صنایع، نخستین بار از این واژه برای اشاره به فرایندهایی استفاده شده است که معمولاً برای بهره‌برداری از بخش‌های صنعتی نامرتبط به کار می‌روند (کیم و ونگ<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲). برخی صاحب‌نظران به وجود سلسله‌مراتبی از مفهوم همگرایی در عرصه صنعت و اقتصاد معتقدند؛ سطح نخست این زنجیره را همگرایی علمی نامیده‌اند که با گسترش مرزهای دانشی در رشته‌ای خاص با استفاده از اصول دانشی رشته‌های دیگر پدیدار می‌شود؛ در سطح دوم، همگرایی فناورانه رخ می‌دهد که بر اثر انتقال تکنولوژی از حوزه‌ای به حوزه دیگر و ابداعات فناورانه ناشی از آن به وجود می‌آید. در چنین سلسله‌مراتبی، سطوح بعدی این مفهوم را همگرایی کاربردی (به معنای فرصت‌سازی برای خلق ارزش) و همگرایی صنعتی (که باعث ایجاد مزیت رقابتی خواهد شد) تشکیل می‌دهد (قاضی نوری و حاجی‌شیرزی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲). در این میان، مفهوم همگرایی فناورانه که در تحقیق حاضر مورد توجه قرار دارد، به اشتراکات میان فناوری‌های مختلف اشاره دارد که بر پایه تحقیقات بین‌رشته‌ای و میان‌رشته‌ای در حوزه علم و فناوری حاصل می‌آید (ازدینا<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷). در مجموع می‌توان گفت که منظور از اصطلاح همگرایی فناورانه، پیوند هم‌افزایانه دو یا چند فناوری است که به صورت هدفمند و به‌منظور کسب قابلیت‌هایی فراتر از ظرفیت‌های جداگانه آن‌ها دنبال می‌شود.

به نظر می‌رسد وقتی مفهوم همگرایی فناورانه را به کار می‌بریم، لازم باشد به صورت دقیق مشخص کنیم که کدام تکنولوژی‌ها قرار است با یکدیگر پیوند برقرار کنند. می‌توان مثال‌های بسیاری از پیوند موفقیت‌آمیز میان فناوری‌های مختلف ذکر کرد؛ حتی اختراع نخستین اتومبیل‌ها نیز حاصل همگرایی چند فناوری اولیه بوده است (بیادری<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷)؛ بنابراین، اگر بیشتر محصولات صنعتی و مصنوعات مدرن بشر را دستاوردی از رویکرد همگرایی بدانیم، به اشتباه نرفته‌ایم. با وجود این تاریخچه طولانی، طی سال‌های اخیر، روند همگرایی از شدت و سرعت بسیار بالاتری برخوردار شده است؛ به طوری که عده‌ای، قرن بیست و یک را با عنوان «عصر همگرایی» لقب داده‌اند (لی<sup>۶</sup>، ۲۰۱۱). با وجود آنکه بیشتر فناوری‌ها قابلیت همگرا شدن با یکدیگر را دارند، اما از

به‌عبارت‌دیگر، برای آنکه بتوانیم نظام اداری شایسته و کارآمدی را در جامعه مستقر کنیم که مسیر توسعه همه‌جانبه و پایدار را هموار سازد، لازم است از جریان‌های تأثیرگذار فناورانه به‌ویژه فناوری‌های همگرا بهره‌برداری بهینه صورت پذیرد و از سوی دیگر، غفلت از این پدیده نوین ولی انقلابی باعث خواهد شد که کشورمان به‌سرعت از گردونه رقابت‌های جهانی در عرصه نوسازی نظام اداری حذف شود؛ به طوری که شاید بتوان سرنوشت نهایی برنامه تحول اداری در آینده کشور را تحت‌تأثیر همین جریان نوپدید به حساب آورد.

مسئله اصلی که سبب شکل‌گیری مطالعه حاضر شده را باید در وهله اول، ناشی از عدم اطمینان برخاسته از جدید بودن پدیده نوظهور فناوری‌های همگرا دانست؛ ضمن آن که گستردگی دامنه تأثیرگذاری جریان همگرایی فناورانه نیز بر پیچیدگی این مسئله افزوده است. به بیان دیگر، هدف از اجرای این پژوهش آن است که ضمن شناسایی ابعاد مختلف پدیده همگرایی فناورانه، تأثیرات احتمالی آن بر عناصر گوناگون نظام اداری نیز مورد برآورد و آینده‌نگاری قرار گیرد. بدین ترتیب، سؤال کلیدی تحقیق پیش رو آن است که الگوی تأثیرگذاری فناوری‌های همگرا بر نظام اداری جمهوری اسلامی ایران در آینده میان‌مدت چگونه خواهد بود. مهم‌ترین پرسش‌های فرعی در این زمینه آن است که عوامل پیشران همگرایی فناورانه در بستر نظام اداری کدامند و از میان آن‌ها کدام متغیرها دارای بیشترین تأثیرگذاری هستند.

در این راستا، پژوهش حاضر می‌کوشد تا سناریوهای امکان‌پذیر از تحقق آینده نظام اداری جمهوری اسلامی ایران را تحت‌تأثیر نفوذ فناوری‌های همگرا شناسایی و معرفی نماید؛ ضمن آنکه فعالیت‌هایی از جمله شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه در نظام اداری، اولویت‌بندی آن‌ها و همچنین کشف عدم‌قطعیت‌های اصلی در این جریان نیز به‌عنوان اهداف فرعی تحقیق، دنبال خواهد شد. کارکرد چنین مطالعه‌ای علاوه بر پوشش خلأ تحقیقاتی این حوزه، کمک به سیاست‌گذاران نظام اداری کشور برای طراحی نقشه راه مناسب جهت تحقق آینده مطلوب و ایده‌آل از نظام اداری همگراست که بر پایه برنامه‌ها و اقدامات امروز شکل خواهد گرفت.

## پیشینه پژوهش

### پیشینه نظری

واژه‌نامه‌های معتبر، لغت همگرایی را در مفهومی عام و فراگیر به معنای نزدیک شدن دو یا چند موجودیت به همدیگر از جهت‌های

1. Kim & Moon
2. Kim & Hwang
3. Ghazinoory & Hajishirzi
4. Ezdina
5. Beaudry
6. Lee

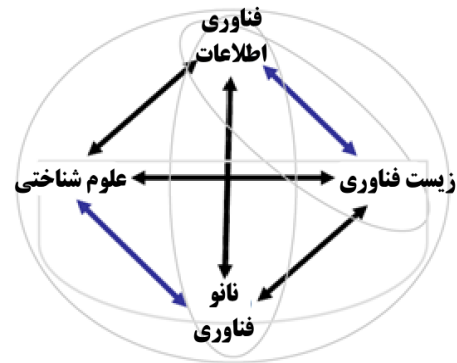
است (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۶). تحولات بالقوه ناشی از نفوذ فناوری‌های همگرا در سطوح مختلف تمدن بشری را می‌توان بدین شرح برشمرد:

– در سطح فردی، ترکیب معجزه‌آسای این تکنولوژی‌ها به ارتقای مهارت‌ها، ویژگی‌ها و شایستگی‌های نوع بشر منجر خواهد شد (کانتون<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴) که در دودسته کلی شامل جهش توانمندی‌های فیزیکی انسان مانند تقویت حواس، سلامت، دوام و طول عمر (اسکامر<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸) و همچنین رشد قابلیت‌های ذهنی مانند یادگیری، هوش، حافظه، ارتباطات، (یونسسی<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۱) قابل تقسیم‌بندی است.

– با نگاه سازمانی، جریان همگرایی فناورانه از طریق سازوکارهایی نظیر به‌کارگیری روبات‌ها و هوش مصنوعی در ساختارهای سازمانی (بیادری، ۲۰۰۷) و همچنین تحول در نقش و جایگاه انسان در سازمان که از راه تسهیل فرایندهایی چون آموزش و توانمندسازی کارکنان دنبال می‌شود (روکو<sup>۸</sup>، ۲۰۰۷) خواهد توانست، متغیرهایی از قبیل سطح عملکرد کارکنان، انگیزش و رضایت شغلی، کیفیت ارتباطات و فرهنگ‌سازمانی را به نحو چشمگیری بهبود بخشد (قلیچ‌خانی<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).

– در سطح اجتماعی، نفوذ جریان همگرایی فناورانه، علاوه بر ایجاد ساختارهای خانوادگی جایگزین و نوآوری در مفاهیم شناخته‌شده‌ای چون تربیت و آموزش افراد (بینبریج<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۷)، فرایند ارتباطات اجتماعی بشر را از طریق امکان‌پذیر کردن واسطه‌ای عصبی و هوش مصنوعی، دچار دگرگونی‌های عظیم و باورنکردنی خواهد کرد (گناتیک<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۶) و تعاملاتی فراتر از محدودیت‌ها و موانع سنتی از قبیل ناتوانی‌های جسمی، اختلاف زبانی، فاصله جغرافیایی و تفاوت سطح دانش و فرهنگ، در جوامع انسانی شکل خواهد گرفت (لوپز<sup>۱۲</sup>، ۲۰۰۴). برخی صاحب‌نظران، فناوری‌های همگرا را یکی از مهم‌ترین پیشران‌های توسعه اجتماعی بشر آینده به شمار می‌آورند (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۶).

سال‌های نخستین قرن حاضر، منظور اصلی از اصطلاح «فناوری-های همگرا» در متون علمی و معتبر به ترکیب میان چهار دانش-فناوری پیشرفته یعنی «نانو فناوری»، «زیست‌فناوری»، «فناوری اطلاعات» و «علوم شناختی» برمی‌گردد. این ترکیب هم‌افزایانه که در متون لاتین با عنوان اختصاری «NBIC»<sup>۱</sup> (به فارسی: «شزان») رایج شده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. ترکیب چهارگانه فناوری‌های همگرا یا انبیک (اندلر<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸)

از لحاظ فلسفی، همگرایی شزان بر پایه دیدگاهی بنیان گرفته است که اعتقاد دارد می‌توان قطعات مختلف جهان و زندگی را از یکدیگر جدا کرد و آن‌ها را بر اساس خواست بشر بازسازی کرد (اسویرسترا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). تاریخچه این مفهوم به سال‌های اولیه قرن حاضر برمی‌گردد؛ زمانی که بیش از هفتاد نفر از دانشمندان برجسته دنیا در قالب برنامه‌ای تحقیقاتی به همکاری با یکدیگر پرداختند تا رشته‌های علمی پیشتاز در قرن جدید را شناسایی کنند و در گزارش پایانی خود بر اهمیت این چهار دانش و به‌ویژه ترکیب میان آن‌ها تأکید کردند (کای، ۲۰۱۱). چنین ادعا می‌شود که این ترکیب چهاروجهی تمامی سطوح هستی را در برمی‌گیرد: از طبیعت اتمی-مولکولی (نانو) و طبیعت زندگی (زیستی) تا طبیعت ذهن (شناختی) و فرایندهای تبادل اطلاعات در ساختارهای مادی (اطلاعات)؛ و در نتیجه فراحوزه‌ای از دانش را به وجود می‌آورد (داتسنکو، ۲۰۱۷) که بسیار قدرتمند بوده و بر تمامی ابعاد زندگی بشر تأثیرگذار خواهد بود (کاب و گانو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲). مهم‌ترین ویژگی‌های متمایز این نوع فناوری در قالب مفاهیمی چون تکاملی بودن، اشتراک اهداف و هم‌افزایی معرفی شده

5. Canton  
6. Schummer  
7. Yoonessi  
8. Roco  
9. Ghalichkhani  
10. Bainbridge  
11. Gnatik  
12. Lopez

1. NBIC: Nano technology, Bio technology, Information technology & Cognitive science  
2. Andler  
3. Swierstra  
4. Cobb & Gano

گروه دیگری از پژوهشگران حوزه فناوری‌های همگرا نیز تلاش کرده‌اند تا آینده‌نگاری پدیده توسعه فناوری‌های همگرا را در دستور کار قرار دهند و از این طریق مخاطبان خود را با آینده‌های فراروی جریان همگرایی فناورانه به صورت کلی آشنا سازند. یکی از این دسته مطالعات، پژوهش میرزایی (۱۳۹۲) است که به منظور آینده‌نگاری ورود فناوری‌های کلیدی به ایران، تجارب گذشته کشور در حوزه‌هایی مانند فناوری‌های هسته‌ای، هوافضا، ژنتیک و نانو را مورد تحلیل قرار داده و دو عامل اصلی را در قالب الگوی جامع، شناسایی کرده است: نخستین جنبه از این الگوی دوعبده، مأموریت‌گرایی (کسب برتری از طریق تولید محصولی خاص) در برابر اشاعه‌گرایی (توسعه فناوری به‌عنوان پشتوانه ایجاد مزیت رقابتی) است و جنبه دیگر را فشار علم یا کوشش تقاضا تشکیل می‌دهد که از ترکیب این دو عامل، مدلی چهاروجهی برای تعیین سیاست مناسب در عرصه ورود فناوری‌های کلیدی به کشور معرفی شده است. در تحقیقی دیگر از این گروه، بینبرج (۲۰۰۷) بر نقش کلیدی عامل مذهب در توسعه یا رکود فناوری‌های همگرا اشاره نموده و آینده‌های قابل‌تصور از مواجهه نظام دینی با جریان همگرایی فناورانه را در دو سناریو تحلیل می‌کند؛ در حالت «انفکاک»، جامعه بشری از نظر جغرافیایی بین مذاهب مختلف تقسیم شده و رهبران این نظام از ابزارهای محدود و توسعه‌نیافته فناورانه برای تحکیم قدرت خویش استفاده خواهند کرد. از سوی دیگر در سناریوی «اتحاد»، با به هم پیوستن تمامی دانش‌ها و فناوری‌ها با نظام‌های دینی، جهانی یکپارچه و منسجم شکل خواهد گرفت که از نسخه توسعه‌یافته فناورهای همگرا بهره‌مند خواهد بود.

سومین دسته از مطالعات پیشین هم به آینده‌پژوهی در ساحت کارکردهای فناوری‌های همگرا و تبیین تأثیرات ناشی از رواج آن‌ها در سطوح مختلف اقدام کرده و اغلب به معرفی سناریوهایی چند از آینده‌های قابل پیش‌بینی از تأثیرگذاری این پدیده بر جنبه‌های مختلف حیات انسان پرداخته‌اند. برای مثال، داتسنکو (۲۰۱۷) با تحلیل کلان‌روندها و پیش‌بینی‌های انجام گرفته توسط آمریکا و اتحادیه اروپا در زمینه ظهور و نفوذ فناوری‌های همگرا در دیدمان‌های توسعه، به معرفی سناریوهای اثرگذاری اقتصادی انبیک بر جامعه بشری در افق ۲۰۳۰ میلادی پرداخته و ضمن تأکید بر جایگاه پیشتاز این فناوری‌ها در توسعه پایدار کشورهای گروه هشت، آینده‌های محتمل در این عرصه را در قالب سناریوهایی از قبیل اقتصاد سبز، اقتصاد نانو، اقتصاد زیستی، اقتصاد اطلاعاتی و

### پیشینه تجربی

با وجود آنکه در بررسی‌های محققان حاضر، هیچ مطالعه معتبری درباره آینده‌نگاری نظام اداری همگرا مشاهده نشد، اما مطالعاتی چند، درباره آینده‌نگاری فناوری‌های همگرا (یا اجزایی از آن) در دیگر حوزه‌ها و خرده نظام‌های جامعه صورت گرفته است که به‌اجمال، یافته‌های آن‌ها مرور می‌شود:

– نخستین دسته از مطالعات موجود به شناسایی و معرفی عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه اختصاص یافته‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط کانتون (۲۰۰۴)، روکو (۲۰۰۷)، اسویرسترا و همکاران (۲۰۰۹) و همچنین مطالعه آنگرت و بنزیگر (۲۰۱۵) اشاره کرد. در این پژوهش‌ها عوامل مختلفی احصا گردیده است که گاه در طبقات متنوع (مانند سیاسی، اقتصادی، حقوقی) نیز طبقه‌بندی شده‌اند. خلاصه‌ای از یافته‌های این گروه مطالعات در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. خلاصه یافته‌های تحقیقات پیشین درباره عوامل مؤثر بر همگرایی فناورانه

مشخصات منبع علمی	دسته‌بندی عوامل مؤثر بر همگرایی فناورانه
آنگرت و بنزیگر، ۲۰۱۵	فنی / امنیتی / اجتماعی / سیاسی
مک کریت <sup>۱</sup> ، ۲۰۱۳	قانونی / مالی / علمی / برنامه‌ای
مکینتاش <sup>۲</sup> ، ۲۰۱۰	سیاسی / حقوقی / اقتصادی / فنی
اسویرسترا و همکاران، ۲۰۰۹	اخلاقی / اجتماعی / قانونی / سیاسی / علمی-فنی
لوس <sup>۳</sup> ، ۲۰۰۹	اخلاقی / قانونی / اجتماعی / سیاسی / اقتصادی / زیست‌محیطی
روکو، ۲۰۰۷	اجتماعی / اقتصادی / علم و فناوری / اخلاقی / قانونی / سازمانی
نوردمن <sup>۴</sup> ، ۲۰۰۷	اقتصادی / اجتماعی / فنی / اخلاقی / سیاسی / جغرافیایی
ولبرینگ <sup>۵</sup> ، ۲۰۰۶	فرهنگ / اقتصاد / اخلاق / معنویت / فرهنگ / ایدئولوژی / سیاست / مذهب / اخلاق

1. McCreight
2. McIntosh
3. Luce
4. Nordmann
5. Wolbring

را باید به مطالعاتی اختصاص داد که بر جنبه‌ای خاص از این فناوری‌های چهارگانه متمرکز شده‌اند و تلاش کرده‌اند تا مسیرهای پیش روی همان فناوری خاص را در تعامل با سایر نوآوری‌ها تصویرسازی کنند. پژوهش احمدیان و همکاران (۱۳۹۶) در همین دسته قرار می‌گیرد؛ چرا که به ارزیابی آینده مسیرهای نوآوری زیست فناوری هنگام ترکیب با سایر فناوری‌های همگرا در کشور ایران پرداخته و با مرور نظام‌مند منابع موجود، راهبردهایی را در سه دوره زمانی کوتاه، میانه و درازمدت پیشنهاد کرده است. نمونه دیگر از این دسته محققان، کوثری و همکاران (۱۳۹۵) هستند که در مطالعه خود با استفاده از رویکرد تحلیل ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) به آینده پژوهی در زمینه آثار اجتماعی توسعه فناوری نانو در کشور ایران پرداخته‌اند. آن‌ها پس از شناسایی متغیرهای زمینه‌ای و همچنین متغیرهای کاربردی، به تحلیل متقابل سازگاری‌ها اقدام کرده و در نهایت سه سناریوی محتمل از آینده تأثیرگذاری فناوری نانو بر ساختار جامعه را بدین ترتیب معرفی کرده‌اند: سناریوی خوش‌بینانه (نانو در جریان)، سناریوی بدبینانه (بدون نانو فناوری) و سناریوی مطلوب مقدور (کاربرد در صنایع پرمنفعت).

از آنجا که پژوهش حاضر تلاش دارد تا از طریق شناسایی اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناوری‌ها، آینده‌نگاری نظام اداری را صورت بخشد، می‌توان نوآوری‌های متمایز این مطالعه در مقایسه با پژوهش‌های پیشین را در قالب جدول ۲ خلاصه‌سازی کرد.

اقتصاد شناختی ترسیم کرده است. همچنین آنگرتر و بنزیگر (۲۰۱۵) روایت‌کننده دو سناریو در قالب مدینه فاضله از همزیستی انسان و محیط هوشمند حاصل از همگرایی فناوری‌ها هستند که اولی، «شهر کنترل» و دیگری «شهر اعتماد» نامیده شده است. از نظر آنان تفاوت این دو سناریو بیشتر از آنکه ناشی از وجود یا عدم وجود ابزارهای نظارتی چندگانه باشد، به سطح دسترس‌پذیری این ابزارها برمی‌گردد. در شهر کنترل، داده‌های حاصل از فناوری‌های نظارتی (دوربین‌ها و حسگرها و...) تنها در اختیار سازمان‌های مسئول و ذریبط (مانند پلیس) قرار می‌گیرد تا امنیت و سلامت شهروندان را تأمین کنند؛ بدین ترتیب، دنیایی تماماً تحت کنترل ایجاد خواهد شد. در سناریوی جایگزین، داده‌های گردآوری شده از ابزارهای نظارتی فناوری‌ها، به صورت عمومی در دسترس شهروندان قرار می‌گیرد تا از آن برای برآورده کردن نیازهای خود (مثلاً استفاده از تصاویر دوربین‌های ترافیکی جهت یافتن مناسب‌ترین مسیر) بهره‌برداری نمایند؛ بدین ترتیب، دنیایی بر پایه اعتماد ساخته خواهد شد. در ایران نیز پایا و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای آینده‌پژوهانه درباره تأثیرات فناوری‌های همگرا در افق ۱۴۰۴ به ارزیابی اثرات احتمالی شزان بر عرصه‌هایی چون اخلاق، اجتماع و سیاست پرداخته و ضمن اشاره به پیامدهای احتمالی نفوذ جریان همگرایی فناوری‌ها در ساختار جامعه، سناریوی ایده‌آل کشور در این قلمرو را ترسیم کرده‌اند. این سناریو که با عنوان حالت ایده‌آل معقول برای ایران ۱۴۰۴ نامیده شده، در مقایسه با حالت ایده‌آل یوتوپیایی، از بهینگی بیشتری در تناسب با شرایط کشور ایران برخوردار است.

- بخش دیگری از تحقیقات ناظر بر موضوع همگرایی فناوری‌ها

جدول ۲. نوآوری‌ها و تمایزات پژوهش حاضر در مقایسه با مطالعات قبلی

عنوان گروه پژوهش‌های قبلی	نمونه (ها)	یافته‌ها	کمبودها در مقایسه با پژوهش حاضر
معرفی زمینه‌ها	آنگرتر و بنزیگر (۲۰۱۵) روکو (۲۰۰۷)	احصای عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناوری‌ها	آینده‌نگاری نظام اداری در ایران
آینده‌نگاری فناوری	میرزایی (۱۳۹۲) بینبریح (۲۰۰۷)	سناریوهای آینده جریان همگرایی فناوری‌ها	آینده‌نگاری نظام اداری در ایران
تبیین تأثیرات	داتسنکو (۲۰۱۷) پایا و همکاران (۱۳۹۰)	سناریوهای آینده تأثیرات جریان همگرایی فناوری‌ها	احصای عوامل مؤثر بر همگرایی فناوری‌ها در ایران
تحلیل مسیر فناوری‌های خاص	احمدیان و همکاران (۱۳۹۶) کوثری و همکاران (۱۳۹۵)	سناریوهای مواجهه با فناوری خاص	سناریوهای مواجهه نظام اداری ایران با مجموعه فناوری‌های همگرا

اداری و همچنین تمایز این پژوهش با سوابق پژوهش‌های قبلی ضرورت اجرای پژوهش حاضر مورد تأکید مضاعف قرار تکنیک «پویا محیطی»<sup>۱</sup> به کار رفته است که تقریباً از دهه ۱۹۶۰ میلادی توسط متخصصان علم سازمان و مدیریت مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌عنوان فرایندی نظام‌دار برای تعیین نیازهای اطلاعاتی تصمیم‌گیرندگان محسوب می‌شود که هدف از آن ایجاد اطمینان برای مدیران در این باره است که اطلاعاتی صحیح از محیط سازمان، گردآوری و تحلیل می‌شوند (تویت، ۲۰۱۶). به بیان دیگر، پویا محیطی نوعی روش تحقیق آینده‌پژوهانه است که اطلاعات را از محیط آزمودنی گردآوری کرده و با کسب داده از منابع مختلف، آن‌ها را تحلیل می‌کند (تویونن و ویتانن، ۲۰۱۶). منبع اصلی گردآوری داده در این بخش، کتب، مقالات علمی و گزارش‌های رسمی در زمینه عوامل مؤثر بر همگرایی فناوریانه بوده‌اند که بعد از سال ۲۰۰۰ منتشر شده‌اند.

در فاز اولویت‌بندی عوامل و پیشران‌های همگرایی فناوریانه از تکنیک «تحلیل شبکه اجتماعی»<sup>۲</sup> و نرم‌افزار UCINET استفاده شده است. این روش با اقتباس از «فرضیه عمومی نظریه شبکه» طراحی شده است که در آن گفته می‌شود موقعیت هر عامل (انسان، سازمان، کشور،...) در شبکه فعالیتش، رفتار و عملکرد وی را تحت تأثیر قرار خواهد داد و بهترین راه برای پیش‌بینی رفتارها و نتایج عملکردی آن‌ها، تحلیل دقیق موقعیت شبکه‌ای افراد و سازمان‌هاست (اسپرف و پتریدو، ۲۰۱۸). در حقیقت، تحلیل شبکه اجتماعی را باید رویکردی برای کشف انواع مختلف روابط میان گونه‌های متنوع پدیده‌ها دانست که به‌جای تمرکز بر خود پدیده‌ها (انسان‌ها یا مفاهیم) بر ارتباطات میان آن‌ها تأکید می‌ورزد (حسین‌زاده و مهرگان، ۱۳۹۴). در این رویکرد، هر شبکه از تعدادی عضو (گره) تشکیل شده است که با دیگر اعضای شبکه در ارتباط (پیوند) می‌باشند (رضانی و میرزامحمدی، ۱۳۹۲: ۱۸) و با کسب داده‌های ناظر بر کمیت و کیفیت ارتباط میان این عناصر شبکه می‌توان به تحلیل آن پرداخت. این‌گونه داده‌ها را می‌توان از طریق دریافت نظرات ذهنی عوامل انسانی آگاه از شبکه و تبدیل آن‌ها به اعداد کمی

یادآوری می‌نماید که با توجه به عدم مشاهده تحقیقات مشابه پیشین درباره آینده‌نگاری تأثیر فناوری‌های همگرا بر نظام می‌گیرد. توضیح آنکه هرچند تاکنون مطالعه‌ای درباره نظام اداری همگرا و با اهداف کاملاً مشابه با پژوهش حاضر انجام نشده است، اما از آنجا که پژوهش‌های پیشین، بدون نگاه به پدیده نظام اداری، عوامل و پیشران‌های همگرایی فناوریانه را به صورت عام یا در حوزه‌هایی خاص (جز نظام اداری) بررسی کرده‌اند، محققان حاضر توانسته‌اند از حاصل مطالعات پیشین برای گردآوری داده‌های اولیه موردنیاز تحقیق بهره‌برداری کنند.

### روش‌شناسی پژوهش

به‌طور کلی تحقیقات علمی را می‌توان از منظر هدف پژوهش به سه دسته بنیادی (با هدف بسط مجموعه دانش موجود)، توسعه‌ای (با هدف تدوین برنامه یا طرح) و کاربردی (با هدف حل مسائل خاص) تقسیم‌بندی کرد (سرمد و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۹) که بر اساس این معیار، تحقیق آینده‌نگارانه حاضر از نوع «توسعه‌ای» محسوب می‌شود؛ چراکه هدف اصلی آن تدوین الگوهای تأثیرگذاری جریان همگرایی فناوریانه بر نظام اداری آینده تعیین شده است که نوعی برنامه‌ریزی میان‌مدت یا بلندمدت قلمداد می‌شود. رویکرد کلی حاکم بر طرح تحقیق را نیز می‌توان بر مبنای پارادایم‌های دوگانه‌ی اثبات‌گرایانه (داده-های سخت) یا ضد اثبات‌گرایانه (داده‌های نرم) به دودسته شامل تحلیل‌های کمی یا روش‌های تحلیل کیفی طبقه‌بندی کرد (فیضی و ایران دوست، ۱۳۹۲: ۲۳) که از این منظر، پژوهش حاضر که با پارادایم تحلیل داده‌های نرم تناسب بیشتری دارد، پژوهشی «کیفی» تلقی می‌گردد.

همچنین مطالعه آینده‌پژوهانه و توصیفی حاضر در زمره آینده‌نگاری‌های اکتشافی قابل طبقه‌بندی است چراکه صرف‌نظر از علایق و ارزش‌های محیطی، برای پیش‌بینی آنچه ممکن است اتفاق بیفتد، تلاش می‌کند. در این راه از رویکرد «سناریونویسی» با روش‌شناسی «شبکه جهانی کسب‌وکار» بهره‌برداری می‌شود که مراحل اصلی آن عبارت‌اند از: الف) تعیین موضوع؛ ب) شناسایی عوامل مؤثر و پیشران‌های کلیدی؛ ج) اولویت‌بندی عوامل و پیشران‌ها؛ د) تنظیم سناریوها بر اساس شناخت عدم قطعیت‌های اصلی مربوط به پیشران‌های کلیدی (ثقفی و همکاران، ۱۳۹۴). به‌منظور اجرای مراحل یادشده، از مجموعه تکنیک‌هایی استفاده شده است که به شرح زیر معرفی می‌شوند:

- در مرحله شناسایی عوامل و پیشران‌های همگرایی فناوریانه،

1. Environmental Scanning
2. Toit
3. Toivonen & Viitanen
4. Social Network Analysis
5. Sparf & Petridou



متخصصانی مورد تحلیل قرار گیرد که بیشترین آشنایی را با نظام اداری و اجرایی کشور داشته باشند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان در جدول ۳ خلاصه‌سازی و اعلام شده است. سپس این داده‌ها در قالب ماتریسی دووجهی به نرم‌افزار UCINET وارد شده و مورد تحلیل قرار گرفته است؛ ضمن آنکه برای ترسیم نمودارهای شبکه و تحلیل بصری آن‌ها از نرم‌افزار NetDraw بهره‌برداری شده است.

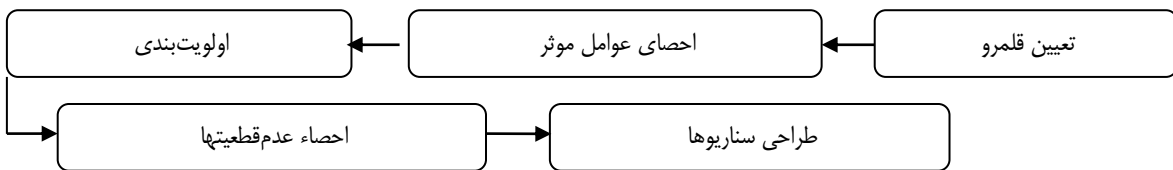
استخراج نمود. داده‌های موردنیاز در این بخش، از مصاحبه با ۲۲ نفر از خبرگان گردآوری شده است که در عرصه فناوری‌های همگرا دارای فعالیت‌های علمی یا اجرایی مؤثری مانند تألیف کتاب، انتشار مقاله، ثبت پتنت، مسئولیت وجود اجرایی بوده‌اند. این افراد از طریق استعلام از مرکز راهبردی فناوری‌های همگرا (وابسته به معاونت علمی و فناوری رئیس‌جمهور) و بر اساس داده‌های موجود در بانک اطلاعاتی مستقر در آن مرکز انتخاب شده‌اند تا نظرات

جدول ۳. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان

ردیف	نوع ویژگی	وضعیت‌های مختلف و میزان آن‌ها	
		مرد	زن
۱	جنسیت	۲۰ نفر ۹۱ درصد	۲ نفر ۹ درصد
۲	سطح تحصیلات	دکتری تخصصی	
		۱۲ نفر ۵۵ درصد	۱۰ نفر ۴۵ درصد
		علمی و اجرایی	
۳	نوع فعالیت	فقط علمی	
		۱۵ نفر ۶۸ درصد	۷ نفر ۳۲ درصد
		کمتر از ۱۵ سال	
۴	سابقه فعالیت	۱۵ سال و بیشتر	
		۱۴ نفر ۶۴ درصد	۸ نفر ۳۶ درصد

ابزارهای مورد استفاده در این مطالعه، علاوه بر فیش پژوهش، چک لیست و فرم‌های محقق ساخته که در بخش احصای پیشران‌های همگرایی فناورانه به کار رفته‌اند، پرسشنامه ماتریسی ویژه‌ای بوده است که در تکنیک تحلیل شبکه اجتماعی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. روایی محتوایی این

ابزارهای مورد استفاده در این مطالعه، علاوه بر فیش پژوهش، چک لیست و فرم‌های محقق ساخته که در بخش احصای پیشران‌های همگرایی فناورانه به کار رفته‌اند، پرسشنامه ماتریسی ویژه‌ای بوده است که در تکنیک تحلیل شبکه اجتماعی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. روایی محتوایی این



شکل ۲. چارچوب انجام پژوهش

چارچوب‌های مورد عمل برای دسته‌بندی عوامل محیطی است که در مطالعات مدیریت مورد استفاده قرار می‌گیرد تا دیدگاهی جامع از عناصر محیط پیرامونی سازمان در شش حوزه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، حقوقی و زیست‌محیطی یا اخلاقی را فراهم آورد (آچیناس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). در ادامه مسیر، بنا

### یافته‌های پژوهش

#### شناسایی عوامل مؤثر بر همگرایی فناورانه

نتایج حاصل از پویای محیطی منابع علمی ناظر بر جریان همگرایی فناورانه با استفاده از رویکرد دسته‌بندی عوامل راهبردی در محیط پیرامونی نظام اداری (موسوم به مدل PESTLE) منجر به شناسایی حدود ۵۱ عامل مؤثر بر همگرایی فناورانه شد که در شش دسته اصلی طبقه‌بندی شده بودند. یادآوری می‌شود که مدل یاد شده یکی از رایج‌ترین

1. Achinas

همچنین برای دسته‌بندی این مفاهیم در گروه‌های هفت‌گانه مدل، بدین ترتیب عمل شد که ابتدا طراحی اولیه مدل دسته‌بندی عوامل توسط محققان و با استفاده از تکنیک کدگذاری انجام و سپس این الگو در نشست با حضور خبرگان مورد تعدیل جزئی و تأیید قرار گرفت.

به توصیه خبرگان تخصصی و با توجه به مقتضیات بومی قلمرو اجرای پژوهش، طبقه‌ای جدید (فضای مذهبی) به مدل فوق، افزوده شد و این عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه در جمهوری اسلامی ایران به شرح جدول ۴ در هفت طبقه دسته‌بندی شدند. توضیح آن که احصای عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه حاصل مطالعه اسناد و مدارک علمی معتبر در این حوزه بوده که با روش تحلیل محتوا انجام شده است؛

جدول ۴. عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه

عنوان طبقه	فهرست عوامل مؤثر
محیط سیاسی	توسعه‌یافتگی سیاسی، استقلال سیاسی، مناسبات منطقه‌ای و جهانی (نوردمن، ۲۰۰۷)؛ نظام سیاسی (کانتون، ۲۰۰۴)؛ امنیت (آنگرتر و بنزیگر، ۲۰۱۵)؛ مشارکت سیاستمداران (اسوپرسترا و همکاران، ۲۰۰۹).
شرایط اقتصادی	درجه توسعه اقتصادی، بحران‌های اقتصاد جهانی (آکائو و رودسکوی، ۲۰۱۵)؛ منابع تأمین مالی (مک کریت، ۲۰۱۳)؛ رقابت اقتصادی، حمایت‌های مالی (مکینتاش، ۲۰۱۰)؛ سیاست‌های سرمایه‌گذاری، زیرساخت‌های اقتصادی (روکو، ۲۰۰۷).
وضعیت اجتماعی	موقعیت و اهمیت اجتماعی انبیک (کامنسکی، ۲۰۱۵)؛ مشارکت گروه‌های اجتماعی، جامعه‌پذیری فناوری (اسوپرسترا و دیگران، ۲۰۰۹)؛ ارتباطات و مشارکت ذینفعان (روکو، ۲۰۰۷)؛ فرهنگ (کانتون، ۲۰۰۴)؛ آمادگی مردم برای استفاده (آنگرتر و بنزیگر، ۲۰۱۵)؛ دیدگاه‌های منطقه‌ای (نوردمن، ۲۰۰۷)؛ مقاومت اجتماعی (لوپز، ۲۰۰۶)؛ ادراک عمومی (ولبرینگ، ۲۰۰۶).
ظرفیت‌های فناورانه	توسعه‌یافتگی علمی و فناورانه (نوردمن، ۲۰۰۷)؛ ابزارهای انتقال فناوری، نیروی فنی متخصص و آموزش‌دیده، دسترس‌پذیری و هم‌افزایی ابزارهای تحقیقاتی و دانشی، ابزارهای ارتباط علمی مانند واژه‌شناسی‌ها، سنجه‌شناسی‌ها، استانداردها، پایگاه‌های اطلاعاتی، روش‌شناسی‌ها و... (روکو، ۲۰۰۷)؛ مدل و فلسفه رویکرد به علم و فناوری (خوشف، ۲۰۰۴)؛ پایداری و قابلیت اطمینان فناوری (آنگرتر و بنزیگر، ۲۰۱۵)؛ تنوع تخصص‌های علمی (مک کریت، ۲۰۱۳)؛ انگیزه مراکز تحقیق و توسعه (مکینتاش، ۲۰۱۰)؛ توانایی کار گروهی (گرم، ۲۰۰۴)؛
زیرساخت‌های حقوقی	حمایت قوانین و مقررات، حکمرانی خوب، تعهد و تضمین (روکو، ۲۰۰۷)؛ تنظیم‌گری (مکینتاش، ۲۰۱۰)؛ سیاست‌گذاری، وجود سیاست و نظریه و راهبرد (مک کریت، ۲۰۱۳)؛ مشارکت سیاست‌گذاران (اسوپرسترا و دیگران، ۲۰۰۹).
ملاحظات اخلاقی	اخلاقیات (کانتون، ۲۰۰۴)؛ اخلاق حرفه‌ای (روکو، ۲۰۰۷)؛ هنجارها (کامنسکی، ۲۰۱۵)؛ خودادراکی بشر (مکینتاش، ۲۰۱۰)؛ احساس هویت، آزادی و استقلال (بلند و همکاران، ۲۰۱۱)؛ روحیه خودکنترلی و مسئولیت‌پذیری (خوشف، ۲۰۰۴).
فضای مذهبی	مذهب، ایدئولوژی (کانتون، ۲۰۰۴)؛ معنویت (ولبرینگ، ۲۰۰۶)؛ ارزش‌ها (نوردمن، ۲۰۰۷)؛ فضای ایدئولوژیک جامعه (کامنسکی، ۲۰۱۵).

1. Akaev & Rudskoi
2. Kamensky
3. Khushf
4. Gorman
5. Beland

### تحلیل تأثیرات متقابل عوامل مؤثر بر همگرایی

داده‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان تخصصی شزان درباره نحوه تأثیرگذاری متقابل این هفت حوزه از عوامل مؤثر بر همگرایی فناورانه با تکنیک تحلیل شبکه اجتماعی و نرم‌افزار UCINET مورد تحلیل قرار گرفت. بدین ترتیب با تشکیل ماتریسی از این عوامل هفتگانه، از خبرگان معرفی شده در جدول (۳) خواسته شد که نظر خود را درباره شدت تأثیرگذاری هر کدام از این عوامل بر شش عامل دیگر در قالب یکی از گزینه‌های طراحی شده (هیچ، کم، متوسط، زیاد) اعلام کنند. یادآوری می‌شود که این مقایسه تنها میان هفت عامل اصلی انجام شده است و مقایسه تأثیرات عوامل فرعی بر یکدیگر در این مطالعه مورد هدف نبوده است. خلاصه یافته‌های حاصل از تحلیل این داده‌ها در قالب جدول ۵ ارائه شده است.

آنچه در این تحلیل‌ها برای اولویت‌بندی عوامل، مورد استفاده قرار می‌گیرد، محاسبه شاخص‌های مرکزیت است که خود به دودسته تقسیم می‌شوند:

الف) مرکزیت درجه‌ای<sup>۱</sup>: این شاخص، نشان‌دهنده تعداد پیوندهای مرتبط با هر گره است (سونگ و یئو، ۲۰۱۷). این پیوندها ممکن است داخلی (ورودی به گره) یا خارجی (خروجی از گره) باشند؛ با این تفسیر که ارزش بالاتر در بُعد

خارجی این شاخص، به منزله تأثیرگذاری بیشتر همان گره در شبکه است و ارزش بالاتر در بُعد داخلی، حاکی از تأثیرپذیری گره از سایر گره‌ها خواهد بود (سپهری و ریاحی، ۱۳۸۹). چنانکه داده‌های مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد از میان هفت عامل اصلی مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه در ایران، تأثیرگذارترین عامل «محیط سیاسی» و تأثیرپذیرترین نیز همین عامل است. در مجموع نیز سه عامل «محیط سیاسی»، «ظرفیت‌های فناورانه» و «شرایط اقتصادی» دارای بالاترین ارزش در شاخص مرکزیت درجه‌ای محسوب می‌شوند.

ب) مرکزیت بینابینی<sup>۲</sup>: محاسبه این شاخص از طریق اندازه‌گیری مجموع کوتاه‌ترین مسیرهای عبوری از یک گره صورت می‌گیرد (سونگ و یئو، ۲۰۱۷) و نشان خواهد داد که کدام گره‌ها، واسطه ارتباطی میان دیگر گره‌ها هستند؛ به بیان دیگر، امتیاز بالاتر گرهی در این شاخص، نشان‌دهنده آن است که این گره، نقش مؤثرتری در انتقال اعضای شبکه به یکدیگر ایفا می‌کند (شکفته و حریری، ۱۳۹۲). در شبکه مورد بررسی این تحقیق، بالاترین ارزش شاخص مرکزیت بینابینی، متعلق به «ظرفیت‌های فناورانه» و «محیط سیاسی» است.

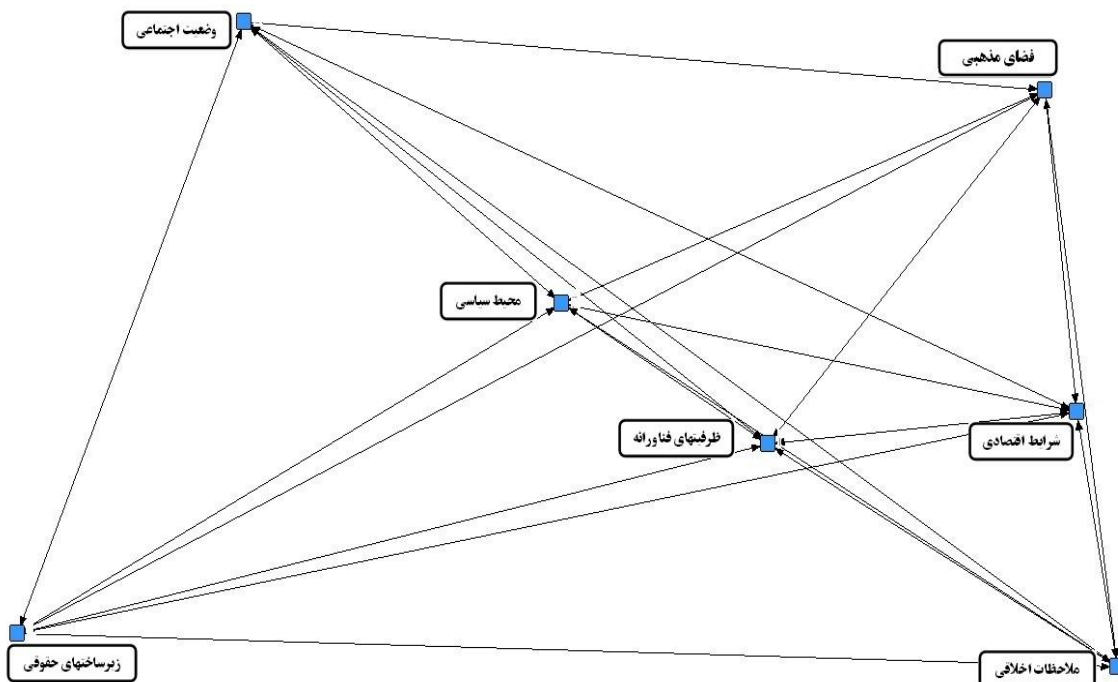
جدول ۵. خلاصه خروجی نرم‌افزار حاصل از تحلیل نظرات خبرگان

عوامل شاخص‌ها	محیط سیاسی	شرایط اقتصادی	وضعیت اجتماعی	ظرفیت‌های فناورانه	فضای مذهبی	ملاحظات اخلاقی	زیرساخت‌های حقوقی
شاخص مرکزیت بینابینی	۶,۱۷۲	۵,۷۴۵	۵,۴۸۵	۶,۵۳۶	۵,۴۶۴	۴,۶۲۴	۴,۴۷۲
شاخص مرکزیت درجه‌ای داخلی	۱۳,۱۳۰	۱۲,۳۶۰	۱۱,۷۲۰	۱۴,۰۶۰	۱۰,۱۳۰	۱۲,۳۱۰	۱۱,۰۴۰
شاخص مرکزیت درجه‌ای خارجی	۱۲,۸۹۰	۱۲,۲۳۰	۱۱,۰۵۰	۱۲,۳۰۰	۱۱,۲۶۰	۱۰,۷۳۰	۱۲,۲۹۰
مجموع شاخص‌های مرکزیت درجه‌ای	۲۶,۰۲	۲۴,۵۹	۲۲,۷۷	۲۶,۳۶	۲۱,۳۹	۲۳,۰۴	۲۳,۳۳

بنابراین، می‌توان از تلفیق این دو شاخص، اولویت‌دارترین عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه در جمهوری اسلامی ایران را دو عامل کلیدی «ظرفیت‌های فناورانه» و «محیط سیاسی» معرفی کرد. نقش کلیدی و جایگاه ویژه این دو عامل در مقایسه با دیگر عوامل، در نمایش گرافیکی از شبکه (خروجی نرم‌افزار NetDraw) نیز که در شکل ۳ آمده است،

قابل مشاهده و تأیید است؛ چرا که در این شکل، دو عنصر مرکزی دیده می‌شوند (ظرفیت‌های فناورانه/ محیط سیاسی) که توسط پنج عضو دیگر شبکه، احاطه شده‌اند.

1. Degree Centrality  
2. Song & Yeo  
3. Betweenness Centrality



شکل ۳. الگوی گرافیکی از شبکه تعاملی عوامل مؤثر بر همگرایی فناورانه در ایران

### سناریوسازی همگرایی فناورانه در نظام اداری

پیش از آغاز مرحله سناریوسازی لازم است عدم قطعیت‌های اصلی در مورد هر کدام از عوامل کلیدی شناسایی شده در تحقیق (ظرفیت‌های فناورانه و محیط سیاسی)، تعیین شوند. منظور از عدم قطعیت، وضعیت‌های خاصی از آینده موضوع است که در آن‌ها دو یا چند بدیل مختلف وجود دارد و امکان تحقق هر کدام از بدیل‌ها را می‌توان با احتمال زیاد و برابر پیش‌بینی کرد (تقفی و همکاران، ۱۳۹۴). بدین منظور از مشورت با خبرگان تخصصی دو حوزه مرتبط (علوم سیاسی/ سیاست‌گذاری علم و فناوری) کمک گرفته شد. خبرگان مورد مصاحبه در این بخش از مطالعه، تعداد پنج نفر از اعضای هیئت‌علمی رشته‌های یادشده (سه نفر از رشته علوم سیاسی و

دو نفر از رشته سیاست‌گذاری علم و فناوری) در دانشگاه‌های کشور بوده‌اند که به صورت جداگانه درباره عدم قطعیت‌های اصلی هر حوزه نظر داده‌اند. این نظرخواهی‌ها به صورت انفرادی انجام و از هر خبره خواسته شد تا مهم‌ترین و تأثیرگذارترین عدم قطعیت حوزه فعالیت خود را (بدون الزام به تعیین سایر عدم قطعیت‌ها) معرفی نماید. دلیل درخواست معرفی تنها یک عدم قطعیت در هر حوزه نیز مدل انتخاب شده برای سناریونویسی بوده است که طی آن تنها دو عدم قطعیت مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نظرخواهی‌ها تا زمانی ادامه یافت که نظرات مشابه از خبرگان دریافت شود و بدین ترتیب، عدم قطعیت‌های اصلی برای آینده‌نگاری نظام اداری همگرا در ایران به شرح مندرج در جدول ۶ احصا شدند.

جدول ۶. عدم قطعیت‌های شناسایی شده در آینده‌نگاری نظام اداری همگرا

عامل کلیدی	عنوان عدم قطعیت	شرح مختصر عدم قطعیت
ظرفیت‌های فناورانه	توانمندی علمی - فناورانه در مقابل ناتوانی علمی - فناورانه	قدرت علمی و فناورانه در تولید و به‌کارگیری فناوری‌های همگرا
محیط سیاسی	محیط سیاسی باز در مقابل محیط سیاسی بسته	کمیت و کیفیت مناسبات بین‌المللی جمهوری اسلامی ایران در صحنه جهانی

آن‌ها توسط تیم تحقیق، به نگرارش درآمده و در نشست با گروه خبرگان (متشکل از دو نفر از صاحب‌نظران حوزه آینده‌پژوهی

از تلاقی این عدم قطعیت‌های دوگانه، در مجموع، چهار سناریو از آینده نظام اداری همگرا در ایران شکل می‌گیرد که نسخه اولیه

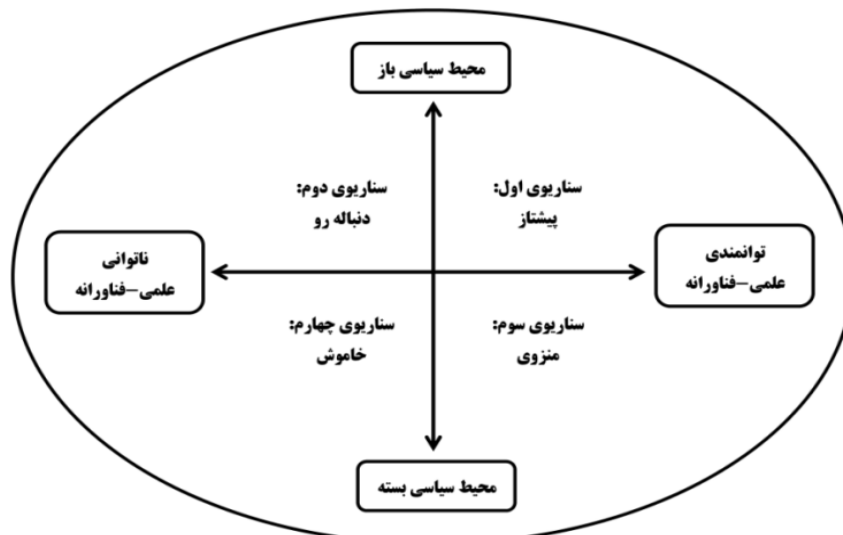
- سناریوی سوم (محیط سیاسی بسته و توانمندی علمی- فناورانه): چنانچه مناسبات بین‌المللی کشور در فضای سیاسی، محدود و ضعیف باشد، حتی با وجود توانمندی علمی و فناورانه در حوزه شزنان، به دلیل رقابت‌های سخت و خشن در عرصه برتری علمی و نظامی میان کشورهای مختلف، نظام اداری ایران دچار ضربه و آسیب جدی خواهد شد و نخواهد توانست به‌خوبی از ظرفیت‌ها و فرصت‌های نهفته در این فناوری‌ها برای توسعه و تعالی بهره‌برداری کند. در پژوهش حاضر، عنوان «منزوی» برای اشاره به این سناریو انتخاب شده است.

- سناریوی چهارم (محیط سیاسی بسته و ناتوانی علمی- فناورانه): بدون برخورداری از توان علمی و فناورانه داخلی و همچنین بدون پشتوانه مناسبات بین‌المللی توسعه‌یافته و کیفی، نظام اداری کشور به دور از فضای پیشرفته جهانی در حوزه فناوری‌های اداری و مدیریتی خواهد ماند و از گردونه رقابت‌های پیچیده آتی به‌طور کلی حذف می‌گردد. محققان حاضر، چنین سناریویی را «خاموش» نامیده‌اند. در شکل ۴ نحوه شکل‌گیری این سناریوهای چهارگانه برای آینده‌نگاری نظام اداری همگرا در جمهوری اسلامی ایران نشان داده شده است.

نظام اداری شاغل و بازنشسته سازمان اداری و استخدامی کشور، مورد اصلاح و تکمیل قرار گرفته است. شرح مختصر سناریوهای چهارگانه نظام اداری همگرا در ایران از این قرار است:

- سناریوی اول (محیط سیاسی باز و توانمندی علمی- فناورانه): در این آینده، جمهوری اسلامی ایران توانسته است با بهره‌گیری از توانمندی‌های علمی و فناورانه در حوزه دانش فناوری‌های همگرا و البته ضمن تعامل مؤثر و مثبت با دیگر کشورهای پیشتاز در این عرصه، قابلیت‌ها و فرصت‌های پیش‌بینی شده در زمینه استفاده از این فناوری‌های نوپدید را در نظام اداری خود پیاده‌سازی کرده و الگویی از نظام اداری همگرا را به جهان معرفی نماید. محققان حاضر، این سناریوی خوش‌بینانه و مطلوب را با عنوان «پیشتاز» معرفی می‌کنند.

- سناریوی دوم (محیط سیاسی باز و ناتوانی علمی- فناورانه): در سناریوی دوم، با وجود آنکه ظرفیت‌های علمی و فناورانه در داخل کشور جهت دستیابی به دانش پیشرفته انبیک به اندازه کافی وجود ندارد، اما به دلیل برخورداری از محیط سیاسی باز و امکان فرصت‌سازی از مناسبات بین‌المللی، نظام اداری جمهوری اسلامی ایران خواهد توانست با الگوگیری از کشورهای پیشتاز، به سمت مدل‌های نوین و توسعه‌یافته از نظام اداری همگرا مهاجرت نماید. چنین سناریویی با عبارت «دنباله‌رو» معرفی شده است.



شکل ۴. سناریوهای آینده همگرایی فناورانه در نظام اداری ایران

سناریوهای چهارگانه (ارائه شده در بخش قبل) تحقق یافته است. علاوه بر این، اهداف فرعی پژوهش شامل شناسایی پیشران‌ها و عوامل مؤثر بر توسعه فناوری‌های همگرا و

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی از این مطالعه، شناسایی تأثیرات جریان همگرایی فناورانه بر آینده نظام اداری ایران بود که در قالب معرفی

### پیشنهادها

- بر اساس این مطالعه آینده‌نگرانه می‌توان به مسئولان و طراحان نظام اداری کشور در سطح قوای مجریه و مقننه پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه کرد:
- به «سازمان اداری و استخدامی کشور» توصیه می‌شود برای آن که فرایند تحقق سناریوی اول (پیش‌تاز) از نظام اداری آینده را تسهیل کند، پیوندهای راهبردی خود را با دو نهاد اصلی تأثیرگذار بر عدم قطعیت‌های شناسایی شده در این مطالعه (شامل «وزارت امور خارجه» و «معاونت علمی و فناوری رئیس‌جمهور») در قالب فرایندهای کاری و ساختارهای سازمانی مناسب تقویت نماید. اجرای این پیشنهاد را می‌توان با تعریف سازوکارهای عملیاتی در قالب تفاهم‌نامه‌ای سه‌جانبه میان این سازمان‌ها دنبال نمود.
  - به منظور آمادگی برای بهره‌برداری بهینه از سناریوی دوم (دنباله‌رو) پیشنهاد می‌شود «مجلس شورای اسلامی» نسبت به تنظیم و تصویب مجموعه‌ای از اسناد همکاری دو یا چندجانبه با کشورهای پیش‌تاز در حوزه فناوری‌های همگرا اقدام کند تا بهره‌برداری کشورمان از یافته‌های فناورانه این دولت‌ها در نظام اداری تسهیل و تسریع گردد. بر اساس این اسناد که به شکل تفاهم‌نامه، تعهدنامه یا معاهده قابل طراحی هستند، کشورهای اولویت‌دار (از جمله روسیه، چین و اوکراین) متعهد خواهند شد که فناوری‌های اداری مرتبط با جریان همگرایی فناورانه انبیک را در اختیار کشورمان قرار دهند.
  - در صورتی که شرایط سیاسی و فناورانه کشور، وقوع سناریوی سوم (منزوی) را زمینه‌سازی کرد، لازم است ارتقای تاب‌آوری نظام اداری در دستور کار مسئولان قرار بگیرد؛ به‌طوری‌که نظام اداری همگرا که به مدد توانمندی‌های فناورانه داخلی ایجاد خواهد شد، برای تداوم فعالیت و استمرار نقش‌آفرینی خود در عرصه سازندگی کشور، وابستگی چندانی به منابع برون‌مرزی (مانند فروش نفت برای تأمین بودجه) نداشته باشد. در این راستا به «وزارت امور اقتصادی و دارایی» پیشنهاد می‌شود طی برنامه‌ای میان‌مدت، تلاش برای دستیابی به خودکفایی نظام اداری را دنبال کند؛ به‌گونه‌ای که منابعی داخلی و پایدار برای تأمین اعتبارات موردنیاز دستگاه‌های اجرایی کشور فراهم گردد. بخشی از این منابع جدید را می‌توان با خصوصی‌سازی شرکت‌های دولتی، الکترونیکی کردن فرایندهای اداری و دریافت هزینه تولید خدمات از دریافت‌کنندگان خدمات (مثلاً درخواست‌کنندگان مجوزهای دولتی) پیش‌بینی کرد.
  - با هدف کسب آمادگی برای مواجهه با سناریوی چهارم (خاموش) نیز توصیه می‌شود «وزارت کشور»، توانمندسازی و

همچنین اولویت‌بندی آن‌ها نیز به استناد یافته‌های گزارش شده در بخش پیشین مقاله محقق شده‌اند.

یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر در بخش شناسایی عوامل مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه با نتایج حاصل از مطالعات روکو (۲۰۰۷) و لوس (۲۰۰۹) هم‌راستایی بیشتری نشان می‌دهد؛ چراکه گروه‌بندی عوامل مؤثر را در طبقاتی مشابه انجام داده‌اند؛ البته به دلیل شرایط بومی قلمرو اجرای پژوهش (نظام جمهوری اسلامی ایران)، یافته‌های این پژوهش، عوامل مذهبی را در گروهی مستقل از اخلاق یا عوامل اجتماعی ارائه کرده است که با دیگر تحقیقات قبلی، متفاوت به نظر می‌رسد.

از سوی دیگر نتایج بخش دوم این پژوهش که به سناریونویسی درباره آینده نظام اداری ایران تحت تأثیر فناوری‌های همگرا اختصاص دارد، با مطالعه انجام شده توسط کوثری و همکاران (۱۳۹۵) از این جهت هماهنگ به نظر می‌رسد که توانسته از هر سه دسته سناریوهای خوش‌بینانه (پیش‌تازی)، بدبینانه (خاموشی) و مقدور (دنباله‌رو/ منزوی) نمونه‌ای ارائه دهد. همچنین مطالعه حاضر هم‌راستا و تأییدکننده یافته‌های داتسنکو (۲۰۱۷) به نظر می‌رسد چرا که به پیامدهای ناشی از نفوذ جریان همگرایی فناورانه در کشور در آینده مطلوب اشاره کرده است؛ البته از آنجا که تمرکز مطالعه یاد شده برخلاف این تحقیق، بر نظام اقتصادی بوده است، جزئیات یافته‌ها با همدیگر متفاوت هستند.

جمع‌بندی نهایی از مطالعه حاضر را می‌توان بدین صورت ارائه کرد که نظام اداری جمهوری اسلامی ایران همچون سایر خرده‌نظام‌های کشور، ناگزیر تحت تأثیر جریان همگرایی فناورانه قرار خواهد گرفت؛ اما آینده شکل‌گیری نظام اداری همگرا در این کشور به شدت وابسته به دو عامل اصلی شامل محیط سیاسی و ظرفیت‌های فناورانه است و نحوه تعامل عدم قطعیت‌های مربوط به این دو عامل با یکدیگر، تعیین‌کننده وضعیت نظام اداری آینده ایران خواهد بود. سناریوی خوش‌بینانه از آینده (پیش‌تازی) زمانی رقم خواهد خورد که از یک‌سو، توانمندی علمی و فناورانه کشور در دستیابی به فناوری‌های همگرا مناسب بوده و از سوی دیگر، ارتباطات مثبت بین‌المللی در فضای باز سیاسی نیز شکل گرفته باشد. بدبینانه‌ترین سناریو (خاموشی) هم‌زمانی پیش‌بینی می‌شود که کشور نه از توان علمی و فناوری کافی و نه از فضای سیاسی باز و مثبت برخوردار باشد. سناریوهای بینابینی (دنباله‌رو/ منزوی) هم در صورت مثبت بودن یکی از این دو عدم قطعیت و منفی بودن دیگری پدیدار خواهند شد.

عوامل فرعی پیشران‌ها بوده است؛ به عبارت دیگر، در این مطالعه، تنها عوامل اصلی مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه (شامل محیط سیاسی، شرایط اقتصادی و...) مورد اولویت‌بندی قرار گرفته‌اند؛ از این رو، به پژوهشگران بعدی پیشنهاد می‌شود مقایسه و رتبه‌بندی میان عوامل فرعی هر دسته از پیشران‌ها را به روشی علمی دنبال کنند.

- محدودیت دیگر این مطالعه، عدم ورود به مرحله پس‌آینده‌نگاری یا طراحی مسیر تحقق سناریوی مطلوب از نظام اداری همگراست. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از ابزارهایی مانند طراحی نقشه راه برای پیش‌بینی اقدامات و فعالیت‌های مورد انتظار از فعالان نظام اداری و اجرایی کشور به‌منظور تسهیل روند شکل‌گیری آینده مطلوب کشور در این عرصه استفاده شود.

ایجاد ظرفیت‌های مدیریتی جدید در سازمان‌های مردم‌نهاد و تشکل‌های حرفه‌ای را برای پذیرش مسئولیت‌های کنونی نظام اداری در دستور کار خود قرار دهد تا بدین ترتیب، سهم نظام اداری خاموش در جریان توسعه کشور به حداقل کاهش یابد و این نقش به تشکل‌های جامعه مدنی (مانند شهرداری‌ها، شوراهای اسلامی مناطق، انجمن‌های حرفه‌ای، مؤسسات غیرانتفاعی) انتقال یابد. به بیان دیگر، باید به نحوی برنامه‌ریزی کرد که اهرم تأثیرگذاری نظام اداری ناکارآمدی که در این سناریو برای کشور پیش‌بینی می‌شود، هرچه کوتاه‌تر شده و سهم نهادهای جامعه‌محور در این تعامل افزایش یابد.

همچنین از آنجا که مطالعه حاضر دچار محدودیت‌هایی به شرح زیر بوده است، به ازای هر کدام از این محدودیت‌ها پیشنهادی پژوهشی برای محققان علاقه‌مند به تکمیل این زنجیره تحقیقاتی توصیه می‌شود:

- از جمله مهم‌ترین محدودیت‌های تحقیق، عدم بررسی تأثیرات

## منابع

- آزادی احمدآبادی، قاسم (۱۳۹۵). «ماهیت میان‌رشته‌ای مقاله‌های چهار حوزه نانو، زیستی، شناختی و اطلاعات بر اساس فن هم‌تالیفی». *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۱۹ (۴)، ۱۶۸-۱۳۲.
- احمدیان، عباسعلی؛ قاضی نوری، سید سپهر؛ تقفی، فاطمه؛ قاضی نوری، سید سروش و محمدی، مهدی (۱۳۹۶). «ارزیابی آینده مسیرهای نوآوری زیست‌فناوری بر اساس همگرایی آن با سایر فناوری‌ها». *زیست‌فناوری دانشگاه تربیت مدرس*، ۹ (۱)، ۱۶۴-۱۵۴.
- احمدی، فخرالدین؛ شفیع‌زاده، حمید و موسوی، سودابه‌السادات (۱۳۹۳). «بررسی میزان تحقق برنامه‌های تحول در نظام اداری با تأکید بر شاخص مدیریت راهبردی». *پژوهش‌های مدیریت راهبردی*، ۲۰ (۵۴)، ۱۳۴-۱۱۷.
- ایزنلو، قاسم و خدایرست مشهدی، مهدی (۱۳۹۴). «ضعف نظام اداری: چالش استراتژیک توسعه منطقه‌ای (مطالعه موردی خراسان شمالی)». *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۱۹ (۱)، ۳۱-۱.
- پایا، علی؛ بهرامی، محسن؛ شرکا، حمیدرضا و طباطبائی، سید محمد (۱۳۹۰). «ارزیابی آینده‌پژوهانه تأثیرات علوم و فناوری‌های همگرا بر حوزه‌های اخلاق، اجتماع و سیاست در ایران تا ۱۴۰۴». *رهیافت*، ۴۹، ۲۷-۱۹.
- تقفی، فاطمه؛ علی احمدی، علیرضا؛ قاضی نوری، سید سپهر و حورعلی، منصوره (۱۳۹۴). «تدوین و شناسایی سناریوهای امکان‌پذیر آینده خدمات دولت الکترونیک ایران در افق ۱۴۰۴». *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۷ (۱)، ۶۸-۴۹.
- حسین‌زاده، مهناز و مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۴). «طراحی چارچوب روش‌شناسی چندگانه تحقیق در عملیات با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی». *پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری*، ۱ (۱)، ۲۶-۱.
- رضانی، ابوالفضل و میرزاحمدی، علی (۱۳۹۲). *تحلیل شبکه‌های اجتماعی به همراه آموزش نرم‌افزار UCINET*. تهران: جامعه‌شناسان.
- سپهری، محمدمهدی و ریاحی، آسیه (۱۳۸۹). «کاربست تحلیل شبکه اجتماعی برای استخراج نیازهای سیستم مدیریت دانش در سازمان‌های دانش‌بنیان». *سیاست علم و فناوری*، ۳ (۲)، ۱۴-۱.
- سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس و حجازی، الهه (۱۳۹۳). *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*. تهران: آگاه.
- شکفته، مریم و حریری، نجلا (۱۳۹۲). «ترسیم و تحلیل نقشه علمی پزشکی ایران با استفاده از روش هم‌استنادی موضوعی و معیارهای تحلیل شبکه اجتماعی». *مدیریت سلامت*، ۱۶ (۵۱)، ۵۹-۴۳.

طالقانی، محمد و مهدی‌زاده، مهران (۱۳۹۵). «شناسایی و طبقه‌بندی تنگناها و چالش‌های فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای در نظام اداری». *مدیریت توسعه و تحول*، ۸ (۲۵)، ۳۷-۵۰.

عرفان‌منش، محمدمبین و اصنافی، امیررضا (۱۳۹۵). بررسی وضعیت تولیدات علمی بین‌المللی حوزه فناوری‌های همگرا در پایگاه وب اف ساینس. *مجموعه مقالات برگزیده نهمین کنگره پیشگامان پیشرفت*، ۲۳۳-۲۳۱.

فیضی، کامران و ایران‌دوست، منصور (۱۳۹۲). *دلفی روشی برای تحقیق، تصمیم‌گیری و آینده‌پژوهی*. تهران: سازمان مدیریت صنعتی.

کوثری، سحر؛ قاضی نوری، سید سپهر؛ ثقفی، فاطمه و عموعابدینی، قاسم (۱۳۹۵). «توسعه سناریوی مطلوب آثار اجتماعی توسعه فناوری نانو در ایران: یک رویکرد مورفولوژیک». *سیاست علم و فناوری*، ۸ (۲)، ۱-۱۵.

محمدی، حامد؛ الوانی، سید مهدی؛ معمارزاده طهران، غلامرضا و حمیدی، ناصر (۱۳۹۵). «طراحی و تبیین الگوی اثربخش نظام اداری ایران». *مدیریت دولتی*، ۸ (۴)، ۵۹۱-۶۱۶.

میرزایی، صابر (۱۳۹۲). «تبیین الگوی برای بررسی تجارب کشور در ورود به فناوری‌های کلیدی». *رهیافت*، ۵۴، ۳۴-۳۱.

میرمحمدی، سید محمد و حسن‌پور، اکبر (۱۳۹۰). «نظام اداری ایران: تحلیلی بر مشکلات و چالش‌ها». *چشم‌انداز مدیریت دولتی*، ۲ (۸)، ۹-۲۲.

- Achinas, S., Horjus, J., Achinas, V. & Euverink, G. J. W. (2019). "A PESTLE Analysis of Biofuels Energy Industry in Europe". *Sustainability*, 11(5981), 1-24.
- Aegerter, A. & Benziger, A.S. (2015). "Study the Effect of Internet on the Human Abilities in Future". *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 2(5), 1-5.
- Ahmad, T. (2019). "Technology Convergence and Cybersecurity: A Critical Analysis of Cybercrime Trends in India". *27th Convergence India Pragati Maidan*, 29-31 Jan, 2019. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3326232>.
- Akaev, A. A. & Rudskoi, A. I. (2015). "A Mathematical Model for Predictive Computations of the Synergy Effect of NBIC Technologies and the Evaluation of Its Influence on the Economic Growth in the First Half of the 21st Century". *Doklady Mathematics*, 91(2), 182-185.
- Andler D., Barthelmé, S., Beckert, B., Blümel, C., Coenen, C., Torsten, F., Friedewald, M., Quendt, C., Rader, M., Simakova, E. & Woolgar, S. (2008). "Converging Technologies and their impact on the Social Sciences and Humanities (CONTECS)". *Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research*. Online: <http://www.contecs.fraunhofer.de>
- Bainbridge, W.S. (2007). "Converging Technologies and Human Destiny". *Journal of Medicine and Philosophy*, 32(3), 197-216.
- Beaudry, D. N. (2007). "The Effects of Technology Convergence on Markets". Paper presented at the *Dynamics Of Globalization - AIB US-Northeast Chapter Meeting in Portsmouth*, New Hampshire. Retrieved from <http://academicarchive.snhu.edu>
- Beland, J. P., Patenaude, J., Legault, G. A., Boissy, P. & Parent, M. (2011). "The Social and Ethical Acceptability of NBICs for Purposes of Human Enhancement: Why Does the Debate Remain Mired in Impasse?". *Nanoethics*, 5, 295-307.
- Cai, S. S. (2011). "The age of synthesis: From cognitive science to converging technologies and hereafter". *Chinese Science Bulletin*, 56(6), 465-475.
- Canton, J. (2004). "Designing the Future: NBIC Technologies and Human Performance Enhancement". *Annals New York Academy of Science*, 1013, 186-198.
- Cobb, M. D. & Gano, G. (2012). "Evaluating Structured Deliberations about Emerging Technologies: Post-Process Participant Evaluation". *International Journal of Emerging Technologies and Society*, 10, 96-110.
- Dotsenko, E. (2017). "NBIC-Convergence as a Paradigm Platform of Sustainable Development". *The Second International Innovative Mining Symposium*. DOI: 10.1051/e3sconf/20172104013.
- Efimushkin, S. & Efimushkina, A. (2020). "Improving Innovation as a Factor in Influencing the Sustainable Development of Society". *MATEC Web of Conferences*, 311, 1-7.
- Ezdina, N. (2017). "Humanity and Environment Co-influence in the Shadow of Technological Convergence". *The Second International Innovative Mining Symposium*. DOI: 10.1051/e3sconf/20172104015.



- Farrokhi, H., GhodratiToostani, I., Farasatkah, M. & Ekhtiari, H. (2014). "Sustainable Development of Cognitive Science and Technology Ecosystem; an Overview to the "Human Brain Project" as a Functioning Sample". *Basic and Clinical Neuroscience*, 5(1), 4-10.
- Ghalichkhani, R. D., Sepahvand, R. & Mehdibeigi, N. (2015). "The relation between organizational behavior and converging technologies". *International Journal of Asian Social Science*, 5(8), 431-445.
- Ghazinoory, S. & Hajishirzi, R. (2012). "Using Actor-Network Theory to identify the role of IT in cognitive science in Iran". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 32, 153-162.
- Gnatik, E.N. (2016). "Trends and Benchmarks of Higher Education in the area of Techno Science Progress". *Indian Journal of Science and Technology*, 9(48), 1-7.
- Gorman, M. (2004). "Collaborating on Convergent Technologies". *Annals New York Academy of Sciences*, 1013, 1-13.
- Kamensky, E.G. (2015). "Context of NBIC-Technologies Development: Institutions, Ideology and Social Myths". *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(6), 181-185.
- Khushf, G. (2004). "Systems theory and the ethics of human enhancement". *Annals New York Academy of Sciences*, 1013, 124-149.
- Kim, K. H. & Moon, Y. H. (2013). "A New Measurement to Understand Convergence Phenomenon". *Asian Journal of Innovation and Policy*, 2(1), 37-62.
- Kim, P. R. & Hwang, S. H. (2012). "A Study on the Identification of Cutting-Edge ICT-Based Converging Technologies". *ETRI Journal*, 34(4), 602-612.
- Lee, S. Y. (2011). "The Trends of IT Convergence in Korea". *Journal of Korean Industrial Information System Research*, 17(7), 101-110.
- Lopez, J. (2004). "Bridging the Gaps: Science Fiction in Nanotechnology". *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 10(2), 129-152.
- Luce, J. (2009). "Narrating Converging Technologies". *Ökologisches Wirtschaften*, 4, 35-38.
- McCreight, R. (2013). "Convergent Technologies and Future". *Strategic Studies Quarterly*, 4, 11-19.
- McIntosh, D. (2010). "Transhuman Security Dilemma". *Journal of Evolution & Technology*, 21(2), 32-48.
- Nordmann, A. (2007). "Knots and Strands: An Argument for Productive Disillusionment". *Journal of Medicine and Philosophy*, 32(3), 217-236.
- Roco, M. C. (2007). "Possibilities for global governance of converging technologies". *Journal of Nanopart Researches*, DOI 10.1007/s11051-007-9269-8.
- Schummer, J. (2008). "From Nano-Convergence to NBIC-Convergence". in *"Deliberating Future Technologies: Identity, Ethics, and Governance of Nanotechnology"*, Heidelberg et al.: Springer.
- Song, M. G. & Yeo, G. T. (2017). "Analysis of the Air Transport Network Characteristics of Major Airports". *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 117-125.
- Sparf, J. & Petridou, E. (2018). "Collaborations in Routine Emergency Management: Lessons from Sweden". *Procedia Engineering*, 212, 302-308.
- Swierstra, T., Van Est, R. & Boenink, M. (2009). "Taking Care of the Symbolic Order: How Converging Technologies Challenge our Concepts". *Nanoethics*, 3, 269-280.
- Toit, A. (2016). "Using Environmental Scanning to Collect Strategic Information: A South African Survey". *International Journal of Information Management*, 36, 16-24.
- Toivonen, S. & Viitanen, K. (2016). "Environmental Scanning and Futures Wheels as Tools to Analyze Thepossible Future Themes of the Commercial Real Estate Market". *Land Use Policy*, 52, 51-61.
- Wolbring, G. (2006). "Solutions Follow Perceptions: NBIC and the Concept of Health, Medicine, Disability and Disease". *Health Law Review*, 12(3), 41-46.
- Yoonessi, A., Kalantarinezhad, R. & Joghataei, M. T. (2011). "NBIC, the Converging Technologies". *Basic and Clinical Neuroscience*, 3(1), 3.
- Zhironkin, S., Demchenko, S., Kayachev, G., Taran, E. & Zhironkina, O. (2019). "Convergent and Nature-Like Technologies as the Basis for Sustainable Development in the 21st Century". *E3S Web of Conferences*, 105, 1-6.