

## تعیین شاخص‌های بومی برای سنجش نوآوری در ایران با استفاده از آزمون فرض فازی (مطالعه موردی: حوزه بیوتکنولوژی)

حمیدرضا رضوانی<sup>۱\*</sup> - حسن علی آفاجانی<sup>۲</sup> - سیدنورالدین مقیمی درونکلایی<sup>۳</sup>

۱. استادیار دانشگاه مازندران

۲. استادیار دانشگاه مازندران - ۳. کارشناس ارشد دانشگاه مازندران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۱/۵، تاریخ تصویب: ۱۳۸۸/۴/۱۴)

### چکیده

هدف این تحقیق، تعیین شاخص‌هایی به منظور سنجش (اندازه‌گیری) نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی ایران است. برای رسیدن به آن شاخص‌ها، مبانی نظری و پژوهش‌های انجام‌شده داخلی و خارجی در مورد سنجش نوآوری بررسی شد. سپس با توجه به توانمندی‌ها و کاستی‌های رویکردهای سنجش نوآوری، و مقایسه تطبیقی شاخص‌های سنجش نوآوری در رویکردهای ارائه‌شده، که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی با انجام تعدیل‌هایی برای سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی در نظر گرفته شده است، به بررسی نهایی رسید. روش تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی و در چارچوب تحقیقات کاربردی است. جامعه آماری تحقیق را مراکز تحقیقاتی-دانشگاهی و شرکت‌های فعال بیوتکنولوژی ایران تشکیل می‌دهند. داده‌های تحقیق با تکمیل پرسش‌نامه و با ضریب پایایی ۸۷٪ از نمونه آماری جمع‌آوری شد. داده‌های حاصل با استفاده از رویکرد آزمون فرض فازی ۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و شاخص‌های مورد نیاز برای سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی ایران در ۸ حوزه تحقیق، توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش، منابع انسانی، سیاست‌های نوآوری، عملکرد نوآوری، فناوری اطلاعات و ارتباطات، جهانی‌سازی، جریان‌های اقتصادی جهانی و بهره‌وری و تجارت تقسیم‌بندی، و امکان تأثیرگذاری هر یک از شاخص‌ها با توجه به درجه عضویت پذیرش آن‌ها در محیط فازی مشخص شد.

**واژگان کلیدی:** نوآوری، سنجش تحقیق و توسعه، سنجش نوآوری، بیوتکنولوژی، آزمون

فرض فازی

## مقدمه

آنچه امروزه کشوری را توسعه یافته یا عقب مانده معرفی می کند، میزان بهره گیری از تکنولوژی در ابعاد مختلف توسعه است. یکی از مؤلفه های اصلی سیاست های توسعه تکنولوژی و نوآوری کارآمد، شناسایی و سنجش شاخص های مؤثر بر عملکرد ملی، صنایع و بنگاه ها در زمینه فعالیت های توسعه تکنولوژی و نوآوری و پایش و ارزیابی نتایج حاصل از آنها است. به همین منظور، برای شناسایی نقاط قوت و ضعف حوزه یا حوزه های مورد مطالعه، سنجش وضعیت موجود خود، مقایسه آن با وضعیت مطلوب و در نهایت استخراج میزان شکاف موجود ضروری است. از این رو، استفاده از شاخص هایی که بتوانند تمامی ابعاد یک نظام ملی نوآوری را به صورت کمی مورد سنجش و ارزیابی قرار دهند و نمایی از وضعیت موجود را نمایان سازند، از موارد ضروری برنامه ریزی نظام ملی نوآوری است.

یکی از تکنولوژی های پیشرفته که در قرن حاضر، کشورها به منظور رسیدن به توسعه پایدار در آن سرمایه گذاری می کنند بیوتکنولوژی است. قابلیت های این دانش برای ایجاد نوآوری های بنیادی و تدریجی و همچنین کاربردهای فراوان آن است که تولید ثروت برای کشورها را موجب می شود. در کشور ما نیز سند ملی بیوتکنولوژی (زیست فناوری) جمهوری اسلامی ایران، به تصویب هیأت دولت رسید. کارشناسان امیدوارند با عمل به راهبردهای این سند ملی، در آینده کشوری با توسعه پایدار داشته باشیم. بنابراین، تکنولوژی پیشرفته و توسعه آن، جایگاه ویژه ای دارد و ما باید در کنار توسعه انسانی، توسعه فرهنگی، توسعه اقتصادی و توسعه علمی، به این مهم توجه داشته باشیم. به منظور دستیابی به این امر، شناسایی و سنجش شاخص های مؤثر بر عملکرد ملی، صنایع و بنگاه ها در زمینه فعالیت های توسعه تکنولوژی و نوآوری (در حوزه بیوتکنولوژی)، همچنین پایش و ارزیابی نتایج حاصل از آنها، به عنوان یکی از مؤلفه های اصلی سیاست های توسعه تکنولوژی و نوآوری کارآمد، برنامه ریزان را در تدوین برنامه های مناسب یاری می رساند. همان طور که، مستندات مورد مطالعه در این

پژوهش نشان می‌دهند انجام تحقیقات مرتبط با تعیین شاخص‌های سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی (به ویژه تحقیقات بومی) کشور، به منظور بهره‌برداری از مزایای توجه به آن در جامعه، به خوبی می‌تواند توجیه‌کننده موضوع تحقیق حاضر باشد. هدف از اجرای این تحقیق، تعیین شاخص‌های بومی برای سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی ایران است. چارچوب مفهومی مورد استفاده با توجه به مرور ادبیات موضوعی مربوط، چارچوب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی است که شاخص‌های سنجش نوآوری را در ۹ حوزه تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش، منابع انسانی، سیاست‌های نوآوری، عملکرد نوآوری، فناوری اطلاعات و ارتباطات، تکنولوژی‌های خاص، جهانی‌سازی، جریان‌های اقتصادی جهانی و بهره‌وری و تجارت تقسیم کرده است. بر همین اساس، در این پژوهش به این سؤال اصلی پاسخ داده خواهد شد که: شاخص‌های سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی ایران چه هستند؟

## مروری بر ادبیات تحقیق

### ۱. مبانی نظری تحقیق

رویکردهای موجود در رابطه با سنجش تغییرات تکنولوژیک: در زمینه سنجش تغییرات تکنولوژیک ۲ دیدگاه کلی وجود دارد که طرفداران هر یک از این دیدگاهها، از روش‌های خاص خود برای سنجش تغییرات تکنولوژیک استفاده می‌کنند. طرفداران نظریه خطی نوآوری معتقدند تحقیق و توسعه منبع اصلی پیشرفت‌های تکنولوژیک است. بنابراین، از شاخص‌های تحقیق و توسعه برای سنجش تغییرات تکنولوژیک استفاده می‌کنند. در مقابل، طرفداران نظریه غیرخطی نوآوری<sup>۱</sup> معتقدند درون‌داده‌های تحقیق و توسعه تنها بخشی از این فرآیند هستند و سنجش نوآوری را به عنوان راهکار مناسب برای سنجش تغییرات تکنولوژیک پیشنهاد می‌کنند (آرچیوگی و سیریلی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰).

1. این گروه نوآوری را نتیجه تعاملات فراوانی می‌دانند که بین فعالان و نهادهای مختلف شکل می‌گیرد و با یکدیگر یک سیستم نوآوری را شکل می‌دهند (حیدری، ۱۳۸۶، ۱۳۶-۱۳۵)

2. Archibugi & Sirilli

ادبیات موجود در سنجش نوآوری را از ۲ طریق ذیل می‌توان بررسی کرد:

۱. **سنجش نوآوری در سطح شرکت‌ها:** به طور کلی برای سنجش نوآوری در شرکت‌ها از ۲ رویکرد موردی و موضوعی استفاده می‌شود (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵، ۲۱)؛

۲. **سنجش نوآوری در سطح ملی:** عملکرد نوآورانه هر کشور به وسیله نظام ملی نوآوری آن کشور تعیین می‌شود. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای از شرکت‌های خصوصی و دولتی (اعم از کوچک و بزرگ)، دانشگاهها و آژانس‌های دولتی هستند که در تعامل با هم به تولید علم و تکنولوژی کمک می‌کنند. هدف تعاملات آنها توسعه دانش به منظور پاسخ‌گویی به نیازهای جامعه است (نیوسی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲، ۲۹۱).

## ۲. مبانی تجربی تحقیق

۱-۲. نازیروسکی و آرکلوس از طریق تشخیص و بررسی ارتباطات میان عناصری که سیستم ملی نوآوری یک کشور را شکل می‌دهند، به دنبال ایجاد یک مدل جامع برای ارزیابی سیستم ملی نوآوری بودند. آنها با در نظر گرفتن سیستم ملی نوآوری به عنوان یک سیستم اقتصادی، شاخص‌های سیستم ملی نوآوری را بر اساس نقش خود به عنوان متغیر ورودی، خروجی و میانجی، یا به عنوان معیار بهره‌وری توصیف می‌کنند و سپس به بررسی ارتباطات میان شاخص‌ها می‌پردازند (نک: نازیروسکی و آرکلوس<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹، ۲۵۳-۲۳۵)؛

۲-۲. کارلسون و همکارانش در مورد اندازه‌گیری عملکرد نظام ملی نوآوری چنین فرض کردند که به دلیل اندازه و پیچیدگی سیستم‌ها، سنجش عملکرد کل سیستم مشکل است. بنابراین، به عنوان یک راه حل، پیشنهاد محدودسازی سطح تحلیل را ارائه کردند. به نظر آنها اگر سطح تحلیل به یک محصول، صنعت یا گروهی از صنایع محدود شود،

1. Organization for Economic Co-operation and Development= OECD

2. Niosi

3. Nasierowski & Arcelus

عمل سنجش آسان‌تر خواهد بود. کارلسون و همکارانش کارکرد نظام ملی نوآوری را در ۳ دسته خلق دانش جدید، انتشار دانش و بهره‌گیری از دانش جدید طبقه‌بندی و برای هر بعد شاخص‌هایی را ارائه کردند (نک: کارلسون و همکارانش<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲، ۲۴۵-۲۳۳)؛

۳-۲. لیو و وایت برای سنجش و تجزیه و تحلیل نظام ملی نوآوری بر عکس رویکرد کارلسون و همکارانش به جای تحلیل اجزا، به طور مجزا، بر تحلیل کل سیستم تأکید کردند. در این چارچوب به نقاط ضعف اساسی تحقیقات در مورد نظام‌های ملی نوآوری، یعنی فقدان عوامل توصیفی سطح سیستمی پرداخته می‌شود (لیو و وایت<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱، ۱۱۱۴-۱۰۹۱)؛

۴-۲. پورتر و همکارانش برای سنجش نظام ملی نوآوری مفهوم چارچوب ظرفیت نوآوری ملی<sup>۳</sup> را با ترکیب ۳ مفهوم نظری متفاوت: رشد درون‌زا، رقابت‌پذیری بین‌المللی مبتنی بر خوشه‌های صنعتی و تحقیقات در مورد نظام ملی نوآوری، ارائه کردند. ظرفیت نوآوری ملی عبارت است از توانایی یک کشور در هر دو بعد اقتصادی و سیاسی برای تولید و تجاری‌سازی یک جریان مستمر تکنولوژی‌های جدید در بلندمدت است که به نقاط قوت زیرساخت عمومی نوآوری کشور، وجود محیطی برای نوآوری در خوشه‌های صنعتی و استحکام پیوندهای بین این دو بعد بستگی دارد. در نهایت، پورتر و همکارانش با توجه به مشکلاتی که در سنجش ظرفیت نوآوری وجود داشت تنها شاخص مناسب را استفاده از حق انحصاری اختراع بین‌المللی برای سنجش نوآوری دانستند (پورتر و همکاران، ۲۰۰۲، ۹۳۳-۸۹۹)؛

۵-۲. اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۰ در پاسخ به جهانی‌سازی و تغییرات اقتصاد دانش‌محور به منظور ارتقای نوآوری بین کشورهای عضو و تبدیل به پویاترین اقتصاد دانش‌محور، تهیه سنجش نوآوری اروپا را در دستور کار خود قرار داد. این اتحادیه در جدیدترین ویرایش خود در سال ۲۰۰۶، به منظور سنجش نوآوری در سطح ملی،

---

1. Carlsson & et al  
2. Liue & White  
3. National Innovation Capacity

شاخص‌های مورد نظر خود را در ۵ بعد کلی ارائه کرده است که در مجموع با استفاده از ۲۵ شاخص میزان نوآوری در نظام ملی نوآوری به صورت دوره‌ای در میان کشورهای عضو سنجیده می‌شود (اسکوربرد نوآوری اروپایی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶، ۴۴-۳۸)؛

۲-۶. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی<sup>۲</sup> به عنوان یکی از سازمان‌های پیش‌رو در زمینه ارائه شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری فعالیت‌های علم و تکنولوژی، مبنای کار خود را به ارائه شاخص‌های مورد نظر سنجش نوآوری قرار داده، که آخرین ویرایش از این شاخص‌ها، در سال ۲۰۰۷ تدوین شده است. در این ویرایش، با طبقه‌بندی شاخص‌های مذکور در ۹ حوزه، بر پوشش دهی آن‌ها بر کل فرآیند نوآوری سعی شده است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۰۷، ۲۱۷-۲۲)؛

۲-۷. طباطبائیان و پاکزادبناب با هدف "بررسی سیستم‌های سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران" پس از بررسی ادبیات و چند مدل سنجش نوآوری در سطح ملی، سنجش نوآوری اروپایی<sup>۳</sup> را با ۱۷ شاخص در ۴ حوزه کلی: منابع انسانی، خلق دانش جدید، انتقال و کاربرد دانش جدید، امور مالی و ستاده‌های نوآوری، به عنوان چارچوب مناسب برگزید و پس از رتبه‌بندی این شاخص‌ها، شاخص‌های مناسب و امکان‌پذیر برای اندازه‌گیری نوآوری در نظام ملی ایران را معرفی کردند (طباطبائیان و پاکزادبناب، ۱۳۸۵، ۱۶۱-۱۹۰).

### ۳. چارچوب مفهومی تحقیق

در این قسمت، با توجه به توانمندی‌ها و کاستی‌های هر یک از رویکردهای ارائه‌شده در قسمت مبانی تجربی تحقیق برای سنجش نوآوری (مورد اشاره در جدول ۱)، و مقایسه تطبیقی شاخص‌های سنجش نوآوری در رویکردها و چارچوب‌های ارائه‌شده،

1. European Innovation Scoreboard

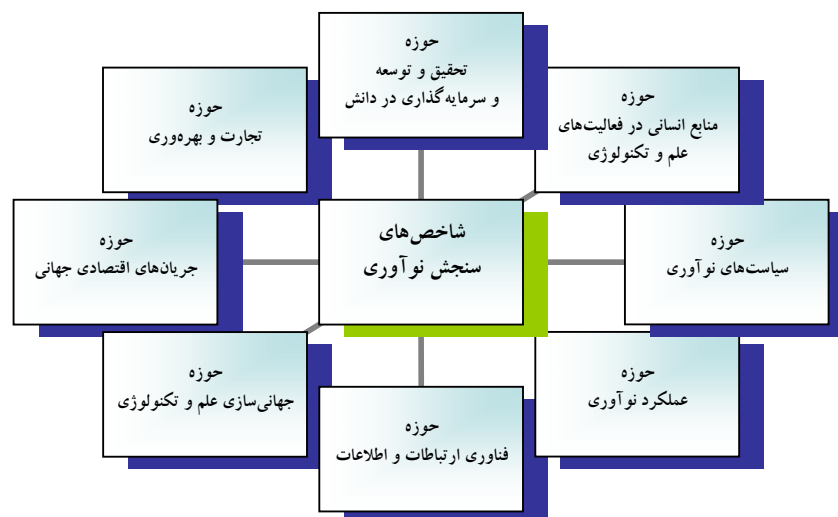
2. Organization for Economic Co-operation and Development= OECD

3. بر اساس ویرایش سال ۲۰۰۱ است که در این ویرایش اتحادیه اروپا به منظور سنجش نوآوری ۱۷ شاخص را در ۴ حوزه منابع انسانی، خلق دانش جدید، انتقال و کاربرد دانش جدید، امور مالی و ستاده‌های نوآوری معرفی کرده است.

جدول ۱. توانمندی‌ها و کاستی‌های هر یک از رویکردها و چارچوب‌های ارائه‌شده

توضیحات	رویکرد
در این رویکرد به بررسی ارتباطات میان شاخص‌هایی که در ایجاد یک محیط مناسب برای خلق یک نوآوری مؤثر هستند نظیر توجه به جهانی‌سازی فعالیت‌های علم و تکنولوژی در دنیای حاضر، زیرساختار IT و ... توجه نشده است.	نازبروسکی و آرکلوس
کارلسون و همکارانش با این فرض که به دلیل اندازه و پیچیدگی نظام ملی نوآوری، سنجش عملکرد کل سیستم مشکل است، محدودسازی سطح تحلیل را به عنوان راه حل پیشنهاد کردند. نقدهای عمده مشروحه ذیل بر این رویکرد وارد است: ۱. عملکرد نظام نوآوری در کل با مجموع عملکرد اجزای آن مساوی نیست؛ ۲. در یک سیستم همه اجزا دارای اهمیت یکسان نیستند. بنابراین، عدم بیان و محاسبه وزن-های اجزای اصلی نظام نوآوری مهمترین عیب رویکرد سنجش سیستم‌های تکنولوژیک محسوب می‌شود.	سیستم‌های سنجش تکنولوژیک
رویکرد لیو و وایت برای سنجش نوآوری در سطح ملی بیشتر حالت توصیفی و کیفی دارد و برای تشریح ساختار و پویایی‌های نظام نوآوری در دوره‌های زمانی مختلف نیز مناسب است. بنابراین، برای کمی‌سازی وضعیت نوآوری کشور و مقایسه آن با کشورهای منطقه و سایر کشورهای در حال توسعه مناسب نیست.	سنجش نوآوری ملی: تحلیل توصیفی
انتقاد مهم وارد بر این رویکرد، این است که رویکرد مزبور برای سنجش نوآوری در سطح ملی تنها به شاخص حق انحصاری اختراع بین‌المللی محدود شده است و این امر برای کشورهایی که در بخش‌هایی از اقتصاد فعالیت می‌کنند و حق انحصاری اختراع کمتر برای ثبت اختراع به کار می‌رود، کاربرد ندارد.	چارچوب ظرفیت نوآورانه ملی
این رویکرد برای سنجش نوآوری از ۲ گروه اصلی ورودی‌های نوآوری و خروجی‌های آن استفاده کرده است. شاخص‌های ارائه‌شده در این رویکرد، شاخص‌های مناسبی هستند، ولی در بین آن‌ها، شاخص‌های مناسبی که به سنجش نوآوری در فرآیند بین ورودی تا خروجی نوآوری بپردازد وجود ندارد.	سنجش نوآوری اروپایی
این رویکرد به دلایل ذیل کامل‌ترین رویکرد موجود در زمینه سنجش نوآوری است: ۱. شاخص‌های معرفی‌شده توسط آن، به طور جامعی کل فرآیند نوآوری، یعنی هر ۳ حوزه ورودی، میانجی (عملکرد) و خروجی نوآوری را پوشش می‌دهد؛ ۲. سنجش همه‌ساله‌ی این شاخص‌ها برای سنجش نوآوری کشورهای عضو، دلیلی محکم بر امکان‌پذیر بودن محاسبه هر یک از شاخص‌ها است؛ ۳. این رویکرد تنها رویکردی است که بر خلاف سایر رویکردها در یک طبقه به جهانی‌سازی و همکاری‌های بین‌المللی توجه کرده است که نشان‌دهنده این امر است که این رویکرد علاوه بر مراحل فرآیند نوآوری، محیط حاکم برای تحقق نوآوری را نیز در نظر می‌گیرد.	سازمان همکاری و توسعه اقتصادی
طباطبائیان و همکارش با هدف ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران پس از بررسی ادبیات و چند مدل سنجش نوآوری در سطح ملی، سنجش نوآوری اروپایی (ویرایش ۲۰۰۱) را با ۱۷ شاخص در ۴ حوزه کلی، به عنوان چارچوب مناسب برگزیدند که در آن فقط تعدادی شاخص در حوزه‌های ورودی و خروجی ارائه شده است.	طباطبائیان و پاکزادبناب

تمامی شاخص‌های سنجش نوآوری (معرفی‌شده در تحقیقات فوق) استخراج و به منظور دریافت نظرات خبرگان ارسال شد تا امکان تهیه فهرستی بومی از شاخص‌ها فراهم آید. این مراحل در بخش روش‌شناسی تحقیق توضیح داده خواهد شد. با توجه به توانمندی‌ها و کاستی‌های رویکردهای سنجش نوآوری ارائه‌شده در جدول فوق، و دریافت نظرات خبرگان- که مراحل جمع‌آوری و تحلیل آن در بخش روش تحقیق توضیح داده خواهد شد- می‌توان نتیجه گرفت که رویکرد سازمان همکاری و توسعه اقتصادی برای سنجش نوآوری در بیوتکنولوژی کشور در مقایسه با رویکردهای دیگر مناسب‌تر به نظر می‌رسد و می‌توان شاخص‌های ارائه‌شده توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در حوزه‌های مختلف (شکل ۱) را با انجام تعدیل‌هایی برای سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی در نظر گرفت. در ضمن برخی از شاخص‌هایی که در رویکردهای دیگر وجود دارند، ولی در چارچوب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیستند، مجدداً در این تحقیق مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند.



شکل ۱. چارچوب مفهومی تحقیق

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در ویرایش سال ۲۰۰۷، به علت بالا بودن نرخ



نوآوری در برخی از تکنولوژی‌های پیشرفته، حوزه تکنولوژی‌های خاص را به عنوان یک معیار مهم برای ارزیابی و سنجش میزان نوآوری یک کشور معرفی کرده است. با وجود این، چون هدف این تحقیق، تعیین شاخص‌هایی برای سنجش نوآوری در یک زمینه خاص است، نمی‌توان از شاخص‌های این حوزه برای سنجش نوآوری استفاده کرد.

سؤالات تحقیق با توجه به چارچوب مفهومی مربوط عبارتند از:

۱. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه تحقیق، توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۲. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه منابع انسانی در فعالیت‌های بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۳. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه سیاست‌های نوآوری بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۴. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه عملکرد نوآوری بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۵. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۶. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه جهانی‌سازی بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۷. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه جریان‌های اقتصادی جهانی بیوتکنولوژی ایران چیست؟
۸. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه تجارت و بهره‌وری بیوتکنولوژی ایران چیست؟

لازم به توضیح است شاخص‌های حوزه تحقیق، توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش و منابع انسانی مربوط به بخش ورودی در فرآیند نوآوری، شاخص‌های حوزه سیاست‌های نوآوری و فناوری اطلاعات و ارتباطات مربوط به بخش میانجی در فرآیند نوآوری، حوزه‌های جهانی‌سازی علم و تکنولوژی و جریان‌های اقتصادی جهانی، شامل ترکیبی از

شاخص‌های میانجی و خروجی و در نهایت شاخص‌های حوزه عملکرد نوآوری و تجارت و بهره‌وری مربوط به بخش خروجی در فرآیند نوآوری هستند.

### روش‌شناسی تحقیق

شیوه‌ی گردآوری داده‌ها در این تحقیق، توصیفی-تحلیلی است و از نظر هدف، در چارچوب تحقیقات کاربردی جای می‌گیرد. قلمرو زمانی تحقیق و همچنین جمع‌آوری داده‌ها از اسفند ماه سال ۱۳۸۶ لغایت آذر ماه سال ۱۳۸۷، و منابع این جمع‌آوری، اطلاعات اولیه و ثانویه است. اطلاعات ثانویه از مقالات، کتب، تحقیقات، مطالعات و پایان‌نامه‌های مربوط، با بهره‌مندی از کتابخانه‌ها و سایت‌های اینترنتی، و اطلاعات اولیه با استفاده از روش میدانی (پرسش‌نامه در ۲ مرحله)، به صورت ذیل جمع‌آوری شده است:

**الف - مرحله اول:** پرسش‌نامه‌ای با ۸۴ شاخص - ۷۲ شاخص از چارچوب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و ۱۲ شاخص از بقیه رویکردها- با هدف مشخص شدن شاخص‌های مرتبط و مناسب برای سنجش نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی ایران تنظیم و بین متخصصان و خبرگان توزیع شد. پس از بررسی نتایج این مرحله، براساس نظر خبرگان، ۴۷ شاخص انتخاب شد. در این مرحله از ۱۰ نفر از متخصصان، مدیران ارشد و مشاوران مراکز و شرکت‌هایی چون سیناژن، پارس روس، پارس نو ترکیب، شیمی گستر اندیشه، پارک فناوری پردیس و انجمن بیوتکنولوژی ایران، که علاوه بر داشتن تخصص در حوزه بیوتکنولوژی، به ادبیات مربوط به مدیریت نوآوری و تکنولوژی آشنا بودند، برای تعیین شاخص‌های مرتبط استفاده شد، که اکثراً بر این ۴۷ شاخص تأکید داشتند.<sup>۱</sup>

از این ۴۷ شاخص، ۴۱ شاخص به سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و ۶ شاخص به

۱. به دلیل سطح تحصیلات، تخصص و تجربه افراد، اهمیت نظرات یکسان دیده شد.

بقیه رویکردها مربوط است، که در ۸ حوزه، بر اساس حوزه‌های مشخص شده توسط سازمان مذکور، طبقه‌بندی شدند. لازم به ذکر است ۶ شاخص اخیرالذکر، بر اساس ماهیت مربوط (در تطبیق با شاخص‌های ارائه شده توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی) در حوزه‌های مشخص شده آن سازمان، به ترتیب ذیل طبقه‌بندی شدند:

۱. شاخص سرمایه‌گذاری در آموزش و پرورش در حوزه مربوط به تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش؛
۲. شاخص میزان ریسک‌پذیری نیروی انسانی در حوزه مربوط به منابع انسانی؛
۳. شاخص نسبت شرکت‌هایی که برای نوآوری بودجه دولتی دریافت می‌کنند در حوزه مربوط به سیاست‌های نوآوری؛
۴. شاخص‌های تراکم و شدت تکنولوژیکی، فواصل زمانی مراحل توسعه نوآوری و تعداد علائم تجاری جدید در حوزه مربوط به عملکرد نوآوری.

**ب - مرحله دوم:** پرسش‌نامه‌ای با ۴۷ شاخص در ۸ حوزه، به منظور تعیین امکان تأثیرگذاری هر یک از شاخص‌ها، بر اساس طیف پنج‌گانه لیکرت (از امکان تأثیرگذاری خیلی کم تا امکان تأثیرگذاری خیلی زیاد)، تهیه شد و در اختیار ۳۰ نفر از متخصصین و خبرگان قرار گرفت.

جامعه آماری تحقیق را مراکز تحقیقاتی- دانشگاهی و شرکت‌های فعال در حوزه بیوتکنولوژی تشکیل می‌دهند، که تعداد آن‌ها ۷۶ مرکز و شرکت است ([www.fos.ut.ac.ir](http://www.fos.ut.ac.ir)).

در آزمون فرض فازی، برای محاسبه میزان خوب بودن نمونه از تابع درجه رضایت<sup>۱</sup> (Dos)، که بیان‌گر میزان اعتقاد به خوب بودن نمونه است، استفاده می‌شود. این تابع می‌تواند توسط محقق و با توجه به موضوع تحقیق تعریف شود. تابع ذیل را در نظر بگیرید:

---

1. Degree of satisfaction

$$f(d, m) = \begin{cases} \frac{\log(d/m)}{\log(b)} + 1 & d > m/b \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

در تابع بالا،  $d$  بیان‌گر اندازه نمونه،  $m$  نشان‌دهنده اندازه جامعه و  $m/b$  نشان‌گر اندازه نمونه با درجه رضایت صفر است. این مقدار بیان‌گر حد پایین در تعداد عناصر نمونه است (آذر و فرجی، ۲۶۷). در این تحقیق، با توجه به تابع درجه رضایت فوق، تعداد جامعه و درجه رضایت صفر برای  $b=15$  (حداقل ۵ الی ۶ نمونه)، با درجه رضایت ۰٫۶ تعداد ۲۶ نمونه از جامعه انتخاب شده است. با توزیع پرسش‌نامه در میان متخصصان و خبرگان مراکز مذکور و شرکت‌ها، تعداد ۳۰ پرسش‌نامه دریافت شده که با استفاده از آزمون فرض فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. لازم به ذکر است این متخصصان و خبرگان از مدیران ارشد، مشاوران و اساتید با مدارک تحصیلی دکتری (۵۰٪)، دانشجوی دکتری (۱۶٫۶۷٪) و کارشناسی ارشد (۲۳٫۳۳٪) و کارشناسی (۱۰٪) با تخصص در زمینه بیوتکنولوژی و آشنا به ادبیات مربوط به مدیریت نوآوری و تکنولوژی هستند.

در این تحقیق، روایی ابزار جمع‌آوری داده‌ها به روش اعتبار محتوا تعیین شده است (سرمد و دیگران، ۱۳۸۵، ۱۷۰) و به منظور برخورداری پرسش‌نامه از روایی مناسب، در طراحی سؤالات مواردی نظیر ساختار پرسش‌نامه، استفاده از جملات قابل فهم و بدون ابهام مدنظر بوده است. پس از طراحی پرسش‌نامه، به منظور افزایش روایی از نظرات خبرگان همراه و ۷ نفر از کارشناسان و متخصصان مدیریت تکنولوژی استفاده شده است. با توجه به این اقدامات می‌توان گفت که پرسش‌نامه از روایی محتوای قابل قبولی برخوردار است.

پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ و پس از توزیع ۱۰ پرسش‌نامه در بین پاسخ‌دهندگان و جمع‌آوری آن‌ها تعیین شد. ضریب آلفای محاسبه شده از طریق نرم‌افزار spss ۰/۸۷ (بالاتر از ۰/۷) است. بنابراین، می‌توان گفت که پرسش‌نامه از اعتبار کافی برخوردار است.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، از رویکرد آزمون فرض فازی برای تعیین امکان تأثیرگذاری شاخص‌ها استفاده شده است.

### ۱. آزمون فرض فازی

یکی از روش‌های آزمون فرضیه آماری با مشاهدات نادقیق استفاده از فاصله اطمینان پارامتر فازی است (گرزگورزوسکی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰، ۵۱۰-۵۰۱). فرض کنید  $x_1, \dots, x_n$  نشان‌دهنده‌ی یک نمونه‌ی فازی از جامعه با توزیع  $P_\theta$  است. همچنین فرض کنید  $\delta$  عدد معینی از فاصله‌ی  $[0, 1]$  باشد. برای فرض یک طرفه فازی (فرضیه مورد بررسی

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \theta \geq \theta_0 \\ H_1: \theta < \theta_0 \end{array} \right. \quad \text{تحقیق) رابطه ذیل را داریم:}$$

در آن  $H_0$  فرض صفر یا فرض خنثی و  $H_1$  فرض مقابل است. بدیهی است که در این آزمون کافی است فاصله اطمینان یک طرفه  $\pi = (-\infty, \pi^*)$  را مورد بررسی قرار دهیم تا بتوانیم در مورد رد یا پذیرش فرض صفر نظر دهیم. در حالت کلاسیک از آزمون فرض، مقدار  $\pi$  فاصله اطمینان و مقدار  $\pi^*$  حد بالای فاصله اطمینان از آماره آزمون است. برای مثال برای آزمون مقدار میانگین جامعه با فرض نرمال بودن توزیع جامعه مقدار  $\pi^*$  برابر است با:

$$\pi^* = \bar{x} + Z_\delta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

در آن  $\bar{x}$  میانگین جامعه،  $Z_\delta$  مقدار عددی توزیع نرمال استاندارد در سطح  $\delta\%$ ،  $\sigma$  انحراف از میانگین جامعه و  $n$  تعداد نمونه آماری است. حال با توجه به این موضوع برای داده‌های فازی با توجه به تعداد نمونه ۳۰ که می‌توان توزیع جامعه را به نرمال تخمین زد،

$$\pi^* = \bar{X}_\alpha^u + Z_\delta \frac{\tilde{s}}{\sqrt{n}} \quad \text{مقدار آماره } \pi^* \text{ برابر است با:} \quad (2)$$

در آن، مقدار عددی توزیع نرمال استاندارد در سطح  $\delta\%$ ، تعداد نمونه آماری،  $Z_{\delta}$  انحراف از میانگین نمونه و  $\bar{X}_{\alpha}^U$  حد بالای برش  $\alpha$  از مقدار فازی میانگین نمونه است.

مقدار فازی میانگین نمونه ( $\bar{X}$ ) در روابط ذیل نشان داده می‌شود:

$$\bar{X} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n x_i^a}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n x_i^b}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n x_i^c}{n} \right) \quad (3)$$

در رابطه فوق  $x_i$  ها اعداد فازی مثلثی به صورت  $\tilde{x}_i = (x_i^a, x_i^b, x_i^c)$  هستند.

برش  $\alpha$  از مقدار میانگین نمونه بر طبق رابطه ذیل است:

$$\bar{X}_{\alpha} = \{x \in R: \mu_{\bar{X}}(x) \geq \alpha\} \quad (4)$$

برای به دست آوردن حد بالای برش  $\alpha$  از مقدار فازی میانگین نمونه طبق رابطه ذیل داریم:

$$\bar{X}_{\alpha}^U = \sup\{x \in R: \mu_{\bar{X}}(x) \geq \alpha\} \quad (5)$$

و آخرین پارامتر مورد محاسبه در رابطه (2) مقدار انحراف از میانگین نمونه ( $\bar{s}$ )

است که داریم:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{(x_i^a - \bar{x}^a)^2 + (x_i^b - \bar{x}^b)^2 + (x_i^c - \bar{x}^c)^2}{3} \right]}{n-1}} \quad (6)$$

با توجه به مطالب مذکور، فاصله پذیرش از مقدار پارامتر  $\pi = (-\infty, \pi^*)$  و در نتیجه فاصله رد از مقدار پارامتر برابر  $(\pi \rightarrow 1 - \pi)$  است. حال برای اتخاذ تصمیم در رد یا پذیرش فرض صفر  $H_0: \mu \geq \mu_0$  در مقابل فرض  $H_1: \mu < \mu_0$  در سطح اطمینان  $(1 - \delta\%)$  (گزرگورزوسکی، ۲۰۰۰، ۵۰۶) تابع ذیل را برای آن تعریف کرده است:

$$\varphi^{accept}(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \begin{cases} \{0\} & \text{if } \mu_0 \in (\pi \setminus (-\pi)) \\ \{1\} & \text{if } \mu_0 \in ((-\pi) \setminus \pi) \\ (0,1) & \text{if } \mu_0 \in (\pi \cap (-\pi)) \\ \emptyset & \text{if } \mu_0 \notin (\pi \cup (-\pi)) \end{cases} \quad (7)$$

تابع فوق  $\varphi^{accept}(\tilde{X}_1, \dots, \tilde{X}_n)$  تابع درجه عضویت پذیرش فرض صفر است. روشن است که برای تصمیم به رد فرض صفر نیز باید تابعی از درجه عضویت داشته باشیم و این مقدار برابر است با  $\varphi^{reject}(\tilde{X}_1, \dots, \tilde{X}_n) = 1 - \varphi^{accept}(\tilde{X}_1, \dots, \tilde{X}_n)$  (۱۰)

به نظر مشخص است که آزمون فازی فوق (در مقابل آزمون کلاسیک قطعی) دقیقاً به تصمیم رد یا قبول فرض خنثی  $H_0$  منجر نمی‌شود. برای مثال یک تصمیم فازی ممکن است به تابع  $\varphi = 1/0 + 0/1$  بیانجامد که نشان‌دهنده پذیرش فرض  $H_0$  است (یعنی فرض صفر را با درجه عضویت ۱ می‌پذیریم و فرض مقابل را با درجه عضویت صفر رد می‌کنیم). همچنین برای یک تصمیم با تابع  $\varphi = 0.25/0 + 0.75/1$  تصمیم‌گیرنده فرض صفر  $H_0$  را تقریباً رد می‌کند (یعنی فرض صفر را با درجه عضویت 0.25 می‌پذیرد و فرض مقابل را با درجه عضویت 0.75 رد می‌کند).

## ۲. پاسخ به سؤال‌های تحقیق

برای پاسخ به سؤال‌های تحقیق، آزمون فرض فازی، برای تعیین امکان تأثیرگذاری هر یک از شاخص‌های جدول ۴، با توجه به فرض ذیل بررسی می‌شود:

$$\begin{cases} H: \tilde{\mu} \geq 6 \\ K: \tilde{\mu} < 6 \end{cases} \quad \alpha = 0.05, Z_\alpha = 1.64$$

یعنی اگر میانگین داده‌های فازی بزرگ‌تر از ۶ باشد آن شاخص، به عنوان یک شاخص تأثیرگذار پذیرفته می‌شود و اگر کوچک‌تر از ۶ باشد رد می‌شود. ابتدا داده‌های جمع‌آوری شده بر اساس طیف لیکرت مطابق جدول ۴ به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شود (سارمی و همکارانش<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹؛ چن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰؛ لی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷).

1. Saremi & et al  
2. Chen  
3. Li

جدول ۴. تبدیل اظهارنظرهای کلامی طیف لیکرت به اعداد فازی مثلثی

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۷	۵ ۷ ۹	۳ ۵ ۷	۱ ۳ ۵	۱ ۳

سپس برای آزمون فرض فوق برای هر شاخص، بر اساس روابط گفته شده<sup>۱</sup> از فاصله اطمینان برای آماره‌ی میانگین استفاده می‌شود. با توجه به روابط برای هر شاخص، درجه عضویتی از مقدار پذیرش یا رد به ازای مقدار میانگین ۶ به دست می‌آید که در جدول ۴ نشان داده می‌شود.

نمونه‌ای از محاسبات آزمون فرض فازی برای شاخص (عملکرد و تأمین مالی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی) از حوزه تحقیق، توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش: برای مقدار میانگین فازی نمونه‌های فازی داریم:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= (\bar{X}^a, \bar{X}^b, \bar{X}^c) \\ \Rightarrow \bar{X}^a &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i^a}{n}, \bar{X}^b = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^b}{n}, \bar{X}^c = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^c}{n} \\ \bar{X}^a &= \frac{5+3+3+5+\dots+3+3+5+3}{30} = 3.533 \quad \bar{X}^b = \frac{7+5+5+7+\dots+5+5+7+5}{30} = 5.533 \\ \bar{X}^c &= \frac{9+7+7+9+\dots+7+7+9+7}{30} = 7.533 \end{aligned}$$

با توجه به عدد فازی مثلثی میانگین و تعریف برش  $\alpha$  از میانگین داریم:

$$\bar{X}_\alpha = [3.533 - (5.533 - 3.533)\alpha, 7.533 - (7.533 - 5.533)\alpha] = [3.533 - 2\alpha, 7.533 - 2\alpha], \alpha \in (0,1)$$

که در این صورت  $\bar{X}_\alpha^u = 7.533 - 2\alpha, \alpha \in (0,1)$

همچنین برای محاسبه انحراف از میانگین این شاخص بر طبق رابطه (۶) داریم:

$$\tilde{s} = \sqrt{\frac{\left[ \frac{(5-3.533)^2 + (7-5.533)^2 + (9-7.533)^2}{3} \right] + \dots + \left[ \frac{(3-3.533)^2 + (5-5.533)^2 + (7-7.533)^2}{3} \right]}{29}} = 1.167$$

۱. در مرحله اول روش‌شناسی تحقیق بیان شد که در این پژوهش، اهمیت نظرات متخصصان و خبرگان، با توجه به همگن بودن میزان تحصیلات، تجربه و تخصص آنها، یکسان در نظر گرفته شده است.



با توجه به اعداد حاصل و مقدار  $Z_{0.95} = 1.64$

مقدار  $\pi^*$  از رابطه (۲) برابر است با:

$$\pi^* = \bar{X}_\alpha^u + Z_\alpha \frac{\tilde{S}}{\sqrt{n}} = 7.533 - 2\alpha + 1.64 \frac{1.167}{\sqrt{30}} = 7.883 - 2\alpha$$

اکنون با جای گذاری عدد ۶ در رابطه فوق خواهیم داشت:

$$7.883 - 2\alpha = 6 \Rightarrow \alpha = 0.94$$

یعنی درجه عضویت پذیرش ۰,۹۴ و درجه عضویت رد فرض صفر ۰,۰۶ است. به عبارت دیگر، فرض تأثیرگذاری این شاخص با امکان خیلی بالا پذیرفته می‌شود. در ضمن، برای تحلیل درجه عضویت رد یا پذیرش، به‌طور قراردادی از جدول ۵ برای تصمیم‌گیری در حوزه فازی استفاده می‌شود:

جدول ۳: تحلیل درجه عضویت رد یا پذیرش در محیط فازی

درجه پذیرش	اظهارنظر در مورد فرض تأثیرگذاری شاخص
1	پذیرش فرض تأثیرگذاری شاخص
1_0.9	امکان خیلی بالا از پذیرش فرض تأثیرگذاری شاخص
0.9_0.7	امکان بالا از پذیرش فرض تأثیرگذاری شاخص
0.7_0.5	امکان متوسط از پذیرش فرض تأثیرگذاری شاخص
0.5_0.0	امکان ضعیف از پذیرش فرض تأثیرگذاری شاخص
0.0	رد فرض تأثیرگذاری شاخص

جدول ۴: درجه عضویت رد یا پذیرش شاخص‌ها

درجه عضویت پذیرش فرض صفر	شاخص	حوزه
۱	۱. سرمایه‌گذاری در دانش در حوزه بیوتکنولوژی؛	تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش در حوزه
۱	۲. تحقیق و توسعه تجاری در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۹۴	۳. عملکرد و تأمین مالی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۹۲	۴. سرمایه‌ی مخاطره‌آمیز در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۹۰	۵. روند هزینه‌های داخلی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۷۶	۶. سرمایه‌گذاری در آموزش و پرورش؛	

۰,۷۲	۷. تحقیق و توسعه تجاری توسط صنایع در حوزه بیوتکنولوژی.	بیوتکنولوژی
۱	۱. نسبت فارغ‌التحصیلان جدید دانشگاهی در حوزه بیوتکنولوژی؛	منابع انسانی در فعالیت‌های بیوتکنولوژی
۱	۲. تعداد محققین فعال در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۳. تعداد دانش‌پژوهان (دانشمندان) خارجی در ایران؛	
۰,۸۳	۴. سهم استخدام فارغ‌التحصیلان آموزش‌عالی در حوزه بیوتکنولوژی (به عنوان درصدی از کل کارکنان)؛	
۰,۷۹	۵. میزان ریسک‌پذیری نیروی انسانی؛	
۰,۳۵	۶. کارکنان تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی.	
۱	۱. همکاری شرکت‌های نوآور بیو با سازمان‌های تحقیقاتی دولتی (به عنوان درصدی از کل شرکت‌ها)؛	سیاست‌های نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی
۱	۲. تأمین مالی متقاطع دولتی - خصوصی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۳. میزان کارآفرینی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۴. تدابیر مالیات در خصوص تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۹۷	۵. بودجه‌های دولتی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی (به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی)؛	
۰,۶۷	۶. نسبت شرکت‌های فعال در زمینه بیوتکنولوژی که برای نوآوری بودجه دولتی دریافت می‌کنند.	
۱	۱. شدت (کثرت) حق انحصاری اختراع در حوزه بیوتکنولوژی؛	عملکرد نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی
۱	۲. نوآوری داخلی شرکت‌های بیوتکنولوژی (درصدی از کل شرکت‌ها)؛	
۱	۳. تعداد علائم تجاری جدید شرکت‌هایی که در زمینه بیو فعالیت می‌کنند؛	
۰,۹۷	۴. نوآوری و عملکرد اقتصادی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۹۳	۵. تعداد مقالات علمی در رابطه با بیوتکنولوژی (درصدی از کل مقالات علمی)؛	
۰,۶۹	۶. سهم شرکت‌های فعال در بیوتکنولوژی، که نوآوری‌های غیرتکنولوژیکی ارائه کرده‌اند (درصدی از کل شرکت‌ها)؛	
۰,۶۱	۷. تراکم و شدت تکنولوژیکی؛	
۰,۵۷	۸. فواصل زمانی مراحل توسعه نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی.	
۰,۸۷	۱. سرمایه‌گذاری در تجهیزات و نرم‌افزارهای فناوری ارتباطات و اطلاعات در حوزه بیوتکنولوژی؛	فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه بیوتکنولوژی
۰,۸۱	۲. استفاده و دسترسی به اینترنت توسط شرکت‌های تجاری فعال در بیوتکنولوژی (درصدی از شرکت‌های تجاری با ۱۰ کارمند یا بیشتر)؛	
۰,۴۴	۳. حجم تجارت الکترونیک در حوزه بیوتکنولوژی.	
۱	۱. تأمین مالی تحقیق و توسعه از خارج کشور، به عنوان درصدی از کل	جهانی‌سازی

۱	۲. همکاری‌های بین‌المللی در تحقیقات مرتبط با بیوتکنولوژی؛	بیوتکنولوژی
۱	۳. همکاری‌های بین‌المللی علمی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۴. مالکیت داخلی اختراعات خارجی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۵. همکاری‌های خارجی برای نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۶. مالکیت خارجی اختراعات داخلی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۷. جهانی‌سازی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی.	
۰,۷۳		
۱	۱. جریان‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در حوزه بیوتکنولوژی (درصدی از تولید ناخالص داخلی)؛	جریان‌های اقتصادی جهانی در حوزه بیوتکنولوژی
۱	۲. تجارت بین‌المللی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۱	۳. تراز پرداخت‌های تکنولوژیک در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۶۱	۴. روند تجارت بین‌الملل و جریان‌های سرمایه در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۵۸	۵. فعالیت‌های شرکت‌های تابعه تحت کنترل خارجی در بخش‌های تولیدی در حوزه بیوتکنولوژی؛	
۰,۵۶	۶. میزان تأمین کالاهای واسطه‌ای (صنایع تولیدی و خدماتی) از خارج در حوزه بیوتکنولوژی.	
۱	۱. سطح بهره‌وری و درآمد در حوزه بیوتکنولوژی؛	بهره‌وری و تجارت در حوزه بیوتکنولوژی
۱	۲. سهم صنایع تکنولوژیکی فعال در زمینه بیوتکنولوژی در کل صادرات کالاهای تولیدی و محصولات اساسی (کالای تولیدی با تکنولوژی پیشرفته و متوسط رو به بالا)؛	
۱	۳. میزان حضور صنایع بیوتکنولوژی در صنایع دانشی و تکنولوژیکی کشور؛	
۰,۷۸	۴. رشد بهره‌وری نیروی کار در حوزه بیوتکنولوژی.	

### یافته‌های تحقیق

در این بخش، از نتایج آزمون فرض فازی برای هر یک از شاخص‌ها به منظور پاسخ‌گویی به سؤالات تحقیق استفاده می‌شود:

۱. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه تحقیق، توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. سرمایه‌گذاری در دانش در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۲. تحقیق و توسعه تجاری در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۳. عملکرد و تأمین مالی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۴. سرمایه‌ی مخاطره‌آمیز در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۵. روند هزینه‌های داخلی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۶. سرمایه‌گذاری در آموزش و پرورش؛ ۷. تحقیق و توسعه تجاری توسط صنایع در حوزه بیوتکنولوژی.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱ و ۲ با درجه عضویت ۱ به طور کامل، شاخص‌های ۳، ۴ و ۵، به ترتیب با درجه عضویت ۰,۹۴، ۰,۹۲ و ۰,۹۰ با امکان خیلی بالا و شاخص‌های ۶ و ۷، به ترتیب با درجه عضویت ۰,۷۶ و ۰,۷۲ با امکان بالا پذیرفته می‌شود.

۲. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه منابع انسانی در فعالیت‌های بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. نسبت فارغ‌التحصیلان جدید دانشگاهی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۲. تعداد محققین فعال در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۳. تعداد دانش‌پژوهان (دانشمندان) خارجی در ایران؛ ۴. سهم استخدام فارغ‌التحصیلان آموزش عالی در حوزه بیوتکنولوژی (به عنوان درصدی از کل کارکنان)؛ ۵. میزان ریسک‌پذیری نیروی انسانی؛ ۶. کارکنان تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱، ۲ و ۳ با درجه عضویت ۱ به طور کامل، شاخص‌های ۴ و ۵، به ترتیب با درجه عضویت ۰,۸۳ و ۰,۷۹ با امکان بالا و شاخص ۶ با درجه عضویت ۰,۳۵ با امکان ضعیف پذیرفته می‌شود.

۳. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه سیاست‌های نوآوری بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. همکاری شرکت‌های نوآور بيو با سازمان‌های تحقیقاتی دولتی (به عنوان درصدی از کل شرکت‌ها)؛ ۲. تأمین مالی متقاطع دولتی – خصوصی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۳. میزان کارآفرینی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۴. تدابیر مالیات در خصوص تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۵. بودجه‌های دولتی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی (به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی)؛ ۶. نسبت شرکت‌های فعال در زمینه بیوتکنولوژی که برای نوآوری بودجه دولتی دریافت می‌کنند.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ با درجه عضویت ۱ به طور کامل، شاخص ۵ با درجه عضویت ۰,۹۷ با امکان خیلی بالا و شاخص ۶ با درجه عضویت ۰,۶۷ با امکان متوسط پذیرفته می‌شود.

۴. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه عملکرد نوآوری بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. شدت (کثرت) حق انحصاری اختراع در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۲. نوآوری داخلی شرکت‌های بیوتکنولوژی (درصدی از کل شرکت‌ها)؛ ۳. تعداد علائم تجاری جدید شرکت‌هایی که در زمینه بیو فعالیت می‌کنند؛ ۴. نوآوری و عملکرد اقتصادی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۵. تعداد مقالات علمی در رابطه با بیوتکنولوژی (درصدی از کل مقالات علمی)؛ ۶. سهم شرکت‌های فعال در بیوتکنولوژی، که نوآوری‌های غیرتکنولوژیکی ارائه کرده‌اند (درصدی از کل شرکت‌ها)؛ ۷. تراکم و شدت تکنولوژیکی؛ ۸. فواصل زمانی مراحل توسعه نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱، ۲ و ۳ با درجه عضویت ۱ به طور کامل، شاخص‌های ۴ و ۵، به ترتیب با درجه عضویت ۰٫۹۷ و ۰٫۹۳، با امکان خیلی بالا و شاخص‌های ۶، ۷ و ۸، به ترتیب با درجه عضویت ۰٫۶۹ و ۰٫۶۱، با امکان متوسط پذیرفته می‌شود.

۵. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. سرمایه‌گذاری در تجهیزات و نرم‌افزارهای فناوری ارتباطات و اطلاعات در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۲. استفاده و دسترسی به اینترنت توسط شرکت‌های تجاری فعال در بیوتکنولوژی (درصدی از شرکت‌های تجاری با ۱۰ کارمند یا بیشتر)؛ ۳. حجم تجارت الکترونیک در حوزه بیوتکنولوژی.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱ و ۲، به ترتیب با درجه عضویت ۰٫۸۷ و ۰٫۸۱، با امکان بالا و شاخص ۳ با درجه عضویت ۰٫۴۴، با امکان ضعیف پذیرفته می‌شود.

۶. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه جهانی‌سازی بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. تأمین مالی تحقیق و توسعه از خارج کشور، به عنوان درصدی از کل هزینه

تحقیق و توسعه شرکت‌های تجاری فعال در بیوتکنولوژی؛ ۲. همکاری‌های بین‌المللی در تحقیقات مرتبط با بیوتکنولوژی؛ ۳. همکاری‌های بین‌المللی علمی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۴. مالکیت داخلی اختراعات خارجی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۵. همکاری‌های خارجی برای نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۶. مالکیت خارجی اختراعات داخلی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۷. جهانی‌سازی تحقیق و توسعه در حوزه بیوتکنولوژی.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ با درجه عضویت ۱ به طور کامل و شاخص ۷ با درجه عضویت ۰,۷۳ با امکان بالا پذیرفته می‌شود.

۷. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه جریان‌های اقتصادی جهانی بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. جریان‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در حوزه بیوتکنولوژی (درصدی از تولید ناخالص داخلی)؛ ۲. تجارت بین‌المللی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۳. تراز پرداخت‌های تکنولوژیک در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۴. روند تجارت بین‌الملل و جریان‌های سرمایه در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۵. فعالیت‌های شرکت‌های تابعه تحت کنترل خارجی در بخش‌های تولیدی در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۶. میزان تأمین کالاهای واسطه‌ای (صنایع تولیدی و خدماتی) از خارج، در حوزه بیوتکنولوژی.

– بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱، ۲ و ۳ با درجه عضویت ۱ به طور کامل و شاخص‌های ۴، ۵ و ۶، به ترتیب با درجه عضویت ۰,۶۱ و ۰,۵۸ و ۰,۵۶ با امکان متوسط پذیرفته می‌شود.

۸. شاخص‌های تأثیرگذار برای سنجش نوآوری در حوزه تجارت و بهره‌وری بیوتکنولوژی ایران چیست؟

۱. سطح بهره‌وری و درآمد در حوزه بیوتکنولوژی؛ ۲. سهم صنایع تکنولوژیکی فعال در زمینه بیوتکنولوژی در کل صادرات کالاهای تولیدی و محصولات اساسی (کالای تولیدی با تکنولوژی پیشرفته و متوسط رو به بالا)؛ ۳. میزان حضور صنایع بیوتکنولوژی

در صنایع دانشی و تکنولوژیکی کشور؛ ۴. رشد بهره‌وری نیروی کار در حوزه بیوتکنولوژی.

- بر اساس درجه عضویت پذیرش آن‌ها، فرض تأثیرگذاری شاخص‌های ۱، ۲ و ۳ با درجه عضویت ۱ به‌طور کامل و شاخص ۴ با درجه عضویت ۰,۷۸، با امکان بالا پذیرفته می‌شود.

### نتیجه

در جدول ذیل تحقیق حاضر با پژوهش‌های قبلی انجام‌شده، مقایسه می‌شود:

جدول ۵. مقایسه (تفاوت‌ها و شباهت‌ها) تحقیق حاضر با پژوهش‌های قبلی انجام شده

تحقیق	شباهت‌ها با تحقیق حاضر	تفاوت‌ها با تحقیق حاضر
نازیروفسکی و آرکلوس	۱. معرفی شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری هر ۳ حوزه نوآوری (ورودی، میانجی و خروجی)؛ ۲. قابلیت اندازه‌گیری شاخص‌ها به صورت کمی؛ ۳. سطح تحلیل مورد بررسی برای ارائه شاخص‌ها (نظام ملی نوآوری).	در این رویکرد به شاخص‌هایی که در ایجاد یک محیط مناسب برای خلق یک نوآوری مؤثر هستند، نظیر توجه به جهانی‌سازی فعالیت‌های علم و تکنولوژی در دنیای حاضر، زیرساختار IT و ... توجه نشده است، اما در این تحقیق شاخص‌هایی از این نوع در حوزه‌های جداگانه معرفی شدند.
سیستم‌های سنجش تکنولوژیک	-----	کارلسون و همکارانش به دلیل اندازه و پیچیدگی نظام ملی نوآوری، سطح تحلیل را به یک محصول، صنعت یا گروهی از صنایع محدود و مفهوم سیستم-های تکنولوژیک را به منظور سنجش نظام ملی نوآوری مطرح کردند، اما در این تحقیق سطح تحلیل مورد بررسی، به منظور ارائه شاخص‌ها، کل نظام ملی نوآوری است.
سنجش نوآوری ملی: تحلیل توصیفی	سطح تحلیل مورد بررسی برای ارائه شاخص‌ها (نظام ملی نوآوری).	رویکرد لیو و وایت برای سنجش نوآوری بیشتر حالت توصیفی و کیفی دارد و به این دلیل، برای کمی‌سازی وضعیت نوآوری کشور و مقایسه آن با کشورهای منطقه و سایر کشورها مناسب نیست، اما شاخص‌های معرفی‌شده در این تحقیق دارای قابلیت اندازه‌گیری به صورت کمی هستند.
چارچوب	سطح تحلیل مورد بررسی برای ارائه	رویکرد مزبور برای سنجش نوآوری، فقط به

ظرفیت نوآورانه ملی	شاخص‌ها (نظام ملی نوآوری).	شاخص حق انحصاری اختراع بین‌المللی محدود شده است که این شاخص به تنهایی برای اندازه‌گیری فرآیند نوآوری کافی نیست. در صورتی که، تحقیق حاضر شاخص‌هایی را به منظور سنجش نوآوری در هر ۳ حوزه، یعنی ورودی، میانجی و خروجی نوآوری ارائه کرده است.
سنجش نوآوری اروپایی	۱. قابلیت اندازه‌گیری شاخص‌ها به صورت کمی؛ ۲. سطح تحلیل مورد بررسی برای ارائه شاخص‌ها (نظام ملی نوآوری).	شاخص‌های ارائه‌شده در این رویکرد، شاخص‌های مناسبی هستند، اما در بین آن‌ها شاخص‌هایی که به سنجش نوآوری در فرآیند بین ورودی تا خروجی نوآوری پردازد وجود ندارد، اما در تحقیق حاضر شاخص‌هایی برای سنجش این مرحله نیز ارائه شده است.
طباطبائیان و پاکزادبناب	۱. قابلیت اندازه‌گیری شاخص‌ها به صورت کمی؛ ۲. سطح تحلیل مورد بررسی برای ارائه شاخص‌ها (نظام ملی نوآوری).	طباطبائیان و همکارش به منظور ارائه یک چارچوب مناسب برای سنجش نوآوری، از شاخص‌های اتحادیه اروپا (ویرایش ۲۰۰۱) استفاده کرده‌اند. این در حالی است که، این ویرایش تنها به تعدادی شاخص در ۴ طبقه که برای سنجش ورودی‌ها و خروجی‌ها مناسب است، اشاره دارد. (لازم به ذکر است با وجود این که این اتحادیه در سال ۲۰۰۶ شاخص‌های مناسب‌تری را در ۵ طبقه برای سنجش نوآوری کرده، اما همچنان دارای ضعف ارائه‌نکردن شاخص‌های مناسب برای سنجش نوآوری در حوزه فرآیند (میانجی) است.)، اما در تحقیق حاضر شاخص‌هایی برای سنجش این مرحله نیز ارائه شده است.

### پیشنهادها

پیشنهادهای ذیل بر اساس نتایج و یافته‌های تحقیق ارائه می‌شود:

۱. با توجه به شاخص‌های ارائه‌شده، مشخص شود فرآیند نوآوری بیوتکنولوژی کشور در کدام یک از ۸ حوزه دارای کاستی است. این امر، به برنامه‌ریزان کمک خواهد کرد تا برای رفع این نقص‌ها، تصمیم‌های مناسب اتخاذ کنند؛
۲. با اندازه‌گیری مستمر و سالانه این شاخص‌ها و تشکیل پایگاه اطلاعاتی از نتایج



- حاصل، روند و چگونگی رشد نوآوری در بیوتکنولوژی کشور بررسی شود؛ همچنین موارد ذیل به عنوان موضوع برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود:
۱. در قالب یک تحقیق، چارچوبی برای سنجش نوآوری در سطح بنگاه ارائه شود؛
  ۲. در تحقیقی، با استفاده از شاخص‌های ارائه‌شده در این تحقیق، میزان نوآوری در بیوتکنولوژی کشور به صورت کمی اندازه‌گیری شود؛
  ۳. به منظور ارائه شاخص‌های قابلیت اندازه‌گیری میزان نوآوری در حوزه بیوتکنولوژی ایران و دیگر کشورها تحقیقی صورت پذیرد.

## منابع

۱. آذر، عادل و فرجی، حجت (۱۳۸۶)، علم مدیریت فازی، مؤسسه کتاب مهربان نشر، تهران؛
۲. سرمد، زهره و بازرگان، عباس و حجازی، الهه (۱۳۸۵)، روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، آگاه، تهران؛
۳. طباطبائیان، سیدحیی‌الله و پاکزادبناب، مهدی (۱۳۸۵)، "بررسی سیستم‌های سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران"، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۰، شماره ۱، ۱۶۱-۱۹۰؛
4. Archibugi, D. & Sirilli, G. (2002), *The Direct Measurement of Technological Innovation in Business*, National Research Council, Italy, Rome;
5. Carlsson, B. & Jacobsson, S. & Holmen, M. & Rickne, A. (2002), *Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues*, Research Policy, 31, pp:233- 245;
6. Chen, C.T., (2000). *Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment*, Fuzzy Sets and Systems 114, PP:1-9;
7. European Innovation Scoreboard (2006), *Comparative Analysis of Innovation Performance, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT) and the Joint Research Centre (Institute for the Protection and Security of the Citizen) of the European Commission*;
8. Grzegorzewski, P., (2000). *Testing statistical hypotheses with vague data*, Fuzzy Sets and Systems 112, PP: 57-71;
9. Halbrook, J.A.D., (1997). *The Use of National Systems of Innovation Models to Develop Indicators of Innovation and Technological Capacity*, CPROST Report, Simon Fraser University;
10. Li, D.F., (2007). *Compromise ratio method for fuzzy multi-attribute group decision making*, Applied soft computing 7, PP:807-817;
11. Liue, X., White, S., (2001). *Comparing Innovation Systems: a Framework and Application to China's Transitional Context*, Research Policy, 30, PP:1091-1114;
12. Nasierowski W. Arcelus F.J, (1999). *Interrelationship among the Elements of National Innovation System: a Statistical Evaluation*, European Journal of Operational Research, PP:235-253;
13. Niosi, J., (2002). *National Systems of Innovation are "X-Efficient" (and X-Effective)- Why Some are Slow Learners*, Research Policy Journal, No

- 31, PP: 291-302;
14. OECD, (2005). *Oslo Manual Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, Third Edition, A Joint Publication of OECD and Eurostat;
  15. OECD, (2007). *Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris.
  16. OECD, (1996). *The Knowledge-Based Economy*, Paris;
  17. Porter, M.E., Stern, S., Furman, J.L., (2002). *The Determinants of National Innovation Capacity*, Research Policy, 31, PP:899-933;
  18. Saremi, M., Mousavi, S.F., Sansyei, A., (2009). *TQM consultant selection in SMEs with TOPSIS under fuzzy environment*, Expert systems with Application 36, PP:2742-2749;
  19. [www.bpdanesh.ir/detailnews.asp?id=7051](http://www.bpdanesh.ir/detailnews.asp?id=7051);
  20. [www.fos.ut.ac.ir](http://www.fos.ut.ac.ir)

