

**The Need to Identify and Develop Thematic Indicators of Science,  
Technology and Innovation:  
A Case Study: the Field of Vaccines and Biological Products**

Ahmad Yousefi<sup>1&3</sup>, Farideh Osareh<sup>2\*</sup> & Ali Mirjalili<sup>3</sup>

1. PhD Student of Knowledge and Information Science at Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Professor of Knowledge and Information Science at Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Assistant Professor at Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: 5, Jul. 2020

Accepted: 8, Dec. 2020

### Abstract

The purpose of this study is to explain the need to identify and develop thematic and specific indicators of science, technology, and innovation in the field of "vaccines and biological products". It uses the library research method, content analysis, and survey research method. This research was conducted in four consecutive stages as follows: 1. All general and thematic upstream documents related to the country were reviewed in order to realize the importance of vaccines and biological products; 2. All general and thematic upstream documents related to the country were reviewed in order to extract goals, indicators, and programs related to this field; 3. In order to identify the main activities of science, technology, and innovation in the field of manufacturing and development of vaccines and biological products, the relevant information sources were reviewed. 4. Finally, the activities of science, technology, and innovation in this field, both by authors and by experts and faculty members in this field, were compared with the existing indicators to meet the level of responsiveness of existing indicators to monitor and monitor research and production activities and programs in this field to be determined.

All upstream documents have emphasized the importance of science, technology and innovation and the need to monitor, evaluate, and measure it in the field of vaccines and biological products. Previous research has found only two very general indicators in the field of vaccine science and technology and biological products. The main activities extracted from the reference and reliable specialized information sources in the field of vaccines and biological products were more than 100 cases.

The structure and content of all upstream documents include general and macro orientations, policies, requirements and indicators. Therefore, there was not enough opportunity or necessity to pay attention and to describe in more detail the indicators of science, technology and innovation required by each of the thematic and important scientific sections, including very important, pivotal and strategic sections such as "vaccines and biological products" in these documents. Using only 2 very general indicators, it

---

\* Corresponding Author: f.osareh@scu.ac.ir

is not possible to evaluate and monitor more than 100 main activities in this field. The vaccine and biological products sector of the country also seeks to develop specific indicators of science, technology and innovation in order to achieve alignment with other sectors and in order to achieve the goals of upstream documents. Overall, experts and faculty members believed that existing and macro indicators of science, technology, and innovation did not at all meet our need to evaluate, monitor, and continuously evaluate activities in the field of "vaccines and biological products". Also, it is suggested that a study must be conducted to identify and develop indicators of science, technology and innovation in the field of vaccines and biological products.

**Keywords:** Vaccines, Biological Products, Science Indicators, Technology indicators, Innovation Indicators.

## ضرورت شناسایی و تدوین شاخص‌های موضوعی علم، فناوری و نوآوری: مطالعه موردی: حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک

احمد یوسفی<sup>۱</sup>، فریده عصاره<sup>۲\*</sup> و علی میرجلیلی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکترای علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲. استاد علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳. استادیار مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۵

### چکیده

هدف از این پژوهش، تبیین ضرورت شناسایی و تدوین شاخص‌های موضوعی و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» است. در این پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای، تحلیل محتوا و پیمایشی استفاده شده است. این پژوهش به ترتیب در ۴ مرحله به شرح زیر صورت گرفته است:

۱. تمامی اسناد بالادستی کلی و موضوعی مرتبط با واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک کشور به منظور پی بردن به اهمیت این حوزه بررسی شدند؛
۲. به منظور یافتن شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، اسناد بالادستی و نتایج پژوهش‌های مرتبط به منظور یافتن شاخص‌های حوزه‌های موضوعی مربوطه با استفاده از روش تحلیل محتوا به دقت مورد بررسی قرار گرفتند؛
۳. به منظور شناسایی فعالیت‌های اصلی علم، فناوری و نوآوری در حوزه ساخت و تولید واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، منابع اطلاعاتی و متون تخصصی مربوطه بررسی شدند؛
۴. در نهایت، فعالیت‌های علم، فناوری و نوآوری در این حوزه، هم توسط نویسندگان و هم توسط خبرگان و اعضای هیئت علمی این حوزه با استفاده از روش‌های تحلیل محتوا و پیمایشی، با شاخص‌های موجود مقایسه شدند تا میزان پاسخگویی شاخص‌های موجود برای پایش و نظارت بر فعالیت‌ها و برنامه‌های پژوهشی و تولیدی این حوزه مشخص شود.

تمامی اسناد بالادستی بر اهمیت علم، فناوری و نوآوری و ضرورت پایش، ارزیابی و سنجش آن در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک تأکید کرده‌اند. در پژوهش‌های پیشین فقط ۲ شاخص بسیار کلی در حوزه علم و فناوری واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک یافت شد. فعالیت‌های اصلی استخراج شده از منابع اطلاعاتی مرجع و معتبر تخصصی در مورد حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک بیش از ۱۰۰ مورد است.

\* مسئول مکاتبات: f.osareh@scu.ac.ir

ساختار و محتوای تمامی اسناد بالادستی دربرگیرنده جهت‌گیری‌ها، سیاست‌ها، الزام‌ها و شاخص‌های کلی و عمومی است و قرار نیست به جزئیات موارد اشاره مفصل بشود. بلکه ذکر موضوع‌ها و مباحث در اسناد بالادستی، نشانه اهمیت آن موضوع است. با استفاده از فقط ۲ شاخص بسیار کلی، نمی‌توان بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی این حوزه را ارزیابی و پایش کرد. بخش واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک کشور نیز به دنبال هم‌راستایی با دیگر بخش‌ها و در راستای تحقق اهداف اسناد بالادستی نیازمند تدوین شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری است. در مجموع، خبرگان و اعضای هیئت علمی این حوزه بیان داشتند که شاخص‌های موجود و کلان علم، فناوری و نوآوری، اصلاً پاسخ‌گوی نیاز ما برای ارزیابی، پایش و سنجش مستمر فعالیت‌های حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» نیست. بنابراین، شناسایی و تدوین شاخص‌های اختصاصی این حوزه ضروری است.

**کلیدواژه‌ها:** واکسن، فرآورده‌های بیولوژیک، شاخص‌های علم، شاخص‌های فناوری، شاخص‌های نوآوری.

## مقدمه

اطلاعات به صورت آنلاین و از طریق سایت اینترنتی<sup>۳</sup> قابل دسترسی است. این کتاب شامل شاخص‌های اصلی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اروپا نیز است. در ایران نیز در سال‌های گذشته با تدوین سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران [۴]، سند ملی زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران [۵]، قانون برنامه‌های پنج‌ساله توسعه جمهوری اسلامی ایران [۶]، سند تحول راهبردی توسعه علم و فناوری کشور [۷]، نقشه جامع علمی کشور [۸]، نقشه جامع علمی سلامت کشور [۹]، سند سیاست علم، فناوری و نوآوری واکسن در افق ۱۴۰۴ [۱۰]، نقشه جامع علمی کشاورزی [۱۱]، شاخص‌های ارائه شده در سایت «شاخص» [۱۲]، شاخص‌های علم و فناوری در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی [۱۳] و برنامه راهبردی موسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی [۱۴] که از مهم‌ترین اسناد بالادستی کشورند، بر شناسایی و اهمیت ارزیابی علم، فناوری و نوآوری کشور تأکید شده است. هدف از تدوین برنامه بلندمدت علم، فناوری و نوآوری ایران این است که انجام پژوهش، آموزش و بهره‌برداری از دانش را از یک اتفاق، به جریانی منظم و در اختیار توسعه کشور قرار دهد. این برنامه که برای کلیه بخش‌های علم، فناوری و نوآوری کشور تهیه شده است «نقشه جامع علمی کشور» خوانده می‌شود. از حوزه‌هایی که اثرات علم و فناوری بر آنها به طور بارزی دیده می‌شود، حوزه «سلامت» است. بنابراین «نقشه جامع علمی سلامت» نیز بخشی از این برنامه

امروزه، ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در سطح ملی و بین‌المللی فرایند رو به رشدی است که نقش زیادی در توسعه پایدار کشورها دارد. آنچه در تمامی کشورها مشترک است، تعیین شاخص‌های ارزیابی به منظور سنجش میزان پیشرفت علم، فناوری و نوآوری است. همچنین، شکل‌گیری شاخص‌های استاندارد شده ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در سطح بین‌المللی، منطقه‌ای و سازمانی همچنان نیازی مستمر است [۱]. سالانه گزارش‌های بین‌المللی بسیاری از سوی سازمان‌ها یا نشریه‌های معتبر برای مقایسه و روشن کردن وضعیت علم، فناوری و نوآوری در کشورهای مختلف منتشر می‌شود. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اروپا<sup>۱</sup> [۲] با انتشار نشریه‌ای با عنوان شاخص‌های اصلی علم و فناوری، هر ۶ ماه به ارائه شاخص‌ها و آمارهایی در خصوص علم و فناوری کشورها اقدام می‌کند. شاخص‌های اصلی این سازمان به چهار قسمت «شاخص‌های تحقیق و توسعه»، «شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراع»، «شاخص‌های منابع انسانی» و «شاخص‌های موازنه قراردادهای فناوری» تقسیم می‌شوند. مؤسسه نوردیک<sup>۲</sup> [۳] نیز در قالب کتابی به ارائه شاخص‌های علم و فناوری و آمارهای مربوط به تحقیق و توسعه می‌پردازد. این کتاب حاوی جداول و ارقام آماری تحقیق و توسعه و شاخص‌های علم و فناوری کشور نروژ است که توسط شورای تحقیقات نروژ به صورت سالانه منتشر می‌شود. از سال ۱۹۹۷ این

1. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)  
2. Nordic Institute

3. www.nifu.no/en/statistics

واکسن‌های انسانی) در ایران [۲۴] ارائه شده است. اما تا جایی که در ایران و سایر کشورها بررسی شده است، هیچ پژوهشی یافت نشد که به طور اختصاصی به شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» پرداخته باشد. پژوهشی که تا حدود خیلی کمی به این مقوله پرداخته است، پژوهش شه‌میرزادی [۱۳] است. این پژوهش به شاخص‌های علم و فناوری در حوزه‌های موضوعی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی پرداخته است. حوزه‌های موضوعی این سازمان بسیار گسترده بوده و شامل: کشاورزی، باغبانی، گیاه‌پزشکی، خاک‌شناسی، شیلات، علوم دامی، جنگل و مرتع، ترویج، توسعه روستایی، آب‌خیزداری، منابع طبیعی، دام‌پزشکی و مانند آن است. به سبب اینکه حوزه موضوعی این پژوهش بسیار گسترده بوده و حوزه کاری ۲۳ مؤسسه تحقیقاتی ملی را شامل می‌شد، فرصت و لزوم پرداختن عمیق و تخصصی‌تر به هر یک از حوزه‌های موضوعی نبوده است. بنابراین، از ۲۷۰ شاخصی که در این پژوهش شناسایی شده است فقط ۲ شاخص خیلی کلی به حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک مربوط است. ولی پژوهش حاضر، به طور اختصاصی و عمیق، و همچنین به طور انحصاری به ضرورت شناسایی و تدوین شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک پرداخته است.

تا زمانی که فعالیت‌های حوزه مورد ارزیابی قرار نگیرد، امکان مشخص کردن نقاط قوت و ضعف و همچنین میزان پیشرفت در آن حوزه مشخص نخواهد شد. همچنین، زمانی می‌توان فعالیت‌های حوزه‌ای موضوعی را ارزیابی کرد که شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری فعالیت‌های آن حوزه وجود داشته باشد. بنابراین هدف اصلی این پژوهش، تبیین ضرورت شناسایی و تدوین شاخص‌های موضوعی و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» است تا بتوان با استفاده از آن به ارزیابی مستمر فعالیت‌های این حوزه پرداخت. نتایج این پژوهش و همچنین شناسایی و تعیین شاخص‌های موضوعی و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، اهمیت فراوانی برای مؤسسه‌ها و نهادهای پژوهشی و تولیدی، مدیران،

بلندمدت و جامع است که علاوه بر حفظ اجزایی که در برنامه کلی وجود داشته به صورت مستقل نیز قابل استفاده است. از جمله جهت‌گیری‌های کلی که برای دستیابی به اهداف کلان و راهبردی در نقشه جامع علمی سلامت پیشنهاد شده‌اند عبارت‌اند از: ۱) اولویت دادن به علم و فناوری پاسخگو به نیازهای سلامت جامعه و ۲) تکمیل چرخه نوآوری. چشم‌انداز علم و فناوری سلامت «کسب جایگاه اول سلامت آحاد مردم در منطقه تا سال ۱۴۰۴ از طریق بهره‌برداری از دانش موجود و تولید علم و فناوری» است. همچنین، از جمله اهداف راهبردی نقشه جامع علمی سلامت کشور، «کسب مقام اول در علم، فناوری و نوآوری حوزه سلامت در منطقه» و «الگوی منطقه‌ای سنجش کیفیت و استانداردهای محصولات و خدمات سلامت» ذکر شده است [۹].

در خصوص شاخص‌های کلان علم، فناوری و نوآوری پژوهش‌های بسیاری از جمله: شناسایی شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری در سطح ملی و بین‌المللی [۱۵]، شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری [۱۶]، شناسایی مهم‌ترین مدل‌ها و شاخص‌ها در ارزیابی علم و فناوری در شرکت‌های دانش‌بنیان ایران [۱۷]، بهینه‌سازی شاخص‌های ارزیابی رقابت‌پذیری علم، فناوری و نوآوری مبتنی بر رویکرد کمی در چین [۱۸]، مسائل و چالش‌های شاخص‌های علم و فناوری [۱۹]، مروری بر شاخص‌های کلان ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در ایران و جهان [۲۰]، ایجاد و استفاده از شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در سیاست‌گذاری در مالایو و آفریقای جنوبی [۲۱]، و شاخص‌های خروجی علم و فناوری در ایران [۲۲] صورت گرفته است.

سیر تحول شناسایی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری حاکی از این است که در گذشته بیشتر بر شاخص‌های کلان تأکید می‌شده است. ولی در حال حاضر بیشتر به شناسایی شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه‌های موضوعی خاص تأکید می‌شود. در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک نیز فقط نکات برجسته «پیش‌نویس نهایی سند سیاست ملی علم، فناوری و نوآوری در تولید واکسن در ایران» [۲۳] و تحلیل نظام نوآوری فناورانه در تولید زیست‌فرآورده‌ها (با تمرکز بر

برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و پژوهشگران این حوزه خواهد داشت. دست‌اندرکاران این حوزه می‌توانند با به کارگیری شاخص‌های اختصاصی و موضوعی به ارزیابی، پایش، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، تدوین برنامه راهبردی و استراتژیک، آینده‌نگری و هدایت فعالیت‌های پژوهشی و تولیدی در این حوزه بپردازند.

### مبانی نظری

مرور تاریخچه شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری نشان می‌دهد که دولت آمریکا اولین دولتی بود که درگیر اندازه‌گیری و سنجش علم و فناوری شد و بنیاد ملی علوم آمریکا بر اساس آزمایش‌های مختلف در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، سرانجام در دهه ۱۹۵۰ در زمینه این شاخص‌ها پیشرو شد. در واقع، می‌توان گفت که دولت آمریکا به همراه دانشمندان اجتماعی‌اش بود که مفهوم شاخص را ایجاد کرد. پس از آن سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه در سال ۱۹۶۲، تصمیم گرفت دستورالعملی درباره سنجش تحقیق و توسعه و مفاهیم و تعاریف بنیاد ملی علوم منتشر کند [۲۰]. سازمان جهانی بهداشت، در تعریف شاخص چنین آورده است: شاخص‌ها متغیرهایی‌اند که به سنجش تغییرات به طور مستقیم یا غیر مستقیم کمک می‌کنند. شاخص، کمیتی که نماینده چند متغیر همگن است و وسیله‌ای برای اندازه‌گیری و مقایسه پدیده‌هایی است که ماهیت و خاصیت مشخصی دارند که بر مبنای آن می‌توان، تغییرات ایجاد شده در متغیرهای معینی را طی دوره، بررسی کرد. محاسبه شاخص برای هر شرکت، صنعت یا گروه یا دسته، امکان‌پذیر است و می‌توان آن را محاسبه کرد. شاخص‌ها، کمی و کیفی‌اند؛ شاخص کمی مانند تعداد مقاله‌های منتشر شده در مجله‌های علمی و پژوهشی برای سنجش میزان فعالیت پژوهشگر؛ و شاخص کیفی مانند میزان اثرگذاری مقاله‌های فوق در حل مسائل مربوط به یک علم است [۲۵]. در واژه‌نامه علوم و فناوری [۲۶] برای «علم» سه تعریف زیر اشاره شده است:

۱. مشاهده نظام‌مند اتفاق‌ها و شرایط طبیعی برای کشف حقایق درباره آنها و فرمول‌بندی قوانین و اصول بر اساس حقایق به دست آمده؛
۲. شاخه‌ای از دانش که بر عینیت و تعامل مشاهده با

آزمایش استوار است؛

۳. پیکره سازمان‌یافته‌ای از دانش که از مطالعه علمی حاصل می‌شود.

فرهنگ آکسفورد [۲۷] «فناوری» را چنین معنا کرده است: به کارگیری دانش علمی برای مقاصد عملی، ماشین و تجهیزات مبتنی بر چنین دانشی، شاخه‌ای از دانش که با علوم کاربردی ارتباط دارد. «نوآوری»، به کارگیری ایده‌های نوین ناشی از خلاقیت است. در واقع به پیاده‌ساختن ایده ناشی از خلاقیت، نوآوری گویند که به صورت محصول یا خدمت تازه ارائه شود.

### پیشینه پژوهش

همان‌طور که پیشتر نیز بیان شد، در خصوص شاخص‌های کلان علم، فناوری و نوآوری پژوهش‌های بسیاری صورت گرفته است. ولی به سبب اینکه تأکید و تمرکز پژوهش حاضر بر شاخص‌های موضوعی است، در اینجا فقط به پژوهش‌هایی اشاره شده است که به شاخص‌های اختصاصی و موضوعی پرداخته‌اند. مؤسسه تحقیقات بین‌المللی سیاست غذایی<sup>۱</sup> [۲۸] شاخص‌های علم و فناوری کشاورزی را از طریق آنلاین جمع‌آوری و گزارش می‌کند. شاخص‌ها بر اساس معیارهای منابع انسانی، مالی، تحقیق و توسعه کشاورزی، تولید محصولات فناورانه و انتشارات علمی ارائه شده‌اند. همچنین، داده‌های اعتبار تحقیقاتی، منابع بودجه تحقیقاتی، تعداد پژوهشگران، خروجی‌های تحقیقاتی و تعداد دانشجویان در سری زمانی مشخص جمع‌آوری شدند. رافولس، مولاس-گالارت و ولی<sup>۲</sup> [۲۹] در پژوهشی با هدف ارائه برنامه‌ای پژوهشی از شاخص‌های علم و فناوری در زمینه‌های محیط زیست به بررسی مشکلاتی که در فضاها، جغرافیایی یا اجتماعی در حاشیه مراکزی که فعالیت علمی انجام می‌دهند می‌پردازند. آنان پیشنهاد می‌کنند که در بررسی شاخص‌های علم و فناوری به مسائلی از قبیل بعد شناختی:

◇ در حوزه‌های پژوهشی مانند علوم انسانی که کمتر از رشته‌های معتبرتر مانند زیست‌شناسی مولکولی مورد

1. International Food Policy Research Institute (IFPRI)  
2. Rafols, Molas-Gallart and Woolley

توجه قرار می‌گیرد؛

- ◇ بعد جغرافیایی مانند جنوب جهانی در مقابل شمال جهانی یا مناطق در مقابل شهرهای بزرگ؛
- ◇ بعد اجتماعی گروه‌های مختلف مانند زنان، فقرا، سالمندان و حتی نیازهای اجتماعی مورد توجه قرار گیرد؛ همچنین، بیان می‌دارند که استفاده از این شاخص‌ها در ارزیابی مربوط به توزیع منابع می‌تواند اثرات سازنده‌ای داشته باشد.

رأس، پیرا و گروسکی<sup>۱</sup> [۳۰] به اکتشاف علم، فناوری و نوآوری در حوزه بیوفوتونیک‌ها از طریق روش علم‌سنجی در کشورهای برزیل، چین و ایالات متحده پرداختند. نتایج این پژوهش، توسعه شاخص‌هایی است که ارزیابی دقیق‌تر علم، فناوری و نوآوری را در حوزه بیوفوتونیک‌ها امکان‌پذیر می‌سازد. گایماریز، نورو، الیاس، گادلها، کارواله‌پرو و ریبریو<sup>۲</sup> [۳۱] در پژوهشی به سیاست علم، فناوری و نوآوری در حوزه بهداشت در برزیل پرداختند. دیدگاه ارائه شده در این متن نشان می‌دهد که علم، فناوری و نوآوری، بخش استراتژیک و اساسی در ترکیب نظام ملی بهداشت<sup>۳</sup> در برزیل است، و به منظور تضمین استقلال و حاکمیت برای تعریف سیاست ملی، تضمین‌کننده حقوق و رفاه است.

در ایران نیز همچون سایر کشورها، پژوهش‌هایی به شناسایی و تدوین شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه‌های موضوعی مختلف پرداخته‌اند. برای نمونه، صفا، حجازی، حسینی و رضوانفر [۳۲] در پژوهشی به طراحی الگوی اندازه‌گیری شاخص‌های تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که اهمیت هر ۶ عامل بررسی‌شده تأیید شد (برازش مناسب الگو). این عوامل شامل عوامل سیاستی، تأمین مالی، زیرساختی، قانونی، اطلاع‌رسانی و آموزشی با تبیین ۶۷/۸۹ درصد از واریانس کل، به ترتیب اولویت‌های اول تا ششم را در شناسایی و تعیین شاخص‌های تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی کسب کردند. اسپرین [۳۳] نیز در پایان‌نامه خود به ارائه الگو برای

ارزیابی علم و فناوری در حوزه اقتصاد به‌منظور سنجش حوزه اقتصاد با شاخص‌های اقتصادی و الگوی اقتصادی مخصوص به خود، نه با شاخص‌ها و الگوهای کلان ارزیابی علم و فناوری پرداخته است. نتیجه کار ایشان، ۱۱۲ شاخص منتخب اقتصادی برای ارزیابی علم و فناوری با درجه اهمیت زیاد و بسیار زیاد بوده است که این شاخص‌های منتخب مبنایی برای ارائه الگو و ارزیابی علم و فناوری در حوزه اقتصاد قرار گرفته‌اند. الگوی نهایی استخراجی از شاخص‌های منتخب، دارای ۴ گروه شاخص‌های ورودی، میانجی، خروجی و کیفی است که هر کدام به زیرگروه‌هایی دسته‌بندی شده و آنگاه ارتباطات میان آنها بیان شده است و کلانتری [۳۴] نیز در پایان‌نامه خود به ارائه الگویی مناسب برای نظام علم، فناوری و نوآوری در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) پرداخته است. نتایج ارزیابی‌های او نیز نشان داد که ایران در مقایسه با کشورهای مورد مطالعه در مؤلفه‌های زیرساخت عمومی علم، فناوری و نوآوری بخش فاوا و برون‌دادهای این بخش وضعیت مناسبی ندارد. اما در مؤلفه ظرفیت خلق و جذب بخش فاوا وضعیت به نسبت مناسبی نسبت به برخی کشورها از جمله اتریش، نروژ و پرتغال دارد. در مرحله آخر این پژوهش، چالش‌های موجود در بخش فاواای کشور استخراج شده و بر اساس ۷ کارکرد نظام نوآوری این بخش، به ارائه سیاست‌ها و راهکارها مبادرت شده است. شه‌میرزادی [۱۳] نیز در پژوهش خود، ۲۷۱ شاخص علم و فناوری مربوط به ۲۳ مؤسسه تحقیقاتی ملی وابسته به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی را شناسایی کرد. پرسش‌های پژوهش عبارتند از:

۱. آیا در اهداف و برنامه‌های اسناد بالادستی بر اهمیت، لزوم پایش و ارزیابی فعالیت‌های حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک تأکید شده است؟
۲. آیا در اسناد بالادستی و پژوهش‌های مرتبط پیشین به شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک اشاره شده است؟
۳. فعالیت‌های کلان و تخصصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک بر اساس متون تخصصی مربوط کدام‌اند؟
۴. آیا بر اساس شاخص‌های اختصاصی موجود علم،

1. Ruas, Pereira and Grosky  
2. Guimaraes, Noronha, Elias, Gadelha, Carneiro and Ribeiro  
3. the Brazilian National Health System (Sistema Único de Saúde - SUS)

◇ به منظور یافتن شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، اسناد بالادستی و نتایج پژوهش‌های مرتبط با شاخص‌های حوزه‌های موضوعی مربوط با استفاده از روش تحلیل محتوا به دقت مورد بررسی قرار گرفتند. در این مرحله، اسناد بالادستی و پژوهش‌های مرتبط پیشین، جامعه پژوهش را تشکیل دادند؛

◇ به منظور شناسایی فعالیت‌های اصلی و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه ساخت و تولید واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، منابع اطلاعاتی مربوط از جمله: اصطلاحنامه پزشکی ایندکس مدیکوس<sup>۱</sup> [۳۵]، متون تخصصی شامل: کتاب‌های دستیابی به شاخص‌های واکسن [۳۶]، «واکسن‌شناسی: اصول و عمل» [۳۷]، «واکسن‌شناسی مدرن» [۳۸]، «نوآوری‌های واکسن‌شناسی» [۳۹]، «راهنمای ضروری واکسن‌شناسی» [۴۰]، «مقدمه‌ای بر واکسن‌شناسی مولکولی» [۴۱]، «فناوری میکرو و نانو در تولید واکسن» [۴۲]، «تأثیر اسیدهای نوکلئیک بر بیماری‌ها و واکسن‌شناسی» [۴۳]، «بیوانفورماتیک در واکسن‌شناسی» [۴۴]، مقاله‌های موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی [۴۵] و پایگاه اطلاعاتی وب‌آوساینس<sup>۲</sup> [۴۶]، گزارش‌های طرح‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی [۴۷] که وارد پایگاه اطلاعاتی فهرستگان یکپارچه آموزشی و پژوهشی کشاورزی (فپیاک) شده‌اند، پایان‌نامه‌های پایگاه اطلاعاتی دسترسی آزاد به پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها<sup>۳</sup> [۴۸]، پایان‌نامه فارسی موجود در پایگاه اطلاعاتی علمی ایران (گنج) که توسط پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) [۴۹] تهیه شده است، و پروانه‌های ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا<sup>۴</sup> [۵۰] مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت، فعالیت‌هایی استخراج شده از متون تخصصی (شامل بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی و اختصاصی) با هم مقایسه و موارد تکراری حذف شدند.

فناوری و نوآوری مربوط به حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک می‌توان فعالیت‌های این حوزه را پایش و ارزیابی کرد؟

### روش پژوهش

این پژوهش، از روش‌های کتابخانه‌ای، تحلیل محتوا و پیمایشی استفاده کرده است. این پژوهش به ترتیب در ۴ مرحله به شرح زیر صورت گرفت:

◇ به منظور پی‌بردن به اهمیت، لزوم پایش و ارزیابی، اهداف، برنامه‌ها و استخراج شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری مربوط به حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، با استفاده از روش تحلیل محتوا، اسناد بالادستی کشور از جمله: سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران [۴]، سند ملی زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران [۵]، قانون برنامه‌های پنج‌ساله توسعه جمهوری اسلامی ایران [۶]، سند تحول راهبردی توسعه علم و فناوری کشور (۷)، نقشه جامع علمی کشور (۸)، نقشه جامع علمی سلامت کشور (۹)، سند سیاست علم، فناوری و نوآوری واکسن در افق ۱۴۰۴ [۱۰]، نقشه جامع علمی کشاورزی [۱۱]، شاخص‌های اختصاصی علم و فناوری مؤسسه‌های تحقیقاتی ملی وابسته به سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی [۱۳] و برنامه راهبردی مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی [۱۴] بررسی شدند. انواع واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک در حوزه‌های انسانی، دام، طیور و آبیان مصرف می‌شوند. انواع واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک دام و طیور در حوزه دام‌پزشکی قرار می‌گیرد و حوزه دام‌پزشکی نیز زیر نظر وزارت جهاد کشاورزی است. انواع واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک انسانی نیز در حوزه پزشکی قرار می‌گیرد و متولی آن وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است. لذا، با توجه به اینکه حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک هم در حوزه دام‌پزشکی و هم در حوزه پزشکی قرار می‌گیرد، در بررسی اسناد بالادستی نیز اسناد هر ۲ حوزه مورد توجه قرار گرفته است. در این مرحله، اسناد بالادستی، جامعه پژوهش را تشکیل دادند؛

1. Indexmedicus

2. Web of Science

3. Open Access Theses and Dissertations

4. United States Patent and Trademark Office



(شامل ۲ شاخص) و فعالیت‌های عمده و اصلی حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک (بیش از ۱۰۰ فعالیت) که از پایگاه‌های اطلاعاتی و متون تخصصی معتبر استخراج شده بودند، در اختیار آنان قرار گرفت و بر اساس طیف لیکرت از آنان خواسته شد تا میزان قابل استفاده بودن شاخص‌ها را برای پایش و سنجش فعالیت‌های حوزه پژوهش و تولید واکسن و فرآورده‌های مشخص کنند. پاسخ‌های دریافت شده به صورت ساده بر اساس توزیع فراوانی و درصد، تجزیه و تحلیل شدند.

### یافته‌های پژوهش

۱. آیا در اهداف و برنامه‌های اسناد بالادستی بر اهمیت، لزوم پایش و ارزیابی فعالیت‌های حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک تأکید شده است؟

اهمیت ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در کشورهایی که منجر به شناسایی نقاط ضعف و قوت آنها می‌شود، مسئولان و سیاست‌گذاران را بر آن داشته است که با برنامه‌ریزی دقیق در این حوزه در راستای اعتلای توسعه پایدار گام بردارند. در واقع ارزیابی علم، فناوری و نوآوری از مهم‌ترین عناصر رشد و توسعه علمی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، صنعتی و سیاسی کشورها محسوب می‌شوند. در این راستا، حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک وظایف بسیار مهمی از جمله تأمین غذا و امنیت غذایی، ایجاد ارزش افزوده با کمترین اتکا به درآمدهای نفتی، جلوگیری از شیوع بیماری‌های مشترک انسان و دام و گسترش بهداشت و سلامت را بر عهده دارد. شناسایی و تدوین شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری، در تدوین برنامه‌های کلان، راهبردی، و استراتژیک تأثیر به‌سزایی دارد و تصمیم‌گیری دقیق و برنامه‌ریزی صحیح در حوزه علم، فناوری و نوآوری را امکان‌پذیر می‌کند. ذوالفقارنسب [۵۲] نیز بر وجود شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری برای فراهم آوردن اطلاعات لازم برای پشتیبانی از سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و همچنین فراهم ساختن امکان نظارت و ارزیابی مؤثر سیاست‌ها و برنامه‌ها تأکید کرده است.

فعالیت‌های اصلی و اختصاصی استخراج شده از متون تخصصی به تأیید متخصصان و خبرگان رسیده است. در این مرحله، منابع مرجع و متون تخصصی، جامعه پژوهش را تشکیل دادند؛

◇ در نهایت، برای پی‌بردن به قابل استفاده بودن شاخص‌های موجود برای پایش و نظارت بر فعالیت‌ها و برنامه‌های این حوزه به ۲ روش زیر اقدام شد:

۱) فعالیت‌های اصلی و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری استخراج شده از متون تخصصی در این حوزه با شاخص‌های موجود مقایسه شدند. این مقایسه و سنجش فقط بر اساس تعداد شاخص‌های موجود (۲ شاخص کلی) و تعداد فعالیت‌های عمده و اصلی صورت گرفته است تا مشخص شود که اصلاً تناسبی بین تعداد آنها وجود دارد یا خیر؟ در این مرحله، شاخص‌های موجود (۲ شاخص کلی) و تعداد فعالیت‌های عمده و اصلی (بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی و اختصاصی)، جامعه پژوهش را تشکیل دادند؛

۲) نظرخواهی از متخصصان باتجربه و خبره: از مجموع ۱۳۸ عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، ۱۵ نفر (شامل: ۲ استاد، ۷ دانشیار و ۶ استادیار) انتخاب شدند. ملاک انتخاب آنان بر اساس: ۱. عضو هیئت علمی بودن؛ ۲. باتجربه بودن (که سابقه بیش از ۱۸ سال در حوزه مرتبط ملاک قرار گرفت)؛ ۳. مرتبه علمی استادیار و بالاتر، بوده است. در روش دلفی نیز وقتی می‌خواهند پانل اعضای خبرگان را تشکیل دهند و از آنان نظرخواهی کنند، در اغلب پژوهش‌ها، تعداد اعضای خبرگان نمونه ۱۵-۲۰ نفر بوده است [۵۱] و در گروه‌های هماهنگ و همگن به طور معمول ۱۵-۱۰ نفر ذکر شده است [۳۴]. در این مرحله نیز شاخص‌های موجود (۲ شاخص کلی) و تعداد فعالیت‌های عمده و اختصاصی (بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی و اختصاصی)، جامعه پژوهش را تشکیل داده، ابزار کار نیز پرسشنامه و روش پژوهش پیمایشی بوده است. شاخص‌های موجود

اولیا و همکاران [۲۳] نکات برجسته «پیش‌نویس نهایی سند سیاست ملی علم، فناوری و نوآوری در تولید واکسن در ایران» را بررسی کردند. چشم‌انداز این سیاست ملی این بود که ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی به یکی از رهبران علمی جهان کشورهای اسلامی در زمینه واکسن تبدیل شود. تا آن سال، نظام علم، فناوری و نوآوری در واکسن شبکه اختصاصی ماهر خواهد بود و تحقیقات نوآورانه، مرتبط با سازمان‌های دولتی قدرتمند و همکاری سازنده با بخش خصوصی را ایجاد می‌کند. این نظام با پیش‌بینی و با تسلط بر موضوع‌های کلیدی علمی و فناوری مرتبط با واکسن واکنش نشان می‌دهد و منجر به تحقیق و توسعه در زمینه واکسن در جهان اسلام می‌شود. در راستای این چشم‌انداز، فراهم آوردن ظرفیت تولید انبوه و توسعه واکسن‌های ایمن، مؤثر و به‌موقع با استانداردهای بازاریابی ملی و بین‌المللی تحت نظارت سازمان‌های دولتی به منظور ارتقای کیفیت و امید به زندگی، ایجاد ثروت، شغل و جلوگیری از فرار مغزها به عنوان مأموریت تعریف شده است. پایه‌گذاری اصول نظام علم، فناوری و نوآوری در تولید واکسن؛ اهداف نظام علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن در افق ۱۴۰۴؛ توصیه‌های سیاست برای توسعه علم، فناوری و نوآوری واکسن تا سال ۱۴۰۴، و سنجش عملکرد بالا در کلیه شاخص‌های علم و فناوری واکسن در جهان اسلام از جمله مواردی است که در این پژوهش به آنها پرداخته شده است. بر اساس سندی تحت عنوان «اهداف کلان نظام علم، فناوری و نوآوری واکسن در افق ۱۴۰۴» برنامه‌ریزی شده و در حال اجرا است. بر اساس اهداف تعیین شده برای کارگروه واکسن ستاد توسعه زیست‌فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در اهداف کلان نظام علم، فناوری و نوآوری واکسن در افق ۱۴۰۴، این کارگروه کتابی مرجع ملی و بین‌المللی در حوزه واکسن تدوین می‌کند. کارگروه واکسن ستاد توسعه

زیست‌فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بر اساس اهداف کلان نظام علم، فناوری و نوآوری واکسن در افق ۱۴۰۴، قرارگرفتن در فهرست ۱۰ کشور برتر سازنده واکسن جهان، دستیابی به ۳ درصد از سهم بازار جهانی واکسن و شکل‌گیری دست کم ۶۰ شرکت دانش‌بنیان خصوصی در حوزه واکسن در کشور را دنبال می‌کند. بر اساس اعلام روابط عمومی معاونت علمی، این کارگروه همچنین شکل‌گیری دو شرکت بزرگ صاحب برند ایرانی در حوزه واکسن در سطح جهان، اخذ تأییدیه‌های بین‌المللی برای تمام واکسن‌های ایرانی، تأسیس ۵ پایگاه تولید با برند ایرانی در سایر کشورها و تدوین کتابی مرجع ملی و بین‌المللی در حوزه واکسن را نیز در اولویت فعالیت خود قرار داده است [۱۰].

در حوزه واکسن‌های انسانی و زیست‌فرآورده‌ها نیز مردی، طباطبائیان، جعفری و آذرنوش [۲۴] به تحلیل نظام نوآوری فناورانه در تولید زیست‌فرآورده‌ها (با تمرکز بر واکسن‌های انسانی) در ایران پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که مؤلفه‌ها به ۳ گروه زیر تقسیم شدند:

۱. سازوکارهای محدودکننده؛

۲. سازوکارهای مشوق؛

۳. موضوع‌های سیاستی.

مجموعه اقدام‌های انجام شده در کشور در این راستا، علاوه بر تغییر فضای کلی اجرایی در این حوزه، در عمل منجر به خودکفایی در تولید ۱۲ واکسن انسانی، تولید ۵ واکسن در فاصله‌ای کوتاه تا ورود به بازار، همچنین وجود ۱۴ دارو در مراحل نهایی ثبت و اخذ مجوز، شده است. در سند ملی زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران [۵]، وضعیت فعلی، برنامه کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک در جدول (۱) ترسیم شده است.

جدول ۱. بخشی از سند ملی زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران

حوزه موضوعی	وضعیت فعلی	کوتاه‌مدت (۱۳۸۵)	میان مدت (برنامه چهارم)	بلندمدت (برنامه پنجم)
دام‌پزشکی	پیشگیری (مطلوب) تشخیص (در حد پژوهش)	دستیابی به دانش فنی و استانداردها	تولید ۳ واکسن و روش‌های تشخیص مولکولی بیماری‌ها	تولید دست کم ۵ واکسن جدید و افزایش صادرات به میزان ۳۰ درصد کل تولیدات
پزشکی (پیشگیری)	به نسبت مطلوب	حمایت از پروژه‌های نیمه‌تمام و مراکز تولیدی	دستیابی به فناوری‌های جدید و واکسن‌های نسل جدید و زمینه‌سازی برای صادرات	تلاش برای صادرات تولیدات
پزشکی (تشخیص)	واردات بخش عمده‌ای از فرآورده‌های تشخیصی	توسعه تولید فرآورده‌ها و گسترش به کارگیری روش‌های زیست‌فناوری در آزمایشگاه‌های تشخیصی کشور، تدوین استاندارد و پانل‌های ملی	تأمین ۵۰ درصد نیاز کشور	تأمین ۸۰ درصد نیاز کشور

۲. آیا در اسناد بالادستی و پژوهش‌های مرتبط پیشین به شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک اشاره شده است؟

به منظور آگاهی از شاخص‌های اختصاصی موجود مربوط به حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، تمامی اسناد بالادستی و پژوهش‌های مرتبط پیشین و شاخص‌های موجود بررسی شدند. ولی هیچ‌یک از این منابع، به جزء شه‌میرزادی [۱۳] و شه‌میرزادی، حریری، فهیم‌نیا، باب‌الحوائجی و مطلبی [۵۴]، به شاخص‌های اختصاصی این حوزه نپرداخته بودند. بنابراین، فقط در پژوهش شه‌میرزادی [۱۳] و شه‌میرزادی و همکاران [۵۴]، شاخص‌های علم و فناوری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در دسته «تولید محصولات فناورانه» مؤلفه «تولید واکسن و سرم‌های درمانی»، به طور اختصاصی برای حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک شاخصی با عنوان «واکسن و سرم‌های درمانی» و در مؤلفه «تولید فرآورده‌های بیولوژیک فناورانه» نیز شاخصی با عنوان «طیور، فرمون<sup>۲</sup>، فرمولاسیون غذایی، کیت‌ها و آنتی‌ژن‌ها، فرآورده‌های خونی» بیان شده است (جدول ۲).

در حال حاضر از نظر «خوداتکایی در زمینه تولید مواد فرآورده‌های دارویی، واکسن، محصولات زیستی، ملزومات و تجهیزات پزشکی دارای کیفیت و استاندارد معتبر» فقط ۵ درصد محصولات کشور ما تأییدیه شرایط خوب تولید<sup>۱</sup> را دارند که این میزان، تا پایان اهداف کلی و کمی بخش سلامت در ششمین برنامه توسعه کشور باید به ۷۵ درصد برسد [۵۳].

در برنامه راهبردی مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی [۱۴] به معیارهای جذابیت صنعت و معیارهای موقعیت رقابتی، که منحصراً جنبه اقتصادی و بازرگانی دارند، اشاره شده، ولی به جنبه‌های علمی و فنی پرداخته نشده است. در این برنامه راهبردی، از جمله اقداماتی که به منظور نیل به اهداف این مؤسسه تأکید شده است عبارت‌اند از: ۱. تعریف شاخص‌های ارزیابی؛ ۲. تنظیم برنامه‌های عملیاتی در راستای شاخص‌ها؛ ۳. طراحی سیستم کنترل و ارزشیابی. همان‌طور که به صورت ضمنی در این برنامه راهبردی اشاره شده است، تبیین شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک و ارزیابی مستمر آنها از ملزوم‌های اصلی رسیدن به برنامه راهبردی مؤسسه رازی است.

۲. پیتر کارلسون، بیوشیمیست آلمانی به همراه مارتین لوتنجر، حشره‌شناس سوئیسی پایه‌گذار کلمه‌ای به نام «فرمون» شدند که به معنی هورمون‌های جایه‌جا شونده است. آنها این کلمه را چنین معرفی کردند: «فرمون ترکیبی شامل مولکول‌های پیچیده است که از برخی موجودات زنده ترشح می‌شود و دیگر موجودات همان‌گونه قادر به دریافت آن‌اند. این مولکول‌ها سبب بروز عکس‌العمل‌های خاص، تغییرات رفتاری یا اصلاحات بیولوژیکی در خود موجود یا اطرافیان آن می‌شود.»

1. Good Manufacturing Practice (GMP)

جدول ۲. شاخص‌های اختصاصی استخراج شده از پژوهش شه‌میرزادی [۱۳] و شه‌میرزادی و همکاران [۵۴]

شاخص	مؤلفه	دسته
واکسن و سرم‌های درمانی	تولید واکسن و سرم‌های درمانی	تولید محصولات فناورانه
طیور، فرمون، فرمولاسیون غذایی، کیت‌ها و آنتی‌ژن‌ها، فرآورده‌های خونی	تولید فرآورده‌های بیولوژیک فناورانه	

منابع اطلاعاتی، متون تخصصی و پایگاه‌های اطلاعاتی استخراج شده و در جدول (۳) درج شدند. برای سهولت مقایسه، شاخص‌هایی که از پژوهش‌های پیشین استخراج شده بودند نیز در همین جدول ارائه شده‌اند.

۳. فعالیت‌های کلان و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک بر اساس متون تخصصی مربوطه کدام‌اند؟

فعالیت‌های اصلی و عمده پژوهشی و تولیدی حوزه علم، فناوری و نوآوری واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک از

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های موجود و فعالیت‌های کلان و اصلی استخراج شده از متون تخصصی

شاخص‌های موجود	برخی از فعالیت‌های کلان و اصلی استخراج شده از متون تخصصی
۱. واکسن و سرم‌های درمانی	۵۴. تهیه آنتی‌سرم
۲. طیور، فرمون، فرمولاسیون غذایی، کیت‌ها و آنتی‌ژن‌ها، فرآورده‌های خونی	۵۵. تهیه آنتی‌سرم ضد مارگزیدگی ۵۶. تهیه بذر واکسن تهیه کیت‌های تشخیصی ۵۷. تهیه واکسن پلی‌والان ۵۸. تهیه واکسن خوراکی ۵۹. تهیه واکسن زنده تخفیف حدت یافته ۶۰. تهیه یاور واکسن ۶۱. جداسازی توکسین ۶۲. جداسازی سروتیپ‌های ویروس ۶۳. جداسازی سرولوژیکی ویروس ۶۴. جداسازی سویه‌های بیماری‌زا ۶۵. جداسازی مولکولی ویروس ۶۶. خالص‌سازی پروتئین ۶۷. خشک‌کردن واکسن در انجماد ۶۸. درخواست مجوز بیولوژیک ۶۹. راه‌حل‌های محاسباتی واکسن ۷۰. روش‌های افزایش پاسخ ایمنی ۷۱. ساخت آزمایشگاهی واکسن زنده ۷۲. ساخت نیمه‌صنعتی واکسن زنده ۷۳. ساخت واکسن پپتیدی ۷۴. ساخت واکسن غیر فعال ۷۵. سکانس کردن ژن ۷۶. سنتز شیمیایی فرآورده‌های بیولوژیک ۷۷. سنتز شیمیایی واکسن ۷۸. شناسایی و انتخاب آنتی‌ژن ۷۹. شناسایی و انتخاب بستر واکسن ۸۰. شناسایی و انتخاب نحوه ارائه واکسن ۸۱. شناسایی و انتخاب یاور واکسن
۱. واکسن و سرم‌های درمانی	۱. آزمایش بالینی واکسن
۲. طیور، فرمون، فرمولاسیون غذایی، کیت‌ها و آنتی‌ژن‌ها، فرآورده‌های خونی	۲. آزمایش غیر بالینی واکسن ۳. ارائه آنتی‌ژن ۴. ارزیابی اثربخشی واکسن ۵. ارزیابی ایمنی واکسن در انسان (مرحله ۱) ۶. ارزیابی ایمنی واکسن در انسان (مرحله ۲) ۷. ارزیابی ایمنی واکسن در انسان (مرحله ۳) ۸. ارزیابی اثربخشی واکسن در مدل‌های حیوانات ۹. ارزیابی ایمنی واکسن در مدل‌های حیوانات ۱۰. ارزیابی ایمونوبیوشیمی واکسن ۱۱. ارزیابی ایمونوهیستوشیمیایی واکسن ۱۲. ارزیابی بافت‌شناسی واکسن ۱۳. ارزیابی بالینی واکسن ۱۴. ارزیابی برنامه واکسیناسیون ۱۵. ارزیابی توانمندی واکسن ۱۶. ارزیابی فراساختاری واکسن ۱۷. استفاده از مدل‌های پستانداران غیر انسانی برای واکسن ۱۸. استفاده از مدل‌های موش در طراحی و تولید واکسن ۱۹. افزایش قدرت ایمنی واکسن ۲۰. انتخاب سویه ۲۱. ایزولاسیون سرم ۲۲. ایزولاسیون فرآورده‌های بیولوژیک ۲۳. ایمنی‌زایی واکسن ۲۴. ایمونوشیمیایی سویه‌ها ۲۵. آزمایش بالینی واکسن ۲۶. آزمایش پیش‌بالینی واکسن ۲۷. آزمایش غیر بالینی واکسن ۲۸. بازدهی سرم ضد مارگزیدگی

شاخص‌های موجود	برخی از فعالیت‌های کلان و اصلی استخراج‌شده از متون تخصصی
۲۹. باکتری، ویروس یا کشت سلول: تولید آنتی‌ژن با استفاده از مواد اولیه	۸۲. طراحی بیوانفورماتیکی واکسن
۳۰. بذرکاری واکسن زنده	۸۳. طراحی کیت برای تشخیص آنتی‌بادی
۳۱. برداشت واکسن	۸۴. طراحی نانواکسن‌ها
۳۲. بیان آنتی‌ژن	۸۵. طراحی واکسن
۳۳. بیوسنتز فرآورده‌های بیولوژیک	۸۶. طراحی واکسن پپتیدی
۳۴. پایداری واکسن	۸۷. طراحی واکسن غیر فعال
۳۵. پردازش آنتی‌ژن	۸۸. طراحی واکسن مخاطی
۳۶. پرکردن واکسن	۸۹. طراحی آزمایشگاهی واکسن زنده
۳۷. پیش‌بالینی واکسن	۹۰. طراحی نیمه‌صنعتی واکسن زنده
۳۸. تجزیه سرم	۹۱. ظرفیت‌سازی
۳۹. تجزیه فرآورده‌های بیولوژیک	۹۲. عوارض بالینی واکسن
۴۰. تخلیص آنتی‌ژن	۹۳. غیر فعال کردن
۴۱. تخلیص پروتئین	۹۴. غیر فعال کردن عوامل بیماری‌زا با عوامل اکسیدکننده
۴۲. تخلیص توکسین	۹۵. فرایند تأیید واکسن
۴۳. تخلیص سرم درمانی ضد مارگزیدگی	۹۶. فرمول‌بندی (فرمولاسیون) واکسن
۴۴. تخلیص واکسن	۹۷. کشت سلول
۴۵. ترخیص واکسن	۹۸. کشت ویروس
۴۶. ترکیبات افزایش پاسخ ایمنی	۹۹. کشف آنتی‌ژن
۴۷. ترکیبات واکسن	۱۰۰. کشف واکسن
۴۸. تصفیه سرم	۱۰۱. کشف یاور واکسن
۴۹. تصفیه فرآورده‌های بیولوژیک	۱۰۲. کلون کردن ژن
۵۰. تصفیه واکسن	۱۰۳. کنترل کیفی آنتی‌ژن
۵۱. تعیین تیتراژ واکسن	۱۰۴. کنترل کیفی واکسن
۵۲. تولید کیت برای تشخیص آنتی‌بادی	۱۰۵. مهندسی آنتی‌ژن
۵۳. تهیه آنتی‌ژن	۱۰۶. مهندسی ژنتیکی واکسن
	۱۰۷. ...

که مشاهده می‌شود، در حال حاضر، فقط ۲ شاخص اختصاصی برای علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک وجود دارد. در صورتی که بر اساس منابع اطلاعاتی تخصصی و مرجع، بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی عمده در این حوزه وجود دارد. ۲ شاخص موجود، شامل: «واکسن و سرم‌های درمانی» و «طیور، فرمون، فرمولاسیون غذایی، کیت‌ها و آنتی‌ژن‌ها و فرآورده‌های خونی» بسیار کلی‌اند و به هیچ عنوان نمی‌توان بر اساس این ۲ شاخص بسیار کلی علم، فناوری و نوآوری، تمامی فعالیت‌های علمی و پژوهشی حوزه کامل و پیچیده و گسترده‌ای مانند «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» را پایش و ارزیابی کرد. همچنین، تمامی اعضای هیئت علمی خبره در پاسخ به سؤال: آیا بر اساس شاخص‌های موجود می‌توان به ارزیابی، پایش، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و

همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، در حال حاضر فقط ۲ شاخص کلی موجود است. در صورتی که بر اساس اطلاعات استخراج‌شده از متون تخصصی، بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی و عمده وجود دارد. این مقایسه فقط بر اساس تعداد و از نظر کمی صورت گرفته است. یعنی فقط ۲ شاخص کلی موجود برای پایش و سنجش بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی و متنوع وجود دارد.

۴. آیا بر اساس شاخص‌های اختصاصی موجود علم، فناوری و نوآوری مربوط به حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک می‌توان فعالیت‌های این حوزه را پایش و ارزیابی کرد؟

در جدول (۳)، شاخص‌های موجود و فعالیت‌های استخراج‌شده از منابع اطلاعاتی مقایسه شده‌اند. همان‌طور

«اصلاً» را انتخاب کردند (جدول ۴).

هدایت فعالیت‌های عمده و اصلی پژوهشی و تولیدی در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک مبادرت کرد؟ گزینه

جدول ۴. توزیع فراوانی پاسخ اعضای هیئت علمی در خصوص میزان پاسخ‌گویی شاخص‌های موجود برای پایش و سنجش فعالیت‌های پژوهشی و تولیدی حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک

اصلاً		کم		متوسط		خیلی		کاملاً	
درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد
۱۰۰	۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

بنابراین، مسئله اصلی ما نبود شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک است. بنابراین شناسایی و تدوین شاخص‌های موضوعی علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. به عبارت دیگر، تا زمانی که فعالیت‌های حوزه مورد ارزیابی قرار نگیرد، امکان مشخص کردن نقاط قوت و ضعف و همچنین میزان پیشرفت در آن حوزه مشخص نخواهد شد. زمانی می‌توان فعالیت‌های حوزه‌ای موضوعی را ارزیابی کرد که شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری آن وجود داشته باشد. در حال حاضر و در اسناد و برنامه‌های مختلف کشور، اهداف خرد و کلان متعددی در حوزه علم و فناوری تعریف می‌شوند، بدون آنکه شاخص‌های مناسب و داده‌های کافی و درست برای سنجش میزان تحقق آنها وجود داشته باشد. حتی در بسیاری از موارد مشاهده می‌شود که فقدان توانایی سنجش وضع موجود موجب می‌شود که برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران تمایلی به ذکر شاخص‌های شفاف در برنامه‌های خود نداشته باشند و در نتیجه معیاری برای پایش میزان پیشرفت برنامه‌ها در عمل وجود نداشته باشد [۵۵]. ذوالفقارنسب [۵۲] نیز بر وجود شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری برای فراهم‌آوردن اطلاعات لازم برای پشتیبانی از سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و همچنین فراهم‌ساختن امکان نظارت و ارزیابی مؤثر سیاست‌ها و برنامه‌ها تأکید کرده است.

به سبب اینکه شاخص‌های کلی علم و فناوری پاسخگوی حوزه‌های تخصصی و موضوعی نبوده است، پژوهش‌هایی از جمله: مؤسسه تحقیقات بین‌المللی سیاست غذایی [۲۸] و شه‌میرزادی [۱۳] در حوزه کشاورزی،

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، تمامی ۱۵ پاسخ‌گو (۱۰۰ درصد) اصلاً را انتخاب کردند. بنابراین، بر اساس پاسخ اعضای هیئت علمی نیز مشخص می‌شود که ۲ شاخص موجود، برای ارزیابی، پایش و سنجش فعالیت‌های پژوهشی و تولیدی حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک قابل استفاده نیستند.

### نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بخش یافته‌های این پژوهش مشاهده شد، تمامی اسناد بالادستی بر اهمیت علم، فناوری و نوآوری و همچنین بر ضرورت پایش، ارزیابی و سنجش آن در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک تأکید کرده‌اند. علاوه بر این، در اهداف، برنامه‌ها و مأموریت‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت این اسناد بالادستی، به ویژه برای افق سال ۱۴۰۴، اهداف و مأموریت‌هایی برای این حوزه در نظر گرفته‌اند. نتیجه پژوهش شه‌میرزادی [۱۳] نیز نشان می‌دهد که «میزان ایجاد و معرفی لاین و سویه میکروارگانسیم‌ها، واکسن، سرم، کیت، داروهای دامی و موارد مشابه» در اولویت نخست شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی محسوب می‌شود. از طرف دیگر هم، برای شناسایی وضع موجود و برنامه‌ریزی برای آینده، مشخص نمودن نقاط قوت و ضعف، پایش، ارزیابی و سنجش میزان موفقیت، پیشرفت و توسعه در هر حوزه‌ای باید معیارها و شاخص‌های معتبری داشته باشیم تا سنجش بر اساس آن صورت گیرد. ولی هیچ شاخص اختصاصی و قابل استفاده‌ای برای ارزیابی و سنجش علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک وجود ندارد.

فرآورده‌های بیولوژیک مد نظر است؟ این شاخص‌ها گویا نیستند. علاوه بر این، ۲ شاخص موجود، در کنار حدود ۲۷۰ شاخص دیگر به منظور پایش، مقایسه و ارزیابی فعالیت‌های علمی و پژوهشی ۲۳ مؤسسه تحقیقاتی ملی با حوزه‌های کاری متفاوت تدوین شده است. به همین سبب، شاخص‌ها خیلی کلی‌اند. ولی اگر قرار باشد فعالیت‌های علمی و پژوهشی هر یک از حوزه‌های موضوعی، برای مثال حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک، به تنهایی مورد ارزیابی و پایش قرار گیرد، باید شاخص‌های اختصاصی آن حوزه موضوعی شناسایی و تدوین شود تا تمامی فعالیت‌های اصلی آن حوزه موضوعی را پوشش دهد. مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، که یکی از بزرگ‌ترین مؤسسه‌های تحقیقاتی و تولیدی در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک در سطح خاورمیانه است نیز به منظور پیشبرد برنامه راهبردی [۱۴] خود، نیاز به شناسایی و تدوین شاخص‌های اختصاصی دارد. همچنین، تمامی اعضای هیئت علمی خبره در پاسخ به پرسش: آیا بر اساس شاخص‌های موجود می‌توان به ارزیابی، پایش، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و هدایت فعالیت‌های عمده و اصلی پژوهشی و تولیدی در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک مبادرت کرد؟ گزینه «اصلاً» را انتخاب کردند. بنابراین، بر اساس شاخص‌های موجود نمی‌توان فعالیت‌های پژوهشی، اجرایی و تولیدی این حوزه را پایش و ارزیابی کرد.

ساختار و محتوای تمامی اسناد بالادستی، دربرگیرنده جهت‌گیری‌ها، سیاست‌ها، و الزام‌های کلی و عمومی برای تحول علم، فناوری و نوآوری در همه بخش‌های علمی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور است و فرصت کافی و یا ضرورت چندانی برای تشریح دقیق‌تر شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری مورد نیاز تک‌تک بخش‌های موضوعی و مهم علمی، اقتصادی و ... کشور، از جمله بخش بسیار مهم، محوری و راهبردی مانند «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» در این اسناد بالادستی وجود نداشته است. اسناد بالادستی قرار نیست به جزئیات موارد اشاره مفصل بکنند. بلکه ذکر موضوع‌ها و مباحث در اسناد بالادستی، نشانه اهمیت آن موضوع است. همچنین، با استفاده از شاخص‌های کلان نمی‌توان به پایش و ارزیابی فعالیت‌های

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی [۲] و اسپراین [۳۳] در حوزه اقتصاد، راس، پیرا و گروسکی [۳۰] در حوزه بیوفوتونیک‌ها، صفا، حجازی، حسینی و رضوانفر [۳۲] در حوزه تجاری‌سازی فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران به تبیین و شناسایی شاخص‌های اختصاصی حوزه‌های موضوعی مربوط پرداخته‌اند. همچنین، در مورد ضرورت شناسایی و تدوین شاخص‌های اختصاصی حوزه‌های موضوعی علم، فناوری و نوآوری، نتیجه پژوهش‌های شه میرزادی [۱۳] و شه میرزادی و همکاران [۵۴] نیز حاکی از آن است که با مرور شاخص‌های تعریف شده در علم و فناوری کشور و دستورالعمل‌های بین‌المللی، سخنی از شاخص‌های اختصاصی کشاورزی به میان نیامده است و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی برای ارزیابی علم و فناوری در حوزه موضوع‌های تخصصی خود نیازمند شاخص‌های اختصاصی است. در نتیجه، برای ارزیابی علم و فناوری در حوزه کشاورزی نیاز به احصا و تبیین شاخص‌های اختصاصی است. بر همین اساس، شاخص‌های اختصاصی علم و فناوری برای سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تدوین شد [۱۳].

در حال حاضر، بر اساس پژوهش شه میرزادی [۱۳] برای حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک فقط ۲ شاخص کلی شامل: ۱. واکسن و سرم‌های درمانی، و ۲. طیور، فرمون، فرمولاسیون غذایی، کیت‌ها و آنتی‌ژن‌ها، فرآورده‌های خونی شناسایی و تدوین شده است. همان‌طور که در جدول (۲) نشان داده شده است، بر اساس بررسی منابع اطلاعاتی مرجع و معتبر تخصصی، بیش از ۱۰۰ فعالیت کلان و اختصاصی مرتبط با حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک استخراج شده است. بنابراین، کاملاً طبیعی است که نمی‌توان با استفاده از فقط ۲ شاخص کلی و کلان، بیش از ۱۰۰ فعالیت اصلی و متنوع حوزه پیچیده و گسترده واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک را مورد ارزیابی و پایش مستمر قرار داد. این ۲ شاخص به قدری کلی‌اند که کل حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک را یک جا در نظر گرفته‌اند. همچنین، خیلی از این شاخص‌ها، به طور دقیق مشخص نیست که چه چیزی را مدنظر دارد. به عنوان مثال تعداد واکسن و سرم‌های درمانی مد نظر است؟ دستیابی به فناوری‌های متنوع ساخت واکسن و

موضوع‌های متفاوت نیست. بنابراین برای بررسی و ارزیابی وضعیت یک کشور در حوزه موضوعی خاص، همچنین حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک»، به شاخص‌های تخصصی و موضوعی همان حوزه نیازمندیم. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که شاخص‌های موضوعی و اختصاصی علم، فناوری و نوآوری برای حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» شناسایی و تدوین شود، تا بتوان بر اساس آنها به پایش، ارزیابی، سیاست‌گذاری، مدیریت و برنامه‌ریزی پژوهش و تولید در این حوزه پرداخت. استفاده از این شاخص‌ها برای مؤسسه‌ها و نهادهای پژوهشی و تولیدی این حوزه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پژوهشی به منظور شناسایی و تدوین شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک انجام شود.

حوزه واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک پرداخت. بنابراین مطالب یاد شده حاکی از اهمیت شناسایی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه «واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک» و ضرورت ارزیابی فعالیت‌های این حوزه است. همچنین، بخش واکسن و فرآورده‌های بیولوژیک کشور نیز به دنبال هم‌راستایی با دیگر بخش‌ها و در راستای تحقق اهداف اسناد بالادستی نیازمند تدوین شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری است. به طور کلی، می‌توان گفت که نوشتن اسناد بالادستی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان برای حوزه‌های موضوعی مختلف مستلزم داشتن شاخص‌های اختصاصی علم، فناوری و نوآوری در آن حوزه موضوعی است. کاربرد شاخص‌های کلان و کلی علم، فناوری و نوآوری برای بررسی و ارزیابی کلی کشور مناسب است. ولی، بررسی بر اساس شاخص‌های کلان و کلی، پاسخ‌گوی مسائل و نیازهای حوزه‌های تخصصی و

## References

## منابع

- [1] Amador SR, Pérez, MD, Perez, MJLH, Font PJR. Indicator system for managing science, technology and innovation in universities. *Scientometrics*. 2018; 115 (3): 1575-1587.
- [2] Organization for Economic Co-operation and Development. Main science and technology indicators (MSTI): List of indicators- electronic edition. (2015). (2020 May 11). Available at: <http://www.oecd.org/science/inno/msti.htm>.
- [3] Nordic Institute. Science and Technology Indicators: R&D statistics. Norway: NIFU–Nordic Institute; 2015.
- [4] Twenty-year vision document of the Islamic Republic of Iran (Persian). (2004). (2020 May 11). Available at: <http://rc.majlis.ir/fa/law/show/132295>.
- [5] [National Biotechnology Document of the Islamic Republic of Iran (Persian)]. National Biotechnology Strategy Development Project; By order of the Ministry of Science, Research and Technology, Secretariat of the High Council of Biotechnology. Tehran: Ahar; 2006.
- [6] Law of the Fifth Development Plan of the Islamic Republic of Iran (Persian). Approved by the Islamic Consultative Assembly of Iran. (2009). (2020 May 11). Available at: <http://rc.majlis.ir/fa/law/show/790196>.
- [7] Document of strategic transformation of science and technology development of Iran (Persian). Tehran: Ministry of Science, Research and Technology. (2009). (2020 May 11). Available at: [https://strategic.iut.ac.ir/sites/strategic/files/ufiles/t\\_Sanade%20Tahavol%20%28%2088-6-28%20%29.pdf](https://strategic.iut.ac.ir/sites/strategic/files/ufiles/t_Sanade%20Tahavol%20%28%2088-6-28%20%29.pdf).
- [8] Comprehensive scientific map of Iran (Persian). Tehran: Supreme Council for Cultural Revolution; 2010.
- [9] Comprehensive scientific map of health for Iran (Persian). Tehran: Supreme Council for Cultural Revolution; Specialized Committee for Health and Life Sciences; Ministry of Health and Medical Education; 2010.
- [10] Vaccine Science, Technology and Innovation Policy Document on Horizon 1404 (Persian). Ministry of Science, Research and Technology, Commission on Health, Food Security and Social Welfare. (2011). (2020 May 11). Available at: [http://s1.picofile.com/file/7636325371/Vaccine\\_91\\_01\\_27.pdf.html](http://s1.picofile.com/file/7636325371/Vaccine_91_01_27.pdf.html).



- [11] Comprehensive scientific map of agriculture (Persian). Approved by the Steering Council of the Agricultural Sector. 2nd Edition. Tehran: Agricultural Research, Education and Extension Organization; 2013.
- [12] Namdarian L, Alidousti S. Designing and developing a website for information recourses related to indicators for monitoring and evaluation of science, technology and innovation (Persian). *Iranian Journal of Information Processing and Management*. 2018; 23 (4): 1611-1636.
- [13] Shahmirzadi, Tayebeh. [An Investigation within science and technology indicators in Agricultural Research, Education & Extension Organization, and proposing continuous evaluation system (Persian)]. [PhD dissertation]. Tehran: Islamic Azad University, Science and Research Branch; 2018.
- [14] Razi Vaccine and Serum Research Institute Strategic Plan (Persian). Sharif University of Technology; Razi Vaccine and Serum Research Institute; 2007.
- [15] Tabatabaei Bafghi SM, Etemadifard A, Soleimani Bafghi SA. [Identification of science and technology evaluation indicators at national and international level and study of the performance of Islamic Azad University units in Yazd province (Persian)]. Paper presented at: The 3rd Conference on Modern Management Sciences, 13 Shahrivar 1393, Islamic Azad University, Aliabad-e Katoul Branch, Gorgan, Iran, 2014; 1-13 p.
- [16] Khaleqi N. Evaluation indicators for science and technology (Persian). *Book Quarterly*, 2007; 71: 91-106.
- [17] Shamsi M, Nourmohammadi H. Identifying the Most Important Indicators and Models in Evaluation of Science and Technology in Knowledge-Based Companies in Iran (Persian). *Scientometrics Research Journal*. 2018; 4 (8): 1-16.
- [18] Zhang ZS, Zhao XL. Optimization of evaluation indexes of competitiveness of science technology and innovation based on quantitative approach. *Journal of Discrete Mathematical Sciences & Cryptography*. 2017; 20 (6-7): 1357-1362.
- [19] Chaturvedi S, Srinivas KR. Science and technology indicators: new issues and challenges. *Current Science*. 2012; (102) 12: 1640-1644.
- [20] Namdarian L, Kalantari N, Alidousti S. Evaluation of science, technology and innovation: a review of indicators and organizations (Persian). Tehran: Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc); Chapar; 2017.
- [21] Manyuchi AE, Mugabe JO. The production and use of indicators in science, technology and innovation policy-making in Africa: Lessons from Malawi and South Africa. *Journal of Science and Technology Policy Management*. 2018; 9 (1): 23-41.
- [22] Alaei Arani M, Naghshineh N, Taheri SM. Science and technology output indicators in the Islamic Republic of Iran: a case study on the relevance between patents and scientific products of Iranian inventors (Persian). *Iranian Journal of Information Processing and Management*. 2012; 27 (4): 1033-1052.
- [23] Owlia P, Ghanei M, Mirafzali SM, Siadat SD, Malekifar S, Esmailzadeh H et al. Highlights of the final draft of the national policy document for science, technology and innovation in vaccine production in Iran. *Vaccine Research*. 2015; 2 (1-2): 1-5.
- [24] Marandi V, Tabatabaeian H, Jafari P, Azarnoosh M. An analysis on technological innovation system regarding Iranian bio-products (focused on human vaccines) (Persian). *Innovation Management Journal*. 2017; 6 (3): 1-26.
- [25] Black E. Innovation cycle: who is innovator? *Business Line*. 2007; 23 (1): 32-40.
- [26] Academic Press dictionary of science and technology. Amsterdam: Elsevier, Academic Press; 1996.
- [27] Oxford Learner's dictionary. "Entry: Standard". (2020) (2020 May 11). Available at: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>.
- [28] International Food Policy Research Institute (IFPRI). Agricultural science and technology indicators. (2014). (2020 May 11). Available at: <https://www.asti.cgiar.org/astisurvey>.

- [29] Rafols I, Molas-Gallart J, Woolley R. Science and technology indicators in & for the peripheries: a research agenda, Paper presented at: Proceedings of ISSI 2015 Istanbul: 15th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference, Istanbul, Turkey.
- [30] Ruas TL, Pereira L, Grosky WI. Science, Technology and Innovation Exploration in Biophotonics through a Scientometric Approach. Paper presented at: IEEE International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Control, Energy and Materials (ICSTM). Chennai, India, Aug 02-04, 2017; 36-43.
- [31] Guimaraes R, Noronha J, Elias FTS, Gadelha CAG, Carneiro JD, Ribeiro A. Policy for Science, Technology and Innovation in Health. *Ciencia & Saude Coletiva*. 2019; 24 (3): 881-886.
- [32] Safa L, Hejazi Y, Hosseini M, Rezvafar A. Designing the Measurement Model of Components of Nanotechnology Commercialization in the Iranian Agricultural Sector (Persian). *Journal of Entrepreneurship Development*. 2013; 6 (2): 175-194.
- [33] Spraeen F. Suggest how to evaluate science and technology in the field of economics (Persian). [Master thesis]. Tehran: Shahed University; 2014.
- [34] Kalantari N. Designing a model for evaluating the system of science, technology and innovation in the information and communication technology sector of Iran (Persian). PhD dissertation. Tehran: Tarbiat Modarres University; 2015.
- [35] Index Medicus. (2020). (2020 May 11). Available at: [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov).
- [36] Access to vaccines index 2017: how vaccine companies are responding to calls for greater immunization coverage. Amsterdam: Access to Medicine Foundation; 2017.
- [37] Morrow WJW, Sheikh NA, Schmidt CS, Davies DH. (Eds). *Vaccinology: Principles and Practice*. New Delhi: Blackwell Publishing Ltd; 2012.
- [38] Kurstak E (Ed.). *Modern Vaccinology*. New York: Springer Science+Business Media; 1994.
- [39] Baschieri, S (Ed). *Innovation in Vaccinology: From Design, Through to Delivery and Testing*. New York: Springer Science+Business Media Dordrecht; 2012.
- [40] Milligan GN, Barrett ADT (Eds.). *Vaccinology: an essential guide*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons; 2015.
- [41] Giese M. *Introduction to Molecular Vaccinology*. Heidelberg: Springer; 2016.
- [42] Skwarczynski M, Toth I (Eds). *Micro- and nanotechnology in vaccine development*. Amsterdam: Elsevier; Book Aid International; 2017.
- [43] Ishii KJ, Tang CK. *Biological DNA sensor: The Impact of Nucleic Acids on Diseases and Vaccinology*. Amsterdam: Elsevier; 2014.
- [44] Flower DR. *Bioinformatics for Vaccinology*. Singapore: wiley-blackwell; 2008.
- [45] Information Center of Jihade Daneshgahi. Scientific Information Database (Persian). (2020). (2020 May 11). Available at: <https://www.sid.ir/fa/journal/>.
- [46] Clarivate Analytics. Web of Science. (2020). (2020 May 11). Available at: <http://apps.webofknowledge.com/>.
- [47] Razi Vaccine and Serum Research Institute. Integrated Agricultural Education and Research Union Catalogue Database (FIPAK) (Persian). (2020). (2020 May 11). Available at: [www.fipak.areeo.ac.ir](http://www.fipak.areeo.ac.ir).
- [48] Open Access Theses and Dissertations. (2020). (2020 May 11). Available at: <https://oatd.org>.
- [49] The Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc). Iran Scientific Information Database (Ganj) (Persian). (2020). (2020 May 11). Available at: <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/>.
- [50] United States Patent and Trademark Office (USPTO). Patent Full-text Database. (2020). (2020 May 11). Available at: <http://patft.uspto.gov>.
- [51] Landeta J. Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological Forecasting and Social Change*. 2006; 73 (5): 467-82.

- [52] Zolfagharnasab S. History of Science and Technology Evaluation and the Emergence of Science Indicators (Persian) Pamphlet. Tehran: Cultural and Scientific Supervision and Evaluation Board, Supreme Council of the Cultural Revolution. 2004; (2020 May 11). Available at: <http://eform.dte.ir/portal/home/?paper/66352/131923/59035/>.
- [53] The Sixth National Development Plan of Iran. General and quantitative goals of the health sector in the sixth development plan of Iran (Persian). Ministry of Health and Medical Education, Deputy for Planning, Coordination and Legal Affairs. 2015.
- [54] Shahmirzadi T, Hariri N, Fahimnia F, Babalhavaeji F, Matlabi D. Investigation of Evaluating Indicators for Science, Technology and Innovation in the Agricultural Research, Education and Extension Organization (Persian). *Scientometrics Research Journal*. 2019; 5 (9): 47-66.
- [55] Alizadeh P. Measuring science and technology (1): science and technology assessment system in Iran. Tehran: Office of Communication Studies and New Technologies, Islamic Parliament Research Center of the Islamic Republic of Iran; 2010.