

## ارزیابی نظام توسعه فناوری در ایران در راستای تحقق چشم انداز ۱۴۰۴

علی فرقانی

پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاددانشگاهی

First Author's E-mail: forghaninik@yahoo.com

### چکیده

ارزیابی فناوری در سطح ملی یکی از مراحل کلیدی سیاست‌گذاری فناوری محسوب می‌شود. ارزیابی فناوری نیازمند شاخص‌های مرتبط با حوزه فناوری و چارچوب مفهومی مناسب است بطوریکه جامعیت و دقت این ارزیابی حفظ شود. در این مقاله ارزیابی فناوری با استفاده از یک مدل ابتکاری و شاخص‌های خاص فناوری انجام می‌شود. این ارزیابی یک نگرش جامع و سیستمی درخصوص وضعیت فناوری در کشور را ارائه می‌دهد و زمینه‌ساز سیاست‌گذاری و توسعه فناوری در راستای تحقق اهداف چشم انداز ۲۰ ساله کشور خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، فناوری، نوآوری، شاخص، ایران.

### مقدمه

تعیین اهداف، راهبردها و برنامه‌های توسعه فناوری در کشور بدون شناخت و تحلیل مناسب وضعیت موجود فناوری امکان‌پذیر نمی‌باشد. این شناخت در کشورهای در حال توسعه با توجه به کمبود منابع اطلاعاتی با چالش‌های جدی روبرو است. در ایران نیز نبود بانک‌های اطلاعاتی منسجم و جامع در خصوص شاخص‌های فناوری، کمبود اسناد پشتیبان درخصوص وضعیت فناوری در سطوح بخشی و ملی، انجام‌نشدن مستندسازی در طی دو دهه گذشته درخصوص معیارهای فناوری (وضعیت موجود کشور)؛ سیاست‌گذاری در این زمینه را با مشکلات جدی مواجه ساخته است.

حاکم نبودن رویکرد فناوری؛ شکاف موجود در چرخه آموزش، پژوهش و فناوری و کم‌رنگ دیده شدن نقش و جایگاه فناوری و تجاری‌سازی محصولات پژوهشی از جمله ضعف‌های کلیدی مشاهده شده در مستندات موجود در کشور درخصوص فناوری و شاخص‌های آن (در مقایسه با موضوع‌های آموزش و پژوهش) محسوب می‌گردد [۱].

در این مقاله با توجه به موارد فوق و با هدف کمک به نظام سیاست‌گذاری فناوری در کشور، یک تصویر مناسب از وضعیت فناوری در کشور ارائه می‌شود. رویکرد این ارزیابی، استفاده از شاخص‌های فناوری در یک چارچوب ارزیابی مناسب جهت بررسی وضعیت موجود فناوری است که از نقایص موجود در منابع اطلاعاتی کشور بی‌بهره نبوده است. در ادامه ابتدا جایگاه فناوری در اسناد بالادستی (بیان اهمیت موضوع) بصورت خلاصه بیان می‌شود. در بخش دوم چارچوب ارزیابی بکارگرفته‌شده معرفی می‌گردد. در بخش سوم به ارزیابی وضعیت موجود فناوری بر اساس مدل ارزیابی می‌پردازیم و در پایان نیز تحلیل و جمع‌بندی کلی از وضعیت فناوری در کشور ارائه خواهد شد.

## جایگاه فناوری در اسناد بالادستی

امروزه در اختیارداشتن فناوری و توان بکارگیری آن به عنوان یک عامل کلیدی در خلق ثروت و قدرت برای کشورها به شمار می‌رود و به همین دلیل جایگاه خاصی را در اسناد بالادستی و برنامه‌های کشورها به خود اختصاص داده است. در سند چشم‌انداز بیست‌ساله جمهوری اسلامی ایران (ایران ۱۴۰۴) حداقل در دو بند بصورت صریح به موضوع فناوری پرداخته شده است. این موارد عبارتند از: بند ۲ سند چشم‌انداز: جامعه‌ای برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی و بند ۶ سند چشم‌انداز: دست یافتن به جایگاه اول اقتصادی علمی و فناوری در سطح منطقه آسیای جنوب غربی با تأکید بر جنبش نرم‌افزاری و تولید علم، رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی، ارتقای نسبی سطح درآمد سرانه و رسیدن به اشتغال کامل. این موارد نشان می‌دهد فناوری به عنوان یک ابزار از نقشی اساسی و تعیین‌کننده برای تحقق افق سند چشم‌انداز برخوردار است.

مجمع تشخیص مصلحت نظام نیز در اواخر سال ۱۳۸۳، سیاست‌های کلی نظام را برای رشد و توسعه فناوری در ۴ ماده و ۲۵ بند به تصویب رسانیده است [۲]. همچنین در برنامه چهارم توسعه کشور نیز به موضوع فناوری توجه خاص مبذول شده است. ایجاد یک فصل مستقل در برنامه چهارم توسعه تحت عنوان «توسعه مبتنی بر دانایی» خود به منزله شروع تحولی است در جریان برنامه ریزی که می‌تواند نقش فناوری را در فرآیند توسعه در کانون توجه اصلی خود قرار دهد. علاوه بر آن؛ بر «نوسازی و بازسازی سیاست‌ها و راهبردهای پژوهش و فناوری، تهیه برنامه‌های جامع توسعه علمی و فناوری کشور، بهینه‌سازی فرآیندهای کاری، تنوع بخشیدن به محصولات و افزایش کیفیت آنها با استفاده از دانش و فناوری‌های روز، گسترش نهضت نرم‌افزاری، استقرار جامعه اطلاعاتی، جذب و بومی‌سازی فناوری‌های نوین، حل مسایل و مشکلات اجرایی کشور از طریق پژوهش و کاربرد یافته‌های آن و ...» تأکید شده است.

ارجاعات موضوع فناوری در اسناد بالادستی نشان‌دهنده لزوم پرداختن جدی و مؤثر به این مهم است. ارزیابی وضع موجود فناوری در کشور امکان تحلیل شکاف فناوری در کشور را در مقایسه با رقبای اصلی در منطقه (رژیم اشغال‌گر قدس، ترکیه، پاکستان و عربستان) فراهم می‌سازد و زمینه‌ساز توسعه فناوری و تحقق اهداف چشم‌انداز ایران ۱۴۰۴ خواهد بود.

## مدل ارزیابی فناوری

ارزیابی فناوری در سطح ملی نیازمند چارچوبی جامع و مناسب جهت تحلیل توانمندی فناوری در کشور است. مطالعه مدل‌های مطرح‌شده در سطح بین‌المللی نشان می‌دهد هرکدام از این مدل‌ها بر ابعاد خاصی از توسعه فناوری و نوآوری تمرکز دارند و متناسب با مقتضیات زمانی و مکانی و جهت هدف خاصی مطرح شده و کاربرد داشته‌اند. جدول ۱ معرفی اجمالی از مدل‌های مطرح‌سنگش توانمندی فناوری در سطح ملی را نشان می‌دهد.

اولین ارزیابی کلان فناوری در جمهوری اسلامی ایران نیز به منظور آرایه وضعیت فناوری کشور و بررسی روند تغییرات شاخص‌های مرتبط طی سال‌های ۷۵ الی ۷۹، در سال ۱۳۸۲ توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی (هیأت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی) منتشر گردید. دومین و آخرین ارزیابی کلان علم و فناوری نیز توسط همین نهاد در سال ۱۳۸۵ منتشر شده است. شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری در این ارزیابی در ۵ گروه نیروی انسانی، مالی، ساختاری، عملکردی و بهره‌وری تقسیم‌بندی شده است [۳]. تحلیل این ارزیابی نشان‌دهنده کمبودهایی از جمله موارد زیر است:

الف) تمرکز بر (کثرت) شاخص‌های علمی نسبت به شاخص‌های فناوری.

ب) تعداد کم شاخص‌های کارایی و اثربخشی در حوزه عملکرد.

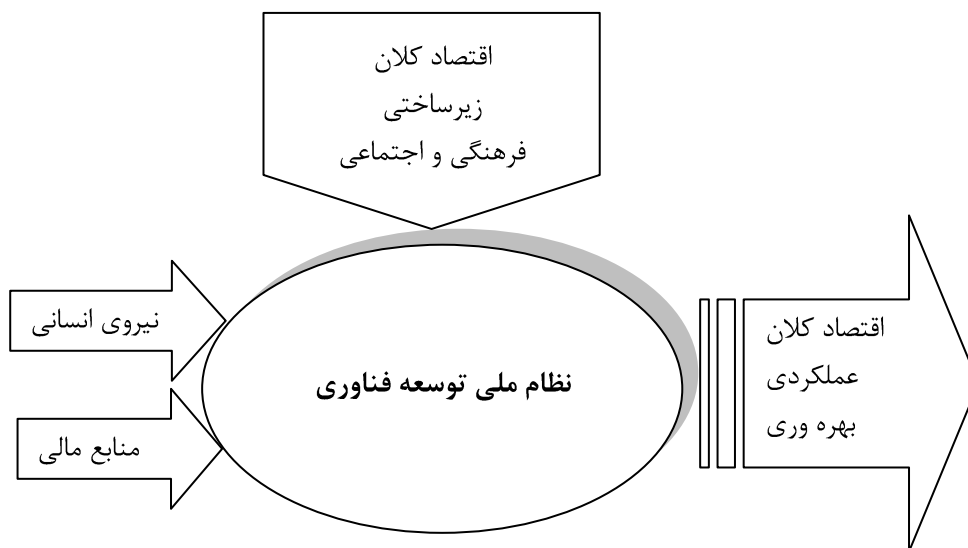
ج) تعریف ضعیف برخی از شاخص‌ها (شاخص‌ها در راستای اهداف فناوری تعریف نشده است).

د) شاخص‌ها به نوعی نشان‌دهنده اولویت‌ها و اهداف کلان فناوری نیستند.

در این تحقیق تلاش گردید یک مدل تلفیقی از مدل‌های بین‌المللی و چارچوب بکارگرفته شده توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی تعریف شود. شکل ۱ مدل ارزیابی به کار رفته را نشان می‌دهد. چارچوب کلان این مدل شبیه مدل نازیروفسکی

(۱۹۹۹) است و شامل ۳ گروه شاخص‌های ورودی، خروجی و میانجی است ولی در تعریف شاخص‌ها در هر گروه، از شاخص‌های مورد استفاده توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی، مدل UNIDO و Arco نیز استفاده شده است. گروه‌بندی شاخص‌ها در این مدل ارزیابی ابتکاری بصورت خلاصه به شرح زیر است:

- ۱- شاخص‌های ورودی شامل دوگروه منابع انسانی و مالی.
- ۲- شاخص‌های خروجی شامل دو گروه عملکردی، بهره‌وری و اقتصاد کلان.
- ۳- شاخص‌های میانجی شامل دو گروه اقتصاد کلان، زیرساختی و فرهنگی - اجتماعی [۱].  
از جمله مهمترین ملاحظات و ویژگی‌های این ارزیابی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
  - ۱- استفاده از یک دیدگاه سیستمی و تقریباً جامع به نظام توسعه فناوری بطوریکه مؤلفه‌های اصلی تأثیرگذار، مورد بررسی قرار گیرد.
  - ۲- تکیه بر آمار و ارقام موجود در منابع اطلاعاتی داخلی و خارجی (ضعف منابع اطلاعاتی در بسیاری از زمینه‌ها، محدودیت اصلی در این ارزیابی بوده است).
  - ۳- در نظر گرفتن گروه شاخص‌های میانجی به عنوان عوامل تسهیل‌گر و زمینه‌ساز توسعه فناوری (عوامل مؤثر بر کارایی و اثربخشی نظام توسعه فناوری)
  - ۴- استفاده از شاخص‌های کلیدی و مؤثر (محدود و جامع) متناسب با مقتضیات.
  - ۵- بهره‌گیری از مدل‌ها و شاخص‌های بین‌المللی و تلفیق مناسب با ارزیابی‌های داخلی بر اساس نظرات خبرگان.در ادامه به بیان نتایج ارزیابی بر اساس مدل ارزیابی نشان داده شده در شکل شماره ۱ می‌پردازیم. شاخص‌های مورد استفاده در هر گروه شاخص‌ها که آمار و ارقام آنها در مراجع مختلف وجود داشته است، در جداول ۲، ۳ و ۴ ارائه می‌گردد.



شکل ۱) مدل کلان ارزیابی فناوری در سطح ملی (فرقانی، ۱۳۸۷)

جدول ۱- معرفی اجمالی مدل‌های سنجش توانمندی فناوری و نوآوری در سطح ملی

ردیف	عنوان	سال	توضیحات
۱	شاخص دستیابی به فناوری (TAI <sup>۱</sup> )	۲۰۰۱	این شاخص توسط برنامه توسعه سازمان ملل متحد (UNDP) جهت ارزیابی ۷۲ کشور در سطح جهان مطرح شد و دربرگیرنده زیرشاخص‌های متعددی است. این ارزیابی فقط در یک دوره انجام شده است [۴].
۲	مدل Arco	۲۰۰۴	بر اساس این مدل ۱۶۲ کشور دنیا رتبه‌بندی گردید و دربرگیرنده ۳ گروه شاخص‌های خلق فناوری، زیرساخت فناوری و مهارت‌های انسانی است [۵].
۳	مدل UNIDO <sup>۲</sup>	۲۰۰۳	این مدل توسط سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل ارائه گردید و در برگیرنده ۵ گروه شاخص‌های تلاش فناورانه، واردات فناوری، زیرساخت، مهارت‌های انسانی و عملکرد رقابتی صنعت است [۶].
۴	مدل بانک جهانی (WB)	۲۰۰۶	این مدل بیشتر بر ابعاد مختلف اقتصاد دانش محور تمرکز دارد و شاخص‌های آن در ۴ گروه ساختار و محرک‌های اقتصادی، ساختار نوآوری، ساختار آموزش و ساختار توسعه ICT خلاصه می‌شود [۷].
۵	مدل گودینهو (Godinho)	۲۰۰۳	این مدل بیشتر متمرکز بر ابعاد نظام ملی نوآوری (NIS) است و شامل ۸ گروه خاص است. در این ارزیابی ۶۹ کشور توسعه یافته، در حال توسعه و کمتر توسعه یافته رتبه‌بندی شده‌اند [۸].
۶	مدل اتحادیه اروپا	۲۰۰۶	نوعی مدل سنجش نوآوری است و شامل ۴ گروه شاخص منابع انسانی، خلق دانش، انتقال و بکارگیری دانش، سرمایه‌گذاری و بازارهای نوآوری است [۹].
۷	مدل سازمان ملل برای سنجش STI <sup>۳</sup>	۲۰۰۳	این مدل توسط کمیسیون اجتماعی و اقتصادی غرب آسیا برای اقتصاد دانش محور ارائه گردید و در برگیرنده ۶ گروه شاخص است [۱۰].
۸	مدل نازیروفسکی و آرکلوس (Nasirowski & Arcelus)	۱۹۹۹	این مدل نوعی مدل فرآیندی برای ارزیابی نظام ملی نوآوری (NIS) به شمار می‌رود که شاخص‌ها را در ۳ گروه شاخص‌های ورودی، خروجی و میانجی؛ دسته‌بندی کرده است (۲۳ شاخص ارائه شده است) [۱۱].
۹	مدل نیوسی (Niosi)	۲۰۰۲	این مدل برای ارزیابی اثربخشی و کارایی نظام ملی نوآوری (NIS) ارائه شده و دربرگیرنده ۵ گروه شاخص‌ها است [۱۲].
۱۰	مدل کارلسون (Carlsson)	۲۰۰۲	این مدل شاخص‌هایی را در ۳ گروه خلق دانش، انتشار دانش و بهره‌برداری از دانش ارائه کرده است [۱۳].

### ارزیابی فناوری بر اساس شاخص‌های ورودی

مهمترین شاخص‌های ورودی که در توسعه فناوری نقش اساسی ایفا می‌نمایند را در دو گروه شاخص‌های نیروی انسانی و مالی تقسیم‌بندی نموده‌ایم. منظور از شاخص‌های نیروی انسانی وضعیت نیروی انسانی درگیر در امور پژوهش و فناوری است و شاخص‌های مالی نیز بر میزان (درصد) بودجه، اعتبارات و هزینه‌های اختصاص یافته به تحقیق و توسعه (به تفکیک بخش خصوصی و دولتی) تأیید دارند. جدول ۲ وضعیت شاخص‌های ورودی فناوری را از دیدگاه مراجع مختلف، نشان می‌دهد [۱].

<sup>1</sup> Technology Achievement Index

<sup>2</sup> United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)

<sup>3</sup> Science, Technology and Innovation

جدول ۲- وضعیت موجود بر اساس شاخص‌های ورودی در حوزه فناوری

ردیف	عنوان شاخص	مقدار	سال	منبع
۱	تعداد کل شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر	۷۵۰	۱۳۸۱	هیأت نظارت و ارزیابی [۱۴]
۲	تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت	۲۹۳	۱۳۸۱	هیأت نظارت و ارزیابی
۳	تعداد دانشمندان و مهندسان به ازای یک میلیون نفر جمعیت	۱۴۲۳	۱۳۸۴	مرکز تحقیقات سیاست علمی [۱۵]
۴	کل اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) به میلیون ریال	۲۷۰۴۳۴۹	۱۳۸۱	هیأت نظارت و ارزیابی
۵	درصد مصارف R&D از GDP	٪۰/۶۷	۱۳۸۳	UNESCO
۶	سهم بخش خصوصی از R&D	٪۰/۱۹/۶	۱۳۸۳	UNESCO
۷	کل اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) به میلیون ریال	۲۷۰۴۳۴۹	۱۳۸۱	هیأت نظارت و ارزیابی
۸	شاخص توسعه انسانی (HDI)	۰/۷۵۹	۱۳۸۴	UNDP
۹	سرمایه‌گذاری در آموزش عالی نسبت به سرمایه‌گذاری در کل آموزش	۱۴	۱۳۸۴	UNDP
۱۰	متوسط سالهای تحصیل	۵/۳۱	۱۳۸۴	UNDP

در سند کوتاه مدت توسعه علم و فناوری کشور، شاخص تعداد دانشمندان و محققان در یک میلیون نفر برای سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ به ترتیب، ۱۴۱۹ و ۱۴۲۳ نفر اعلام شده است. لازم به ذکر است مقدار متوسط این شاخص برای کشورهای عضو OECD، ۲۳۲۴ نفر و متوسط جهانی آن بر اساس گزارش UNDP (گزارش توسعه انسانی سال ۲۰۰۳)، ۱۲۱۰ نفر اعلام شده است. ایران از بعد این شاخص بین کشورهای منطقه بعد از رژیم اشغالگر قدس در رتبه دوم قرار دارد. لازم به ذکر است دلیل بالا بودن این شاخص در ایران نسبت به ترکیه (۳۴۱ نفر در سال ۱۳۸۴) را به دلایلی مانند تفاوت در تعریف محقق در کشورها، توسعه کمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در چند سال اخیر و اضافه شدن آمار محققان حوزوی به جمع محققان دانشگاهی و ... می‌توان منتسب نمود.

شاخص مهم دیگر در حوزه منابع انسانی، شاخص توسعه انسانی است که بر مبنای شاخص‌هایی مانند نرخ رشد اقتصادی، سرانه تولید ناخالص داخلی، متوسط نرخ رشد جمعیت، امید به زندگی و نرخ باسوادی محاسبه می‌شود. مقدار این شاخص برای ایران در سالهای ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ به ترتیب برابر با ۰/۶۹۳، ۰/۷۲۲ و ۰/۷۵۹ بوده است. توسعه انسانی فرآیندی است که در فضای اجتماعی قابلیت‌زا برای دستیابی به زندگی بهتر حاصل می‌شود. مقدار این شاخص برای کشور ترکیه در سال ۱۳۸۴ برابر با ۰/۷۶۹ می‌باشد. رتبه ایران در این شاخص در بین ۱۷۷ کشور جهان، ۱۰۱ گزارش شده است. عدد شاخص متوسط سالهای تحصیل و سهم سرمایه‌گذاری در آموزش عالی برای کشور ترکیه در سال ۱۳۸۴ به ترتیب ۵/۲۹ سال و ۲۸ درصد اعلام شده است که در مقایسه با ایران از وضعیت مناسب‌تری برخوردار است [۱۶].

نسبت سرمایه‌گذاری ملی در تحقیق و توسعه از GDP، یکی از شاخص‌های کلیدی در حوزه فناوری محسوب می‌شود. مقدار این شاخص بر اساس اطلاعات UNESCO در سال ۱۳۸۴ برای کشورهای ترکیه و رژیم اشغالگر قدس به ترتیب ۰/۶۶ و ۴/۴۶ می‌باشد. یکی از نکات کلیدی در تحلیل این شاخص، میزان مشارکت بخش خصوصی در تامین هزینه‌های تحقیق و توسعه است یعنی هر چه مشارکت بخش خصوصی بیشتر باشد، نشان‌دهنده توسعه‌یافتگی اقتصاد و حرکت به سمت توسعه

فناوری و اقتصاد دانش بنیان است. مقدار مشارکت بخش خصوصی در این شاخص برای کشورهای ترکیه و رژیم اشغالگر قدس در همان سال ۱۳۸۴ به ترتیب ۳۷/۹٪ و ۶۴/۵٪ بوده است که اختلاف زیادی با میزان مشارکت بخش خصوصی در ایران دارد.

### ارزیابی فناوری بر اساس شاخص‌های میانجی

تحلیل سیستمی نظام توسعه فناوری در کشور، ضرورت توجه به شاخص‌های میانجی را بیشتر نشان می‌دهد. در این قسمت، شاخص‌های زیرساختی، فرهنگی - اجتماعی و برخی از شاخص‌های اقتصاد کلان، بسیار تأثیرگذار هستند. برخی از شاخص‌های میانجی که آمار آنها در مراجع بیان شده در جدول ۳ نشان داده شده است. در تحلیل عدم کارایی نظام توسعه فناوری ایران، این بخش از اهمیت بالایی برخوردار است. ضعف در این شاخص‌ها سبب کاهش بهره‌وری در منابع ورودی و ضعف در شاخص‌های خروجی نظام فناوری شده است.

توجه به اعداد شاخص‌ها در جدول شماره ۳، ضعف در شاخص‌های زیرساختی را نشان می‌دهد. در ضمن شاخص‌هایی مانند تعداد آزمایشگاه‌های مرجع و کتابخانه‌ها، تعداد شرکتهای دانش بنیان، میزان تسهیلات پرداختی به طرح‌های کارآفرینی، تعداد استانداردهای ملی، تعداد موزه‌ها و نمایشگاه‌های دائمی و موقت در حوزه فناوری؛ از جمله شاخص‌های کلیدی در حوزه زیرساخت به شمار می‌روند که آمار قابل اتکایی از آنها در دسترس نبوده است.

شاخص‌های فرهنگی - اجتماعی از جمله عوامل کلیدی و مؤثر بر توسعه فناوری در کشور هستند. علی‌الخصوص "سرمایه‌های اجتماعی" در این زمینه بسیار حائز اهمیت هستند. متأسفانه در این زمینه در ایران مطالعات جدی صورت نگرفته است و ضعف در منابع اطلاعاتی بسیار مشهود است. از جمله شاخص‌های کلیدی در این زمینه می‌توان به میزان اعتماد به نفس (غرور ملی)، نظم‌پذیری و قانون‌گرایی، برتری جویی، شایسته‌سالاری، ریسک‌پذیری، وجدان کاری، خوداتکایی و ... اشاره نمود. تحلیل این عوامل با توجه به نبود اطلاعات و ضعف در مستندات امکان‌پذیر نیست.

در یک رتبه‌بندی بین‌المللی، درجه آزادی اقتصاد ایران در بین ۱۵۷ کشور دنیا، ۱۵۶ است و همچنین بر اساس شاخص قدرت برابری خرید، بین ۱۳۵ کشور دنیا، ایران در رتبه ۷۷ قرار دارد [۱].

### ارزیابی فناوری بر اساس شاخص‌های خروجی

شاخص‌های خروجی در سه گروه عملکردی، بهره‌وری و اقتصاد کلان تقسیم‌بندی شده‌اند. این شاخص‌ها میزان تحقق اهداف و سیاستها را در زمینه فناوری نشان می‌دهند و ملاک خوبی برای سنجش اثربخشی فعالیتها هستند. جدول ۴ وضعیت فناوری را از دیدگاه شاخص‌های خروجی نشان می‌دهد.

تعداد ثبت پتنت داخلی و خارجی از جمله مهمترین معیارهای توسعه فناوری محسوب می‌شود. تعداد اختراعات ثبت شده در اداره مالکیت صنعتی کشور در سالهای ۱۳۸۰، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۶ به ترتیب ۸۱۱، ۱۸۸۴ و ۷۴۵۱ مورد بوده است که روند رو به رشدی را نشان می‌دهد ولی وضعیت این شاخص از بعد از بین‌المللی مناسب نمی‌باشد. در سند نظام توسعه فناوری، تعداد ثبت پتنت در میلیون نفر در سال ۱۳۸۲ برای ایران ۱۵ فقره گزارش شده، در حالیکه متوسط جهانی نشانگر ۶۸ فقره برای هر میلیون نفر است. لازم به ذکر است رشد کمی داخلی این شاخص، تأثیر زیادی بر نرخ تجاری‌سازی فناوری و تکمیل چرخه ایده تا محصول نداشته است [۱].

ترکیب ساختار صادرات ایران از دیدگاه فناوری مناسب نمی‌باشد و درصد کمی به صادرات محصولات مبتنی بر فناوری بالا اختصاص دارد. در مورد شاخص‌هایی مانند درصد اشتغال در صنایع با تکنولوژی بالا، درصد اشتغال در خدمات پیشرفته، تعداد قراردادهای همکاری مشترک فناوری با سایر کشورها، میزان خرید دانش فنی و حق لیسانس و رویالتی، میزان FDI در صنایع پیشرفته نیز اطلاعات مناسبی در دسترس نیست.

سرانه دریافتی بابت فروش حق لیسانس و رویالتی، تقریباً صفر گزارش شده است، در حالیکه متوسط جهانی این شاخص برابر با ۱۱/۹ دلار و متوسط کشورهای در حال توسعه ۰/۱ دلار است (۲۰۰۳ و UNDP).

جدول ۳- وضعیت موجود بر اساس شاخصهای میانجی در حوزه فناوری

ردیف	شاخص	مقدار	سال	منبع
۱	تعداد پارکهای علم و فناوری	۴۹	۱۳۸۶	مرکز تحقیقات سیاست علمی
۲	تعداد کاربران اینترنت در هزار نفر	۱۰۳	۱۳۸۴	UNDP
۳	تعداد عناوین کتابهای منتشرشده	۵۱۹۱۶	۱۳۸۴	وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
۴	شمارگان روزنامه‌ها (به هزار نفر)	۵۰	۱۳۸۴	وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
۵	تولید ناخالص داخلی به میلیارد دلار	۲۴۲/۹	۱۳۸۵	بانک جهانی
۶	نرخ رشد GDP	٪۵/۴	۱۳۸۵	UNCTAD
۷	مصرف انرژی الکتریسته (کیلووات ساعت - سرانه سالانه)	۲۴۶۰	۱۳۸۴	UNCTAD
۸	تعداد مشترکین تلفن ثابت و همراه در هزار نفر	۳۸۴	۱۳۸۴	بانک جهانی
۹	تعداد پایگاهها و شبکه‌های علمی تحت شبکه (اینترنت)	۶۹۵۴	۱۳۸۱	شورای عالی انقلاب فرهنگی (دومین ارزیابی) [۳]
۱۰	تعداد انجمن‌های علمی در کشور	۱۰۷	۱۳۸۱	شورای عالی انقلاب فرهنگی (دومین ارزیابی)
۱۱	تعداد شبکه‌های پژوهش و فناوری	۴	۱۳۸۴	سند کوتاه مدت علم و فناوری
۱۲	درصد مراکز R&D از کل مراکز تحقیقاتی	۲۷	۱۳۸۱	شورای عالی انقلاب فرهنگی (دومین ارزیابی)
۱۳	تعداد قطبهای علمی که موافقت اصولی کسب کرده‌اند	۱۵	۱۳۸۵	مرکز تحقیقات سیاست علمی
۱۴	تعداد اندیشکده‌ها (کانون‌های تفکر)	۲۱	۱۳۸۵	مرکز تحقیقات سیاست علمی

### تحلیل وضعیت موجود فناوری

بررسی و اظهارنظر درخصوص هر سیستمی نیازمند داشتن سطح مناسبی از اطلاعات دقیق و مرتبط است. شاخص‌های بکار رفته و همچنین کمبود و نبود اطلاعات در خصوص بسیاری از شاخص‌ها، بررسی وضعیت موجود فناوری در کشور و ایجاد تصویری دقیق از آن را با چالش جدی مواجه ساخته است.

نگاهی به اطلاعات گذشته کشور درخصوص فناوری نشان می‌دهد که از سه دسته کلان شاخص‌ها یعنی ورودی‌ها، خروجی‌ها و میانجی‌ها؛ بیشتر اهداف، سیاست‌ها و برنامه‌ها بر تقویت وضعیت شاخص‌های ورودی و بهبود آنها طرح‌ریزی شده‌اند. این مسأله گویای این نکته است که دیدگاه حاکم بر ذهن مسؤولان و سیاستگذاران در زمینه توسعه فناوری، نوعی دیدگاه خطی بوده است. پیش فرض اصلی رویکرد خطی این است که سرمایه‌گذاری بیشتر در مورد نیروی انسانی و منابع مالی به خروجی بیشتر و دستیابی به توسعه فناوری می‌انجامد. به عبارت دیگر بین میزان ورودی در فرآیند توسعه فناوری و خروجی آن، رابطه مستقیمی وجود دارد. این دیدگاه به نظر نئوکلاسیک در اقتصاد نزدیک است و نسل اول سیاستهای توسعه نوآوری و فناوری را یادآور می‌گردد.

لازم به ذکر است در ایران توسعه از بعد "کمی" و "مستقل" در حوزه‌های مختلف علوم، آموزش و پژوهش ملاحظه می‌گردد ولی ارتباط مناسبی با توسعه فناوری، اولویت‌های ملی و رفع نیازهای بازار و صنعت برقرار نکرده است. نکته قابل توجه دیگر اینکه تفکیک دقیق بین شاخص‌های علم و فناوری امکان پذیر نیست و مرزبندی دقیق صورت نپذیرفته است. به عقیده گروهی از صاحب‌نظران می‌بایست تحلیل موضوع علم، پژوهش و فناوری به صورت یکپارچه صورت گیرد (در دنیا معمولاً سیاست‌گذاری علم و فناوری که چرخه آموزش و پژوهش و فناوری را شامل می‌شود؛ با هم صورت می‌گیرد).

در ایران کم‌رنگ بودن شاخص‌های فناوری به وضوح نمایان است. نبود تفاهم کارشناسی در زمینه توسعه فناوری سبب شده ضمن شکل‌گیری تعاریف و برداشت‌های مختلف در زمینه فناوری، اتفاق نظر در خصوص شاخص‌های مناسب سنجش فناوری و نوآوری به سختی صورت می‌پذیرد. لازم به ذکر است سنجش وضعیت فناوری در سطح ملی بر اساس شاخص‌های مرتبط می‌بایست به صورت پیوسته صورت می‌پذیرفته که اینچنین نبوده است و تحلیل روندی شاخص‌ها را در طی سالیان گذشته با مشکل مواجه می‌کند.

اگر چه در مورد نیروی انسانی درگیر در بخش تحقیق و توسعه نظیر محققان، دانشمندان و مهندسان، شاهد رشد نسبی در سال‌های اخیر بوده‌ایم؛ اما برای رسیدن به هدف معین‌شده برنامه چهارم توسعه (یعنی ۲۰۰۰ نفر در یک میلیون نفر) با مشکل مواجه هستیم. اعتبارات تحقیقاتی کشور نیز که باید در سال ۱۳۸۴ به ۱/۲٪ از GDP می‌رسید تنها ۰/۶۷٪ بود که حتی این میزان برای سال ۸۵ با کاهش روبرو شده و به ۰/۴۵٪ رسید که با این روند امیدها برای رسیدن به هدف ۳ درصد تا پایان برنامه پنج‌ساله چهارم کشور کاهش یافته است.

جدول ۴- وضعیت موجود بر اساس شاخص‌های خروجی در حوزه فناوری

ردیف	شاخص	مقدار	سال	منبع
۱	مقاله‌های نمایه‌شده در یک میلیون نفر	۲۷/۲	۱۳۸۴	بانک جهانی
۲	تعداد ثبت اختراعات و ابتکارات داخلی به ازای یک میلیون نفر جمعیت	۳۹	۱۳۸۴	مرکز تحقیقات سیاست علمی
۳	سرانه دریافتی بابت فروش حق لیسانس و روپالیتی	تقریباً صفر	۱۳۸۲	سند توسعه فناوری
۴	صادرات HT از کل صادرات بخش تولید	۲/۶٪	۱۳۸۶	UNDP
۵	تعداد ثبت اختراعات خارجی به ازاء یک میلیون نفر جمعیت	تقریباً صفر	۱۳۸۴	بانک جهانی
۶	سهم صادرات بخش تولیدی از کل صادرات	۹٪	۱۳۸۴	UNDP

بر اساس مدل ارزیابی؛ ورودی نظام توسعه فناوری در ایران در مقایسه با سایر ابعاد آن از وضعیت خوبی برخوردار است. شاخص‌های مرتبط مانند شاخص‌های مالی و نیروی انسانی این موضوع را به وضوح نشان می‌دهد. خروجی نظام توسعه فناوری در ایران در وضعیت متوسط و متوسط به پایین قرار می‌گیرد. در قسمت خروجی، شاخص‌هایی مانند تعداد پتنت‌های خارجی و داخلی، تعداد قراردادهای فروش لیسانس و روپالیتی، میزان انتشار و بهره‌برداری از فناوری و میزان صادرات فناوری بالا؛ نشان دهنده ضعف در تجاری سازی فناوری در ایران و کم توجهی به تولید فناوری بازارمحور (نوآوری‌های تکنولوژیک) و جنبه‌های تجاری علم می‌باشد.

در بررسی خروجی‌های نظام توسعه فناوری، رشدی را در مورد تعداد پتنت‌ها و مقالات مشاهده می‌کنیم. البته در این زمینه نگرشی کمی‌گرا در ایران شایع شده است و بررسی کیفیت (تعداد ارجاع‌ها) و موضوع آنها کمتر در دستور کار بوده است.



نکته‌ای که باید به آن توجه شود اینکه میزان ثبت اختراعات بین‌المللی رشدی همسو با ثبت اختراعات داخلی نداشته و بهتر است که در مورد چرایی این موضوع بررسی بیشتری انجام شود.

مدل ارزیابی پیشنهادی نشان می‌دهد که شاخص‌های میانجی تا کنون در ایران کمتر مورد توجه بوده‌اند. اثرات مسایلی چون زیرساخت لازم برای توسعه فناوری، مباحث فرهنگی و اجتماعی، تأثیرات وضعیت اقتصاد کلان و سرمایه اجتماعی بر توسعه فناوری نیازمند انجام تحقیق و پژوهش می‌باشد. به ویژه اینکه تا کنون در مورد تأثیر مسایل فرهنگی و اجتماعی، پژوهش درخوری انجام نشده و شاخص‌های مناسبی طراحی و تدوین نگردیده است. به نظر می‌رسد برخی شاخص‌ها که در مدل نازیروفسکی به آنها اشاره شده است نظیر شاخص مردانگی، شاخص فاصله قدرت، شاخص اجتناب از عدم اطمینان و شاخص فردگرایی می‌توانند بر نظام توسعه فناوری تأثیر مستقیم بگذارند. اما اطلاعات لازم در مورد آنها در دسترس نمی‌باشد. در یک بررسی اجمالی و با توجه به وضعیت فناوری کشور در حوزه‌های مالی، انتقال، انتشار و بهره‌برداری در مقایسه با حوزه خلق فناوری؛ میتوان ادعا کرد سیاست‌های فناوری کشور در طول سالیان گذشته "عرضه محور" بوده است و سیاست‌های "تقاضامحور" جایگاهی در سیاست‌های فناوری کشور نداشته است. سیاست‌های عرضه محور که به قصد پشتیبانی از خلق (تولید) فناوری مورد استفاده واقع می‌شود با جهت‌گیری‌های اقتصاددانان نئوکلاسیک سازگار است. در حقیقت تأکیدی که در مدل خطی نوآوری بر علم به عنوان سرچشمه پیشرفت‌های فناوری و اقتصادی شده است، بسیاری از دولت‌ها را به سرمایه‌گذاری در پژوهش بنیادی به منظور پشتیبانی از نوآوری تکنولوژیک و به کارگیری آن تشویق کرده است. اما تجربه بسیاری از کشورهای تازه صنعتی به ما نشان می‌دهد که بخش مهمی از منافع اقتصادی نوآوری تکنولوژیک از کسب و به کارگیری شتابان فناوری‌های جدید ناشی می‌شود و این موضوع در آثار ارگاس (Ergas, 1987) چنین عنوان شده است که بسیاری از منافع ملی از سیاست‌های "تقاضامحور" حاصل می‌شود.

در پایان می‌توان گفت در مسیر تحقق چشم انداز ملی «فقدان شناخت کافی مسئولان و نقش آفرینان از نقش دانش در توسعه اقتصادی و اجتماعی» و «شفاف نبودن پارادایم حاکم بر سیاست‌های فناوری ملی» از جمله موانع کلیدی به شمار می‌رود. راهکار قابل تصور برای رفع این موانع، کمک به شکل‌گیری یک گفتمان آزاد در سطح ملی است. این گفتمان ملی که می‌تواند در دانشگاه‌ها، رسانه‌ها، مجلس و غیره دنبال شود از یک سو به «افزایش شناخت عمومی» و از سوی دیگر به شفاف شدن پارادایم حاکم بر تشخیص منافع و مصالح ملی کمک می‌کند. به علاوه، این اقدام گام بزرگی به سوی دموکراتیزه کردن علم و تکنولوژی و به عبارت دیگر، جلب مشارکت مردم در این امور خواهد بود.

## نتیجه گیری

تحلیل کلی وضعیت موجود فناوری در کشور بیانگر این مساله است که در ایران شاخص‌های ورودی در مقایسه با سایر ابعاد از وضعیت مناسب‌تری برخوردار هستند. از سوی دیگر خروجی نظام توسعه فناوری در سطح متوسط و متوسط به پایین قرار داشته و به ویژه ضعف در بهره‌برداری از فناوری، تجاری سازی آن و کم توجهی به جنبه‌های تجاری علم آشکار است. غفلت از مباحث مرتبط با شاخص‌های میانجی نیز موجب عدم توازن فرآیند توسعه فناوری در کشور شده است. توجه جدی به این حوزه‌ها و ایجاد نگرش نظام مند و سیستمی (مدل نظام ملی نوآوری) بین مسئولان؛ سبب تسریع، تصحیح و تسهیل فرآیند توسعه فناوری در کشور و زمینه ساز تحقق اهداف چشم انداز ملی در سال ۱۴۰۴ خواهد شد.

## مراجع

- ۱- اسناد پشتیبان سند فناوری نقشه جامع علمی کشور؛ جلد اول- بررسی و ارزیابی وضع موجود فناوری کشور- تهیه و تدوین: پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاددانشگاهی- اردیبهشت ۱۳۸۷.
- ۲- سیاست های کلی نظام برای توسعه علم و فناوری، مجمع تشخیص مصلحت نظام، ۱۳۸۳.

۳- گزارش دومین ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۵.

- 4- United Nations Development Program (UNDP), 2001. Human Development Report 2001. Making New Technologies Work or Human Development. *Oxford University Press*, New York, <http://www.undp.org>.
- 5- Archibugi, D., Coco, A., 2004. A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World Development* 32 (4), 629–654.
- 6- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), ۲۰۰۲. *Industrial Development Report 2002–2003*. Competing through Innovation and Learning. Vienna, <http://www.unido.org>.
- 7- World Bank Institute, 2006. Knowledge for Development. Washington, DC, <http://www.worldbank.org/wbi/knowledgefordevelopment/>.
- 8- Godinho M.M., Mendonca S.F, Pereira T.S., 2005, A Taxonomy of National Innovation Systems: Lessons from an exercise comprising a large sample of both developed, emerging and developing countries., DRUID working papers.
- 9- European commission, 2006 *European Innovation Scoreboard*, European commission.
- 10- Economic and Social Commission for Western Asia, *New Indicators for Science, Technology and Innovation in the Knowledge- Based Society*, United Nation, 2003.
- 11- Nasierowski W., Arcelus F.J., Interrelationship among the Elements of National Innovation Systems: *a Statistical Evaluation*, *European Journal of Operational Research*, No.37, PP: 235-253, 1999.
- 12- Carlsson B., Jacobsson S., Holmen M., Rickne A., Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues, *Research Policy*, 31, PP: 233-245, 2002.
- 13- Niosi J., National Systems of Innovation are " X-Efficient" (and X-Effective)- Why Some are Slow Learners, *Research Policy Journal*, No 31, PP 291-302, 2002.

۱۴- گزارش اول ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۲.

۱۵- سند کوتاه مدت توسعه علم و فناوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مرکز سیاست‌های علمی کشور، ۱۳۸۵.

۱۶- رضایی میرقائد. محسن، مبینی دهکردی. علی، "ایران آینده در افق چشم انداز"، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۸۶.