

مقاله پژوهشی: ارزیابی فناوری: رویکردها، چالش‌ها و حوزه‌ها

محمدرضا رضائیان دلویی^۱، حنیف کاررونی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶

چکیده

ارزیابی فناوری پیامدهای ورود و گسترش فناوری‌ها را از جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی، اخلاقی و محیط‌زیستی بررسی می‌کند. هدف از این پژوهش توصیفی - تحلیلی تعیین رویکردها، چالش‌ها و حوزه‌های ارزیابی فناوری است. ابتدا منابع موجود و مقالات پراستناد این حوزه انتخاب و مطالعه شد. سپس با انتخاب ۱۰ سازمان بین‌المللی ارزیابی فناوری و بررسی و تحلیل پروژه‌ها و دیگر منابع مرتبط با آن‌ها، رویکردها، چالش‌ها و حوزه‌های ارزیابی فناوری مورد تمرکزشان احصا گردید. بر اساس این دو دسته اطلاعات، پرسش‌نامه‌ای با ۴۰ پرسش تدوین و توسط ۳۱ خبره تکمیل شد. بر طبق مهم‌ترین نتایج حاصل از تحلیل پرسش‌نامه‌ها، انجام پژوهش‌های فرارشته‌ای، تعاملات بین‌بخشی و بین‌سازمانی، وضع قوانین برای ارزیابی فناوری و تشکیل مؤسسه‌ای در ایران برای ارزیابی فناوری ضروری است. در انتخاب روش ارزیابی فناوری، مهم‌ترین ملاحظه‌ها «جامع و مانع بودن» و «برآوردن اهداف» است. روش‌های مشارکتی و روش دلفی بهترین روش ارزیابی فناوری است. بر طبق نتایج، مشاهده میدانی مناسب‌ترین روش بررسی نظر عامه مردم درباره فناوری‌هاست. در ارزیابی فناوری، باید به پذیرش اجتماعی و تعارضات فناوری با جامعه سنتی، تأثیرات فناوری بر سلامت جامعه و حریم خصوصی و امنیت جامعه توجه شود. مهم‌ترین حوزه‌هایی که جمهوری اسلامی ایران در ارزیابی فناوری باید بر آن‌ها تمرکز کند عبارت‌اند از تأثیرات فناوری‌ها بر آلودگی هوا، سیاست‌های انرژی، هوش مصنوعی، امنیت سایبری و شبکه‌های اجتماعی.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی فناوری، رویکردهای ارزیابی، چالش‌های ارزیابی، حوزه‌های ارزیابی، مؤسسات بین‌المللی ارزیابی فناوری

۱. استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه بیرجند (نخبه و وظیفه سابق در دانشگاه عالی دفاع ملی)

۲. استادیار دانشگاه عالی دفاع ملی (نویسنده مسئول)؛ پست الکترونیک: hanif.kazerooni@gmail.com

مقدمه

ارزیابی فناوری، به روشی سازمان‌یافته، «تأثیر ناشی از ارائه یک فناوری جدید و تعمیم، گسترش یا تعدیل آن را در جامعه بررسی و ... پیامدهای مثبت و منفی، ناخواسته، غیرمستقیم یا همراه با تأخیر فناوری بر جامعه را ارزیابی می‌کند» (جوزف، ۱۳۸۶: ۵۴). ارزیابی فناوری زیرمجموعه مطالعات سیاست‌گذاری است (کوئس^۱، ۱۹۷۴: ۳۴۱)، یکی از سازوکارهای ضروری برای سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان در نظر گرفته می‌شود (جوزف، ۱۳۸۶) و باعث «ترسیم نقشه راه آینده»، «شناسایی و ارزیابی فرصت‌ها، نیازها و موانع»، «یافتن مشکلات و راه‌های حل مسائل»، «نظم دادن به حوزه‌های تحقیق و تصور میزان پیچیدگی آن»، «توانایی برقراری ارتباطات میان‌رشته‌ای»، «حمایت از توسعه راهبردها و ارتباطات میان‌رشته‌ای» و «برقراری ارتباط روشن و شفاف با حامیان و عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر از فناوری» (ملکزاده، ۱۳۸۴: ۳۳-۳۴) می‌شود. دیگر نتایج ارزیابی فناوری شامل کاهش هزینه‌ها، تعیین ریسک، تعیین‌نروش‌هایی برای جبران آسیب‌ها، جلوگیری از گسترش بی‌رویه فناوری، تعیین و اعمال تغییرات (کوئس، ۲۰۰۱: ۳۰۴) و در نهایت تأثیرات درازمدت مفید بر مردم، جامعه و محیط‌زیست است (کلر و لدرگربر^۲، ۱۹۹۸).

از آنجا که در اسناد بالادستی و قوانین توسعه و سند چشم‌انداز بیست‌ساله جمهوری اسلامی ایران بر ارزیابی و تحلیل علم و فناوری تأکید مؤکد شده است (نوروززاده، شفیع‌زاده، روحانی، ۱۳۹۲)، ضروری است تأثیرات و عواقب ورود و توسعه فناوری‌ها از جنبه‌های مختلف سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی تعیین و به سیاست‌گذاران اعلام شود تا مانع از پیامدهای منفی از شود. این مهم نیازمند داشتن نگاهی جامع به ارزیابی فناوری است که در آن، علاوه بر رویکردها و روش‌ها، چالش‌های ارزیابی فناوری و حوزه‌های ارزیابی فناوری نیز در نظر گرفته شود. بدین منظور، ابتدا باید مشخص شود ارزیابی فناوری چیست، چه ضرورتی دارد، با چه رویکردها و ابزارهایی قابل سنجش است و چه چالش‌هایی دارد. همچنین می‌توان با مطالعه فعالیت‌های انجام‌شده در سازمان‌های بین‌المللی ارزیابی فناوری مشخص کرد که این سازمان‌ها چه ساختار و اهدافی دارند و بر چه زمینه‌هایی متمرکزند تا بتوان از تجربیات آن‌ها، بنا به ضرورت و اقتضائات، استفاده کرد.

^۱Coates
^۲Keller & Ledergerber

بنابراین، اهمیت پژوهش حاضر را می‌توان در این چند مورد خلاصه کرد: تعیین رویکردهای مناسب برای ارزیابی فناوری با در نظر گرفتن عوامل مهم تأثیرگذار بر آن، تبیین چالش‌های ارزیابی فناوری، تعیین مهم‌ترین حوزه‌های ارزیابی فناوری و بهره‌گیری از تجربه‌های سازمان‌های بین‌المللی ارزیابی فناوری برای تعیین رویکردها، چالش‌ها و حوزه‌ها. چنانچه این چند مهم تعیین و تبیین شود، می‌توان نگاهی همه‌جانبه به ارزیابی فناوری داشت و سیاست‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت و بلندمدت مناسب اتخاذ کرد. در تبیین ضرورت پژوهش باید گفت که چنانچه ارزیابی فناوری انجام نشود، نمی‌توان تبعات ورود یا استفاده از فناوری‌ها یا گسترش آن‌ها را — مثلاً بر زندگی فردی و سلامت و امنیت و محیط‌زیست — ارزیابی کرد، سیاست‌گذاران و عامه مردم را از آن‌ها آگاه ساخت، هشدارهای به‌موقع ارائه کرد و به دیدگاه‌های عامه مردم جهت داد. بنابراین، عدم ارزیابی فناوری ممکن است پیامدهای مشهود و نامشهود منفی به همراه داشته باشد.

بنابراین، هدف اصلی پژوهش عبارت است از «ارائه الگوی رویکردها، چالش‌ها، و حوزه‌های ارزیابی فناوری مناسب کشور ایران از نظر صاحب‌نظران» و اهداف فرعی آن عبارت‌اند از (۱) بررسی رویکردهای ارزیابی فناوری، (۲) بررسی چالش‌های ارزیابی فناوری، (۳) ارائه حوزه‌های ارزیابی فناوری و (۴) بررسی رویکردها و چالش‌ها و حوزه‌های ارزیابی فناوری در ۱۰ سازمان بین‌المللی ارزیابی فناوری. بدین ترتیب، سؤال اصلی پژوهش بدین صورت مطرح شد: رویکردها، چالش‌ها و حوزه‌های ارزیابی فناوری در کشور جمهوری اسلامی ایران چگونه است؟

پیشینه پژوهش

تعریف، رویکردها و روش‌های ارزیابی فناوری

«ارزیابی فناوری فرایندی علمی و تعاملی و ارتباطی است که هدف آن کمک به شکل‌دهی دیدگاه‌های سیاست‌گذاران و عامه مردم درباره جنبه‌های اجتماعی علم و فناوری است» (دکر و لادیکاس؛ ۲۰۰۴: ۱۴). بر طبق این تعریف، ارزیابی فناوری به شکل‌دهی دیدگاه‌های سیاست‌مداران و عامه مردم می‌پردازد و نه به خود تصمیم‌گیری. ارزیابی فناوری دانش و جهت‌گیری و رویکردهای ضروری را برای حل مشکلات ارائه می‌کند و تأکید بر مسئولیت‌پذیری در توسعه فناوری‌ها دارد (هلستروم؛ ۲۰۰۳؛ گران‌والد؛ ۲۰۱۱ و ۲۰۱۴؛ شومبرگ؛ ۲۰۱۱).

در تعریف دکر و لادیکاس، «علم»، «تعامل» و «ارتباط» اهمیت فراوان دارند و سه ستون ارزیابی فناوری‌اند. علم، دانش مرتبط با عواقب فناوری و شرایط اجرا و سازوکارهای کنترل رشد فناوری را با روش‌های علمی در اختیار می‌گذارد. در زمینه تعامل، بحث تعارض بین موافقان، مخالفان و ذی‌نفعان مطرح است. ارتباط نیز به این معنی است که باید بین شکل‌دهی دیدگاه سیاسیون و عامه مردم تمایز قائل شد. صفت «اجتماعی» به جنبه‌هایی از فناوری اشاره دارد که با جامعه در ارتباط‌اند. این ارتباط شامل جنبه‌های اخلاقی، اقتصادی و محیطی فناوری است. با این حال، از آنجا که ارزیابی فناوری از جنبه‌های گوناگون قابل تعریف است (مثلاً از جنبه کارکرد، روش، موضوع و مخاطب)، ارائه تعریف واحد دشوار به نظر می‌رسد (دکر و لادیکاس، ۲۰۰۴: ۱۴).

به باور دکر و لادیکاس (۲۰۰۴: ۲-۴)، دو رویکرد مهم ارزیابی فناوری شامل تحلیل سیستمی و روش‌های مشارکتی است که در روش دوم، همه ذی‌نفعان و حتی عامه مردم مشارکت دارند. از نظر شریف و سانداراراجان^۱ (۱۹۸۳: ۱۶)، برای ارزیابی فناوری دو مدل کمی و کیفی وجود دارد. در تحلیل عوامل کیفی، می‌توان از تحلیل تأثیر متقابل، فنون آگاهی از دیدگاه‌های عامه مردم، ایجاد سناریو و تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده کرد. از سوی دیگر، مدل‌هایی از قبیل تحلیل هزینه / منفعت و محاسبه دوره بازگشت سرمایه کاربرد گسترده‌ای در تحلیل عوامل کمی دارند. به باور چن، جاربو، و ولف^۲ (۱۹۸۱)، بخش جدایی‌ناپذیر ارزیابی فناوری سناریوسازی است که بافت اجتماعی - اقتصادی لازم را برای ارزیابی سیستم‌های مبتنی بر فناوری در اختیار می‌گذارد. دیگر روش‌های معمول ارزیابی فناوری نمودار درختی، مدل‌های علی و شاخص‌های اجتماعی (جوزف، ۱۳۸۶: ۵۴)، «مدل‌سازی ساختاری تفسیری» (واتسن^۳، ۱۹۷۸)، «تحلیل تصمیم» (مرخوفر^۴، ۱۹۸۲)، «فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی» (رامانوجام و ساتی^۵، ۱۹۸۱)، استفاده از کلان‌داده‌ها و متن‌کاوی است (آهن، یون و لی^۶، ۲۰۲۱).

پام و هنسن^۷ (۲۰۰۶: ۵۴۴) اذعان می‌دارند که فناوری‌های جدید اغلب سبب ایجاد مشکلات اخلاقی می‌شوند که قبلاً چندان مورد توجه نبوده‌اند. این دو صاحب‌نظر روش «ارزیابی اخلاقی فناوری» را پیشنهاد می‌کنند تا تأثیرات مخرب فناوری‌های جدید در مراحل اولیه مشخص شود.

^۱Sharif & Sundararajan

^۲Chen, Jarboe, & Wolfe

^۳Watson

^۴Merkhofer

^۵Ramanujam & Saaty

^۶Ahn, Yoon & Lee

^۷Palm & Hansson

مهم‌ترین جنبه‌های اخلاقی فناوری نشر و کاربرد اطلاعات، کنترل، تأثیرگذاری و قدرت، تأثیر بر الگوهای ارتباط اجتماعی، حریم شخصی، روابط بین‌المللی و تأثیر بر ارزش‌های انسانی است. آن‌ها ادعا می‌کنند که در دهه ۱۹۶۰، تأکید بیشتر بر مسئولیت‌پذیری اجتماعی در توسعه فناوری مورد توجه بود زیرا فناوری‌های جدید سبب آگاهی بیشتر از مشکلات جدید اجتماعی و محیط‌زیستی شده بود. انتظار می‌رفت ارزیابی فناوری تأثیرات منفی و ناخواسته نوآوری‌های فناورانه را پیش‌بینی کند تا سیاست‌گذاری مناسب اعمال شود (پالم و هانسن، ۲۰۰۶).

به باور جی اف کوتس و وی تی کوتس، ضروری است نگرانی‌ها و مسائل همه گروه‌های سنی، همه جنسیت‌ها، همه گروه‌های قومی و مذهبی در ارزیابی فناوری در نظر گرفته شود. مشارکت عمومی گسترده نیز نقش بسیار قابل توجهی در ارزیابی فناوری دارد. ابزارهای جدید از قبیل فیلم، کارتون، رادیو، مسابقه، ایجاد سناریو، موت کورت، و درک ویژگی‌های تک‌تک افراد نیز نقش مهمی در ارزیابی فناوری دارند (جی اف کوتس و وی تی کوتس، ۲۰۱۶) زیرا روش‌های سنتی ارزیابی فناوری و پیش‌بینی عواقب و تأثیرات آن به اندازه گذشته اثربخش نیست (گران‌والد، ۲۰۲۰).

سنجه‌های ارزیابی فناوری

از نظر شریف و سانداراراجان، مهم‌ترین عواملی که مناسب بودن فناوری را تعیین می‌کنند عوامل محیطی (آلودگی، بیوسستم و کاربری زمین)، سازمانی و سیاسی (قوانین، کنترل دولتی و سیاست‌گذاری ملی)، اجتماعی (عادت‌های کاری، سیستم‌های آموزشی و خدمات بهداشتی درمانی)، فناورانه و اقتصادی (بازدهی، صادرات، درآمد شخصی، کار و بیکاری، هزینه زندگی و تراز تجاری) است (شریف و سانداراراجان، ۱۹۸۳: ۱۵-۲۱). آسفا و فراستل (۲۰۰۷) یکی از جنبه‌های مهم ارزیابی فناوری را ارزیابی تأثیر اجتماعی فناوری و پذیرش اجتماعی آن می‌دانند. منظور از این تأثیر بررسی تأثیر فناوری بر شیوه زندگی و کار مردم، فرهنگ (اعتقادات، سنت‌ها و ارزش‌های مشترک)، جامعه، نظام‌های سیاسی (مشارکت در تصمیم‌گیری‌ها)، محیط، سلامت و رفاه، حقوق بشر، حقوق شهروندی و بیم‌ها و امیدها (تصور از امنیت و آینده) است. آن‌ها معتقدند تصمیم‌گیران، تصمیم‌سازان و توسعه‌دهندگان فناوری باید ارتباط خود را با جامعه مردم بیشتر کنند و اطلاعاتی درباره فناوری‌های جدید در اختیار آن‌ها قرار دهند (آسفا و فراستل، ۲۰۰۷).

برای ارزیابی فناوری، سنجه‌های گوناگونی مطرح شده است. برخی از این سنجه‌ها در ادامه

بیان می‌شوند:

- درون‌داد / سرمایه‌گذاری در علم و فناوری: هزینه هر کدام از مراحل تحقیق و توسعه، هزینه کارکنان و تجهیزات، منابع تأمین بودجه و مقایسه هزینه‌ها با توجه به دیگر رقبا
- سنجه‌های اقتصادی و مالی: صرفه‌جویی در هزینه‌ها، بازگشت سرمایه و بازگشت دارایی
- سنجه‌های تجاری و کسب و کار: درصد فروش‌های جدید، میزان سوددهی، درصد سهم بازار، رضایت مشتری، تعامل با مشتریان، انطباق با قوانین و مقررات، کیفیت و قابلیت اتکا و تحویل به موقع به بازار برای رقابت با رقبا
- سنجه‌های علم‌سنجی: تعداد انتشارات و تعداد ارجاعات
- حق انحصاری ثبت اختراع: تعداد ثبت اختراع‌ها، استانداردهای ثبت اختراع و هزینه ثبت اختراع
- سنجه‌های سازمانی، راهبردی و مدیریتی: مدیریت پروژه، ارزیابی قابلیت‌های علمی و فنی واحد علم و فناوری، پیشرفت پروژه و موفقیت آن، ارزیابی پروژه‌ها و برنامه‌ها، مالکیت، حمایت و سرمایه‌گذاری در پروژه‌ها و برنامه‌ها و ارتباط علم و فناوری با اهداف راهبردی
- برون‌داد: نتایج آنی و فوری، نتایج مراحل میانی، نتایج ماقبل مرحله پایانی و نتایج نهایی (گیسلر^۱، ۲۰۰۲: ۳۵۰-۳۵۵)

مؤسسات بین‌المللی ارزیابی فناوری

در این پژوهش، ۱۰ سازمان بین‌المللی ارزیابی فناوری انتخاب و رویکردها، چالش‌ها و حوزه‌های مورد تمرکزشان به دقت بررسی شد. از این اطلاعات، برای تنظیم پرسش‌نامه پژوهش استفاده شد. این ده مرکز عبارت بودند از: مرکز بین‌المللی ارزیابی فناوری در سان‌فرانسیسکو^۲؛ مؤسسه ارزیابی فناوری و تحلیل سیستم‌ها، مؤسسه فناوری کارلسروهه در آلمان^۳؛ مؤسسه راتنو در لاهه، هلند^۴؛ دفتر علم و فناوری پارلمان لندن^۵؛ گروه ارزیابی انتخاب‌های علم و فناوری پارلمان اروپا^۶؛ مؤسسه

^۱Geisler

^۲The International Center for Technology Assessment

^۳Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, Karlsruhe Institute of Technology, Germany

^۴Rathenau Institute, The Hague, The Netherland

^۵Parliamentary Office of Science and Technology, London

^۶European Parliament, Science and Technology Options Assessment

ارزیابی فناوری، آکادمی علوم اتریش، وین؛ بنیاد هیئت فناوری دانمارک، کپنهاگ؛ هیئت فناوری نروژ، اسلو؛ بنیاد ارزیابی فناوری سوئیس^۴ و مؤسسه ملی فناوری و ارزیابی، توکیو، ژاپن.^۵ این مؤسسات بر مبنای اعتبار و شناخته‌شده بودن در سطح بین‌المللی و از بین کشورهای توسعه‌یافته پس از مشورت با چند صاحب‌نظر حوزه انتخاب شدند.

بررسی ساختار، اهداف و فعالیت‌های مؤسسه‌های بین‌المللی ارزیابی فناوری و تحلیل منابع مرتبط با آن‌ها نشان داد که هدف کلان همه این مؤسسه‌ها بررسی پیامدهای گسترش فناوری و تأثیر آن بر جامعه و ارائه نتایج پژوهش‌ها به سیاست‌گذاران و عامه مردم به منظور ترسیم نقشه روشن‌تر آینده است. اغلب این مؤسسات بر روش‌های مشارکتی در تصمیم‌گیری‌ها تأکید دارند و تلاش می‌کنند نتایج یافته‌های خود را با روش‌های مناسب در اختیار همگان قرار دهند. این سازمان‌ها بر تعاملات فرابخشی و انجام پژوهش‌های میان‌رشته‌ای تأکید دارند و تلاش می‌کنند بودجه خود را از منابع دولتی و غیردولتی تأمین کنند. مؤسسات بین‌المللی ارزیابی فناوری از روش‌های مشارکتی (ارزیابی تعاملی)، تحلیل رسانه، تحلیل گفتمان، روش دلفی، روش‌های مبتنی بر سناریو، مدل‌های علی، شاخص‌های اجتماعی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، تحلیل هزینه / منفعت، سیستم مدیریت اطلاعات، علم‌سنجی، روش تحلیل تأثیر متقابل و محاسبه دوره بازگشت سرمایه برای رسیدن به اهدافشان استفاده می‌کنند و در ارزیابی فناوری همه مسائل را (اعم از سیاسی و سازمانی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، بوم‌شناختی، محیط‌زیستی، اخلاقی و قانونی) در نظر می‌گیرند. با این حال، زمینه‌های مورد تمرکز در این مؤسسات تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند که در ادامه تبیین می‌شود.

مرکز بین‌المللی ارزیابی فناوری بر ۶ زمینه اصلی متمرکز است که عبارت‌اند از (۱) رابطه فناوری و طبیعت، (۲) گرم‌شدن زمین، (۳) زیست‌فناوری انسان، (۴) فناوری نانو، (۵) پایش حق انحصاری اختراع و (۶) زیست‌شناسی مصنوعی.^۶ پژوهش‌های مؤسسه ارزیابی فناوری و تحلیل سیستم‌ها بیشتر معطوف به محیط زیست، منابع انرژی، فرایندهای نوآوری، سیاست‌گذاری دانش و تحلیل سیستم‌هاست و توجه فراوانی به نقش جامعه دارد.^۷ اما، مؤسسه راتنو توجه زیادی به مسائل

^۱Institute of Technology Assessment of the Austrian Academy of Sciences, Vienna

^۲The Danish Board of Technology Foundation, Copenhagen

^۳Norwegian Board of Technology, Oslo

^۴Foundation for technology Assessment, Swiss

^۵National Institute of Technology and Evaluation, Tokyo, Japan

^۶<http://www.icta.org>

^۷<https://www.itas.kit.edu/english/topics.php>

انرژی و محیط زیست ندارد و بیشتر بر مسائل اجتماعی، اخلاقی و فرهنگی تمرکز می‌کند.^۱ حوزه‌های پژوهشی دفتر علم و فناوری پارلمان لندن نیز طیف گسترده‌ای از مسائل زیست‌شناختی، حوزه سلامت، محیط‌زیست و انرژی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و علوم اجتماعی را در برمی‌گیرد و جامعیت بیشتری دارد.^۲ اهداف اصلی گروه ارزیابی انتخاب‌های علم و فناوری پارلمان اروپا عبارت‌اند از حمل و نقل سازگار با محیط‌زیست، انرژی، مدیریت پایدار منابع طبیعی، چالش‌های احتمالی اینترنت، فناوری‌های سلامت و فناوری‌های علوم زیستی، و سیاست‌گذاری علم.^۳ بنابراین، این گروه توجه زیادی به مسائل انرژی و محیط‌زیست دارد.

مؤسسه ارزیابی فناوری آکادمی علوم اتریش بیشتر بر علوم سایبری و حریم خصوصی متمرکز است و البته توجه خاصی به مشارکت متخصصان علوم انسانی و اجتماعی دارد.^۴ بنیاد هیئت فناوری دانمارک توجه فراوانی به ارزیابی فناوری در قالب روش‌های مشارکتی دارد و به مسائل زیست‌محیطی توجه دارد.^۵ هیئت فناوری نروژ بر طیف گسترده‌ای از موضوعات از هوش مصنوعی گرفته تا محیط‌زیست، انرژی، زیست‌فناوری، اینترنت، امنیت و حریم خصوصی تمرکز می‌کند.^۶ بنیاد ارزیابی فناوری سوئیس نیز بر زیست‌فناوری، محیط زیست و انرژی و فناوری نانو متمرکز است^۷ و در نهایت، مؤسسه ملی فناوری و ارزیابی توکیو بر مدیریت مواد شیمیایی و امنیت محصولات تمرکز می‌کند.^۸

با بررسی و جمع‌بندی منابع مرتبط با این ده سازمان ارزیابی فناوری، مشخص شد که در مجموع، در ۱۷۱ حوزه ارزیابی فناوری انجام می‌دهند. اما از آنجا که ارائه فهرست طولانی مطلوب به نظر نمی‌رسد و برای تدوین پرسش‌نامه نیز به دسته‌بندی با تعداد مقولات کمتری نیاز بود، پژوهشگران در چندین مرحله این حوزه‌ها را تلفیق و دسته‌بندی مجدد کردند. بدین منظور، ابتدا،

^۱https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2019-02/004-180004%5BWERKPROGRAMMA_2019-2020_EN%5Ddef_lr.pdf / <https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2019-02/Work%20Programme%20Rathenau%20Instituut%202017-2018%20-%20RI%281%29.pdf>

^۲<https://post.parliament.uk/research/>

^۳https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/238583/EPRS_STUD_690037_STOA_Annual_Report_2020_final.pdf

^۴https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/213037/EPRS_641539_STOA_Annual_Report_2019_final.pdf

^۵https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/192124/EPRS_STUD_634450_STOA%20Activity%20Report-FINAL-original.pdf

^۶<https://www.oeaw.ac.at/itaen/home>

^۷<http://www.tekno.dk/?lang=en>

^۸<https://teknologiradet.no/en/listing-publications-2/>

^۹<https://www.ta-swiss.ch/en/topics>

^{۱۰}<https://www.nite.go.jp/en/>

نقاط همپوشانی این ۱۷۱ حوزه در قالب دسته‌بندی‌های خلاصه‌تر و کلی‌تر قرار گرفت. فهرست به‌دست‌آمده به ۸ نفر از متخصصان ارزیابی فناوری ارائه شد و در چند مرحله، ارزیابی و بازنگری شد. در نهایت، در مجموع، ۳۷ حوزه استخراج شد و در مرحله بعد، پس از مشورت با صاحب‌نظران، در چهار حوزه کلی به شرح زیر دسته‌بندی شد:

الف: زمین، محیط‌زیست، انرژی شامل (۱) گرم شدن زمین، (۲) آلودگی زیستی و گونه‌های مهاجم، (۳) آلودگی هوا، (۴) سیاست‌های انرژی (از جمله منابع تجدیدپذیر انرژی، سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست، فناوری‌های پیشرفته ذخیره انرژی، اکتشاف منابع زیستی، دفع فاضلاب، بازیافت)، (۵) انرژی هسته‌ای، (۶) حمل و نقل سازگار با محیط زیست، (۷) شبکه‌های هوشمند انرژی، (۸) تغییرات اقلیمی و (۹) مهندسی زمین

ب: فناوری و سیاست‌گذاری شامل (۱) فناوری نانو، (۲) هوش مصنوعی، (۳) زیست‌فناوری، (۴) مهندسی ژنتیک، (۵) پیش‌بینی علمی، (۶) سیاست‌گذاری علم و دانش، (۷) فلسفه علم، (۸) ارزیابی و پایش تعاملات فرارشته‌ای، (۹) گسترش مهارت‌های غیردانشگاهی برای بازار کار و (۱۰) مدیریت منابع انسانی

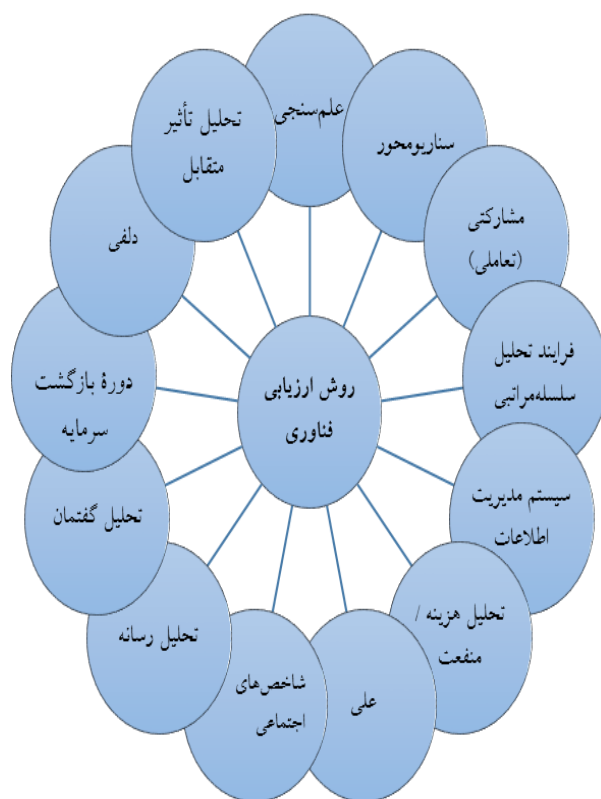
ج: دیجیتالی شدن شامل (۱) دموکراسی دیجیتال (از جمله انتخابات الکترونیک)، (۲) زیست‌سنجشی، (۳) دیپلماسی دیجیتال، (۴) پلیس هوشمند و (۵) سلامت دیجیتال (از جمله مطب همراه، استفاده از تلفن همراه برای ارتقای خدمات بهداشت و سلامت عمومی)

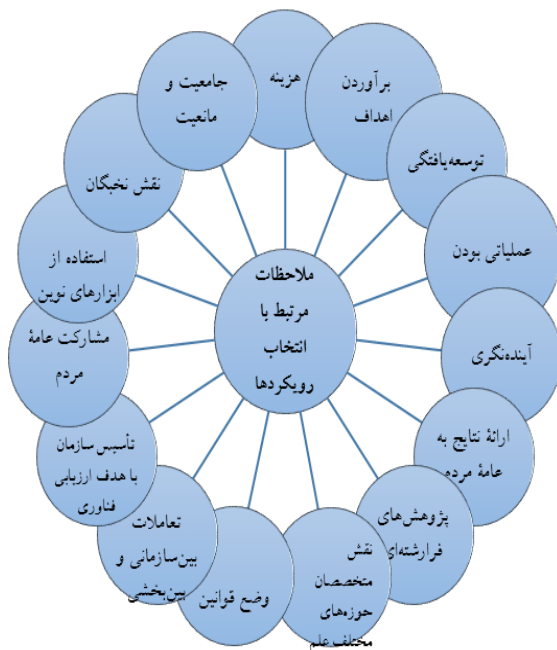
د: سلامت و امنیت شامل (۱) حقوق انسان در عصر واقعیت مجازی (از جمله ربات‌ها، هوش مصنوعی)، (۲) امنیت سایبری (فناوری اطلاعات، مخابرات)، (۳) فناوری‌های سلامت (از جمله زیست‌فناوری و دارو، پیر شدن، چاقی، سیاست‌گذاری سلامت، مراقبت از افراد سالخورده)، (۴) استفاده از فناوری برای نظارت و کنترل بر زندگی و رفتار افراد، (۵) شبکه‌های اجتماعی، (۶) اینترنت اشیا، (۷) حریم خصوصی و دنیای مجازی (افشای اطلاعات و حفاظت از اطلاعات شخصی، امنیت فناوری اطلاعات)، (۸) کلان‌داده، (۹) پایش حقوق مالکیت معنوی و حق انحصاری اختراعات، (۱۰) زیست‌ایمنی (از جمله ایمنی محصولات مصرف‌کننده و سلامت محصولات غذایی فناوری‌محور از جمله فناوری نانو)، (۱۱) اعتباربخشی، تأیید صلاحیت، و استانداردهای فعالیت‌های مؤسسات مرتبط با فناوری‌های (نوظهور)، (۱۲) سلاح‌های شیمیایی و (۱۳) مدیریت مواد شیمیایی.

مدل های مفهومی رویکردها و چالش‌های ارزیابی فناوری

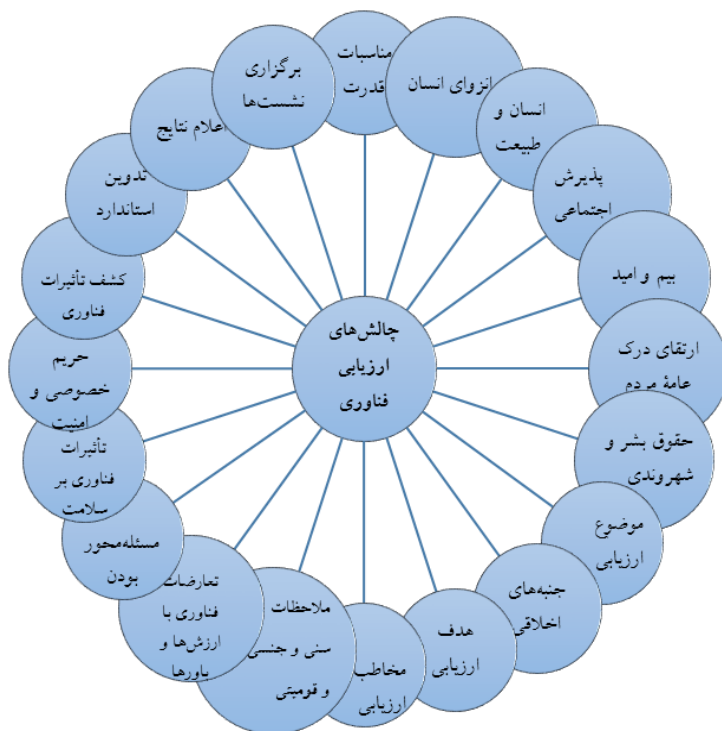
بر اساس اطلاعات به دست آمده از مرور پیشینه و پژوهش‌های قبلی و بررسی مؤسسات ارزیابی فناوری، مدل مفهومی رویکردها و ملاحظات مرتبط با انتخاب آن‌ها و نیز چالش‌های ارزیابی فناوری در قالب اشکال ۱ تا ۳ ترسیم می‌شود. از این اطلاعات برای تدوین پرسش‌نامه پژوهش استفاده شد.

شکل ۱- رویکردهای ارزیابی فناوری





شکل ۲- ملاحظات مرتبط با انتخاب رویکرد ارزیابی فناوری



شکل ۳- چالش‌های ارزیابی فناوری

روش تحقیق

این پژوهش از نظر روش انجام تحقیق جزو مطالعات توصیفی - تحلیلی است. روش تحلیل داده‌ها نیز کیفی بود. در بخش اول، به روش کتابخانه‌ای، منابع موجود در زمینه ارزیابی فناوری بررسی شد و سپس با مراجعه به وبسایت ۱۰ سازمان بین‌المللی ارزیابی فناوری و بررسی و تحلیل پروژه و بررسی دیگر منابع برخط و چاپی موجود درباره این سازمان‌ها، اهداف، رویکردها و حوزه‌های مورد تمرکزشان به دقت بررسی و حوزه‌های ارزیابی فناوری (۱۷۱ حوزه) در آنها احصا شد. در بخش دوم، با استفاده از روش پیمایشی و با تکیه بر مبانی نظری پژوهش و بررسی سازمان‌های بین‌المللی، پرسش‌نامه‌ای تدوین و روایی آن با استفاده از نظر خبرگان بررسی و تأیید شد و ویرایش‌های لازم صورت پذیرفت. برای بررسی پایایی پرسش‌نامه، از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد. ضریب به دست آمده ۰.۸۱ بود که حاکی از پایایی مناسب سنجه است. به لحاظ ماهیت کیفی پژوهش، داده‌های پژوهش، در بخش اول، با روش تحلیلی و توصیفی بررسی و دسته‌بندی شدند و در بخش دوم، با وارد کردن داده‌های پرسش‌نامه به نرم‌افزار اس پی اس اس، به روش کیفی تحلیل شدند.

در بخش اول، جامعه آماری پژوهش شامل مؤسسات ارزیابی فناوری و نمونه آماری شامل ۱۰ مؤسسه بین‌المللی ارزیابی فناوری بود که نتایج بررسی آن‌ها در بخش قبلی پژوهش بیان شد. در بخش دوم و برای تکمیل پرسش‌نامه، از نظر خبرگان استفاده شد. بنابراین، جامعه آماری متخصصان ارزیابی فناوری و نمونه آماری، متخصصانی بودند که پرسش‌نامه پژوهش را تکمیل کردند. از بین پرسش‌نامه‌های تکمیل شده، ۳۱ پرسش‌نامه معتبر و قابل استفاده بود. میانگین سنی پاسخ‌دهندگان تقریباً ۳۵ سال (بیشترین ۵۳ و کمترین ۲۷) بود. دو نفر مدرک کارشناسی، ۱۶ نفر مدرک کارشناسی ارشد و ۱۳ نفر مدرک دکتری داشتند. رشته تحصیلی پاسخ‌دهندگان مهندسی صنایع، مهندسی انرژی، مهندسی فناوری اطلاعات، فیزیک، حقوق بین‌الملل، جامعه‌شناسی، مهندسی کامپیوتر، مهندسی مالی، مهندسی پزشکی، مدیریت راهبردهای دفاعی، روابط بین‌الملل و سیاست دفاعی بود.

همان‌طور که قبلاً گفته شد، برای تدوین پرسش‌نامه پژوهش از دو دسته منبع اطلاعاتی استفاده شد. دسته اول شامل همه منابع چاپی و دیجیتال مرتبط با موضوع و نیز منابع پراستناد دیگر و دسته دوم شامل همه اطلاعاتی بود که با بررسی اهداف، نوع فعالیت‌ها و حوزه‌های مورد تمرکز مؤسسه‌های بین‌المللی ارزیابی فناوری به دست آمده بود. پرسش‌نامه شامل چهار بخش بود:

در بخش اول اطلاعات مربوط به سن و جنسیت و رشته و مدرک تحصیلی مورد پرسش قرار می‌گرفت. البته قبل از آن نیز منظور از ارزیابی فناوری در پژوهش ارائه شد و از پاسخ‌دهندگان خواسته شد با در نظر گرفتن شرایط جمهوری اسلامی ایران پرسش‌نامه را تکمیل کنند.

بخش دوم پرسش‌نامه با عنوان «رویکردهای ارزیابی فناوری» شامل ۲۰ پرسش بود. ۱۶ پرسش طیف لیکرت ۵ تایی (کاملاً موافقم، موافقم، نظری ندارم، مخالفم، کاملاً مخالفم)، یک سؤال انتخابی و سه سؤال نیز اولویت‌بندی از بین گزینه‌های ارائه‌شده بود.

مهم‌ترین پرسش‌ها و موضوعات بخش دوم پرسش‌نامه شامل این موارد بود: تفاوت بین اصول و ملاحظات ارزیابی فناوری در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، ضرورت آینده‌نگری در ارزیابی فناوری و ارائه نتایج ارزیابی فناوری به عامه مردم، ضرورت انجام پژوهش‌های بین‌رشته‌ای برای ارزیابی فناوری و اهمیت حضور متخصصان علوم انسانی و اجتماعی در ارزیابی فناوری، وضع قوانین درباره ارزیابی فناوری و نقش تعاملات بین‌سازمانی و بین‌بخشی در آن، ضرورت تشکیل مؤسسه‌ای با هدف ارزیابی فناوری در ایران و جایگاه حقوقی آن، اهمیت گنجاندن مبحث ارزیابی فناوری در برنامه درسی دانشگاه‌ها، مشارکت بدنه جامعه در ارزیابی فناوری و ضرورت استفاده از ابزارهای جدید در ارزیابی فناوری.

بخش سوم پرسش‌نامه با عنوان «چالش‌های ارزیابی فناوری» حاوی ۱۹ پرسش بود که ۱۸ پرسش اول طیف لیکرت ۵ تایی و پرسش آخر چندگزینه‌ای (اولویت‌بندی) بود.

مهم‌ترین پرسش‌ها و موضوعات بخش سوم پرسش‌نامه شامل این موارد بود: ارتباط فناوری با انسان و طبیعت، اهمیت تعیین موضوع و روش و هدف و مخاطب ارزیابی فناوری در نوع ارزیابی، نقش پذیرش اجتماعی در ارزیابی فناوری، تعارضات فناوری با جامعه سنتی و تأثیرات فناوری بر سلامت جامعه و حریم خصوصی و امنیت افراد، مسئله‌محور بودن ارزیابی فناوری، ضرورت تدوین استاندارد برای ارزیابی فناوری، تعیین نقش توجه به ملاحظات همه گروه‌های سنی، جنسیت‌ها و اقلیت‌ها، توجه به تعارضات قدرت بین کنش‌گران در ارزیابی فناوری و ارتقای درک عامه مردم از فناوری‌ها.

در بخش چهارم پرسش‌نامه، ۳۷ حوزه‌ای که سازمان‌های بین‌المللی ارزیابی فناوری بر آن‌ها متمرکزند (با ترتیب تصادفی) فهرست شده بود و از پاسخ‌دهندگان خواسته شد با توجه به شرایط جمهوری اسلامی ایران، ۱۰ زمینه را مشخص و اولویت‌بندی کنند.

یافته‌های پژوهش و تحلیل آن‌ها

نتایج

در این بخش، جمع‌بندی نتایج پرسش‌نامه ارائه می‌شود. از آنجا که تعداد پرسش‌ها ۴۰ عدد بود و ارائه فراوانی و درصد پاسخ‌ها در قالب جدول و نمودار برای هر پرسش به شکل مستقل مقاله را بسیار طولانی می‌کند، نتایج در قالب یک جدول ارائه و پس از آن، تحلیل می‌شود.

جدول ۱- نتایج پرسش‌نامه

بخش اول: رویکردها					سوال
درصد فراوانی				کاملاً مخالفم	
کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالفم		
۱۹,۴	۵۴,۸	۱۶,۱	۹,۷	۰	اصول و روش‌ها و ملاحظات ارزیابی فناوری در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته با یکدیگر متفاوت است.
۶۴,۵	۳۵,۵	۰	۰	۰	آینده‌نگری در حوزه فناوری برای سیاست‌گذاری ضروری است.
۲۹	۵۱,۶	۹,۷	۶,۵	۳,۲	ارائه نتایج ارزیابی فناوری به عامه مردم ضروری است.
۵۱,۶	۴۸,۴	۰	۰	۰	انجام پژوهش‌های فرارشته‌ای برای ارزیابی فناوری ضروری است.
۳۸,۷	۵۱,۶	۶,۵	۳,۲	۰	متخصصان علوم انسانی و اجتماعی به اندازه متخصصان علوم فنی و علوم پایه در ارزیابی فناوری نقش دارند.
۲۹	۴۱,۹	۲۲,۶	۶,۵	۰	برای ارزیابی فناوری، به وضع قوانین نیاز است.
۴۱,۹	۵۴,۹	۳,۲	۰	۰	برای ارزیابی فناوری، به تعاملات بین‌سازمانی و بین‌بخشی نیاز است.
۳۸,۷	۴۵,۲	۱۶,۱	۰	۰	تشکیل مؤسسه‌ای در ایران با هدف ارزیابی فناوری ضروری است.
۱۶,۱	۲۲,۶	۳۸,۷	۲۲,۶	۰	ارزیابی فناوری باید به بخش خصوصی و مستقل سپرده شود.
۱۲,۹	۴۵,۱	۱۲,۹	۲۲,۶	۶,۵	ارزیابی فناوری باید به دانشگاه‌ها سپرده شود.

۳,۲	۳۸,۷	۲۲,۶	۱۹,۴	۱۶,۱	مؤسسه ارزیابی فناوری باید زیر نظر دولت باشد.
۰	۱۶,۱	۳۸,۷	۲۵,۸	۱۹,۴	مؤسسه ارزیابی فناوری باید جزو سازمان‌های زیر نظر مجلس شورای اسلامی باشد.
۰	۹,۷	۴۱,۹	۲۵,۸	۲۲,۶	ارزیابی فناوری باید مستقیماً زیر نظر مقام معظم رهبری انجام شود.
۱۶,۱	۵۸,۱	۲۵,۸	۰	۰	ضروری است مبحث ارزیابی فناوری در برنامه‌های درسی دانشگاه‌ها و مؤسسات عالی گنجانده شود.
۱۲,۹	۴۵,۱	۱۹,۴	۱۹,۴	۳,۲	بدنهٔ جامعه باید در ارزیابی فناوری مشارکت داشته باشند.
۱۶,۷	۵۶,۷	۱۳,۳	۱۰	۳,۳	باید از ابزارهای جدید از قبیل فیلم، کارتون، رادیو و مسابقه در ارزیابی فناوری استفاده شود.
بخش دوم: چالش‌ها					
درصد فراوانی					پرسش
کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالقم	کاملاً مخالفم	
۶,۷	۲۶,۷	۱۶,۷	۳۶,۷	۱۳,۲	فناوری انسان را منزوی کرده است.
۶,۴	۴۸,۴	۹,۷	۲۵,۸	۹,۷	فناوری انسان را از طبیعت جدا کرده است.
۵۶,۷	۴۰	۳,۳	۰	۰	در ارزیابی فناوری، باید مشخص شود چه چیزی قرار است ارزیابی شود، روش ارزیابی چیست، ارزیابی چگونه انجام می‌شود، هدف ارزیابی چیست، و مخاطب ارزیابی کیست.
۳۵,۵	۴۵,۱	۱۹,۴	۰	۰	در ارزیابی فناوری، باید به پذیرش اجتماعی توجه شد.
۲۵,۸	۴۸,۴	۱۶,۱	۹,۷	۰	در ارزیابی فناوری باید تعارضات فناوری با جامعهٔ سنتی در نظر گرفته شود.
۲۵,۸	۶۱,۳	۹,۷	۳,۲	۰	در ارزیابی فناوری، باید تأثیرات فناوری بر سلامت جامعه در نظر گرفته شود.
۴۸,۴	۴۵,۲	۳,۲	۳,۲	۰	در ارزیابی فناوری باید به تأثیرات فناوری بر حریم خصوصی و امنیت افراد توجه شود.
۲۰	۶۳,۳	۱۶,۷	۰	۰	ارزیابی فناوری باید مسئله‌محور باشد.
۲۹	۵۴,۹	۹,۷	۳,۲	۳,۲	کشف زود هنگام تأثیرات فناوری دشوار است.
۴۵,۲	۴۸,۴	۶,۴	۰	۰	ضروری است استانداردهایی برای ارزیابی فناوری تدوین شوند.
۴۱,۹	۴۵,۲	۱۲,۹	۰	۰	نتیجه ارزیابی فناوری باید به صورت عملی در قالب

					روش‌هایی برای کاهش چالش به سیاست‌گذاران اعلام شود.
۲۶,۷	۴۳,۳	۲۰	۶,۷	۳,۳	ضروری است، به طور دائم و با اطلاع رسانی گسترده، جلسات و نشست‌ها و همایش‌هایی دربارهٔ ارزیابی فناوری برگزار شود.
۳۸,۷	۴۵,۲	۹,۷	۳,۲	۳,۲	در ارزیابی فناوری، ملاحظات همهٔ گروه‌های سنی باید مورد توجه قرار گیرد.
۴۵,۲	۴۱,۸	۶,۵	۰	۶,۵	در ارزیابی فناوری، ملاحظات همهٔ جنسیت‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.
۱۹,۴	۵۴,۸	۱۶,۱	۶,۵	۳,۲	در ارزیابی فناوری، ملاحظات همهٔ اقلیت‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.
۱۲,۹	۵۸,۱	۲۲,۶	۰	۶,۵	در ارزیابی فناوری، تعارضات قدرت بین کنش‌گران ارزیابی فناوری باید مدیریت شود.
۲۵,۸	۵۱,۶	۱۲,۹	۶,۵	۳,۲	ضروری است درک عامه مردم از فناوری‌ها ارتقا یابد تا ترس از فناوری‌ها کاسته شود.
۳۵,۵	۴۸,۴	۹,۷	۶,۴	۰	در ارزیابی فناوری، بررسی جنبه‌های اخلاقی برای تعیین تأثیرات فناوری در مرحله اولیه ضروری است.

تحلیل نتایج

بخش اول: رویکردها

تحلیل نتایج پرسش‌نامه در این بخش نشان داد ۷۴,۲٪ از پاسخ‌دهندگان بر این باورند که اصول، روش‌ها و ملاحظات ارزیابی فناوری در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته با یکدیگر متفاوت است و ۸۰,۶٪ معتقدند ضروری است نتایج ارزیابی فناوری با استفاده از ابزارهای مناسب به اطلاع عامهٔ مردم برسد.

همهٔ پاسخ‌دهندگان بر این باور بودند که آینده‌نگری در حوزهٔ فناوری برای سیاست‌گذاری ضروری است و به‌علاوه، ضروری است برای ارزیابی فناوری، به پژوهش‌های فرارشته‌ای توجه شود.

اکثریت قریب به اتفاق افرادی که پرسش‌نامه را تکمیل کردند (۹۰,۳٪) بر این باور بودند که متخصصان علوم انسانی و اجتماعی به اندازهٔ متخصصان علوم فنی و علوم پایه در ارزیابی فناوری نقش دارند.

۷۰,۹٪ مشارکت‌کنندگان موافق بودند که برای ارزیابی فناوری به وضع قوانین نیاز است و

تقریباً به نظر همه مشارکت‌کنندگان (۹۶،۷٪)، برای ارزیابی فناوری، به تعاملات بین‌بخشی و بین‌سازمانی نیاز است.

۸۰،۶٪ متخصصان اتفاق نظر داشتند که تشکیل مؤسسه‌ای در ایران با هدف ارزیابی فناوری بسیار ضروری است. به نظر ۳۸،۷٪ متخصصان، ارزیابی فناوری باید به بخش خصوصی و مستقل سپرده شود. ۲۲،۶٪ مخالف آن بودند و ۳۸،۷٪ در این باره نظری نداشتند.

۵۸٪ پاسخگویان موافق بودند که ارزیابی فناوری به دانشگاه‌ها سپرده شود و ۲۹،۱٪ مخالف بودند. ۱۲،۹٪ هم نظری نداشتند. در این زمینه که مؤسسه ارزیابی فناوری باید زیر نظر دولت باشد، ۳۵،۵٪ مخالف بودند و ۴۱،۹٪ موافق. در مقابل، ۲۲،۶٪ نظری نداشتند. همچنین، در پاسخ به این پرسش که آیا مؤسسه ارزیابی فناوری باید زیر نظر مجلس شورای اسلامی باشد، تنها ۱۶،۱٪ موافق بودند و ۳۸،۷٪ نظری نداشتند و دیگر پاسخ‌دهندگان (۴۵،۲٪) مخالف بودند. با اینکه ارزیابی فناوری باید مستقیماً زیر نظر مقام معظم رهبری انجام شود تنها ۹،۷٪ موافق بودند و ۴۲،۹٪ نظری نداشتند و بقیه متخصصان (۴۷،۴٪) مخالف بودند.

۷۴،۲٪ از پاسخ‌دهندگان موافق بودند که مبحث ارزیابی فناوری در برنامه درسی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی گنجانده شود و دیگران نظری نداشتند.

بیش از نیمی از متخصصان مشارکت‌کننده (۵۸،۱٪) موافق مشارکت بدنه جامعه در ارزیابی فناوری و ۲۲،۶٪ مخالف بودند. همچنین، ۷۳،۴٪ موافق استفاده از ابزارهای جدید در ارزیابی فناوری بودند.

در انتخاب روش ارزیابی فناوری، مهم‌ترین عامل از دید متخصصانی که پرسش‌نامه را تکمیل کردند به ترتیب جامع و مانع بودن و پس از آن برآوردن اهداف بود. همچنین، به نظر آن‌ها، روش‌های مشارکتی و روش دلفی بهترین روش‌ها برای ارزیابی فناوری بود. مسائل سیاسی و سازمانی، مسائل اقتصادی و مسائل اجتماعی به ترتیب جزو حوزه‌هایی بودند که نیازمند بیشترین توجه در ارزیابی فناوری‌اند. از نظر اغلب پاسخ‌دهندگان، مشاهده میدانی بهترین روش بررسی نظر عامه مردم درباره فناوری‌ها بود.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که الگوی ارزیابی فناوری مناسب کشور جمهوری اسلامی ایران، در بخش رویکردها، دربرداخته این مؤلفه‌ها و ملاحظات است:

- انجام پژوهش‌های فرارشته‌ای با دید آینده‌نگرانه
- مشارکت متخصصان همه علوم — اعم از علوم پایه، علوم فنی و مهندسی، علوم

- انسانی و علوم اجتماعی — به منظور اتخاذ رویکرد میان‌رشته‌ای
- وضع قوانین برای مدیریت چالش‌ها
 - گسترش تعاملات بین‌سازمانی
 - تشکیل نهاد یا سازمانی با هدف ارزیابی فناوری
 - توجه به ارزیابی فناوری در برنامه‌دستی دانشگاه‌ها
 - مشارکت عامه مردم در ارزیابی
 - جامع و مانع بودن روش ارزیابی
 - تمرکز بر روش دلفی و روش‌های مشارکتی در ارزیابی
 - توجه به مسائل سازمانی، مسائل اقتصادی و مسائل اجتماعی در ارزیابی
 - تمرکز بر مشاهده میدانی برای بررسی دیدگاه عامه مردم در ارزیابی

بخش دوم: چالش‌ها

نتایج تحلیل این بخش از پرسش‌نامه نشان داد پنجاه درصد پاسخ دهندگان مخالف این هستند که فناوری انسان را منزوی کرده است و ۳۳,۴٪ موافق‌اند. در مقابل، ۱۶,۶٪ در این باره نظری ندارند.

۱۲,۵۵٪ از پاسخ‌دهندگان موافق بودند که فناوری انسان را از طبیعت جدا کرده است، ۱۰ درصد نظری نداشتند و ۳۴,۸۸٪ مخالف بودند.

تقریباً همه پاسخ‌دهندگان (۹۶,۷٪) اتفاق نظر داشتند که برای ارزیابی فناوری، باید مشخص شود چه چیزی قرار است ارزیابی شود، روش ارزیابی چیست، ارزیابی چگونه انجام می‌شود، هدف ارزیابی چیست و مخاطب ارزیابی کیست.

۷,۸۰٪ از مشارکت‌کنندگان موافق توجه به پذیرش اجتماعی در ارزیابی فناوری بودند، ۷۴,۲٪ از متخصصانی که به پرسش‌نامه پاسخ دادند بر این باور بودند که در ارزیابی فناوری، باید تعارضات فناوری با جامعه سنتی در نظر گرفته شود و ۸۷,۱٪ معتقد بودند ضروری است تأثیرات فناوری بر سلامت جامعه در نظر گرفته شود.

۹۳,۶٪ از مشارکت‌کنندگان هم‌نظر بودند که در ارزیابی فناوری، باید به تأثیرات فناوری بر حریم خصوصی و امنیت افراد توجه شود.

به نظر ۸۳,۳٪ از جامعه آماری، ارزیابی فناوری باید مسئله‌محور باشد و به نظر ۸۳,۸٪، کشف

زودهنگام تأثیرات فناوری دشوار است.

تقریباً همه متخصصان (۹۳,۶٪) موافق تدوین استانداردهایی برای ارزیابی فناوری و ۸۷,۱٪ موافق ارائه نتایج ارزیابی فناوری به سیاست‌گذاران بودند.

هفتاد درصد از متخصصانی که پرسش‌نامه را تکمیل کردند، موافق برگزاری جلسات و نشست‌ها و همایش‌ها درباره ارزیابی فناوری بودند و ۲۰ درصد نظری نداشتند. ده درصد نیز مخالف بودند.

تقریباً همه خبرگان موافق در نظر گرفتن ملاحظات همه گروه‌های سنی (۸۳,۹٪)، همه جنسیت‌ها (۸۷,۱٪)، و همه اقلیت‌ها (۷۴,۲٪) در ارزیابی فناوری بودند.

۷۱٪ از متخصصان موافق توجه به مدیریت تعارضات قدرت در ارزیابی فناوری بودند و ۷۷,۴٪ بر این باور بودند که درک عامه مردم از فناوری‌ها باید ارتقا یابد تا از ترس آن‌ها کاسته شود.

تقریباً اغلب مشارکت‌کنندگان (۸۳,۹٪) موافق بررسی جنبه‌های اخلاقی برای تعیین تأثیرات فناوری بودند. همچنین، به باور اغلب پاسخ‌دهندگان، اعتقادات، سنت‌ها و ارزش‌ها بیشترین تأثیر را از فناوری می‌پذیرند.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که الگوی ارزیابی فناوری مناسب کشور جمهوری اسلامی ایران، در بخش چالش‌ها، دربرداخته این مؤلفه‌ها و ملاحظات است:

- تعیین هدف و مخاطب ارزیابی پیش از انتخاب روش مناسب
- توجه به پذیرش اجتماعی
- در نظر گرفتن تعارضات فناوری با سنت
- تمرکز بر تعارضات فناوری با اخلاقیات جامعه
- تحلیل تأثیرات فناوری بر سلامت جامعه
- توجه به آسیب‌پذیری باورها، سنت‌ها و اعتقادات از فناوری‌های نوین
- توجه ویژه به تأثیرات فناوری در حریم خصوصی و امنیت افراد
- توجه به ملاحظات همه گروه‌های سنی و جنسیت‌ها
- ارتقای درک عامه مردم از فناوری‌ها
- مدیریت تعارضات و مناسبات قدرت
- تدوین استانداردها

- آگاه کردن سیاست‌گذاران از نتایج پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی فناوری

بخش سوم: حوزه‌ها

طبق نتایج پرسش‌نامه، از بین ۳۷ حوزه پیشنهادی، مهم‌ترین زمینه‌هایی که جمهوری اسلامی ایران برای ارزیابی فناوری باید بر آن‌ها متمرکز شود، به ترتیب از بیشترین به کمترین اولویت، عبارت‌اند از آلودگی هوا، سیاست‌های انرژی، هوش مصنوعی، شبکه‌های هوشمند انرژی، امنیت سایبری و شبکه‌های اجتماعی.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

الف- نتیجه‌گیری

ارزیابی فناوری تعاریف متعددی دارد و در هر کدام از این تعاریف، بر برخی از جنبه‌های ارزیابی فناوری تمرکز شده است - از جمله هدف ارزیابی، مورد ارزیابی، مخاطب ارزیابی و روش ارزیابی. اما آنچه در بین همه این تعاریف مشترک به نظر می‌رسد این است که ارزیابی فناوری به معنی استفاده از روش‌های علمی و مشاکتی برای بررسی تأثیرات بالقوه و بالفعل فناوری‌ها، اغلب از جنبه منفی، در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی، نظامی، اجتماعی، اخلاقی، فرهنگی، قانونی محیط‌زیستی در حال و آینده است. ارزیابی به سیاست‌مداران، تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان کمک می‌کند تأثیرات فناوری را پیش‌بینی و شناسایی و خود را برای مواجهه با آن‌ها آماده کنند و به عامه مردم نیز اطلاعات و هشدارهای لازم را در این زمینه بدهند. ارزیابی فناوری به شکل‌دهی دیدگاه‌های سیاسیون و عامه مردم می‌پردازد و دانش، جهت‌گیری و رویکردهای ضروری حل مشکلات و عواقب ناخواسته در اختیار می‌گذارد.

روش‌های مشارکتی (ارزیابی تعاملی)، تحلیل رسانه، تحلیل گفتمان، روش دلفی، روش مبتنی بر سناریو، مدل‌های علی، شاخص‌های اجتماعی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، تحلیل هزینه / منفعت، سیستم مدیریت اطلاعات، علم‌سنجی، روش تحلیل تأثیر متقابل و محاسبه دوره بازگشت سرمایه جزو مهم‌ترین رویکردها و روش‌های ارزیابی فناوری است. در انتخاب روش ارزیابی فناوری، باید به جامع و مانع بودن روش، هزینه آن، عملیاتی بودن، و همسو بودن با اهداف توجه کرد. توجه به مسائل سیاسی و سازمانی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، بوم‌شناختی، محیط‌زیستی، اخلاقی و قانونی در انتخاب روش و ابزار ضروری است. از روش‌های مشاهده میدانی، مصاحبه تلفنی، مصاحبه حضوری رودررو، برگزاری مسابقه، نمایش فیلم و کارتون نیز می‌توان برای

ارزیابی فناوری و بررسی نظر عامه مردم درباره فناوری بهره گرفت.

از آنجا که ده سازمان بین‌المللی ارزیابی فناوری مورد بررسی در این پژوهش تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند، ارائه نتیجه‌گیری کلی چندان منطقی نیست. با این حال، در مجموع می‌توان گفت بررسی ساختار، اهداف و فعالیت‌های مؤسسه‌های بین‌المللی ارزیابی فناوری نشان می‌دهد که هدف کلان همه این مؤسسه‌ها بررسی پیامدهای گسترش فناوری و تأثیر آن بر جامعه و ارائه نتایج پژوهش‌ها به سیاست‌گذاران و عامه مردم به منظور ترسیم نقشه روشن‌تر آینده است. این مؤسسات سعی می‌کنند با وضع و تغییر قوانین، سیاست‌های خود را به پیش برند. اغلب مؤسسات بر روش‌های مشارکتی برای مشارکت عامه مردم در تصمیم‌گیری‌ها تأکید دارند و تلاش می‌کنند نتایج یافته‌های خود را به صورت رایگان و با روش‌های مناسب در اختیار همگان — از صاحب‌نظران و سیاست‌گذاران تا عامه مردم — قرار دهند. تقریباً همه این مؤسسات بر تعاملات فرابخشی و انجام پژوهش‌های میان‌رشته‌ای تأکید و تلاش می‌کنند بودجه خود را از منابع دولتی و غیردولتی تأمین کنند.

بر اساس نظر صاحب‌نظران، برای انتخاب رویکرد مناسب ارزیابی فناوری در جمهوری اسلامی ایران، ضروری است توجه شود که اصول و روش‌ها و ملاحظات ارزیابی فناوری در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته با یکدیگر متفاوت است. بنابراین، نباید صرفاً به دنبال تقلید از الگوهای رایج در کشورهای دیگر بود. انجام پژوهش‌های فرارشته‌ای با دید آینده‌نگرانه و مشارکت همه متخصصان علوم انسانی و اجتماعی و علوم فنی و علوم پایه، با هدف اتخاذ رویکرد بین‌رشته‌ای، بسیار حیاتی است. گسترش تعاملات بین‌بخشی و بین‌سازمانی نیز یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای ارزیابی فناوری در جمهوری اسلامی ایران است. باید مشارکت بدنه جامعه در ارزیابی فناوری توجه و از ابزارهای جدید برای ارزیابی فناوری استفاده شود. به علاوه، نیاز به تشکیل نهاد یا سازمانی با هدف ارزیابی فناوری و گنجاندن مباحث مرتبط با ارزیابی در برنامه درسی دانشگاه‌ها بسیار احساس می‌شود. با توجه به محدودیت‌های موجود، ضروری است قوانین و استانداردهایی برای ارزیابی وضع شود.

در انتخاب روش ارزیابی فناوری، مهم‌ترین عامل جامع و مانع بودن و پس از آن برآوردن اهداف است. روش‌های مشارکتی و روش دلفی بهترین روش برای ارزیابی فناوری و مشاهده میدانی بهترین روش برای بررسی نظر عامه مردم درباره فناوری‌هاست. مسائل سیاسی و سازمانی، مسائل اقتصادی و مسائل اجتماعی به ترتیب جزو حوزه‌هایی‌اند که نیازمند بیشترین توجه در

ارزیابی فناوری‌اند.

به لحاظ چالش‌ها، الگوی مناسب ارزیابی فناوری در جمهوری اسلامی ایران، باید بر مشخص کردن هدف و مخاطب ارزیابی پیش از انتخاب روش مناسب توجه ویژه کند. از آنجا که پذیرش اجتماعی فناوری‌های جدید و تعارضات احتمالی آن‌ها با سنت‌ها، باورها، اعتقادات و اخلاقیات جامعه و تداخل آن‌ها با حریم خصوصی و سلامت و امنیت افراد موضوعات بسیار حساسی است، در الگوی ارزیابی فناوری باید گنجانده شوند. ایران نیازمند تمرکز خاص بر مدیریت تعارضات قدرت و مناسبات قدرت و توجه به ملاحظات همه گروه‌های سنی و جنسیت‌ها در ارزیابی فناوری است. ارتقای درک عامه مردم از فناوری‌ها به منظور آماده کردنشان برای مواجهه با آن‌ها و آگاه کردن سیاست‌گذاران و عامه مردم از نتایج پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی فناوری به روش‌های مناسب نیز بسیار مهم است.

در نهایت، جمهوری اسلامی ایران باید به آلودگی هوا، سیاست‌های انرژی، هوش مصنوعی، شبکه‌های هوشمند انرژی، امنیت سایبری و شبکه‌های اجتماعی، به مثابه مهم‌ترین حوزه‌های ارزیابی فناوری، تمرکز و توجه بیشتر کند.

ب- پیشنهاد

- از آنجا که اغلب متخصصانی که پرسش‌نامه را تکمیل کردند شک داشتند که آیا ارزیابی فناوری در ایران باید به دانشگاه‌ها سپرده شود یا بخش دولتی یا بخش خصوصی یا مجلس شورای اسلامی و یا مستقیم زیر نظر مقام معظم رهبری انجام شود، ضروری است پژوهش‌هایی انجام شود تا جنبه‌های مثبت و منفی هر کدام از این‌ها بررسی شود.
- پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی درباره دیگر مؤسسات بین‌المللی ارزیابی فناوری که در این پژوهش بررسی نشد، به ویژه در کشورهای در حال توسعه و یا آسیایی، انجام شود.
- پیشنهاد می‌شود در پژوهشی مستقل، بر ارزیابی فناوری‌های خاص تمرکز شود.
- پژوهشگران آینده می‌توانند بر چالش‌های استفاده از رویکردهای ارزیابی خاص در کشورها و بافت‌های موقعیتی مشخص تمرکز کنند.
- از آنجا که این پژوهش صرفاً یکی از تعاریف ارزیابی فناوری را مد نظر قرار داد، می‌توان در پژوهش‌های آینده بر تعاریف دیگر تمرکز کرد.

منابع الف- فارسی

- جوزف، م. (۱۳۸۶). پیش‌بینی و ارزیابی فناوری (ترجمه مجتبی تیموری). *رشد علوم اجتماعی*، دوره ۱۱، شماره ۱، صص ۵۲ - ۵۴.
- ملک‌زاده، غ. (۱۳۸۴). ارزیابی فناوری؛ ضرورت‌ها و الزامات. *رشد فناوری*، شماره ۱، سال ۲، صص ۳۰ - ۳۴.
- نوروززاده، ر.؛ شفیق‌زاده، ح. و روحانی، ش. (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل بخش علم و فناوری قانون برنامه پنجم توسعه از منظر اسناد فرادستی. *فصلنامه راهبرد، سال ۲۲، شماره ۶۶*، صص ۲۸۵ - ۳۱۴.

ب- انگلیسی

- Ahn, S. J., Yoon, H. Y., & Lee, Y. J. (2021). Text mining as a tool for real-time technology assessment: Application to the cross-national comparative study on artificial organ technology. *Technology in Society*, 66.
- Assefa, G., & Frostell, B. (2007). Social sustainability and social acceptance in technology assessment: A case study of energy technologies. *Technology in Society*, 29, 63-78.
- Chen, K., Jarboe, K., & Wolfe, J. (1981). Long-range scenario construction for technology assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 20, 27-40.
- Coates, J. F. (1974). Some methods and techniques for comprehensive impact assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 6, 341-357.
- Coates, J. F. (2001). A 21st century agenda for technology assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 67, 303-308.
- Coates, J. F., & Coates, V. T. (2016). Next stages in technology assessment: Topics and tools. *Technological Forecasting & Social Change*, 113, 112-114.
- Decker, M., & Ladikas, M. (Eds.) (2004). *Bridges between science*,

society, and policy: Technology assessment: Methods and impacts. New York: Springer.

- Geisler, E. (2002). The metrics of technology evaluation: where we stand and where we should go from here. *Technology Management*, 24(۴), ۳۴۱–۳۷۴.
- Grunwald, A. (2011). Responsible innovation: Bringing together technology assessment, applied ethics, and STS research, *Enterprise and Work Innovation Studies*, 7, 9–31.
- Grunwald, A. (2014). Technology assessment for responsible innovation. In *Responsible innovation 1: Innovative solutions for global issues*. Berlin, Germany: Springer.
- Grunwald, A. (2020). The objects of technology assessment. Hermeneutic extension of consequentialist reasoning. *Journal of Responsible Innovation*, 7(1), 96–112.
- Hellström, T. (2003). Systemic innovation and risk: Technology assessment and the challenge of responsible innovation. *Technology in Society*, 25, 369–384.
- Keller, P., & Ledergerber, U. (1998). Bimodal System Dynamic: A Technology assessment and forecasting approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 58, 47–52.
- Merkhofer, M. W. (1982). A process for technology assessment based on decision analysis. *Technological Forecasting And Social Change*, 22, ۲۳۷–۲۶۵.
- Palm, E., & Hansson, S. O. (2006). The case for ethical technology assessment. *Technological Forecasting & Social Change*, 73, 543–558.
- Ramanujam, V., & Saaty, T. L. (1981). Technological choice in the less developed Countries: An analytic hierarchy approach. *Technological Forecasting And Social Change*, 19, 81–98.
- Schomberg, V. (2011). Prospects for technology assessment in a framework of responsible research and innovation. In M. Dusseldorp and R. Beecroft (Eds). *Technikfolgen abschätzen lehren: Bildungspotenziale transdisziplinärer Methoden*, Wiesbaden: Vs Verlag.
- Sharif, M. N., & Sundararajan, V. (1983). A quantitative model for

the evaluation of technological alternatives. *Technological Forecasting and Social Change*, 24, 15–29.

- Watson, R. H. (1978). Interpretive structural modeling: A useful tool for technology assessment? *Technological Forecasting and Social Change*, 11, ۱۶۵–۱۸۵.
- The International Center for Technology Assessment, <http://www.icta.org>
- Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, Karlsruhe Institute of Technology, Germany, <https://www.itas.kit.edu>
- Rathenau Institute, The Hague, The Netherlands, <https://www.rathenau.nl/en>
- Parliamentary Office of Science and Technology, London, <https://www.parliament.uk/post>
- European Parliament, Science and Technology Options Assessment, <http://www.europarl.europa.eu/stoa>
- Institute of Technology Assessment of the Austrian Academy of Sciences, Vienna, <https://www.oeaw.ac.at/itaen/home>
- The Danish Board of Technology Foundation, Copenhagen, <http://www.tekno.dk/?lang=en>
- Norwegian Board of Technology, Oslo, <https://teknologiradet.no/english/>
- Foundation for technology Assessment, Swiss, <https://www.ta-swiss.ch/en/>
- National Institute of Technology and Evaluation, Tokyo, Japan, <https://www.nite.go.jp/en/>