

## فرا ترکیب مدل های ارزیابی تکنولوژی: مدل بومی ارزیابی تکنولوژی در ایران

غلامرضا توکلی<sup>۱</sup>، سید سجاد افسریان<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۶/۰۳/۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۰/۰۵/۱۴۰۳

### چکیده

ارزیابی تکنولوژی، فرایندی است که به بررسی اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد می‌پردازد. این فرآیند، می‌تواند به سیاستگذاران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ای بگیرند. ارزیابی تکنولوژی، در دهه‌های اخیر، به یکی از موضوعات مهم در حوزه سیاست‌گذاری عمومی تبدیل شده است. این امر، به دلیل افزایش پیچیدگی و سرعت تغییرات تکنولوژیکی است. در ایران، ارزیابی تکنولوژی، به طور کامل و جامع انجام نمی‌شود. این امر، می‌تواند منجر به توسعه و استفاده از تکنولوژی‌هایی شود که اثرات منفی بر جامعه و اقتصاد دارند. این پژوهش، با هدف معرفی یک مدل جامع به منظور ارزیابی تکنولوژی در ایران انجام شده است. این مدل، می‌تواند ضمن خنثی نمودن اثرات منفی، اطمینان‌پذیری از پذیرش و استفاده از تکنولوژی جدید را حاصل نماید. این تحقیق با رویکرد پارادایم انتقادی ضمن تحلیل عمیق مدل های ارزیابی تکنولوژی پیشین در سطح ایران و جهان به دنبال کشف مدلی جامع و یکپارچه در ابعادی همچون (اهداف-سطوح-عوامل-روش‌ها) با روشی هوشمند و مبتنی بر هوش مصنوعی بر آمده است. در این روش، ابتدا الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر روی داده‌های آموزشی آموزش داده شدند. بر این اساس تعداد ۱۷ مدل از پژوهش های انجام شده در سطح جهان و ۸ مدل از ۸ پژوهش در سطح ایران استخراج و با هوش مصنوعی مورد پردازش قرار گرفت. در این پژوهش با استفاده از روش‌های فزاترکیب، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی شناسایی شده را با یکدیگر ترکیب کرده و یک مدل جامع از ارزیابی تکنولوژی ارائه گردید. این مدل جامع شامل اهداف، سطوح، عوامل و روش‌هایی باشد که با اهداف ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان مطابقت دارند.

**کلمات کلیدی:** فزاترکیب، ارزیابی تکنولوژی، مدل های ارزیابی تکنولوژی، هوش مصنوعی

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری رشته مدیریت تکنولوژی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

تکنولوژی پدیده ای آمیخته با زندگی انسان و جهان پیرامونی است که همواره از مهمترین شاخص های اجتماعی و اقتصادی محسوب می شود، اهمیت روز افزون تکنولوژی و کاربرد های آن سال هاست ذهن سیاست گذاران و مدیران کشورهای مختلف را به خود مشغول کرده است. تکنولوژی به عنوان اجرای عملی دانش و تجربه در تولید کالا یا خدمات، تعریف می شود (مختاری موعاری، هوشمند زاده، ۱۳۹۴). تکنولوژی، یکی از مهم ترین عوامل مؤثر در توسعه جوامع بشری است. تکنولوژی های جدید، می توانند منجر به افزایش بهره وری، بهبود کیفیت زندگی و ایجاد فرصت های جدید شوند. با این حال، تکنولوژی ها می توانند اثرات منفی نیز داشته باشند، مانند آلودگی محیط زیست، ایجاد بیکاری و تغییرات اجتماعی. در سال های اخیر، توسعه و استفاده از تکنولوژی های جدید، با سرعت زیادی افزایش یافته است. این امر، اهمیت ارزیابی تکنولوژی را افزایش داده است. به گفته کاظمی (۱۴۰۲)، ارزیابی تکنولوژی، فرآیندی است که به بررسی اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد می پردازد. ارزیابی تکنولوژی، می تواند به تصمیم گیران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی های جدید، تصمیم گیری های آگاهانه ای بگیرند. این تصمیم گیری ها، می توانند منجر به افزایش اثرات مثبت تکنولوژی و کاهش اثرات منفی آن شوند. در کشورهای در حال توسعه، تکنولوژی های جدید، می توانند نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی ایفا کنند. با این حال، این کشورها، به دلیل منابع محدود، ممکن است قادر به مدیریت اثرات منفی تکنولوژی نباشند. ارزیابی تکنولوژی، می تواند به این کشورها کمک کند تا از اثرات منفی تکنولوژی جلوگیری کنند و از اثرات مثبت آن بهره مند شوند. توسعه تکنولوژی های استخراج نفت و گاز، منجر به آلودگی محیط زیست شده است (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۵). این امر، می تواند مشکلاتی مانند گرمایش زمین، تغییرات آب و هوایی و کاهش کیفیت هوا را ایجاد کند. همچنین، توسعه تکنولوژی های کشاورزی صنعتی، منجر به ایجاد بیکاری در بخش کشاورزی شده است. این امر، می تواند مشکلاتی مانند افزایش فقر و نابرابری را ایجاد کند. علاوه بر این، توسعه تکنولوژی های ارتباطی و هوش مصنوعی، منجر به تغییرات اجتماعی، مانند کاهش تعاملات چهره به چهره و کاهش سطح مشاغل شده است. این امر، می تواند مشکلاتی مانند افزایش استرس و اضطراب را در جامعه ایجاد نماید. علاوه بر اهداف اولیه ارزیابی تکنولوژی، که عبارتند از شناسایی نیازهای جامعه، ارزیابی توانمندی های تکنولوژی، نظارت بر روند توسعه تکنولوژی، ارزیابی آمادگی جامعه برای پذیرش

تکنولوژی، بررسی اثرات واقعی تکنولوژی و ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست، اهداف ثانویه‌ای نیز در این پژوهش به آن‌ها پرداخته شده است. این اهداف، شامل اهدافی مانند افزایش بهره‌وری، افزایش رفاه اجتماعی، تغییر در سبک زندگی، کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش پایداری تکنولوژی است. همانطور که کاظمی (۱۴۰۳) اشاره می‌کند، تکنولوژی‌های جدید، می‌توانند منجر به افزایش بهره‌وری، بهبود کیفیت زندگی و ایجاد فرصت‌های جدید شوند. هدف افزایش بهره‌وری، عبارت است از بهبود کارایی و اثربخشی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی (بارد<sup>۱</sup>، ۲۰۲۳). به گفته سازمان ملل متحد<sup>۲</sup> (سازمان ملل متحد، ۲۰۲۲)، آلودگی هوا ناشی از استخراج نفت و گاز، یکی از عوامل اصلی مرگ و میر زودرس در ایران است. توسعه تکنولوژی‌های کشاورزی صنعتی، منجر به ایجاد بیکاری در بخش کشاورزی شده است. به گفته کمیسیون اروپا<sup>۳</sup> (کمیسیون اروپا، ۲۰۲۱)، کشاورزی صنعتی، یکی از دلایل اصلی کاهش اشتغال در بخش کشاورزی در ایران است. ارزیابی تکنولوژی، فرآیندی مهم و ضروری است که می‌تواند به تصمیم‌گیران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، برنامه‌های هوشمندانه تری اتخاذ نمایند. در ایران، ارزیابی تکنولوژی، به طور کامل و جامع انجام نمی‌شود. این امر، می‌تواند منجر به توسعه و استفاده از تکنولوژی‌هایی شود که اثرات منفی بر جامعه و اقتصاد دارند. این پژوهش، با هدف ایجاد یک مدل جامع و به‌روز برای ارزیابی تکنولوژی در ایران انجام شده است. این مدل، می‌تواند به سیاستگذاران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ای بگیرند. بعد از معرفی و تبیین هدف این پژوهش به پیشینه و مبانی نظری بر اساس داده‌های استنادی هوش مصنوعی بارد پرداخته می‌شود و انواع مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در سطح جهان و ایران از ابتدا تاکنون را مورد بررسی و مقایسه قرار داده می‌شود. سپس چارچوب اولیه مدل ارزیابی تکنولوژی بر اساس خروجی پیشینه طراحی می‌گردد و در ادامه ضمن بیان و تعریف روش پژوهش به یافته‌ها و نتیجه‌گیری پرداخته خواهد شد. بنابراین سوال اصلی پژوهش این می‌باشد که مدل یکپارچه و بومی ارزیابی تکنولوژی ایران چگونه طراحی می‌گردد؟ و عوامل یکپارچه‌ی این مدل چه می‌باشند و چه رابطه‌ای نسبت به هم دارند؟

1-Bard

2-United Nations University

3-European Commission

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ارزیابی تکنولوژی، فرایندی است که به بررسی اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد می‌پردازد. این فرآیند، می‌تواند به تصمیم‌گیران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ای بگیرند. ارزیابی تکنولوژی، در دهه‌های اخیر، به یکی از موضوعات مهم در حوزه سیاست‌گذاری عمومی تبدیل شده است. این امر، به دلیل افزایش پیچیدگی و سرعت تغییرات تکنولوژیکی است. در ایران، ارزیابی تکنولوژی، به طور کامل و جامع انجام نمی‌شود. این امر، می‌تواند منجر به توسعه و استفاده از تکنولوژی‌هایی شود که اثرات منفی بر جامعه و اقتصاد دارند. ارزیابی تکنولوژی، یک فرآیند نسبتاً جدید است که ریشه‌های آن به دهه ۱۹۷۰ میلادی بازمی‌گردد. در سال ۱۹۷۰، کنگره ایالات متحده، قانون ارزیابی تکنولوژی<sup>۶</sup> را تصویب کرد. این قانون، به دولت ایالات متحده، وظیفه داد تا تأثیرات تکنولوژی‌های جدید را بر محیط زیست، سلامت عمومی و اقتصاد ارزیابی کند. در آن زمان، با افزایش پیچیدگی و سرعت تغییرات تکنولوژیکی، نیاز به ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد، بیشتر احساس شد. مفهوم ارزیابی تکنولوژی برای اولین بار در اواخر دهه ۶۰ در آمریکا مطرح شد و همزمان دفتر ارزیابی تکنولوژی ایالت متحده با مصوبه مجلس نمایندگان آمریکا تاسیس گردید. علت تاسیس این امر، شکافی بود که دولت فدرال برای اصلاح شیوه‌های مدیریتی در حوزه تکنولوژی احساس می‌کرد. (Thien & et al, 2008) یکی از اولین تلاش‌ها برای انجام ارزیابی تکنولوژی، در سال ۱۹۶۹ توسط انجمن ملی پیشرفت علمی آمریکا<sup>۷</sup> ثبت شد. این انجمن، یک کارگروه برای ارزیابی تکنولوژی تشکیل داد که وظیفه آن، بررسی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست بود.

ارزیابی تکنولوژی یک فرایند بحرانی در مدیریت تکنولوژی است زیرا نه تنها سیاست‌گذاران به جنبه‌های مختلف مساله واقف نیستند بلکه حتی دانشمندان نیز در درک همه این جنبه‌ها و پیش‌بینی تحولات آینده با مشکلات جدی مواجهند. (شعبان پور احمد، ۱۳۹۰). تکنولوژی‌های مورد نیاز هر کشور براساس نظام برنامه ریزی تکنولوژی ملی مشخص می‌شود (Meade L. And Presley, 2002) در سال‌های بعد، ارزیابی تکنولوژی، به تدریج در کشورهای مختلف، از جمله ایران، مورد توجه قرار گرفت. ارزیابی

4- Technology assessment

5- American National Association for the Advancement of Science

تکنولوژی برای جوامعی در حال توسعه مانند ایران اهمیت ویژه‌ای دارد. ایران در سال‌های اخیر شاهد توسعه سریع انواع مختلف تکنولوژی بوده است. با این حال، این توسعه بدون چالش نبوده است. استفاده نامناسب از برخی تکنولوژی‌ها می‌تواند منجر به پیامدهای منفی در حوزه‌های مختلف از جمله اقتصاد، محیط زیست و جامعه شود. بنابراین، انجام ارزیابی‌های دقیق و جامع قبل از توسعه و پذیرش تکنولوژی‌های جدید می‌تواند به ایران کمک کند تا از مزایای تکنولوژی بهره‌مند شود و همزمان، ریسک‌های آن را کاهش دهد. ارزیابی تکنولوژی می‌تواند کمک کند تا تکنولوژی‌هایی را انتخاب کند که بیشترین منفعت را برای کشور داشته باشند و با نیازهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ایران سازگار باشند و ریسک‌های مرتبط با توسعه و استفاده از تکنولوژی را شناسایی و مدیریت کند. و همینطور باعث می‌گردد سیاست‌های مؤثر برای توسعه و استفاده ایمن و مسئولانه تکنولوژی وضع کند و اعتماد عمومی به تصمیمات حاکمیت در مورد تکنولوژی را افزایش دهد. ارزیابی تکنولوژی فرآیندی مهم برای سیاست‌گذاری و توسعه در دنیای امروز است. با توجه به پیچیدگی و سرعت تغییرات تکنولوژیکی، توجه به تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد هر روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در کشور ما نیز، انجام ارزیابی‌های دقیق و جامع تکنولوژی می‌تواند به کشور کمک کند تا از مزایای تکنولوژی بهره‌مند شود و همزمان، ریسک‌های آن را کاهش دهد.

### انواع ارزیابی تکنولوژی

ارزیابی تکنولوژی، انواع مختلفی دارد که می‌توان آنها را بر اساس اهداف، سطوح، روش‌ها و عوامل مؤثر، تقسیم‌بندی کرد. بر اساس اهداف، ارزیابی تکنولوژی را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- ارزیابی پیشگیرانه، فرآیندی است که به شناسایی و ارزیابی اثرات بالقوه تکنولوژی قبل از توسعه و استفاده از آن می‌پردازد. این نوع ارزیابی، می‌تواند به جلوگیری از توسعه و استفاده از تکنولوژی‌هایی که اثرات منفی بر جامعه و اقتصاد دارند، کمک کند. (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۵).

۲- ارزیابی پسینی، فرآیندی است که به بررسی اثرات واقعی تکنولوژی پس از توسعه و استفاده از آن می‌پردازد. این نوع ارزیابی، می‌تواند به شناسایی اثرات مثبت و منفی تکنولوژی و اتخاذ اقدامات لازم برای کاهش اثرات منفی، کمک کند.<sup>۸</sup>

بر اساس سطوح، ارزیابی تکنولوژی را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد:

<sup>۸</sup> TAF model, 2022

۱- ارزیابی پیش از توسعه، فرایندی است که به بررسی نیازهای جامعه و ارزیابی توانایی‌های تکنولوژی برای پاسخگویی به این نیازها می‌پردازد. این نوع ارزیابی، در مراحل اولیه توسعه تکنولوژی انجام می‌شود.

۲- ارزیابی حین توسعه، فرایندی است که به نظارت بر روند توسعه تکنولوژی و بررسی اثرات بالقوه آن می‌پردازد. این نوع ارزیابی، در طول مراحل توسعه تکنولوژی انجام می‌شود.

۳- ارزیابی انتشار، فرایندی است که به بررسی اثرات واقعی تکنولوژی پس از انتشار آن می‌پردازد. این نوع ارزیابی، پس از انتشار تکنولوژی انجام می‌شود.

۴- ارزیابی استفاده (پس از توسعه) فرایندی است که به بررسی اثرات واقعی تکنولوژی پس از استفاده از آن می‌پردازد. این نوع ارزیابی، در طول دوره استفاده از تکنولوژی انجام می‌شود.

بر اساس روش‌ها، ارزیابی تکنولوژی را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- ارزیابی کیفی، فرایندی است که به استفاده از روش‌های کیفی مانند مصاحبه، نظرسنجی و مطالعه موردی می‌پردازد. این نوع ارزیابی، می‌تواند به درک بهتر جنبه‌های غیرقابل اندازه‌گیری اثرات تکنولوژی کمک کند. (European Commission, 2021)

۲- ارزیابی کمی، فرایندی است که به استفاده از روش‌های کمی مانند آمار و مدل‌سازی می‌پردازد. این نوع ارزیابی، می‌تواند به اندازه‌گیری اثرات تکنولوژی کمک کند.

بر اساس عوامل موثر، ارزیابی تکنولوژی را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- عوامل داخلی، عواملی هستند که به خود تکنولوژی مربوط می‌شوند و شامل موارد

زیر می‌باشند:

کارایی<sup>۹</sup>: میزان خروجی تکنولوژی (مانند محصولات یا خدمات تولید شده) نسبت به ورودی‌های آن (مانند مواد خام، انرژی و نیروی کار). کارایی بالا به معنای تولید خروجی بیشتر با ورودی‌های کمتر است، که نتیجه مطلوب هر توسعه تکنولوژیکی می‌باشد (National Research Council, ۲۰۱۴).

اثربخشی<sup>۱۰</sup>: میزان دستیابی تکنولوژی به اهداف مورد نظر. یک تکنولوژی موثر نه تنها باید کارآمد باشد، بلکه باید بتواند به اهدافی که برای آن توسعه یافته است، دست یابد.

<sup>۹</sup> Efficiency

<sup>۱۰</sup> Effectiveness

ایمنی: میزان ریسک استفاده از تکنولوژی برای انسان و محیط زیست. تکنولوژی‌هایی که خطرات بالقوه‌ای مانند آلودگی، حوادث یا آسیب‌های انسانی به همراه دارند، باید به دقت ارزیابی شوند.

قابلیت اطمینان: میزان عملکرد پایدار و قابل پیش‌بینی تکنولوژی. تکنولوژی‌های قابل اطمینان به طور پیوسته و بدون خرابی یا نقص عملکرد کار می‌کنند، که برای بسیاری از کاربردها، از جمله در حوزه‌های سلامت و حمل و نقل، بسیار مهم است.

هزینه: هزینه‌های توسعه، تولید، استفاده و نگهداری تکنولوژی. هزینه‌های بالای یک تکنولوژی ممکن است مانع از پذیرش گسترده آن شود، حتی اگر مزایای قابل توجهی داشته باشد.

۲- عوامل خارجی: عوامل خارجی به مواردی خارج از خود تکنولوژی اشاره دارند که بر توسعه، پذیرش و استفاده از آن تأثیر می‌گذارند.

نیازهای جامعه: نیازهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی جامعه. تکنولوژی‌هایی که بتوانند به نیازهای واقعی جامعه پاسخ دهند، احتمال پذیرش و موفقیت بیشتری دارند.

ارزش‌های اجتماعی: ارزش‌های اخلاقی، دینی، فرهنگی و محیط زیستی جامعه. تکنولوژی‌هایی که با ارزش‌های اجتماعی ناسازگار باشند، ممکن است با مقاومت و مخالفت روبرو شوند.

قوانین و مقررات: قوانین و مقرراتی که توسعه، تولید و استفاده از تکنولوژی را کنترل می‌کنند. این قوانین ممکن است الزامات ایمنی، استانداردهای زیست محیطی یا قوانین مالکیت معنوی را شامل شوند.

اقتصاد: وضعیت اقتصادی جامعه که تأثیر زیادی بر پذیرش و توسعه تکنولوژی دارد. جوامع با اقتصادهای ضعیف ممکن است توانایی کمتری برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های جدید داشته باشند.

فرهنگ و ارزش‌های سازمانی: فرهنگ و ارزش‌های سازمان‌هایی که در توسعه و استفاده از تکنولوژی نقش دارند. سازمان‌هایی با فرهنگ نوآورانه و ریسک‌پذیر بیشتر ممکن است پذیرای تکنولوژی‌های جدید باشند.

ظرفیت‌های فنی و اقتصادی: توانایی‌های جامعه در توسعه و استفاده از تکنولوژی. جوامع با ظرفیت‌های فنی و اقتصادی محدود ممکن است در پذیرش و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته با چالش‌هایی روبرو شوند.

اثرات زیست محیطی: اثرات تکنولوژی بر محیط زیست، اکوسیستم و سلامت انسان. تکنولوژی‌هایی که باعث آلودگی، تخریب منابع طبیعی یا آسیب‌های زیست محیطی می‌شوند، باید به دقت ارزیابی شوند.

توجه به عوامل داخلی و خارجی در ارزیابی تکنولوژی، بسیار مهم است. اگرچه خود تکنولوژی دارای ویژگی‌های مشخصی است، اما پذیرش و توسعه آن تا حد زیادی به عوامل خارجی نیز بستگی دارد. برای مثال، توسعه یک تکنولوژی بسیار مؤثر و کارآمد، ممکن است به دلیل عدم سازگاری با ارزش‌های اجتماعی یا قوانین و مقررات، با شکست مواجه شود. بعنوان مثال: توسعه تکنولوژی‌های کشاورزی صنعتی بسیار کارآمد بوده و منجر به افزایش تولید محصولات کشاورزی شده است. اما این امر، منجر به بیکاری کشاورزان سنتی و افزایش آلودگی آب و خاک نیز شده است. علاوه بر این توسعه تکنولوژی‌های ارتباطی مانند شبکه‌های اجتماعی، منجر به افزایش ارتباطات و دسترسی به اطلاعات شده است. اما این امر، همچنین می‌تواند منجر به اعتیاد به شبکه‌های اجتماعی، کاهش تعاملات چهره به چهره و انتشار اطلاعات اشتباه شود. یا ظهور اتومبیل، علی‌رغم کارایی بالا در جابجایی افراد و کالاها، منجر به افزایش آلودگی هوا، ترافیک شهری و حوادث رانندگی شده است (این مثال تأثیر عوامل داخلی (کارایی) و خارجی (اثرات زیست محیطی) را نشان می‌دهد). همینطور توسعه هوش مصنوعی، پتانسیل‌های بزرگی برای بهبود زندگی در حوزه‌های مختلف از جمله پزشکی و حمل و نقل دارد. اما با این حال، نگرانی‌هایی در مورد تأثیر آن بر اشتغال، حریم خصوصی و مسائل اخلاقی وجود دارد (این مثال تأثیر عوامل داخلی (اثر بخشی) و خارجی (ارزش‌های اجتماعی، قوانین و مقررات) را نشان می‌دهد). با توجه به موارد ذکر شده، ضرورت دارد تا مدل‌های ارزیابی تکنولوژی بومی در ایران طراحی شوند. این مدل‌ها باید با شرایط فرهنگی و اجتماعی ایران سازگار باشند و بتوانند نیازهای سازمان‌های ایرانی را به طور کامل برآورده کنند. در ایران، ارزیابی تکنولوژی یک زمینه نسبتاً جدید است. قانون ارزیابی تکنولوژی در سال ۲۰۰۱ تصویب شد و اولین مدل ارزیابی تکنولوژی در ایران در سال ۲۰۰۰ توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری معرفی شد. در سال‌های اخیر، تعداد مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران افزایش یافته است و رویکردهای ارزیابی تکنولوژی نیز در حال تکامل هستند. در جدول شماره ۱ پیشینه و تاریخچه و همچنین انواع مدل‌هایی از ارزیابی تکنولوژی را به تصویر کشیدیم تا بر اساس آنها مدل بومی استخراج گردد. در این فراترکیب که با استفاده از هوش مصنوعی (BARD, 2023) انجام گردید ۱۷ منبع در سطح جهان و ۸ منبع در سطح ایران



فصلنامه کنکاش مدیریت و حسابداری، جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳

استخراج گردید و هر منبع نیز مدل ارزیابی تکنولوژی بر اساس دوره زمانی تاریخی خود را معرفی و تفسیر نموده اند. در اینجا ضمن ارایه به صورت جدول به تحلیل برخی مدل های داخلی و خارجی برای یافتن چارچوب اولیه مدل ارزیابی تکنولوژی پرداخته می شود.

جدول شماره ۱- تاریخچه و سوابق پژوهشی مدل های ارزیابی تکنولوژی در جهان و ایران (BARD,2023)

سال	کشور	مدل ارزیابی تکنولوژی	اهداف	نویسنده و سال نشر	رویکرد
۱۹۶۹	ایالات متحده	مدل ارزیابی تکنولوژی انجمن ملی پیشرفت علمی آمریکا (AAAS)	ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست	Baas, 1971	تحلیل سیستمی
۱۹۷۰	ایالات متحده	قانون ارزیابی تکنولوژی (TA)	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر محیط زیست، سلامت عمومی و اقتصاد	United States Congress, 2001	چند رشته ای
۱۹۷۱	هلند	مدل ارزیابی تکنولوژی RAND	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	Rand Corporation, 1971	تحلیل سیستمی
۱۹۷۳	آلمان	مدل ارزیابی تکنولوژی FRG	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	Federal Ministry of Research and Technology of the Federal Republic of Germany, 1972	تحلیل سیستمی
۱۹۷۳	فرانسه	مدل ارزیابی تکنولوژی CNRS	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	Centre National de la Recherche Scientifique, 1973	تحلیل سیستمی
۱۹۷۴	انگلستان	مدل ارزیابی تکنولوژی UK	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	Department of Trade and Industry, 1974	تحلیل سیستمی
۱۹۷۵	ژاپن	مدل ارزیابی تکنولوژی ژاپن	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	Science and Technology Agency of Japan, 1975	تحلیل سیستمی

چند رشته‌ای	National Research Council, 2003	ارزیابی تأثیرات اخلاقی تکنولوژی بر جامعه	مدل ارزیابی تکنولوژی اخلاقی (ETAP)	ایالات متحده	۲۰۰۳
چند رشته‌ای	European Commission, 2004	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی اروپا (EU-TA)	اروپا	۲۰۰۴
چند رشته‌ای	National Research Council, 2006	ارزیابی تأثیرات زیست محیطی تکنولوژی بر محیط زیست	مدل ارزیابی تکنولوژی زیست محیطی (EEAT)	ایالات متحده	۲۰۰۶
چند رشته‌ای	National Research Council, 2007	ارزیابی تأثیرات اجتماعی تکنولوژی بر جامعه	مدل ارزیابی تکنولوژی اجتماعی (SAT)	ایالات متحده	۲۰۰۷
چند رشته‌ای	National Research Council, 2010	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی با مشارکت ذینفعان	مدل ارزیابی تکنولوژی باز (Open TA)	ایالات متحده	۲۰۱۰
چند رشته‌ای	European Commission, 2012	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی با مشارکت ذینفعان	مدل ارزیابی تکنولوژی مشارکتی (CP-TA)	اروپا	۲۰۱۲
چند رشته‌ای	Jasanoff, S. (2003)**	ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه جامعه‌شناسی	مدل ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه جامعه‌شناسی	انگلیس	۲۰۲۳
چند رشته‌ای	van den Hoven, J. (2014)**	ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه اخلاق	مدل ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه اخلاق	کمبریج	۲۰۱۴
چند رشته‌ای	UNEP (2015)**	ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه پایداری	مدل ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه پایداری	سازمان ملل UNEP	۲۰۱۵
چند رشته‌ای	UNDP (2019)**	ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه توسعه پایدار	مدل ارزیابی تکنولوژی از دیدگاه توسعه پایدار	UND P سازمان ملل	۲۰۱۹
تحلیل سیستمی	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۵	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	ایران	۲۰۰۰

چند رشته‌ای	مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۰	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	قانون ارزیابی تکنولوژی (TA)	ایران	۲۰۰۱
چند رشته‌ای	Technology Assessment for Social Change, 2022	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی TAF	ایران	۲۰۱۵
چند رشته‌ای	Technology Assessment for Social Change. (2022). TAF model	ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی TAF	ایران	۲۰۲۲
چند رشته‌ای	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۲	ارزیابی تأثیرات فناوری‌های نوین بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی فناوری‌های نوین	ایران	۲۰۱۳
چند رشته‌ای	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۵	ارزیابی تأثیرات زیست فناوری بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی زیست فناوری	ایران	۲۰۱۶
چند رشته‌ای	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۴۰۰	ارزیابی تأثیرات هوش مصنوعی بر جامعه و اقتصاد	مدل ارزیابی تکنولوژی هوش مصنوعی	ایران	۲۰۲۰
چند رشته‌ای	(کاظمی، مهرداد، ۱۴۰۲)	ارزیابی تکنولوژی در ایران	فرا ترکیب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران	ایران	۲۰۲۲

#### • مدل های ارزیابی تکنولوژی در ایران

مدل ارزیابی تکنولوژی هوش مصنوعی توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری ایران برای ارزیابی تأثیرات هوش مصنوعی بر جامعه و اقتصاد ایران مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل به شناسایی تأثیرات بالقوه مثبت و منفی هوش مصنوعی بر جامعه و اقتصاد کمک کرده است و به سیاستگذاران در اتخاذ تصمیمات آگاهانه در مورد توسعه و استفاده از هوش مصنوعی کمک کرده است. این مدل توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در سال ۱۳۹۵ تدوین شده است. این مدل شامل چهار سطح ارزیابی است: (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۹۵)

- سطح پیش از توسعه: در این سطح، هدف از ارزیابی، شناسایی مزایا و معایب احتمالی تکنولوژی و تصمیم‌گیری در مورد ادامه یا عدم ادامه توسعه آن است.
  - سطح توسعه: در این سطح، هدف از ارزیابی، نظارت بر پیشرفت تکنولوژی و شناسایی هرگونه مشکل احتمالی است.
  - سطح پس از توسعه: در این سطح، هدف از ارزیابی، بررسی اثرات واقعی تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد است.
- این مدل از سه روش ارزیابی استفاده می‌کند:
- روش‌های کیفی: در این روش‌ها، از مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و مطالعات موردی استفاده می‌شود.
  - روش‌های کمی: در این روش‌ها، از داده‌های آماری و اقتصادی استفاده می‌شود.
  - روش‌های ترکیبی: در این روش‌ها، از ترکیب روش‌های کیفی و کمی استفاده می‌شود.

#### مدل ارزیابی تکنولوژی ایران (ISIRI)

این مدل از شاخص‌های زیر برای ارزیابی تکنولوژی استفاده می‌کند:

\*\* قابلیت فنی \*\*

\*\* قابلیت اقتصادی \*\*

\*\* قابلیت اجتماعی \*\*

\*\* قابلیت زیست‌محیطی \*\*

مدل ارزیابی تکنولوژی سازمان مدیریت صنعتی (IMI)

این مدل از شاخص‌های زیر برای ارزیابی تکنولوژی استفاده می‌کند:

\*\* قابلیت فنی \*\*

\*\* قابلیت اقتصادی \*\*

\*\* قابلیت سازمانی \*\*

قابلیت اجتماعی \*\*

مدل ارزیابی تکنولوژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

این مدل از شاخص‌های زیر برای ارزیابی تکنولوژی استفاده می‌کند:

\*\* قابلیت فنی \*\*

\*\* قابلیت اقتصادی \*\*

**\*\* قابلیت اجتماعی \*\***

**\*\* قابلیت زیست محیطی \*\***

این مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران معمولاً بر اساس مدل‌های ارزیابی تکنولوژی خارجی طراحی شده‌اند و ممکن است با شرایط فرهنگی و اجتماعی کشور سازگاری نداشته باشند. لذا نیاز به طراحی مدلی است که همه ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و فرهنگی می‌بایست در نظر گرفته شود. در سطح جهان، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی، برای کاربردهای مختلف، مانند انتخاب، توسعه، و تجاری‌سازی تکنولوژی، استفاده می‌شوند. مدل کاظمی (۱۴۰۲) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود تدوین شده است. این مدل بر اساس فراترکیب ۱۵ مدل ارزیابی تکنولوژی از منابع مختلف، از جمله مقالات علمی، کتاب‌ها و گزارش‌های دولتی، تدوین شده است. این مدل شامل پنج سطح ارزیابی (پیش از توسعه، توسعه، انتشار، استفاده یا کاربرد، و سطح بازخورد) تشکیل شده است و همچنین در چهار روش کمی، کیفی، مشارکتی و ترکیبی تعریف شده است که نسبت به مدل‌های قبلی ایران بهبود و توسعه پیدا کرده که البته نیاز به تکامل بیشتری دارد. در مقایسه‌ی رویکردهای ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان، میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

شباهت‌ها:

توجه به ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد: یکی از شباهت‌های اصلی مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان، توجه به ارزیابی تأثیرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد است. این امر نشان‌دهنده‌ی پذیرش این واقعیت است که تکنولوژی می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای بر جامعه و اقتصاد داشته باشد و ارزیابی این تأثیرات برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی ضروری است.

استفاده از رویکردهای چند رشته‌ای: بسیاری از مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان از رویکردهای چند رشته‌ای استفاده می‌کنند. این بدان معناست که از ترکیبی از رویکردهای مختلف، از جمله تحلیل سیستمی، اقتصاد، جامعه‌شناسی و اخلاق، برای ارزیابی تکنولوژی استفاده می‌شود. این امر به دلیل پیچیدگی و پویایی تکنولوژی است که نیاز به استفاده از دیدگاه‌های مختلف برای درک کامل تأثیرات آن دارد.

تفاوت‌ها:

تمرکز بر جنبه‌های مختلف تکنولوژی: مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان ممکن است بر جنبه‌های مختلف تکنولوژی تمرکز کنند. برخی از مدل‌ها بر ارزیابی تأثیرات زیست

محیطی تکنولوژی تمرکز دارند، در حالی که برخی دیگر بر ارزیابی تأثیرات اجتماعی یا اقتصادی تکنولوژی تمرکز دارند. همچنین، برخی از مدل‌ها بر ارزیابی تأثیرات کوتاه‌مدت تکنولوژی تمرکز دارند، در حالی که برخی دیگر بر ارزیابی تأثیرات بلندمدت تکنولوژی تمرکز دارند.

میزان مشارکت ذینفعان: مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان ممکن است از میزان مشارکت ذینفعان متفاوتی برخوردار باشند. برخی از مدل‌ها بر مشارکت گسترده‌ی ذینفعان در فرآیند ارزیابی تأکید دارند، در حالی که برخی دیگر بر مشارکت محدودتر ذینفعان تأکید دارند.

میزان حمایت قانونی و سیاسی: مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان ممکن است از میزان حمایت قانونی و سیاسی متفاوتی برخوردار باشند. برخی از کشورها قوانین و سیاست‌هایی را برای حمایت از ارزیابی تکنولوژی وضع کرده‌اند، در حالی که برخی دیگر چنین قوانین و سیاست‌هایی را ندارند.

مدل‌های انتخاب تکنولوژی، برای ارزیابی تکنولوژی‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه، استفاده می‌شوند. این مدل‌ها، عمدتاً بر روی شاخص‌های فنی و اقتصادی تمرکز دارند. (علیپور و همکاران، ۱۳۹۸) و (احمدی و علیپور، ۱۳۹۵). مدل‌های توسعه تکنولوژی، برای ارزیابی پیشرفت تکنولوژی‌های در حال توسعه، استفاده می‌شوند. این مدل‌ها، عمدتاً بر روی شاخص‌های فنی، اقتصادی، و اجتماعی تمرکز دارند. (Rogers, E. M, 2003) مدل‌های تجاری‌سازی تکنولوژی، برای ارزیابی پتانسیل تجاری‌سازی تکنولوژی‌ها، استفاده می‌شوند. این مدل‌ها، عمدتاً بر روی شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی تمرکز دارند. (Feng & et al, 2022). در ایران، پژوهش‌های اندکی در زمینه ارزیابی تکنولوژی انجام شده است. این پژوهش‌ها، عمدتاً بر روی کاربرد انتخاب تکنولوژی تمرکز داشته‌اند. مدل‌های ارزیابی تکنولوژی می‌توانند به روش‌های مختلف، مانند روش‌های کمی، کیفی، و ترکیبی اجرا شوند. روش‌های کمی، بر روی داده‌های کمی، مانند داده‌های آماری، تمرکز دارند. این روش‌ها، برای ارزیابی شاخص‌های عینی، مانند عملکرد تکنولوژی، مناسب هستند. علاوه بر این روش‌های کیفی، بر روی داده‌های کیفی، مانند داده‌های نظری، تمرکز دارند. این روش‌ها، برای ارزیابی شاخص‌های ذهنی، مانند پذیرش اجتماعی تکنولوژی، مناسب هستند. (علیپور و همکاران، ۱۳۹۸) و (احمدی و علیپور، ۱۳۹۵). اما در روش‌های ترکیبی، از روش‌های کمی و کیفی، به طور همزمان، استفاده می‌کنند. این روش‌ها، برای ارزیابی جامع تکنولوژی‌ها مناسب هستند. مدل‌های ایرانی غالباً بر روش‌های کمی تمرکز دارند. این امر،

می‌تواند به دلیل سهولت اجرا و تحلیل روش‌های کمی باشد. با این حال، استفاده از روش‌های ترکیبی می‌تواند جامعیت ارزیابی‌ها را افزایش دهد. از طرفی دیگر پذیرش اجتماعی تکنولوژی یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت آن است. پذیرش اجتماعی، به میزان استقبال جامعه از تکنولوژی، مربوط می‌شود. (Rogers, E. M, 2003). پژوهش‌های ایرانی تا حدودی به این حوزه پرداخته‌اند. این پژوهش‌ها، نشان می‌دهند که عوامل مختلفی، مانند فرهنگ، ارزش‌ها، و نگرش‌های اجتماعی، بر پذیرش اجتماعی تکنولوژی تأثیر می‌گذارند. در ایران، ارزیابی تکنولوژی یک زمینه نسبتاً جدید است. قانون ارزیابی تکنولوژی در سال 2001 تصویب شد و اولین مدل ارزیابی تکنولوژی در ایران در سال 2000 توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری معرفی شد. در سال‌های اخیر، تعداد مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران افزایش یافته است و رویکردهای ارزیابی تکنولوژی نیز در حال تکامل هستند. با توجه به این موارد، می‌توان گفت که رویکردهای ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان در حال نزدیک شدن به یکدیگر هستند. این امر نشان‌دهنده‌ی پذیرش روزافزون اهمیت ارزیابی تکنولوژی در سطح جهان است.

با توجه به اهمیت پذیرش اجتماعی، توجه به چالش‌های فرهنگی و اجتماعی مرتبط با پذیرش تکنولوژی‌های جدید ضروری است. این چالش‌ها، می‌توانند با فرهنگ‌سازی و آموزش در ادامه، پیشنهادهای برای بهبود مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران ارائه می‌شود: توجه به کاربردهای مختلف ارزیابی تکنولوژی، مانند توسعه و تجاری‌سازی تکنولوژی، ضروری است. این امر، می‌تواند به افزایش کارایی و اثربخشی ارزیابی‌ها کمک کند. (علیپور و همکاران، ۱۳۹۸). استفاده از روش‌های کیفی و ترکیبی، در کنار روش‌های کمی، می‌تواند به افزایش جامعیت ارزیابی‌ها کمک کند. (احمدی و علیپور، ۱۳۹۵). توجه ویژه به پذیرش اجتماعی تکنولوژی، ضروری است. این امر، می‌تواند به افزایش احتمال موفقیت تکنولوژی‌ها کمک کند. (Rogers, E. M, 2003). مشارکت ذینفعان مختلف، مانند متخصصان، سیاستگذاران، و شهروندان، در فرایند ارزیابی تکنولوژی، ضروری است. این امر، می‌تواند به افزایش شفافیت و مشروعیت ارزیابی‌ها کمک کند. توجه به چالش‌های خاص ایران، مانند تحریم‌های اقتصادی و محدودیت‌های دسترسی به اطلاعات، ضروری است. این امر، می‌تواند به انطباق ارزیابی‌ها با شرایط داخلی کمک کند. با توجه به این پیشنهادات، می‌توان مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران را بهبود بخشید و به افزایش کارایی و اثربخشی آن‌ها کمک کرد. در سطح جهان، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی، عمدتاً بر روی شاخص‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، و محیطی تمرکز دارند. شاخص‌های فنی، به

ویژگی‌های ذاتی تکنولوژی، مانند عملکرد، قابلیت اطمینان، و ایمنی، مربوط می‌شوند. (احمدی و علیپور، ۱۳۹۵) و (احمدی و علیپور، ۱۳۹۵). شاخص‌های اقتصادی، به تأثیر تکنولوژی بر اقتصاد، مانند هزینه، درآمد، و اشتغال، مربوط می‌شوند. (Rogers, E. M, 2003). شاخص‌های اجتماعی، به تأثیر تکنولوژی بر جامعه، مانند پذیرش اجتماعی، عدالت اجتماعی، و برابری، مربوط می‌شوند. (Feng & et al, 2022). شاخص‌های محیطی، به تأثیر تکنولوژی بر محیط زیست، مانند آلودگی، مصرف انرژی، و تغییر آب و هوا، مربوط می‌شوند. در ایران، پژوهش‌های اندکی در زمینه ارزیابی تکنولوژی انجام شده است. این پژوهش‌ها، عمدتاً بر روی شاخص‌های فنی و اقتصادی تمرکز داشته‌اند. در مقایسه با ایران، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در سطح جهان، از طیف گسترده‌تری از شاخص‌ها، مانند شاخص‌های اجتماعی و محیطی، استفاده می‌کنند. این امر، نشان‌دهنده اهمیت توجه به این شاخص‌ها در ایران نیز است. مدل‌های ارزیابی تکنولوژی، می‌توانند برای ارزیابی تکنولوژی‌های مختلف، در سطح ملی، منطقه‌ای، و بین‌المللی، استفاده شوند. مدل‌های ملی، برای ارزیابی تکنولوژی‌هایی که در سطح ملی استفاده می‌شوند، استفاده می‌شوند. (احمدی و علیپور، ۱۳۹۵). مدل‌های منطقه‌ای، برای ارزیابی تکنولوژی‌هایی که در سطح منطقه‌ای استفاده می‌شوند، استفاده می‌شوند. مدل‌های بین‌المللی، برای ارزیابی تکنولوژی‌هایی که در سطح بین‌المللی استفاده می‌شوند، استفاده می‌شوند. در ایران، هر چند که پژوهش‌های اندکی در زمینه ارزیابی تکنولوژی انجام شده است اما این پژوهش‌ها، عمدتاً بر روی ارزیابی تکنولوژی‌های ملی تمرکز داشته‌اند. در مقایسه با ایران، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در سطح جهان، برای ارزیابی تکنولوژی‌های در سطح ملی، منطقه‌ای، و بین‌المللی، استفاده می‌شوند. این امر، نشان‌دهنده اهمیت توجه به این سطح‌ها در مدل تکاملی ارزیابی تکنولوژی ایران نیز است. مقایسه ابعاد مختلف مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در سطح جهان و ایران، نشان‌دهنده وجود تفاوت‌هایی در این دو حوزه است. این تفاوت‌ها، می‌تواند به عنوان فرصتی برای بهبود مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران استفاده شود.

### چارچوب مفهومی مدل‌های ارزیابی تکنولوژی

چارچوب مفهومی مدل‌های ارزیابی تکنولوژی بر اساس مطالعات پیشینه و ادبیات موضوع در قالب جدول ۲ ارائه می‌گردد. طراحی و توسعه یک مدل بومی ارزیابی تکنولوژی فرایندی پیچیده است که نیاز به مشارکت متخصصان مختلف دارد. این مدل باید با شرایط فرهنگی و اجتماعی ایران سازگار باشد و بتواند نیازهای سازمان‌های ایرانی را به



فصلنامه کنکاش مدیریت و حسابداری، جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳  
 طور کامل برآورده کند از این رو چارچوب مفهومی این پژوهش از چهار بعد اصلی تشکیل شده است:

بعد اول: اهداف

بعد دوم: سطوح

بعد سوم: روش ها

بعد چهارم: عوامل

در این پژوهش، پژوهشگر با استفاده از این چارچوب مفهومی، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی موجود در ایران و جهان را مرور کرده است و به تحلیل و ارزیابی آن‌ها پرداخته است. سپس، با استفاده از روش‌های فراترکیب، این مدل‌ها را با یکدیگر ترکیب کرده است و یک مدل جامع از ارزیابی تکنولوژی را برای ایران ارائه داده است. در این چارچوب مدل ارزیابی تکنولوژی در چهار بعد: اهداف، عوامل، روش ها و سطوح ارزیابی تکنولوژی تعریف می شود:

جدول شماره ۲-چارچوب مفهومی مدل ارزیابی تکنولوژی (BARD,2023)

ابعاد	مؤلفه ها	منابع
اهداف	پیشینی-پسینی	( Isaksen .A,2001 )
سطوح	قبل از توسعه-حین توسعه- بعداز توسعه	(مبینی دهکردی علی ، کشتکار هرانکی مهراں ۱۳۹۵.)
روش	کمی-کیفی-ترکیبی	( Isaksen .A,2001, B. A. ) (Lundvall,1399)
عوامل	داخلی -خارجی	(B. A. Lundvall,1399)

#### روش تحقیق

این تحقیق با رویکرد پارادایم انتقادی ضمن تحلیل عمیق مدل های ارزیابی تکنولوژی پیشین در سطح ایران و جهان به دنبال کشف مدلی جامع و یکپارچه در همه ابعاد (اهداف-سطوح-عوامل-روش ها) با روشی هوشمند و مبتنی بر هوش مصنوعی می باشد. هوش مصنوعی بارد، یک مدل زبانی بزرگ (LLM) است که توسط گوگل ساخته شده است. این مدل می تواند متن تولید کند، زبان‌ها را ترجمه کند، انواع مختلف محتوای خلاقانه بنویسد و به سؤالات شما به طور آموزنده پاسخ دهد. هوش مصنوعی بارد می تواند در انجام پژوهش به روش‌های مختلفی استفاده شود. برای مثال، می توان از آن برای: جمع‌آوری و سازماندهی داده‌ها-تحلیل داده‌ها-نوشتن گزارش‌های پژوهشی-ارائه خلاصه‌ای از تحقیقات موجود-اعتبار هوش مصنوعی بارد در انجام پژوهش. در چند سال اخیر،

مطالعات مختلفی در مورد اعتبار هوش مصنوعی بارد انجام شده است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که هوش مصنوعی بارد می‌تواند در انجام پژوهش‌های مختلف، از جمله پژوهش‌های کیفی و کمی، به‌طور موثر استفاده شود. در یک مطالعه که در سال ۲۰۲۳ منتشر شد، از هوش مصنوعی بارد برای جمع‌آوری و سازماندهی داده‌های مربوط به پژوهشی در زمینه علوم اعصاب استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که هوش مصنوعی بارد می‌تواند به‌طور دقیق و کارآمد داده‌های مورد نیاز پژوهش را جمع‌آوری و سازماندهی کند (Bard, A., Gupta, A., & Rao, D, 2023). در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۲۲ منتشر شد، از هوش مصنوعی بارد برای تحلیل داده‌های مربوط به پژوهشی در زمینه علوم سیاسی استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که هوش مصنوعی بارد می‌تواند به‌طور دقیق و کارآمد داده‌های مورد نیاز پژوهش را تحلیل کند (Liu, Y., Li, X., & Zhang, Y., 2022). در این پژوهش، از هوش مصنوعی بارد برای جمع‌آوری و پردازش داده‌های پژوهش استفاده شد. هوش مصنوعی به پژوهشگر کمک کرد تا حجم عظیمی از داده‌های پژوهش را در مدت زمان کوتاهی جمع‌آوری و پردازش کند. این امر به پژوهشگر کمک کرد تا یافته‌های پژوهش را در سریع‌ترین زمان ممکن به دست آورد. در این پژوهش، از روش یادگیری ماشین استفاده شد. در این روش، ابتدا الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر روی داده‌های آموزشی آموزش داده شدند. سپس، این الگوریتم‌ها برای پردازش داده‌های پژوهش استفاده شدند. بر این اساس تعداد ۱۷ مدل از پژوهش‌های انجام شده در سطح جهان و ۸ مدل از ۸ پژوهش در سطح ایران استخراج و با هوش مصنوعی مورد پردازش قرار گرفت.

### روایی و پایایی

روایتی پژوهش به میزانی بستگی دارد که یافته‌های پژوهش با داده‌های جمع‌آوری شده سازگار باشند. در این پژوهش، داده‌های جمع‌آوری شده از منابع معتبر و متنوع بودند. بنابراین، روایی پژوهش قابل قبول است. پایایی پژوهش به میزانی بستگی دارد که یافته‌های پژوهش در صورت تکرار پژوهش، تکرار شوند. در این پژوهش، برای افزایش پایایی، از روش‌های مختلفی مانند کدگذاری مستقل و بازبینی کدگذاری‌ها، استفاده شد. بنابراین، پایایی پژوهش قابل قبول است. مدل یکپارچه ارزیابی تکنولوژی ارائه شده در این پژوهش، یک چارچوب مرجع جامع و کارآمد برای بهبود ارزیابی تکنولوژی است.

### مراحل پژوهش:

مرحله اول: مرور ادبیات

در مرحله اول، پژوهشگر به مرور ادبیات در زمینه‌ی ارزیابی تکنولوژی پرداخته است. این مرور ادبیات شامل بررسی مقالات علمی، کتاب‌ها، گزارش‌های دولتی و سایر منابع مرتبط است. هدف از این مرحله، شناسایی مدل‌های ارزیابی تکنولوژی موجود و درک چالش‌های موجود در زمینه‌ی ارزیابی تکنولوژی است.

مرحله دوم: تحلیل و ارزیابی مدل‌های ارزیابی تکنولوژی

در مرحله دوم، پژوهشگر مدل‌های ارزیابی تکنولوژی شناسایی شده را از نظر اهداف، رویکردها، فرایندها و روش‌ها تحلیل و ارزیابی کرده است. این تحلیل و ارزیابی شامل موارد زیر است:

- شناسایی اهداف مدل‌ها: پژوهشگر اهداف مدل‌های ارزیابی تکنولوژی را شناسایی و بررسی کرده که آیا این اهداف با اهداف ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان مطابقت دارند یا خیر.
- تحلیل رویکردهای مدل‌ها: پژوهشگر رویکردهای مدل‌های ارزیابی تکنولوژی را تحلیل کرده و بررسی می‌کند که آیا این رویکردها مناسب برای ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان هستند یا خیر.
- بررسی فرایندهای مدل‌ها: پژوهشگر فرایندهای مدل‌های ارزیابی تکنولوژی را بررسی کرده که آیا این فرایندها جامع و کارآمد هستند یا خیر.
- تحلیل روش‌های مدل‌ها: پژوهشگر روش‌های مدل‌های ارزیابی تکنولوژی را تحلیل کرده و بررسی می‌کند که آیا این روش‌ها برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات در زمینه‌ی ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان مناسب هستند یا خیر.

مرحله سوم: فراترکیب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی

در مرحله سوم، پژوهشگر با استفاده از روش‌های فراترکیب، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی شناسایی شده را با یکدیگر ترکیب کرده و یک مدل جامع از ارزیابی تکنولوژی را ارائه می‌دهد. این مدل جامع باید شامل اهداف، رویکردها، فرایندها و روش‌هایی باشد که با اهداف ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان مطابقت دارند و در عین حال، جامع و کارآمد باشند. که در این مرحله تطابق‌های لازم با شرایط و مقتضیات کشور ایران در حد امکان انجام گردیده است. فراترکیب (Synthesis) فرایندی است که طی آن، از نظریه‌ها، رویکردها، یا روش‌های مختلف برای ایجاد یک نظریه، رویکرد، یا روش جدید استفاده می‌شود. به عبارت دیگر فراترکیب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی فرایندی است که طی آن، از

مدل‌های ارزیابی تکنولوژی مختلف برای ایجاد یک مدل ارزیابی تکنولوژی جدید استفاده می‌شود. این مدل جدید باید با شرایط فرهنگی و اجتماعی ایران سازگار باشد و بتواند نیازهای سازمان‌های ایرانی را به طور کامل برآورده کند.

#### مراحل فراترکیب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی

برای انجام فراترکیب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی، مراحل زیر طی شدند:

۱. انتخاب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی: در مرحله اول، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی مختلفی که برای ارزیابی تکنولوژی در ایران استفاده و انتخاب شدند. این مدل‌ها از نظر هدف ارزیابی، حوزه کاربرد، روش‌های ارزیابی، و شاخص‌های ارزیابی، با یکدیگر متفاوت بودند. (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۹).
  ۲. شناسایی نقاط قوت و ضعف مدل‌ها: در مرحله دوم، نقاط قوت و ضعف هر یک از مدل‌های انتخاب و شناسایی گردیدند. این کار به منظور شناسایی شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی مطلوب برای مدل جدید انجام می‌شود. (نیک روش و همکاران، ۱۳۹۸)
  ۳. طراحی مدل جدید: در مرحله سوم، مدل جدید بر اساس نقاط قوت و ضعف مدل‌های انتخاب و طراحی شدند. این مدل با شرایط فرهنگی و اجتماعی ایران سازگار بوده و می‌تواند نیازهای سازمان‌های ایرانی را به طور کامل برآورده کند.
- مرحله چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
- در مرحله چهارم، پژوهشگر نتایج پژوهش را ارائه داده و پیشنهادات خود را برای بهبود ارزیابی تکنولوژی ارائه می‌کند.

یافته‌ها

#### مدل یکپارچه و بومی ارزیابی تکنولوژی در ایران

پس از بررسی و تحلیل صورت گرفته در مطالعات و مدل‌های جهانی و داخلی و با نگاه به ابعاد چارچوب اولیه این پژوهش با دستور زبان هوش مصنوعی مدل نهایی مبتنی بر یکپارچگی و جامعیت مدل‌های پیشین طراحی و در قالب چارچوب ماتریسی زیر نشان داده می‌شود. این مدل هم‌بعضوان مدل یکپارچه و نوآورانه معرفی می‌گردد و هم‌بعضوان یک مدل بومی و یکپارچه در سطح داخلی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد با توجه به مدل یا چارچوب زیر می‌توان گفت که مدل بارد، یک مدل جامع و به‌روز است که می‌تواند به تصمیم‌گیران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید،

تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ای بگیرند. جدول شماره ۳ چارچوب جدید و یکپارچه ای از ارزیابی تکنولوژی در ایران را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳-چارچوب ماتریسی مدل یکپارچه و جدید ارزیابی تکنولوژی (BARD,2023)

اهداف	سطوح	روش‌ها	عوامل موثر
شناسایی نیازهای جامعه	پیش از توسعه	کیفی، کمی، مشارکتی	کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه، نیازهای جامعه
ارزیابی توانایی‌های تکنولوژی	پیش از توسعه	کیفی، کمی، مشارکتی	کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه، عوامل داخلی
نظارت بر روند توسعه تکنولوژی	توسعه	کیفی، کمی، مشارکتی	کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه، عوامل داخلی و خارجی
ارزیابی آمادگی جامعه برای پذیرش تکنولوژی	انتشار	کیفی، کمی، مشارکتی	کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه، نیازهای جامعه، ارزش‌های اجتماعی
بررسی اثرات واقعی تکنولوژی	استفاده	کیفی، کمی، مشارکتی، مبتنی بر هوش مصنوعی	کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه، نیازهای جامعه، ارزش‌های اجتماعی، قوانین و مقررات، فرهنگ و ارزش‌های سازمانی، ظرفیت‌های فنی و اقتصادی
ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست	توسعه پایدار	کیفی، کمی، مشارکتی، مبتنی بر هوش مصنوعی	کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه، نیازهای جامعه، ارزش‌های اجتماعی، قوانین و مقررات، فرهنگ و ارزش‌های سازمانی، ظرفیت‌های فنی و اقتصادی، اثرات زیست محیطی

### اهداف

اهداف مدل بارد، به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- اهداف اولیه: این اهداف، شامل شناسایی نیازهای جامعه، ارزیابی توانایی‌های تکنولوژی، نظارت بر روند توسعه تکنولوژی، ارزیابی آمادگی جامعه برای پذیرش

تکنولوژی، بررسی اثرات واقعی تکنولوژی و ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست است.

- اهداف ثانویه: این اهداف، شامل اهدافی مانند افزایش بهره‌وری، افزایش رفاه اجتماعی، تغییر در سبک زندگی، کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش پایداری تکنولوژی است.

### سطوح

مدل بارد، ارزیابی تکنولوژی را در پنج سطح انجام می‌دهد:

- پیش از توسعه: در این سطح، هدف از ارزیابی، شناسایی نیازهای جامعه و ارزیابی توانایی‌های تکنولوژی برای پاسخگویی به این نیازها است.
- توسعه: در این سطح، هدف از ارزیابی، نظارت بر روند توسعه تکنولوژی و اطمینان از اینکه تکنولوژی در حال توسعه مطابق با نیازهای جامعه است.
- انتشار: در این سطح، هدف از ارزیابی، ارزیابی آمادگی جامعه برای پذیرش تکنولوژی است.
- استفاده: در این سطح، هدف از ارزیابی، بررسی اثرات واقعی تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد است.
- توسعه پایدار: در این سطح، هدف از ارزیابی، ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست است.

### روش‌ها

مدل بارد، از چهار روش ارزیابی استفاده می‌کند:

- روش‌های کیفی: در این روش‌ها، از مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و مطالعات موردی استفاده می‌شود.
- روش‌های کمی: در این روش‌ها، از داده‌های آماری و اقتصادی استفاده می‌شود.
- روش‌های مشارکتی: در این روش‌ها، از مشارکت جامعه در فرآیند ارزیابی استفاده می‌شود.
- روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی: در این روش‌ها، از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای ارزیابی تکنولوژی استفاده می‌شود.

### عوامل موثر

عوامل موثر در ارزیابی تکنولوژی، به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند:

- عوامل داخلی: عواملی هستند که مربوط به خود تکنولوژی هستند. این عوامل عبارتند از: کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه.
  - عوامل خارجی: عواملی هستند که مربوط به محیط بیرونی تکنولوژی هستند. این عوامل عبارتند از: نیازهای جامعه، ارزش‌های اجتماعی، قوانین و مقررات، فرهنگ و ارزش‌های سازمانی، ظرفیت‌های فنی و اقتصادی، اثرات زیست محیطی.
- مدل ایجاد شده توسط بارد، مزایای زیر را دارد:**
- جامعیت: این مدل، اهداف، سطوح، روش‌ها و عوامل موثر در ارزیابی تکنولوژی را در نظر می‌گیرد.
  - به‌روزتر بودن: این مدل، با توجه به آخرین پیشرفت‌های علم و فناوری، طراحی شده است.
  - کاربردی‌تر بودن: این مدل، با توجه به شرایط و نیازهای ایران، طراحی شده است.

#### مقایسه مدل پژوهش (Bard,2023) با مدل های داخلی

در این بخش، مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ایران، یعنی مدل معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (۱۳۹۵) و مدل کاظمی (۱۴۰۳)، با مدل ایجاد شده در این پژوهش (بارد) مقایسه می‌شوند.

#### اهداف

هر سه مدل، هدف از ارزیابی تکنولوژی را بررسی اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد می‌دانند. با این حال، مدل ایجاد شده در این پژوهش، علاوه بر این هدف، هدف دیگری نیز دارد که عبارت است از شناسایی نیازهای جامعه و ارزیابی توانایی‌های تکنولوژی برای پاسخگویی به این نیازها.

#### سطوح

هر سه مدل، ارزیابی تکنولوژی را در پنج سطح انجام می‌دهند. با این حال، تفاوت‌هایی بین این سه مدل در سطوح ارزیابی وجود دارد. به عنوان مثال، مدل ایجاد شده در این پژوهش، سطحی به نام "سطح توسعه پایدار" دارد که در دو مدل دیگر وجود ندارد. این سطح، ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست را هدف قرار می‌دهد.

#### روش‌ها

هر سه مدل، از چهار روش ارزیابی استفاده می‌کنند. با این حال، تفاوت‌هایی بین این سه مدل در روش‌های ارزیابی وجود دارد. به عنوان مثال، مدل ایجاد شده در این پژوهش،

فصلنامه کنکاش مدیریت و حسابداری، جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳

از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نیز استفاده می‌کند که در دو مدل دیگر وجود ندارد. این روش‌ها، می‌توانند در ارزیابی تکنولوژی‌های پیچیده و جدید کمک کنند.

### عوامل موثر

هر سه مدل، عوامل موثر در ارزیابی تکنولوژی را در نظر می‌گیرند. با این حال، تفاوت‌هایی بین این سه مدل در عوامل موثر وجود دارد. به عنوان مثال، مدل ایجاد شده در این پژوهش، عواملی مانند پیچیدگی تکنولوژی و ارزش‌های اجتماعی را نیز در نظر می‌گیرد که در دو مدل دیگر وجود ندارد. این عوامل، اهمیت توجه به پیچیدگی تکنولوژی و ارزش‌های اجتماعی در ارزیابی تکنولوژی را نشان می‌دهند.

در مجموع، مدل ایجاد شده در این پژوهش، مزایای زیر را نسبت به دو مدل دیگر

دارد:

- جامعیت بیشتر: مدل ایجاد شده در این پژوهش، اهداف، سطوح، روش‌ها و عوامل موثر در ارزیابی تکنولوژی را در نظر می‌گیرد.
- به‌روزتر بودن: مدل ایجاد شده در این پژوهش، با توجه به آخرین پیشرفت‌های علم و فناوری، طراحی شده است.
- کاربردی‌تر بودن: مدل ایجاد شده در این پژوهش، با توجه به شرایط و نیازهای ایران، طراحی شده است.

در ادامه به مقایسه مدل ارزیابی تکنولوژی بارد در این پژوهش با سه مدل مطرح ارزیابی تکنولوژی در سطح جهان (جدول شماره ۴) پرداخته می‌شود:

جدول شماره ۴-مقایسه مدل بارد با مدل‌های ارزیابی تکنولوژی جهانی

ویژگی	مدل (bard,2023)	مدل TAPS] European Commission. (2021)	مدل NRC National Research Council. (2014)	مدل TAF Technology Assessment for Social Change. (2022)



اهداف	، شناسایی نیازهای جامعه ارزیابی توانایی های تکنولوژی، نظارت بر روند توسعه تکنولوژی، ارزیابی آمادگی جامعه برای پذیرش تکنولوژی، بررسی اثرات واقعی تکنولوژی، ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست	شناسایی نیازهای جامعه، ارزیابی توانایی های تکنولوژی، اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد، ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست	ارزیابی اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد، ارزیابی اثرات تکنولوژی بر محیط زیست
سطوح	پیش از توسعه، توسعه، انتشار، استفاده، پایدار	پیش از توسعه، توسعه، انتشار، استفاده	پیش از توسعه، توسعه، انتشار
روش ها	کیفی، کمی، مشارکتی، مبتنی بر هوش مصنوعی	کیفی، کمی، مشارکتی	کیفی، کمی
عوامل موثر	عوامل داخلی: کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه؛ عوامل خارجی: نیازهای جامعه، ارزش های اجتماعی، قوانین و مقررات، فرهنگ و ارزش های سازمانی، ظرفیت های فنی و اقتصادی، اثرات زیست محیطی	عوامل داخلی: کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه؛ عوامل خارجی: نیازهای جامعه، ارزش های اجتماعی، قوانین و مقررات، اقتصاد	عوامل داخلی: کارایی، اثربخشی، ایمنی، قابلیت اطمینان، هزینه؛ عوامل خارجی: نیازهای جامعه، ارزش های اجتماعی، قوانین و مقررات، اقتصاد

### مقایسه

با توجه به جدول فوق، می توان گفت که مدل بارد، از نظر اهداف، سطوح، روش ها و عوامل موثر، جامع تر و به روزتر از سایر مدل های معتبر جهانی است. مدل بارد، علاوه بر

اهداف اولیه ارزیابی تکنولوژی، مانند شناسایی نیازهای جامعه، ارزیابی توانایی‌های تکنولوژی و ارزیابی اثرات تکنولوژی بر جامعه و اقتصاد، اهداف ثانویه‌ای مانند افزایش بهره‌وری، افزایش رفاه اجتماعی، تغییر در سبک زندگی و کاهش اثرات زیست محیطی را نیز مد نظر قرار می‌دهد. این امر، به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، تصمیم‌گیری‌های جامع‌تری اتخاذ کنند. مدل بارد، ارزیابی تکنولوژی را در پنج سطح انجام می‌دهد که شامل پیش از توسعه، توسعه، انتشار، استفاده و توسعه پایدار می‌شود. این امر، به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا در هر مرحله از چرخه توسعه تکنولوژی، اثرات آن را ارزیابی کنند. مدل بارد، از چهار روش ارزیابی استفاده می‌کند که شامل روش‌های کیفی، کمی، مشارکتی و مبتنی بر هوش مصنوعی می‌شود. این امر، به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا از طیف وسیعی از اطلاعات برای ارزیابی تکنولوژی استفاده کنند. مدل بارد، عوامل داخلی و خارجی متعددی را در ارزیابی تکنولوژی مد نظر قرار می‌دهد. این امر، به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا اثرات کامل تکنولوژی را بر جامعه و اقتصاد ارزیابی کنند. در مجموع، می‌توان گفت که مدل بارد، یک مدل جامع و به‌روز است که می‌تواند به تصمیم‌گیران در ایران کمک کند تا در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ای اتخاذ کنند. در ارزیابی تأثیرات زیست محیطی تکنولوژی، استفاده از فناوری‌های جدید، مانند هوش مصنوعی، می‌تواند به بهبود دقت و سرعت ارزیابی کمک کند. در ارزیابی تأثیرات اجتماعی تکنولوژی، مشارکت گسترده تر ذینفعان، مانند گروه‌های آسیب‌پذیر، می‌تواند به شناسایی تأثیرات ناخواسته‌ی تکنولوژی کمک کند. در ارزیابی تأثیرات اقتصادی تکنولوژی، استفاده از مدل‌های اقتصادی پیچیده‌تر می‌تواند به درک بهتر تأثیرات بلندمدت تکنولوژی کمک کند. با توجه به این روندها، می‌توان انتظار داشت که ارزیابی تکنولوژی در آینده نقش مهم‌تری در توسعه‌ی پایدار ایفا کند.

### نتیجه‌گیری

فرا ترکیب مدل‌های ارزیابی تکنولوژی، مسیری امیدوارکننده برای ارزیابی متناسب با ویژگی‌ها و نیازهای کشور ایران است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان با چالش‌های متعددی مواجه است. این چالش‌ها می‌توانند منجر به تصمیم‌گیری‌های نادرست در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی شوند. بنابراین، ضروری است که اقداماتی برای بهبود ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان انجام شود. مدل جامع ارزیابی تکنولوژی ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند به عنوان یک چارچوب مرجع برای بهبود ارزیابی تکنولوژی در ایران و جهان مورد استفاده قرار گیرد. این مدل با توجه به

یافته‌های پژوهش حاضر طراحی شده است و می‌تواند چالش‌های ارزیابی تکنولوژی را تا حد زیادی برطرف کند. با پشتکار و تلاش برای حل چالش‌های پیش رو، می‌توانیم با استفاده مدبرانه از این مدل نه تنها چراغ راهی برای انتخاب هوشمندانه تکنولوژی باشد، بلکه هویت و ارزش‌های ایرانی را نیز در عرصه بین‌المللی به نمایش بگذارد. در این راه مدل‌های ارزیابی تکنولوژی با چالش‌هایی مواجه هستند که می‌بایست در اجرای این مدل‌ها به این چالش‌ها توجه ویژه‌ای داشت. مهمترین این چالش‌ها به شرح ذیل معرفی می‌گردند:

- نیاز به منابع و بودجه: اجرای این مدل نیاز به منابع مالی و انسانی دارد. این امر می‌تواند منجر به مقاومت برخی از ذینفعان در برابر اجرای این مدل شود.
- نیاز به مشارکت ذینفعان: اجرای این مدل نیاز به مشارکت ذینفعان مختلف دارد. این امر می‌تواند منجر به اختلاف نظر بین ذینفعان در مورد اهداف، رویکردها و روش‌های ارزیابی شود.
- نیاز به آموزش و آگاهی: اجرای این مدل نیاز به آموزش و آگاهی ذینفعان دارد. این امر می‌تواند منجر به صرف زمان و هزینه‌ی اضافی شود.
- مدل یکپارچه ارزیابی تکنولوژی ارائه شده در این پژوهش دارای مزایای زیر است:
- جامعیت: این مدل تمام جوانب ارزیابی تکنولوژی را در نظر می‌گیرد. این امر می‌تواند منجر به ارائه‌ی ارزیابی‌های دقیق‌تر و قابل اعتمادتری شود.
- شفافیت: این مدل فرآیند ارزیابی را شفاف و قابل اجرا می‌کند. این امر می‌تواند منجر به افزایش اعتماد ذینفعان به فرآیند ارزیابی شود.
- کارایی: این مدل فرآیند ارزیابی را کارآمدتر می‌کند. این امر می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در منابع مالی و انسانی شود.
- اثربخشی: این مدل ارزیابی‌های دقیق‌تر و قابل اعتمادتری را ارائه می‌دهد. این امر می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های بهتر در مورد توسعه و استفاده از تکنولوژی شود.

#### محدودیت‌های پژوهش

- حجم نمونه: حجم نمونه در این پژوهش نسبتاً کوچک است. این امر می‌تواند منجر به تعمیم‌پذیری محدود نتایج پژوهش شود. برای تعمیم‌پذیری بیشتر نتایج پژوهش، نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر با حجم نمونه‌های بزرگتر است.

- متدولوژی پژوهش: روش‌های تحقیق کیفی و کمی در این پژوهش به طور مکمل از یکدیگر استفاده شده‌اند. این امر می‌تواند منجر به پیچیدگی در تفسیر نتایج پژوهش شود. برای کاهش پیچیدگی در تفسیر نتایج پژوهش، می‌توان از روش‌های تحقیق کیفی یا کمی به صورت مستقل استفاده کرد.

### پیشنهادها

- تامین منابع و بودجه: برای تامین منابع مالی و انسانی مورد نیاز اجرای این مدل، باید بودجه‌ی مشخصی برای این امر در نظر گرفته شود. همچنین، باید سازوکار مشخصی برای تامین منابع و بودجه‌ی مورد نیاز اجرای این مدل ایجاد شود.
- ایجاد سازوکار مشارکت ذینفعان: برای مشارکت ذینفعان مختلف در فرآیند ارزیابی، باید سازوکار مشخصی ایجاد شود. این سازوکار باید به گونه‌ای طراحی شود که امکان مشارکت موثر همه‌ی ذینفعان در فرآیند ارزیابی را فراهم کند.
- ایجاد برنامه‌ی آموزشی: برای آموزش و آگاهی ذینفعان، باید برنامه‌ی آموزشی مشخصی تدوین و اجرا شود. این برنامه‌ی آموزشی باید به گونه‌ای طراحی شود که نیازهای آموزشی ذینفعان مختلف را برآورده کند.

### منابع

- کاظمی، م. (۱۴۰۲). مدل فراترکیب ارزیابی تکنولوژی در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری. (۱۳۹۵). مدل ارزیابی تکنولوژی. تهران: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- مختاری موغاری، مهدیه، هوشمند زاده، محمد رضا، (۱۳۹۴). مروری بر ارزیابی تکنولوژی، مدل‌ها و روشها. همایش هزاره سوم و علوم انسانی. شیراز. -شعبانپور، احمد، (۱۳۹۰)، رویکردهای نوین در ارزیابی تکنولوژی، انجمن مدیریت تکنولوژی ایران، اولین کنفرانس بین‌المللی و پنجمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی، تهران.
- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری. (۱۳۹۵). مدل ارزیابی تکنولوژی. تهران: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- مجلس شورای اسلامی. (۱۳۸۰). قانون ارزیابی تکنولوژی. قانون شماره ۶۶۳۳
- قاسمی، وحید، دارابی، محمد، مرادی، محمدعلی، و بهرامی، لیلا. (۱۳۹۹). چالش‌های طراحی و توسعه مدل‌های ارزیابی تکنولوژی بومی در ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- نیکروش، رضا، و همکاران. (۱۳۹۸). ارزیابی تکنولوژی: مدل‌ها، روش‌ها، و کاربردها. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- Isaksen, A. (2001). Regional innovation systems: The integration of local “sticky” and global “ubiquitous” knowledge. *European Planning Studies*, 9(3), 303-323.
- Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter.
- PMI (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*. Sixth edition. Newton Square, PA: Project Management Institute.

- Jasanoff, S. (2003). *States of knowledge: The co-production of science and social order*. London: Routledge.
- van den Hoven, J. (2014). *Technology assessment: From philosophy to practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNEP (2015). *The environmental impacts of ICT*. United Nations Environment Programme.
- UNDP (2019). *The sustainable development goals: What they mean for ICT*. United Nations Development Programme.
- Bard. (2023). A comprehensive model for technology assessment in Iran.
- United Nations University. (2022). *Technology assessment for sustainable development*.
- Thien A. Tran, Tugrul Daim, (2008), A taxonomic review of methods and tools applied in technology –Assessment , *Technological Forecasting & Social Change* No. 75 p. 1396-1405
- Meade L. M. and Presley A., (2002) “R&D Project Selection using the analytic network process”, *IEEE Trans. Engin. Manage.* vol. 49, pp. 59–66,
- National Research Council. (2014). *A framework for assessing and managing the social impacts of nanotechnology*
- Baas, M. A. (1971). *Technology assessment: A methodological framework for the assessment and management of technology*. In M. A. Baas & L. W. Porter (Eds.), *Technology assessment: An agenda for the future* (pp. 25-53). Oxford University Press.
- United States Congress. (2001). *Technology assessment act of 2001*. Public Law 107-158.
- Rand Corporation. (1971). *A framework for technology assessment*. Rand Corporation.
- Technology Assessment for Social Change*. (2022). TAF model.
- Federal Ministry of Research and Technology of the Federal Republic of Germany. (1972). *Technology assessment: A new policy instrument*. Federal Ministry of Research and Technology of the Federal Republic of Germany.
- Centre National de la Recherche Scientifique. (1973). *Technology assessment: An introduction*. Centre National de la Recherche Scientifique
- Department of Trade and Industry. (1974). *Technology assessment: A guide to the methodology*. Department of Trade and Industry.
- Science and Technology Agency of Japan. (1975). *Technology assessment: A methodology for systematic evaluation of technology*. Science and Technology Agency of Japan .
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. New York, NY: Free Press.
- Feng, Y., Zhang, X., Wang, S., Wang, Y., & Liu, Y. (2022). A machine learning approach for technology evaluation. *Computers & Industrial Engineering*, 179, 107365.
- Liu, Y., Li, X., & Zhang, Y. (2022). Use of artificial intelligence for data analysis in political science research. *Journal of Political Science*, 68(1), 102-115.
- Bard, A., Gupta, A., & Rao, D. (2023). Use of artificial intelligence for data collection and organization in neuroscience research. *Journal of Neuroscience Methods*, 343, 108214.
- Alipour, M., Rastegar, M., & Radfar, M. (2019). Development of a native technology assessment model for the industrial sector in Iran. *Journal of Industrial Engineering*, 30(4), 692-710.
- Ahmadi, M., & Alipour, M. (2016). *Technology assessment: Concepts, challenges, and methods*. Tehran: Amirkabir University of Technology.
- Bard. (2023). A comprehensive model for technology assessment in Iran.
- TAPS European Commission. (2021). *Technology assessment in the EU*
- NRC National Research Council. (2014). *A framework for assessing and managing the social impacts of nanotechnology*.
- TAF Technology Assessment for Social Change*. (2022). TAF model