Journal of Studies in Entrepreneurship and Sustainable Agricultural Development
Print ISSN: 2476 - 7743
Online ISSN: 2476 - 7735

Comparative evaluation of Iran's biotechnology scientific papers with the United Nations' sustainable development goals

Ghasem Azadi Ahmadabadi[1*]
Policy evaluation and Monitoring of Science, Technology, and Innovation Department, National Research Institute for Science Policy (Nrisp), Tehran, Iran. Email: azadi_gh@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 16.04.2024
Revised: 28.05.2024
Accepted:08 .06.2024

Keywords:
Sustainable development
Biotechnology
Iran's scientific papers
Science policy
Scientometrics
Research priorities

ABSTRACT

Today, the criterion for distinguishing countries is their use of technology in different dimensions of development. The role of research in achievement of sustainable development goals has been recognized. The present study tried to assessment the alignment of the Iran's biotechnology scientific outputs with the sustainable development goals of the United Nations. The current research is practical in terms of its purpose and it was carried out with a scientometric perspective, which used library methods to develop theoretical foundations and retrospective bibliometric analysis to collect data. The statistical population is all the Iranian researchers' scientific outputs indexed in the Scopus in the field of "Biotechnology" from 2012 to 2021. For analyzing the Iran's biotechnology papers in line with the sustainable development goals of the United Nations, Scival data has been extracted. Examination of the alignment of Iran's scientific outputs in biotechnology with the goals of sustainable development. Accordingly, "Good Health and Well-Being" had the highest volume and percentage of publications in this field. In this way, Iran's strength is in terms of the quantity of scientific activities in biotechnology in order to achieve the desired goals. "Climate Action" and "Peace, Justice and Strong Institutions" had Field-Weighted Citation Impact (1.57), and citations counts received in the goal of "Good Health and Well-Being" (1392118) was more than other domains. Therefore, these three categories are the strength of the country in terms of the quality of scientific outputs in biotechnology and in accordance with the goals of sustainable development.

Cite this article: Azadi Ahmadabadi, Gh. 2024. Comparative evaluation of Iran's biotechnology scientific papers with the United Nations' sustainable development goals. *Journal of Studies in Entrepreneurship and Sustainable Agricultural Development*, 11 (3), 127-146.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/jead.2024.22358.1821
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی
شاپا چاپی: ۲۴۷۶-۷۷۴۳
شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۷۷۳۵

ارزیابی همراستایی بروندادهای علمی حوزه زیست‌فناوری ایران با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد

قاسم آزادی احمدآبادی[1*]

۱گروه ارزیابی سیاست‌ها و پایش علم، فناوری و نوآوری، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران، رایانامه: azadi_gh@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹

واژه‌های کلیدی:
توسعه پایدار
زیست‌فناوری
مقالات ایران
علم‌سنجی
سیاست علم
اولویت‌های پژوهشی

چکیده

نقش پژوهش در پیشبرد دستیابی به اهداف توسعه پایدار به رسمیت شناخته شده است. پژوهش حاضر تلاش کرد همراستایی مقالات حوزه زیست‌فناوری ایران با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد را بررسی نماید. پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی بوده و با دید علم‌سنجی انجام شده و از تحلیل کتاب‌سنجی گذشته‌نگر برای گردآوری داده‌ها استفاده شد. جامعه آماری، مقالات نمایه شده پژوهشگران ایرانی در پایگاه اسکوپوس در حوزه «زیست‌فناوری» از ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۱ میلادی است. براساس تحلیل‌ها، «سلامت و رفاه مناسب» بالاترین حجم و درصد انتشارات این حوزه را به خود اختصاص داد. به این ترتیب، نقطه قوت ایران به لحاظ کمیت فعالیت‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر است. «اقدام اقلیمی» و «صلح، عدالت و نهادهای قوی» بالاترین میزان تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای (۱.۵۷) را داشتند و حجم استناد دریافتی در هدف «سلامت و رفاه مناسب» (۱۳۹۲۱۱۸) بیش از سایر حوزه‌ها بود. بنابراین، این سه مقوله، نقطه قوت کشور از نظر کیفیت فعالیت‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری و مطابق با اهداف توسعه پایدار است. «کیفیت آموزش» تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای پایین‌تری (۰.۹۲) نسبت به سایر حوزه‌ها داشت. «فقرزدایی» کمترین حجم برونداد علمی (۱۱۲۷) و نیز استناد دریافتی (۱۰۹۸۳) را در مقایسه با سایر اهداف توسعه پایدار این حوزه را دارد. هدایت اولویت‌های پژوهشی به سمت چالش‌های اجتماعی، اقدامی برای توسعه ظرفیت تحقیق و حل مسئله در جهت اهداف توسعه پایدار و ایجاد راه‌حل‌های مرتبط با آن موضوعات ازطریق ارتقای تعاملات در نظام نوآوری با بازیگرانی است که به‌دنبال ایجاد دانش و توسعه قابلیت‌های مرتبط با آنها هستند.

استناد: آزادی احمدآبادی، قاسم. (۱۴۰۳).ارزیابی همراستایی بروندادهای علمی حوزه زیست‌فناوری ایران با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد. *مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی*، ۱۱(۳)، ۱۴۶-۱۲۷.

DOI: 10.22069/jead.2024.22358.1821

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

امروزه ملاک تمایز کشورهای پیشرفته یا کمتر توسعه‌یافته، میزان بهره‌گیری از فناوری در ابعاد مختلف توسعه، به‌ویژه توسعه فناوری است. توسعه در شرایط فعلی جهان، بدون دستیابی به فناوری پیشرفته امکان‌پذیر نیست. مهم‌ترین دلیل این امر هم این است که ارزش افزوده و قدرت رقابت در حوزه فناوری‌های پیشرفته به مراتب از سایر فناوری‌ها بالاتر است. در فناوری‌های سطح پایین آن‌قدر رقابت شدید است که محصولات و خدمات و فرآورده‌های تولیدی از ارزش افزوده چندانی برخوردار نیستند. این ارزش افزوده بالا باعث سرمایه‌گذاری کلان کشورهای پیشرفته در حوزه پژوهش و توسعه فناوری‌های پیشرفته در کشورهای صنعتی پیشرفته شده است (ناخدا و زین‌العابدینی، ۱۳۹۱). در همین راستا تولید علم نیز در این کشورها به مراتب بالاتر است. توسعه پایدار به‌دنبال تأمل عمیق در مورد انتخاب‌ها و جهت‌گیری‌ها برای سرمایه‌گذاری‌های عمومی در تولید دانش علمی است. سؤال اصلی در این رابطه این است: چگونه می‌توان ظرفیت تحول‌آفرین تولید دانش علمی را برای پرداختن به اهداف توسعه پایدار فعال نمود؟ (Goyeneche, et al., 2022). یک پایگاه دانش قوی، فرصت‌هایی را برای ترکیب مجدد دانش موجود فراهم می‌سازد. به این ترتیب، نیروی محرکه پشت ایده‌های جدید و ارزشمند خواهد بود. تحقیقات تجربی در مورد ظهور تغییرات فناورانه این نقش علم را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که ارتباط قوی بین پیشرفت‌های علمی عمده و فناوری‌های جدید در حوزه‌های مختلف مانند زیست‌فناوری وجود دارد (Magerman, et al., 2015). زیست‌فناوری مدرن و مهندسی ژنتیک به‌عنوان ابزاری کارآمد می‌تواند به انسان برای تولید پایدار و رسیدن به اهداف هزاره در جهت توسعه پایدار کمک فراوانی کند. این فناوری پیشرفته به مدد پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، توانمندی‌های فراوانی را برای تولید محصولات متنوع، در دسترس بشر قرار داده است (ستاری‌راد، زمانی و امیدی‌نیا، ۱۳۹۸).

به‌درستی تأیید شده است که دانش علمی، محرک مهمی برای نوآوری فناورانه است (Dosi and Grazzi, 2010)، زیرا تلاش‌های تحقیق و توسعه را هدایت نموده و فرصت‌هایی را برای بازترکیب دانش فراهم می‌سازد (Cassiman, et al., 2008). پویایی مشارکت‌های چندجانبه برای اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در سطح جهانی، مسائل اساسی را در مورد نظام نوآوری و رویکرد آن در دولت‌های ملی و منطقه‌ای مطرح می‌کند. درنتیجه، نیاز به شناخت شبکه سازمان‌ها، بازیگران و افراد و قوانین معرفی، انتشار و بهره‌برداری از فناوری و دانش موجود یا جدید را تقویت می‌کند (Adenle, et al., 2023). در بافت علمی و دانشگاهی، نقش پژوهش در پیشبرد دستیابی به اهداف توسعه پایدار به‌طور روزافزونی به رسمیت شناخته شده است. نگاشت انتشارات تحقیقاتی این حوزه، تعهد دانشگاهی به این اهداف را نشان می‌دهد و چشم‌انداز دانش را که مستقیماً در جهت پرداختن به چالش‌های پایداری جهانی است ترسیم می‌کند (Schmalzbauer, 2016). برخی مطالعات (Sreenivasan, et al., 2023; Raman, *et al.*, 2023) بر شبکه پیچیده ارتباطی درون اهداف توسعه پایدار تأکید کرده و اینکه چگونه تلاش‌های دانشگاهی، اهداف متعددی را دربرمی‌گیرند روشن می‌کنند.

تأمین بودجه علمی و تحقیقاتی، مشروط به حل چالش‌های اجتماعی شده است (Ciarli, and Ràfols, 2019; Kuhlmann, and Rip, 2018). این تغییر از زمانی پدیدار شد که تقاضای روبه رشدی برای

سرمایه‌گذاران تحقیقاتی و نظام‌های ارزیابی برای اولویت‌بندی مشکلات ملموس و فوری در جامعه به‌طور کلی، در کنار «تعالی علمی» شکل گرفته است (Hicks et al., 2015). با این حال، ظرفیت علم برای رویارویی با چالش‌های اجتماعی به خوبی شناخته نشده است. با تجزیه و تحلیل همسویی یا ناهمسویی بین تولید تحقیقات جهانی و چالش‌های اجتماعی مرتبط با شاخص‌ها یا اهداف توسعه پایدار می‌توان به سیاست‌گذاران حوزه علم و فناوری کشور کمک کرد. این امر می‌تواند ازطریق ارائه رهنمودهایی برای کمک به تعادل در اولویت‌های تحقیقاتی و ایجاد قابلیت‌های تحقیقاتی جدید برای رسیدگی به چالش‌های اصلی کشور صورت گیرد. پژوهش حاضر تلاش دارد همراستایی بروندادهای علمی حوزه زیست‌فناوری ایران با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد را بررسی نماید.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

زیست‌فناوری و روند توسعه و سیاست‌گذاری آن در ایران: گستردگی و تنوع کاربردهای زیست فناوری، تعریفی واحد برای آن را کمی مشکل ساخته است. به‌طورکلی، زیست‌فناوری را می‌توان مترادف مهندسی ژنتیک و علم استفاده از موجودات زنده با عوامل زیستی میکروارگانیسم‌ها، یاخته‌های گیاهی و جانوری و آنزیم‌ها و ... برای تولید کالا و خدمات در کشاورزی، صنایع غذایی، دارویی، پزشکی و سایر صنایع تعریف کرد. اما آنچه امروزه به‌عنوان زیست‌فناوری مدرن از آن یاد می‌شود استفاده از فناوری دی.ان.ای. نوترکیب در تولید انواع میکروارگانیسم‌ها و یا گیاهان با صفات برتر نسبت به ارقام زراعی معمول و با ارزش افزوده بیشتر نسبت به آنها است (ناخدا و زین‌العابدینی، ۱۳۹۳). زیست‌فناوری به‌عنوان فرآیند بکارگیری تکنیک‌ها و دانش بیولوژیکی به منظور توسعه محصولات و خدمات، تعریف شده است. تکنیک‌هایی که از ارگانیسم‌های زنده برای ساخت یا اصلاح محصولات، بهبود گیاهان یا حیوانات یا از توسعه میکروارگانیسم‌ها به‌منظور خاصی بهره می‌گیرند (Ahn et al., 2010).

زیست‌فناوری، مولود تلفیق علوم زیستی (بیوشیمی، ژنتیک، زیست‌شناسی و میکروب‌شناسی) و دانسته‌های پزشکی، کشاورزی و فنی- مهندسی است که مبتنی بر استفاده از موجودات زنده یا محصولات آن‌ها برای تولید مواد، فرآورده‌ها، خدمات‌رسانی و رفع نیازمندی‌های بشر یا محیط‌زیست او است. آنچه موجب شده تا زیست‌فناوری مورد توجه دولت‌ها و دخالت آن‌ها در توسعه آن قرار گیرد، ویژگی‌های خاص این فناوری بوده که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است (احمدیان، حاجی حسینی و برادران، ۱۳۹۱):

- زمان متوسط تا بلندمدت برای توسعه محصول؛ بدین معنی که فرآیند شناسایی هدف تا راه‌اندازی و عرضه به بازار ممکن است تا ۱۶ سال به طول بیانجامد.
- نیاز به سرمایه زیاد؛ در تقابل با فناوری اطلاعات که به ۳ -۲ میلیون دلار برای دستیابی به نرم‌افزار طراحی شده و توسعه یافته و ۶ تا ۱۲ ماه زمان برای عرضه آن به بازار نیاز است. در زیست‌فناوری، یک داروی معمولی با هزینه‌ای حدوداً ۱۵میلیون دلار، ۱۵ سال به طول می‌انجامد تا به بازار عرضه شود.
- نتایج غیرپیش‌بینی شده تحقیقات حوزه زیست‌فناوری
- ضرورت قوانین تنظیم‌کننده فراوان
- نیازمندی به مهارت‌های گسترده و دانش تکنیکی

- یکی از پُرتحقیقات‌ترین صنایع دنیا بودن (Hine and Kapeleris, 2006)
- لزوم رعایت قوانین اخلاقی در بسیاری از موارد مانند آزمایش‌های انسانی و حیوانی
- اهمیت بالای حفظ مالکیت فکری برای موفقیت
- پیوندهای محکم و اتحاد راهبردی با دانشگاه‌ها، مؤسسات و سایر شرکت‌های زیستی
- افزایش نیاز به سرمایه و منابع در طول حیات شرکت یا سازمان (Oakey, 2003).

DaSilva (2004) عنوان کرده که مدیر بنیاد ملی ایالات متحده در نشست زیست‌فناوری در سال ۲۰۰۳ گفت: «اگر بخواهیم یک پرچم زیست‌فناوری ببافیم، آن را سه رنگ می‌کنیم: قرمز برای کاربردهای پزشکی، سبز برای کشاورزی و سفید برای صنعتی. این پرچم ممکن است در طول زمان رنگ‌های بیشتری پیدا کند زیرا زیست‌فناوری زیست‌محیطی و دریایی و سایر برنامه‌ها نیز اضافه می‌شوند». رنگ‌بندی زیر، راهنمای مفیدی با گزینه‌های بیشتر است، زیرا زیست‌فناوری و رنگ‌ها در طول زمان در ارتقاء درک عمومی و درک کاربردهای زیست‌فناوری برای اهداف علم، توسعه، و آینده کنونی و پس از بشری نوع بشر در هم تنیده شده است (DaSilva, 2004).

جدول ۱- حوزه فعالیت‌های زیست‌فناوری براساس رنگ‌ها (DaSilva, 2004)

نوع رنگ	حوزه فعالیت‌های زیست‌فناوری
قرمز	بهداشت، پزشکی، تشخیص
زرد	زیست‌فناوری مواد غذایی، علوم تغذیه
آبی	آبزی پروری، زیست‌فناوری ساحلی و دریایی
سبز	کشاورزی، زیست‌فناوری زیست محیطی – سوخت‌های زیستی، کودهای زیستی، زیست پالایی، ژئومیکروبیولوژی
قهوه ای	زیست‌فناوری منطقه خشک و بیابان
مشکی	بیوتروریسم، جنگ زیستی، جنایات زیستی، جنگ ضد زراعی
بنفش	اختراعات، انتشارات، نوآوری‌ها، حقوق مالکیت معنوی
سفید	صنایع زیستی مبتنی بر ژن
طلایی	بیوانفورماتیک، نانوزیست‌فناوری
خاکستری	تخمیر کلاسیک و فناوری فرآیندهای زیستی

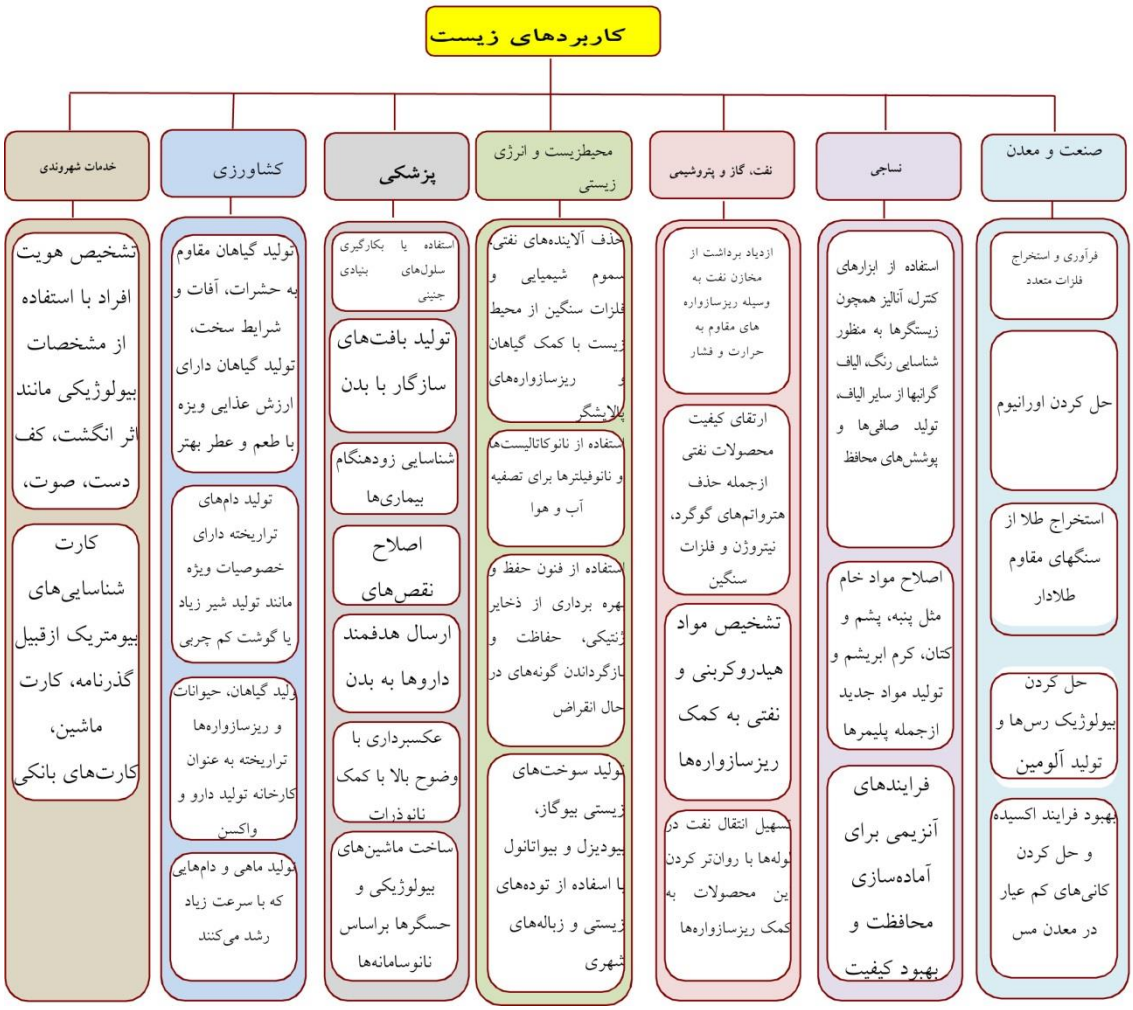
استفاده از رنگ‌ها برای توصیف زیست‌فناوری، سازوکار جدیدی را در موارد زیر تشکیل می‌دهد:

✓ جذب دانش‌آموزان مدرسه‌ای به دنیای میکروبی در محیط‌های مختلف.

✓ تدریس زیست‌فناوری در دانشکده‌های تحصیلات تکمیلی و پزشکی و

✓ ارائه رهنمودهایی برای استفاده توسط سیاست گذاران غیرفنی که زیست‌فناوری را برای توسعه پایدار ترویج می‌کنند (DaSilva, 2004).

کاربردهای متعدد زیست‌فناوری در ابعاد و شاخه‌های مختلف زندگی بشر ازجمله پزشکی، کشاورزی، محیط‌زیست و صنایع و معادن در تصویر زیر نشان داده شده است (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۱).



شکل ۱- کاربردهای زیست‌فناوری در ابعاد مختلف (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۱)

افزایش و بهبود تولیدات کشاورزی، کاهش وابستگی به مواد شیمیایی کشاورزی، ارائه بهترین روند تولید مواد غذایی، کاهش هزینه‌ها، تولید مواد غذایی سالم، بهداشتی، کافی و ارزان و باکیفیت تغذیه‌ای و از همه مهم‌تر مبحث همانندسازی باشد (مسلم‌نژاد آرانی، حسینی راد و ایرانیان آرانی، ۱۳۹۴).

با توجه به توانمندی‌های زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک، توجه ویژه به این فناوری به صراحت مورد تأکید مقام معظم رهبری قرار گرفته و منجر به تدوین و ابلاغ سند زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران شد (اسدی محل چالی و رحمانی هنزکی، ۱۳۹۵). ایران تحولات جدید به‌خصوص ظهور مباحث زیست‌فناوری، آینده زندگی بشر را تحت تأثیر قرار داده است. امروزه مسلح بودن به دانش زیست‌فناوری می‌تواند نقش مهمی در توان قدرتی یک کشور محسوب شود. در جهانی که با رشد انفجاری جمعیت روبرو است، علمی همچون زیست‌فناوری می‌تواند نقش اثرگذاری در تأمین حیات نسل حاضر و آینده کشورها داشته باشد. سیاست‌گذاری توسعه کمّی و کیفی زیست‌فناوری در ایران می‌تواند پاسخی به تقاضاهای روبه رشد در مواردی همچون نگهداری منابع غذایی، حذف آلودگی‌های زیست‌محیطی،

چندین ساله است. هم‌افزایی و همکاری در بین نهادهای دولتی و خصوصی درجهت تکمیل زنجیره زیست‌بوم فناوری و نوآوری، حوزه زیست‌فناوری را شتاب داده و به نقطه اوج رسانده است. در ادامه، سعی شده کوتاه و مختصر این تلاش‌ها و روند توسعه زیست‌فناوری در کشور معرفی شود:

به‌عنوان یکی از کشورهای باسابقه در حوزه زیست‌فناوری شناخته می‌شود و فناوران کشور با وجود تحریم‌ها و مشکلات اقتصادی موجود توانسته‌اند ایران را به‌عنوان یکی از پرچم‌داران این حوزه به دنیا معرفی کنند. در حال حاضر، محصولات زیستی ایرانی همگام با دیگر کشورها در بازارهای جهانی خودنمایی می‌کند. این اتفاق، حاصل تلاشی

جدول ۲- روند توسعه زیست‌فناوری در جمهوری اسلامی‌ایران

سال	اقدامات صورت‌گرفته سیاستی نهادی	سال	اقدامات صورت‌گرفته علمی و فناورانه
۱۳۷۹	ایجاد و راه‌اندازی «کمیته ملی زیست‌فناوری» به‌عنوان نهاد ملی مدیریت توسعه زیست‌فناوری به‌صورت کمیته‌ای فرابخشی	۱۳۹۱	معرفی ۱۶ محصول زیست‌فناورانه در اشکال فرآورده‌های دارویی، کیت تشخیصی و ابزار تشخیصی در سال «تولید ملی و حمایت از کار و سرمایه ایرانی».
۱۳۸۰	تعریف نیازها و چالش‌های این حوزه با شناسایی توانمندی‌ها و وضعیت موجود کشور در حوزه زیست‌فناوری.	۱۳۹۲	رونق گرفتن برگزاری رویدادهای فناورانه و نوآورانه در این حوزه.
۱۳۸۳	تدوین اولین سند ملی زیست‌فناوری برای توسعه جهشی و هدفمند این فناوری در کشور توسط کمیته ملی زیست‌فناوری و تصویب آن در هیئت دولت.	۱۳۹۳	توسعه زیست‌بوم فناوری، نوآوری و کارآفرینی محصولات دانش‌بنیان و فناور حوزه زیست‌فناوری.
۱۳۸۴	موافقت با ایجاد شورای عالی زیست‌فناوری برای سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و نظارت ملی در حوزه‌های آموزش، پژوهش و تولید در زیست‌فناوری.	۱۳۹۴	برگزاری جشنواره زیست‌فناوری در اردیبهشت ماه و ایجاد ارتباط میان نهادهای دانش‌آموزی و مراکز پژوهشی و صنعتی زیستی.
۱۳۸۶	تعطیلی شورای عالی زیست‌فناوری در تیرماه این سال به‌دنبال تصمیم دولت برای انحلال تعدادی از شوراهای عالی. تصویب راهبردهای زیست‌فناوری در شورای عالی انقلاب فرهنگی.	۱۳۹۵	گسترش بازار محصولات داخلی زیستی در کشور با حمایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
۱۳۸۷	ایجاد ستاد توسعه زیست‌فناوری معاونت علمی و فناوری ۲۹ خردادماه ۸۷ به‌عنوان یکی از ستادهای فناوری‌های راهبردی زیر نظر معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.	۱۳۹۶	ارتقای تولید دانش و معرفی توانمندی‌های ایران به بازار جهانی و راه‌اندازی زیرساخت‌های اولیه شتاب‌دهنده‌های زیستی در کشور.
۱۳۸۹	شتاب گرفتن اقدامات برای شکل‌گیری شبکه‌ای از نهادهای دولتی، بخش خصوصی و فناوران این حوزه و شناسایی بازیگران آن.	۱۳۹۷	اقدامات ترویجی زیست‌فناوری در میان مدارس و دانش آموزان و رونق شکل‌گیری پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی.
۱۳۹۰	تصویب مصوبه تشکیل ستاد توسعه زیست‌فناوری در جلسه ۷۰۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی.	۱۳۹۸	اثبات توانمندی فناوران زیستی به جامعه. شیوع بیماری کرونا و تولید انواع تجهیزات زیستی برای درمان بیماران و کاهش آسیب‌های این بیماری. آغاز تحقیقات

سال	اقدامات صورت‌گرفته سیاستی نهادی	سال	اقدامات صورت‌گرفته علمی و فناورانه
			پیش‌بالینی تولید واکسن کرونا در کشور.
		۱۳۹۹	اوج گیری توانمندی متخصصان و فناوران زیستی در کشور با تولید چند مدل واکسن کرونا و تکمیل زنجیره ارزش تجهیزات و توانمندی‌های داخلی در حوزه کرونا.
		۱۴۰۰	تزریق موفقیت‌آمیز نخستین واکسن کرونای ایرانی به بیماران در کشور و پیوستن ایران به لیست کشورهای دارای این فناوری پیچیده.

منبع: وزین کریمیان، ۱۳۸۹؛ تولایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ شاکری و قاضی نوری، ۱۳۹۶؛ آزادی احمدآبادی، ۱۴۰۳.

بررسی اسناد و سیاست‌ها: در کشور ما قوانین، سیاست‌ها و اسناد فراوانی در حوزه علم و فناوری به تصویب رسیده است. در ادامه، مواردی که اختصاصاً بر حوزه زیست‌فناوری نیز تأکید داشته‌اند مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۳- قوانین، مقررات و اسناد سیاستی در حوزه زیست‌فناوری

قوانین، مقررات و اسناد سیاستی	سال‌تصویب	حوزه تأثیرگذاری
سند ملی توسعه زیست‌فناوری	۱۳۸۳	توسعه زیست‌فناوری در کشاورزی، سلامت، صنعت و محیط‌زیست
سیاست‌های کلی نظام در سندچشم‌انداز ۱۴۰۴	۱۳۸۴	توسعه علوم و فناوری‌های جدید اولویت‌دار ازجمله فناوری زیستی
قانون ایمنی زیستی	۱۳۸۸	کنترل واردات و تولید موجودات زنده تغییر شکل یافته
نقشه جامع علمی سلامت	۱۳۸۹	توسعه علم، فناوری و نوآوری در علوم سلامت
نقشه جامع علمی کشور	۱۳۸۹	توسعه فناوری‌های زیستی و زیست‌محیطی دستیابی به ۳ درصد بازار جهانی
مصوبه تشکیل ستاد توسعه زیست‌فناوری	۱۳۹۰	وظایف ستاد: توسعه زیست‌فناوری و سیاست‌های کلان این حوزه
سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی	۱۳۹۲	تأمین امنیت غذا و درمان
سیاست‌های کلی سلامت	۱۳۹۳	ایجاد زیرساخت برای تولید فرآورده‌ها و مواد اولیه دارویی، واکسن، محصولات زیستی باکیفیت و استاندارد بین‌المللی
سیاست‌های کلی محیط‌زیست	۱۳۹۴	ایجاد نظام یکپارچه ملی محیط‌زیست، و...
قانون برنامه ششم توسعه (۱۳۹۶-۱۴۰۰) زیست‌فناوری کشاورزی- بند «ت»، «ث»، «ج» و «چ» ماده(۳۱) انرژی زیستی- بند «ص» ماده (۳۸)، بند «ث» ماده (۴۸)، ماده(۵۲)	۱۳۹۶	۳۱-ت) استفاده بیشتر از کمپوست و مبارزه زیستی ۳۱-ث) حمایت از تحقیق و توسعه و تقویت شرکت‌های دانش‌بنیان ۳۱-ج) توسعه کشت محصولات سالم و محصولات زیستی ۳۱-ج) تبصره- ممنوعیت رهاسازی، تولید، واردات و مصرف محصولات تراریخته ۳۱-چ) حمایت از تبدیل پسماند به کود یا انرژی ۳۸-ص) توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و به‌کارگیری آن‌ها ۵۲. افزایش سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک در تولید برق به ۵ درصد
بیانیه «گام دوم انقلاب»	۱۳۹۷	موتور پیشران کشور در عرصه علم و فنّاوری و ایجاد زیرساخت‌های حیاتی و اقتصادی و عمرانی
سند سیاست‌های صنعتی، معدنی و تجاری ایران در افق ۱۴۱۴	۱۳۹۹	بسته سیاستی ارتقای صنعت داروهای پیشرفته

قوانین، مقررات و اسناد سیاستی	سال‌تصویب	حوزه تأثیرگذاری
سیاست‌های کلی برنامه هفتم	۱۴۰۱	تأمین امنیت غذایی و تولید حداقل ۹۰ درصد کالاهای اساسی و اقلام غذایی در داخل، همراه با حفظ و ارتقای ذخایر ژنتیکی و منابع آب و افزایش سطح سلامت و ایمنی مواد غذایی. ارتقای نظام سلامت براساس سیاست‌های کلی سلامت
قانون جهش تولید دانش بنیان	۱۴۰۱	حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و توسعه اقتصاد دانش‌بنیان

منبع: خردمندنیا، ۱۳۹۴

توسعه پایدار و نقش زیست‌فناوری در دستیابی به آن: پایداری در چند سال اخیر به یک الزام اخلاقی تبدیل شده است. پایداری را می‌توان به‌عنوان نتیجه تجلی متعادل سه رکن: اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی ازجمله حکمرانی خوب درک کرد (Griggs et al., 2013). اهداف توسعه پایدار که در سال ۲۰۱۵ توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد تدوین شد، هدف بلندپروازانه برای دستیابی به آینده‌ای پایدار، عادلانه و فراگیر برای مردم در سراسر جهان تا سال ۲۰۳۰ تعیین کرد (Holden, Linnerud and Banister, 2016). مشارکت جهانی برای اهداف توسعه پایدار، «پایان دادن به فقر و سایر محرومیت‌ها باید همراه با راهبردهایی باشد که سلامت و آموزش را بهبود می‌بخشد، نابرابری را کاهش می‌دهد و رشد اقتصادی را تحریک می‌کند» و همچنین «مقابله با تغییرات آب و هوا و تلاش برای حفظ اقیانوس‌ها و جنگل‌ها» را دنبال می‌کند (Kurtböke, 2023). تمرکز مشترک بر اهداف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی یکی از ویژگی‌های بارز توسعه پایدار است و نشان‌دهنده اجماع گسترده‌ای است که جهان می‌تواند بر اساس آن ساخته شود (Diaz-Lopez, et al.,2021). بنابراین، سازمان‌ها، شهروندان، دانشمندان، دانشگاهیان و نمایندگان بخش خصوصی از سراسر جهان در روند توسعه نقش دارند.

علم، فناوری و نوآوری بدون شک ازجمله عوامل کلیدی برای دستیابی به آرمان‌های دستور کار ۲۰۳۰ هستند. در این زمینه، اهداف توسعه به تلاشی بی‌سابقه برای پل زدن این شکاف‌ها و یافتن زمینه‌های مشترک «با مجموعه‌ای از ایده‌ها به‌عنوان هنجار اجماع جهانی در مورد اهداف و ابزار توسعه» تبدیل شد (Fukuda-Parr, 2019).

توسعه پایدار زیست‌فناوری عبارت است از «توسعه زیست‌فناوری سازگار با محیط‌زیست، ایمن، متکی بر اصول اخلاقی، استفاده از منابع صحیح، هدایت سرمایه‌گذاری‌ها، جهت‌گیری توسعه فناوری و تغییر نهادی است که نیازهای کنونی و آینده را تأمین می‌کند، بدون آنکه توانایی نسل‌های آینده را در برآوردن نیازهای خود به مخاطره افکند». براساس مطالعات تطبیقی با دیدگاه‌های نظریه‌پردازان توسعه، توسعه پایدار زیست‌فناوری دارای مؤلفه‌های متعددی شامل درون‌زایی، سازگاری با محیط‌زیست، ایمنی، اتکا بر اصول بنیادین اخلاقی، مشارکت همگانی، فرهنگ، آموزش و انسان‌محوری بوده و تحقق آن نیازمند توجه، برنامه‌ریزی و اقدامات اساسی در مؤلفه‌های مذکور است (الهیاری‌فرد، ۱۳۹۸). در ادامه، به طور دقیق و موردی، نقش زیست‌فناوری در دستیابی به هر یک از اهداف توسعه پایدار تشریح شده است.

جدول ۴- نقش زیست‌فناوری در دستیابی به اهداف توسعه پایدار

نام هدف	هدف اساسی	نقش زیست‌فناوری در دستیابی به هدف
هدف ۱: ریشه‌کنی فقر	حذف فقر و بهبود استانداردهای زندگی	تقویت عملکرد کشاورزی ازطریق کودهای زیستی و آفت‌کش‌های زیستی افزایش ارزش غذایی مواد خوراکی بهبود شرایط بهداشتی بهبود ارائه درمان‌های کم‌هزینه و مقرون به‌صرفه بودن تولید انرژی از سوخت‌های زیستی افزایش بازده مزارع، درآمدها و انعطاف‌پذیری محصولات در برابر تغییرات آب و هوایی عرضه کودهای زیستی میکروجلبکی سازگار با محیط‌زیست تمرکز بر کاهش فقر و مبارزه با تأثیرات تغییرات آب و هوایی
هدف ۳: سلامتی و تندرستی	حذف انواع گرسنگی، بهبود تغذیه، ترویج کشاورزی پایدار	رسیدگی به چالش‌های گرسنگی از راه‌های مختلف افزایش مقاومت در برابر بیماری و غنی شدن محتوای غذایی با اصلاح ژنتیکی محصولات (محصولات تراریخته) و در عین حال، کاهش مصرف آفت‌کش‌ها تقویت زیستی محصولات غنی از مواد مغذی برای مبارزه با سوء تغذیه کمک به افزایش تولید غذا با حیوانات بهبود یافته ژنتیکی بسته‌بندی زیست تخریب‌پذیر و کاهش ضایعات مواد غذایی تولید و حفاظت از غذاهای دریایی محافظت از حیوانات آبزی در برابر بیماری‌ها با واکسن‌های دی.ان.ای
هدف ۶: آب تمیز و سرویس بهداشتی	تضمین زندگی سالم و ارتقای رفاه برای همه	تأثیر بر بهبود سلامت و رفاه توسعه فناوری غذایی، عملکرد تغذیه‌ای و تأمین سلامتی غذا افزایش ریزمغذی‌های ضروری با اصلاح ژنتیکی غذاها حفظ مواد کاربردی موجود در غذا بهبود ارزش غذایی غذا با افزودن میکروارگانیسم‌ها و مواد مغذی تولید داروها، واکسن‌ها و تشخیص‌ها با زیست‌فناوری دارویی انجام درمان‌ها براساس نشانگرهای ژنتیکی فردی با پزشکی دقیق شناسایی بیماری‌ها با تکنیک‌های تشخیص بالینی و تصویربرداری با فناوری بالا
هدف ۷: انرژی پاک و مقرون به صرفه	اطمینان از در دسترس بودن و مدیریت پایدار آب و فاضلاب برای همه	کمک به آب پاک و بهداشت ازطریق مختلف بهبود بازیافت فاضلاب با استفاده از راکتورهای غشایی زیستی تصفیه مؤثر و بهبود کیفیت آب استفاده از باکتری‌های روغن‌خوار برای تصفیه آب از بین بردن عوامل بیماری‌زا با آب الکترولیز شده بهره‌گیری از پلیمرهای گیاهی برای تصفیه آب کاهش اثرات زیست‌محیطی کودها با استفاده از نیتروژن در محصولات اصلاح شده ژنتیکی
هدف ۸: کار شایسته و رشد اقتصادی	اطمینان از دسترسی به انرژی مقرون به‌صرفه، قابل اعتماد، پایدار و مدرن برای همه	کمک به انرژی پاک و مقرون به صرفه ازطریق توسعه سوخت‌های زیستی به‌عنوان جایگزین‌های تجدیدپذیر برای سوخت‌های فسیلی استفاده از مواد اولیه مانند محصولات زراعی، بقایای کشاورزی و جلبک‌ها برای ایجاد سوخت‌های زیستی در مهندسی ژنتیک و پردازش زیستی استفاده از بیواتانول مشتق شده از نیشکر و منابع دیگر به‌عنوان یک جایگزین کم کربن برای بنزین تأمین انرژی پاک برای پخت و پز و وسایل نقلیه و در عین حال کاهش ضایعات آلی

نام هدف	هدف اساسی	نقش زیست‌فناوری در دستیابی به هدف
هدف ۹: صنعت، نوآوری و زیرساخت	ترویج رشد اقتصادی پایدار، فراگیر و پایدار، اشتغال کامل و مولد و کار شایسته برای همه	افزایش بهره‌وری کشاورزی، تقویت صنعت، توسعه مهارت‌ها و بهبود مراقبت‌های بهداشتی افزایش بازدهی کشاورزی و افزایش درآمد کشاورزان با محصولات تراریخته تشویق نوآوری، جذب سرمایه‌گذاران و افزایش ارزش محصول و خدمات ارائه قابلیت‌هایی مانند درمان‌ها، ارتقای رشد گیاهان، کاتالیز زیستی، انرژی زیستی، تأمین آب پاک و غیره
هدف ۱۲: مصرف و تولید مسئولانه	ایجاد زیرساخت های انعطاف پذیر، ترویج صنعتی شدن فراگیر و پایدار و ترویج نوآوری	هدایت نوآوری، تقویت کارآفرینی و ایجاد زیرساخت‌ها تسریع همکاری بین مؤسسات دانشگاهی، صنعت و مراکز نوآوری فراهم نمودن فضاهایی مانند پارک‌های زیست‌فناوری، مراکز جوجه کشی و... برای تحقیق و توسعه و حمایت از استارت آپ‌ها کمک به رشد اقتصادی و انتقال فناوری با تشویق سرمایه‌گذاری در زیست‌فناوری
هدف ۱۳: اقدام اقلیمی	کسب اطمینان از الگوهای مصرف و تولید پایدار	کمک به مصرف و تولید مسئولانه ازطریق استفاده مجدد و بازیافت زباله معرفی جایگزین‌های سازگار با محیط‌زیست مانند پلاستیک‌های زیستی تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها استفاده از ظروف گیاهی و تبدیل زباله‌های شهری به پیش‌سازهای انرژی
هدف ۱۴: زندگی زیر آب	اقدام فوری برای مبارزه با تغییرات آب و هوایی و اثرات آن	ایفای نقش مهم در اقدامات اقلیمی ازطریق مقابله با تغییرات اقلیمی و ارتقای پایداری کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با سوخت‌های زیستی و منابع انرژی تجدیدپذیر کاهش نیاز به منابع در محصولات دستکاری شده ژنتیکی مقاوم به آب و هوا
هدف ۱۵: زندگی در خشکی	حفاظت و استفاده پایدار از اقیانوس‌ها، دریاها و منابع دریایی برای توسعه پایدار	حفظ گونه‌های دریایی ازطریق اصلاح ژنتیکی، استفاده از حسگرهای زیستی برای نظارت بر محیط‌های دریایی و استفاده از رویکردهای زیست‌فناوری برای مدیریت ورودی‌های مواد مغذی در محیط‌های آبی با کمک «زیست‌فناوری آبی»
هدف ۱۶: صلح، عدالت و نهادهای قوی	حفاظت، بازیابی و ترویج استفاده پایدار از اکوسیستم‌های زمینی، مدیریت پایدار جنگل‌ها، مبارزه با بیابان‌زایی، توقف و معکوس کردن تخریب زمین و از دست دادن تنوع زیستی	ترویج استفاده پایدار از زمین ازطریق مهندسی ژنتیک محصولات و افزایش بهره‌وری کشاورزی و در عین حال کاهش استفاده از زمین تولید محصولات تراریخته مقاوم در برابر آفات، بیماری‌ها و علف‌کش‌ها و کاهش نیاز به گسترش کشاورزی و جنگل‌زدایی
هدف ۱۷: مشارکت‌جهانی برای توسعه پایدار	تقویت ابزار اجرا و احیای مشارکت جهانی برای توسعه پایدار	تقویت مشارکت‌های جهانی بین کشورها، مؤسسات تحقیقاتی و شرکت‌های زیست‌فناوری ایجاد امکان اشتراک دانش، انتقال فناوری، مدیریت سلامت و بیماری و همکاری بین بخش‌های مختلف

منبع: (Donato et al. ,2023)

اصولاً تجزیه و تحلیل اولویت‌های تحقیقاتی کشورها در رابطه با عملکرد اهداف توسعه پایدار آنها بسیار چالش برانگیز است. با توجه به فوریت دستور کار ۲۰۳۰ و ازآنجاکه منابع مالی، کمیاب است و سرمایه‌گذاران تحقیقاتی باید در مورد نوع پژوهش‌های مورد حمایت، تصمیم‌گیری کنند، توسعه

چارچوب‌ها، ابزارها، مجموعه داده‌ها و روش‌هایی که امکان ایجاد انتخاب‌های آگاهانه را فراهم می‌سازد و نیز اولویت دادن به برخی از برنامه‌های تحقیقاتی بر برخی دیگر، بسیار مهم است (Confraria, Ciarli, and Noyons, 2024). برای پرداختن به تفاوت‌های بین اولویت‌های تحقیقاتی و توزیع نتایج علمی، درک دقیقی از همسویی بین اولویت‌ها در علم (عرضه) و اولویت‌های تقاضا برای علم در جوامع مختلف مورد نیاز است (Sarewitz and Pielke, 2007). ناهماهنگی بین اولویت‌های تحقیقاتی یک کشور و چالش‌های اهداف توسعه پایدار ممکن است اثربخشی سرمایه‌گذاری‌های جهانی در پژوهش را در مسیر توسعه پایدار کاهش دهد (Confraria, Ciarli, and Noyons, 2024). دستیابی به اهداف توسعه پایدار، مستلزم همکاری همه بخش‌های جامعه، تأکید بر رویکرد یکپارچه، فناوری، تأمین مالی و نظارت مستمر است. بررسی تجربه کشورها همچنین اهمیت رویکرد ذی‌نفعان چندگانه، سازوکارهای تأمین مالی نوآورانه و فناوری را برای دستیابی به توسعه پایدار نشان داده است (Mishra, et al., 2023).

جدول ۵- متغیرهای مورد مطالعه و تعاریف آنها

ردیف	متغیر	تعریف
۱	برونداد علمی	تعداد پژوهش‌های علمی که در پایگاه‌های استنادی بین‌المللی، نمایه شده‌اند.
۲	تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای	این شاخص با وزن‌دهی به استنادها براساس تعداد کل استنادهای حوزه موضوعی مربوطه (پتانسیل استنادی پایگاه در رشته مربوطه) محاسبه می شود تا تفاوت رشته‌ها به لحاظ رفتار استنادی و نیز به لحاظ میزان پوشش در پایگاه تصحیح شود.
۳	حجم استناد	میزان ارجاعاتی که از سوی پژوهشگران به یک مقاله خاص اختصاص می‌یابد.
۴	درجه برجستگی موضوع	شاخصی برای ارزیابی حرکت مقاله با توجه به موضوع آن است که علاوه بر اشاره به موضوعات تحقیقاتی نوظهور، پیش‌بینی می‌کند که آیا موضوعی در آینده رشد خواهد کرد یا افول خواهد یافت.
۵	شاخص فعالیت نسبی	این شاخص، میزان فعالیت یک مؤسسه در مجموعه رشته‌های انتخابی یک حوزه مشخص نسبت به سایر کشورهای جهان را مشخص و براین اساس درباره فعالیت زیاد یا کم مؤسسه قضاوت می‌کند.
۶	موضوعات برتر	مجموعه‌ای از انتشارات با علاقه فکری مشترک است و می تواند بزرگ یا کوچک، جدید یا قدیمی، در حال رشد یا رو به زوال باشد. موضوع برتر براساس تحلیل شبکه استنادی و تعداد استنادها، بازدیدهای Scopus و میانگین Cite Score محاسبه می‌شود که حرکت آن را نشان می‌دهد.
۷	خوشه‌های موضوعی برتر	خوشه‌های موضوعات در ۱۵۰۰ حوزه تحقیقاتی برای کمک به برنامه‌ریزی و ارزیابی تحقیقات دسته‌بندی شده‌اند.

جدول ۶- وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در خوشه‌های موضوعی برتر در مقایسه با جهان

خوشه موضوعی	ایران			جهان	
	برونداد علمی	سهم (٪)	رشد سهم (٪)	تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای	درجه برجستگی
متاژنوم، پروبیوتیک‌ها و باکتری‌ها	۱۸۹۲	۲.۲۸	۶۱.۴	۱.۴۹	۹۹.۰۶۴
سلولز، لیگنین و سلولازها	۱۲۱۴	۱.۹۲	۳۳.۹	۱.۵۱	۹۷.۵۲۵
زیست‌پالایی، تجزیه زیستی و خاک‌ها	۸۱۷	۳.۴۲	-۱۰.۸	۰.۷	۸۲.۰۷۴
سلول‌ها، نئوپلاسم‌ها و هیدروژل‌ها	۷۴۵	۱.۳۸	۴۱۴.۹	۱.۳۹	۹۶.۷۲۲
جلبک، ریزجلبک‌ها و بیودیزل	۷۲۶	۲.۴۲	۱۷۹.۴	۱.۲۳	۹۳.۵۷۹

روش تحقیق

پژوهش حاضر با توجه به اهداف آن، از نوع پژوهش کاربردی با دید علم‌سنجی است که از روش‌های کتابخانه‌ای به‌منظور تدوین مبانی نظری و از تحلیل کتاب‌سنجی گذشته‌نگر[1] نیز برای گردآوری داده‌ها استفاده کرده است. جامعه آماری این مطالعه، تمامی تولیدات علمی نمایه شده پژوهشگران ایرانی در پایگاه داده‌ای اسکوپوس در حوزه «زیست‌فناوری[2]» از ابتدای سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۱ میلادی می‌باشد که با استفاده از آمار و اطلاعات پایگاه سایول،[3] اطلاعات توصیفی آنها در قالب فایل اکسل در تاریخ ۱۰ مهرماه ۱۴۰۲ به‌دست آمده است. با توجه به هدف‌گذاری پژوهش و به منظور مطالعه تحلیل بروندادهای علمی حوزه زیست‌فناوری ایران در راستای اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد، از پایگاه سایول که از داده‌ها و محتویات پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس جهت تجزیه و تحلیل خروجی‌های علمی بهره‌برداری می‌نماید، استفاده شده است. در مجموع ۹۸۰۱ خروجی به دست آمد که این مقالات توسط نویسنده ۲۰۵۹۶ و در ۱۰۰ نشریه منتشر شده است. ۲۶ درصد از این مقالات، حاصل همکاری ایرانیان با پژوهشگران بین‌المللی است. پس از ذخیره رکوردهای مذکور، با توجه به سؤالات پژوهش از نرم‌افزار اکسل جهت محاسبه متغیرها و بررسی وضعیت تولیدات علمی استفاده شد.

یافته‌ها

براساس داده‌های استخراج شده و محاسبات صورت گرفته، در ادامه، وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری تبیین می‌شود. در جدول۶، وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در خوشه‌های موضوعی برتر در مقایسه با جهان ارائه شده است. درمجموع، ۵ خوشه موضوعی در این حوزه وجود داشت که ایران در آنها دارای سهم بود. «متاژنوم، پروبیوتیک‌ها و باکتری‌ها» خوشه‌ای بود که بالاترین حجم بروندادهای علمی کشور را به خود اختصاص داده است. نکته دیگر این که این خوشه، درجه برجستگی بالایی نیز در جهان کسب کرده است. خوشه موضوعی «زیست‌پالایی، تجزیه زیستی و خاک‌ها» در طی سال‌های مورد مطالعه با کاهش همراه بوده اما «سلول‌ها، نئوپلاسم‌ها و هیدروژل‌ها» با افزایش بیش از ۴۰۰ درصدی همراه بوده است.

جدول ۷، نمایانگر وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در موضوعات برتر در مقایسه با جهان است. «روش‌های ژنتیکی؛ آنتی‌ژن

1 Retrospective Bibliometric Analysis
2 Environmental Science
3 Scival

کارسینومبریونیک؛ آلفا فتوپروتئین» بالاترین سهم انتشارات را به خود اختصاص داده و در عین‌حال بالاترین تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای را داشته است. «سوخت زیستی؛ نانوکلروپسیس؛ کلرلا سوروکینیانا» نیز کمترین حجم و درصد انتشارات را داشته است. بالاترین درجه برجستگی نیز به موضوع «نانو ذرات نقره، سنتز سبز و بیوفکراسیون» تعلق گرفته است.

جدول ۷- وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در موضوعات برتر در مقایسه با جهان

موضوعات	ایران			جهان	
	برونداد علمی	سهم (٪)	رشد سهم (٪)	تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای	درجه برجستگی
نانو ذرات نقره، سنتز سبز و زیست ساخت	۱۳۴۵	۷.۶	۴۹.۱	۲.۲	۹۹.۹۷۲
نانو کریستال؛ نانوذرات اکسید روی؛ اکسید سریک	۳۸۶	۷.۷۷	-۲۹	۱.۸۳	۹۹.۸۲۴
نانوژل، سیستم‌های دارورسانی و پیش‌داروها	۳۰۴	۳.۷۶	۱۹۲.۴	۱.۸۱	۹۹.۸۸۵
روش‌های ژنتیکی، آنتی‌ژن کارسینومبریونیک و آلفا فیتوپروتئین	۲۶۷	۸.۱۴	۱۵۷.۵	۲.۱۶	۹۹.۵۵۵
سوخت زیستی، نانوکلروپسیس و کلرلا سوروکینیانا	۲۲۷	۲.۴۳	۷۰۱.۶	۱.۱۲	۹۹.۸۹۵

وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در خوشه‌های موضوعی در مقایسه با جهان در جدول شماره ۸ ارائه شده است. عنوان خوشه موضوعی و تعداد برونداد علمی، درصد سهم و رشد سهم را برای کشور ایران نشان داده و در مقیاس جهانی تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای و درجه برجستگی را به نمایش گذاشته است. خوشه موضوعی «متاژنوم، پروبیوتیک‌ها و باکتری‌ها» بالاترین حجم و «دانه، لثه و پلی‌ساکاریدها» بالاترین سهم انتشارات ایران را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۸- وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در خوشه‌های موضوعی در مقایسه با جهان

خوشه موضوعی	ایران			جهان	
	برونداد علمی	سهم (٪)	رشد سهم (٪)	تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای	درجه برجستگی
متاژنوم، پروبیوتیک‌ها و باکتری‌ها	۱۸۹۲	۲.۲۸	۶۱.۴	۱.۴۹	۹۹.۰۶۴
سلولز، لیگنین و سلولازها	۱۲۱۴	۱.۹۲	۳۳.۹	۱.۵۱	۹۷.۵۲۵
زیست پالایی، تجزیه زیستی و خاک‌ها	۸۱۷	۳.۴۲	-۱۰.۸	۰.۷	۸۲.۰۷۴
سلول‌ها، نئوپلاسم‌ها و هیدروژل‌ها	۷۴۵	۱.۳۸	۴۱۴.۹	۱.۳۹	۹۶.۷۲۲
جلبک، ریزجلبک‌ها و بیودیزل	۷۲۶	۲.۴۲	۱۷۹.۴	۱.۲۳	۹۳.۵۷۹
لیپازها، بیوکاتالیست‌ها و بیوکاتالیز	۵۲۴	۲.۴۹	۴۱	۱.۱۷	۸۴.۱۴۷
گیاهان، ریزوسفر و ریزوبیوم	۵۲۱	۲.۱۹	۶۳.۹	۱.۳۵	۸۸.۰۹۴
ژن‌ها، شبکه‌های تنظیم‌کننده ژن و بیان ژن	۴۴۱	۱.۲۱	۵۸.۸	۰.۶۳	۸۸.۹۶۳
آنتی‌بادی‌ها، آماده‌سازی دارویی و نئوپلاسم‌ها	۳۲۳	۲.۷۶	۱۴.۹	۰.۷۵	۶۸.۱۶۱
دانه، لثه و پلی‌ساکاریدها	۲۸۳	۴.۴۵	۸۶.۹	۱.۲۸	۵۰.۴۳۵
کیتوزان، کیتین و کیتیناز	۲۶۶	۲.۶۳	-۲۴.۴	۱.۳۱	۶۴.۸۸۳

خوشه موضوعی	ایران			جهان	
	برونداد علمی	سهم (٪)	رشد سهم (٪)	تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای	درجه برجستگی
استرپتومایسس، اکتینوباکتری‌ها و عوامل ضد باکتری	۲۳۹	۱.۸	۲۰.۴	۰.۷۷	۶۷.۶۹۲
ویتانیا، بیتانولیدها و آلکالوئیدها	۲۱۲	۴.۱۷	−۱۵.۸	۰.۷۳	۴۱.۷۳۹
لومینسانس شیمیایی، بیولومینسانس و لوسیفرازها	۱۷۸	۴.۱۵	−۳۶.۹	۰.۷۲	۳۱.۹۰۶
پپتید هیدرولاز، آنزیم‌ها و آلفا آمیلازها	۱۷۶	۲.۸۱	۱۹.۲	۰.۶۳	۳۶.۱۲
ژنوم، ژن‌ها و راهنمای آران‌آی	۱۷۶	۰.۹۳	–	۰.۹۵	۸۹.۳۶۵
ابریشم، فیبروئین‌ها و الاستین	۱۷۱	۱.۸۳	۱۴۶.۴	۱.۶۴	۶۶.۸۲۳
مخمرها، ساکارومایسس سرویزیه و تخمیر	۱۳۱	۱.۰۵	−۱.۷	۰.۶۹	۵۷.۶۵۹
دی‌ان‌ای بارکدینگ، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز	۱۲۵	۱.۰۶	−۵.۲	۰.۵۸	۶۶.۶۸۹
کریستولوس، سلول چو و تخمدان	۱۱۰	۱.۷۲	−۲.۷	۰.۴۹	۲۸.۳۶۱
کورینه باکتریوم اسید گلوتامیک، اشریشیا کلی و مهندسی متابولیک	۱۱۰	۱.۲۲	۴۳.۱	۱.۰۳	۵۸.۵۹۵
لکتین‌ها ریسین، ایمونوتوکسین‌ها	۹۷	۲.۴۴	۱۸۴.۹	۰.۵۹	۲۲.۶۷۶
جین سنوزیدها، پاناکس و ساپونین‌ها	۸۲	۱.۰۲	۳۲.۶	۰.۸۱	۴۸.۴۲۸
دساتورازهای اسید چرب، اسیدهای چرب و دانه	۷۴	۱.۷۹	۱۸۶.۶	۰.۶۲	۳۱.۳۷۱
قارچ و مگناپورته اوریزا ساتیوا	۷۲	۰.۹۸	−۴۵.۵	۰.۶۳	۴۴.۲۸۱
اینولین و فروکتان‌ها کنگر فرنگی	۶۹	۱.۹۱	–	۰.۸۱	۲۵.۸۱۹
لیمونین‌ها ملیاسیا و آزادیراچتا	۶۲	۱.۶۱	−۲۶.۸	۰.۶۵	۱۹.۳۹۸
آبجو، هومولوس و رازک	۲۹	۰.۸۸	−۳۶.۱	۰.۹۴	۳۸.۲۶۱
سبک، اپتوژنتیک و ریبوفلاوین	۲۵	۰.۹۱	۵۰۷.۱	۰.۵۹	۲۳.۰۱
گلیسرول، بوتیلن گلیکول و پروپیلن گلیکول‌ها	۶	۰.۲۲	−۱۰۰	۰.۴۶	۲۴.۹۵

در جدول ۹، وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در راستای اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد ۲۰۲۳ آورده شده است. «سلامت و رفاه مناسب» بالاترین حجم و درصد انتشارات این حوزه را به خود اختصاص داده است. «اقدام اقلیمی» و «صلح، عدالت و نهادهای قوی» بالاترین میزان تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای را داشته‌اند و حجم استناد دریافتی سرفصل «سلامت و رفاه مناسب» بیش از سایر حوزه‌ها است.

جدول ۱۰، نمایانگر وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در راستای اهداف توسعه پایدار سازمان ملل‌متحد در مقایسه با جهان است. نکته قابل توجه این است که «سلامت و رفاه مناسب» بالاترین حجم انتشارات این حوزه را در دنیا و نیز ایران به خود اختصاص داده است. از بعد شاخص فعالیت نسبی نیز سرفصل «آب تمیز و سرویس بهداشتی» بالاترین جایگاه را نسبت به سایر سرفصل‌ها داشته است. لازم به ذکر است که شاخص فعالیت نسبی در جهان، ۱ است اگر کشوری بالاتر از یک باشد یعنی در آن حوزه فعالیت علمی بیشتری انجام داده و عدد پایین‌تر از یک، به منزله کار علمی کمتر نسبت به جهان است.

جدول ۹- بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در راستای اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد ۲۰۲۳

عنوان	برونداد علمی	تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای	حجم استناد
فقرزدایی	۱۱۲۷	۰.۹۸	۱۰۹۸۳
حذف گرسنگی	۶۱۶۸	۱.۲	۸۸۶۳۰
سلامت و رفاه مناسب	۹۵۶۸۶	۱.۱۱	۱۳۹۲۱۱۸
کیفیت آموزش	۳۷۱۵	۰.۹۲	۳۰۳۹۵
برابری جنسیتی	۲۵۴۸	۱.۱۸	۳۵۳۶۳
آب تمیز و سرویس بهداشتی	۱۶۳۲۰	۱.۴۴	۳۳۱۳۳۴
انرژی مقرون به‌صرفه و پاک	۳۲۰۲۰	۱.۴۶	۶۵۴۵۸۶
کار شایسته و رشد اقتصادی	۵۶۴۹	۱.۴۱	۹۳۵۹۲
صنعت، نوآوری و زیرساخت	۱۱۰۶۰	۱.۴۸	۲۱۹۰۱۴
کاهش نابرابری	۱۹۷۲	۱.۳۴	۲۵۴۱۱
شهرها و جوامع پایدار	۱۱۹۸۰	۱.۱۴	۱۷۲۳۱۹
مصرف و تولید مسئولانه	۷۳۷۱	۱.۵	۱۴۷۳۷۸
اقدام اقلیمی	۷۹۱۷	۱.۵۷	۱۷۱۹۵۵
زندگی زیر آب	۴۱۴۶	۱.۲۶	۶۹۴۱۲
زندگی روی زمین	۴۲۶۳	۱.۲۱	۷۱۰۵۷
صلح، عدالت و نهادهای قوی	۲۲۷۵	۱.۵۷	۴۱۹۸۰

جدول ۱۰- وضعیت بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری در راستای اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد در مقایسه با جهان

اهداف	جهان			ایران		
	برونداد علمی	سهم‌انتشارات (٪)	شاخص فعالیت نسبی	برونداد علمی	سهم‌انتشارات (٪)	شاخص فعالیت نسبی
تمام انتشارات	۳۳۸۴۰۷۹۲	۱۰۰		۶۰۲۶۰۱	۱۰۰	
فقرزدایی	۱۴۱۲۶۵	۰.۴۲	۱	۱۱۳۰	۰.۱۹	۰.۴۵
حذف گرسنگی	۳۴۷۹۷۱	۱.۰۳	۱	۶۱۹۴	۱.۰۳	۱
سلامت و رفاه مناسب	۵۰۱۴۹۵۷	۱۴.۸۲	۱	۹۶۰۰۶	۱۵.۹۳	۱.۰۸
کیفیت آموزش	۴۰۱۵۳۵	۱.۱۹	۱	۳۸۱۹	۰.۶۳	۰.۵۳
برابری جنسیتی	۲۴۲۸۲۷	۰.۷۲	۱	۲۵۵۸	۰.۴۲	۰.۵۹
آب تمیز و سرویس بهداشتی	۴۹۶۹۶۴	۱.۴۷	۱	۱۶۳۰۳	۲.۷۱	۱.۸۴
انرژی مقرون به‌صرفه و پاک	۱۴۹۰۶۲۰	۴.۴	۱	۳۲۰۲۹	۵.۳۲	۱.۲۱
کار شایسته و رشد اقتصادی	۴۵۳۹۵۵	۱.۳۴	۱	۵۶۴۶	۰.۹۴	۰.۷
صنعت، نوآوری و زیرساخت	۷۶۵۳۴۹	۲.۲۶	۱	۱۱۰۷۰	۱.۸۴	۰.۸۱
کاهش نابرابری	۴۱۲۶۱۰	۱.۲۲	۱	۱۹۷۶	۰.۳۳	۰.۲۷
شهرها و جوامع پایدار	۶۴۳۶۶۶	۱.۹	۱	۱۲۰۰۰	۱.۹۹	۱.۰۵
مصرف و تولید مسئولانه	۴۰۵۵۳۴	۱.۲	۱	۷۳۶۴	۱.۲۲	۱.۰۲
اقدام اقلیمی	۴۵۰۱۷۳	۱.۳۳	۱	۷۹۳۰	۱.۳۲	۰.۹۹

اهداف	جهان			ایران		
	برونداد علمی	سهم‌انتشارات (٪)	شاخص فعالیت نسبی	برونداد علمی	سهم‌انتشارات (٪)	شاخص فعالیت نسبی
زندگی زیر آب	۲۷۲۱۶۸	۰.۸	۱	۴۱۶۸	۰.۶۹	۰.۸۶
زندگی روی زمین	۳۵۹۸۵۱	۱.۰۶	۱	۴۳۲۲	۰.۷۲	۰.۶۷
صلح، عدالت و نهادهای قوی	۴۰۳۸۰۴	۱.۱۹	۱	۲۲۸۸	۰.۳۸	۰.۳۲

بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

فعالیت‌های تحقیقاتی که به تحقق اهداف توسعه پایدار خاص کمک کند به زمینه و بافت وابسته است و ممکن است نیاز به ترکیب انواع مختلف دانش (مانند بین‌رشته‌ای، فرارشته‌ای یا بومی) داشته باشد. بنابراین، هدایت اولویت‌های پژوهشی به سمت چالش‌های اجتماعی، اقدامی برای توسعه ظرفیت تحقیق و حل مسئله مرتبط با موضوعات خاص (مانند اهداف توسعه پایدار) و تأثیرگذاری بر ایجاد راه‌حل‌های مرتبط با آن موضوعات ازطریق ارتقای تعاملات در نظام نوآوری با بازیگرانی است که به‌دنبال ایجاد دانش و توسعه قابلیت‌های مرتبط با آن چالش‌های اجتماعی هستند (Confraria et al., 2024).

پژوهش حاضر تلاش کرد همراستایی بروندادهای علمی حوزه ایران با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد را بررسی نماید. به این منظور، متغیرهایی مانند تعداد بروندادهای علمی، تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای، حجم استنادات، درجه برجستگی موضوع، شاخص فعالیت نسبی، موضوعات برتر و خوشه‌های موضوعی برتر مورد بررسی قرار گرفتند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که درمجموع، ایران در ۵ خوشه موضوعی در حوزه زیست‌فناوری دارای خروجی علمی بود. «متاژنوم، پروبیوتیک‌ها و باکتری‌ها» خوشه‌ای بود که بالاترین حجم بروندادهای علمی کشور را به خود اختصاص داد که این خوشه، درجه برجستگی بالایی نیز در جهان کسب کرده است. خوشه موضوعی «سلول‌ها، نئوپلاسم‌ها و هیدروژل‌ها» در طی سال‌های مورد مطالعه با افزایش بیش از ۴۰۰ درصدی همراه بوده است. در موضوعات برتر نیز «روش‌های ژنتیکی؛ آنتی‌ژن کارسینومبریونیک؛ آلفا فتوپروتئین» بالاترین سهم انتشارات پژوهشگران ایرانی را به خود اختصاص داده که در عین‌حال بالاترین تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای را داشت.

مهمترین یافته این پژوهش نیز بررسی همراستایی بروندادهای علمی ایران در حوزه زیست‌فناوری با اهداف توسعه پایدار بود. بر این اساس، «سلامت و رفاه مناسب» بالاترین حجم و درصد انتشارات این حوزه را به خود اختصاص داد. به این ترتیب، نقطه قوت ایران به لحاظ کمیت فعالیت‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر است. «اقدام اقلیمی» و «صلح، عدالت و نهادهای قوی» بالاترین میزان تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای را داشت و حجم استناد دریافتی در هدف «سلامت و رفاه مناسب» بیش از سایر حوزه‌ها بود. بنابراین، این سه مقوله، نقطه قوت کشور از نظر کیفیت فعالیت‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری و مطابق با اهداف توسعه پایدار است. «کیفیت آموزش» تأثیر استنادی وزن‌دار حوزه‌ای پایین‌تری نسبت به سایر حوزه‌ها داشت. «فقرزدایی» کمترین حجم برونداد علمی و نیز استناد دریافتی را در مقایسه با سایر اهداف توسعه پایدار این حوزه به خود اختصاص داده بود. به این ترتیب، فعالیت‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری کشور به لحاظ کمّی و کیفی در این دو سرفصل و به‌منظور تحقق اهداف توسعه پایدار، نیازمند توجه و

بهبود بیشتر است. همچنین یافته‌های مطالعه حاکی از آن است که «سلامت و رفاه مناسب»، بالاترین حجم انتشارات حوزه زیست‌فناوری را در دنیا و نیز ایران به خود اختصاص داده است. به این ترتیب، این سرفصل گذشته از اینکه نقطه قوت کشور به لحاظ کمیت فعالیت‌های علمی در این زمینه در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار محسوب می‌شود، در مقایسه با دنیا نیز جایگاه مطلوب و مناسبی را برای ایران به ارمغان آورده است. از بعد شاخص فعالیت نسبی نیز سرفصل «آب تمیز و سرویس بهداشتی» بالاترین جایگاه را نسبت به سایر سرفصل‌ها داشته است. بروندادهای علمی ایران در ۴ سرفصل حذف گرسنگی، شهرها و جوامع پایدار، مصرف و تولید مسئولانه و اقدام اقلیمی با دنیا برابر و مساوی بوده است. سلامت و رفاه مناسب، انرژی مقرون به‌صرفه و پاک، آب تمیز و سرویس بهداشتی، ۳ موضوعی هستند که کشور ما فعالیت‌های علمی بیشتری در آنها نسبت به جهان داشته است. این حوزه‌ها مزیت رقابتی برای ایران به شمار می‌روند. در ۹ سرفصل دیگر، سهم بروندادهای علمی ایران نسبت به جهان پایین‌تر است. بنابراین به منظور بالا بردن توان رقابت و نزدیک شدن به استانداردهای جهانی می‌توان روی حوزه‌هایی نظیر فقرزدایی، کیفیت آموزش، برابری جنسیتی، کار شایسته و رشد اقتصادی، صنعت، نوآوری و زیرساخت، کاهش نابرابری، زندگی زیر آب، زندگی روی زمین و صلح، عدالت و نهادهای قوی سرمایه‌گذاری بیشتری به‌عمل آورد.

در مجموع، ازآنجاکه «اقدام اقلیمی»، «صلح، عدالت و نهادهای قوی»، «سلامت و رفاه مناسب» و «کیفیت آموزش» به عنوان نقاط قوت کشور از نظر کیفیت فعالیت‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری و مطابق با اهداف توسعه پایدار، شناسایی شدند می‌توانند به عنوان حوزه‌هایی که قابلیت سرمایه‌گذاری در کارآفرینی فناورانه مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان حوزه علم و فناوری کشور قرار گیرد.

در پایان، پیشنهاد می‌شود در کنار ارزیابی فعالیت‌های علمی کشور در راستای نیل به توسعه پایدار، توانمندی‌های فناورانه کشور نیز در این راستا مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. زیرا در نهایت این ظرفیت‌های فناوری است که کشور را در مسیر پیشرفت قرار می‌دهد. تکرار این مطالعه برای سال‌های بعد، روند پیشرفت یا عدم پیشرفت فعالیت‌های علمی کشور در جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار را نمایان خواهد ساخت. از رهگذر این دست مطالعات است که می‌توان به دستیابی به سیاست‌های مطلوب و بهینه در یک کشور امید داشت.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از بخشی از طرح پژوهشی مصوب در مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور با عنوان: «ارزیابی تأثیرات بروندادهای علمی: مطالعه موردی حوزه زیست‌فناوری ایران» با شماره ۱۰۴/ص/۱۴۰۲ است. بدین‌وسیله از مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور به سبب حمایت‌های مادی و معنوی در رابطه با این طرح، صمیمانه سپاسگزارم.

منابع

آزادی احمدآبادی، ق. (۱۴۰۳). ارزیابی تأثیرات بروندادهای علمی: مطالعه موردی حوزه زیست‌فناوری ایران. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. طرح تحقیقاتی.

احمدیان، ع.، حاجی حسینی، ح.، برادران، م ص. (۱۳۹۱). مقدمه‌ای برکارآفرینی فناورانه در زیست‌فناوری. *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۱۰ (۲)، ۵-۱۸.

اسدی محل چالی، م. و رحمانی هنزکی، هـ (۱۳۹۵). استفاده از راهبردهای زیست‌فناوری درجهت ارتقاء مفهوم توسعه پایدار نقش و اهمیت فناوری‌های نوین و زیست‌فناوری پیرامون سلامت انسان محیط زیست و نسل‌های آینده. کنفرانس ملی چالش‌های معاصر در معماری، منظر و شهرسازی، تهران، https://civilica.com/doc/530395

الهیاری فرد، ن. (۱۳۹۸). درآمدی بر توسعه پایدار زیست‌فناوری، هفتمین کنفرانس زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران، تهران.

تولایی، م.، نوروزی، ص.، قرایازی، ب.، و زینلی، س. (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل وضعیت زیست‌فناوری در ایران، هفتمین کنفرانس زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران، تهران، https://civilica. com/doc/376596

خردمندنیا س. (۱۳۹۴). زیست‌فناوری از منظر سیاست ها، قوانین و مقررات. مرکز پژوهش های شورای اسلامی.

ستاری راد، ع.، زمانی، ل، و امیدی‌نیا، س. (۱۳۹۸). نقش زیست‌فناوری در دستیابی به اهداف توسعه پایدار، هفتمین کنفرانس علمی پژوهشی توسعه و ارتقای علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران، تهران.

شاکری، ر. و قاضی‌نوری، س. (۱۳۹۶). یکپارچه‌سازی سیاست‌های صنعتی، تجاری و فناوری در حوزه داروهای زیستی. مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، طرح تحقیقاتی.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۱). آشنایی با زیست‌فناوری. دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین. شماره سریال ۲۸۰۱۳۱۶۹.

مسلم‌نژاد آرانی، ع.، حسینی راد، م.، و ایرانیان آرانی، ش. (۱۳۹۴). سیاست‌گذاری علم و فناوری در ایران فناوری: مطالعه موردی حوزه زیست‌فناوری در ایران. سومین کنفرانس ملی مهندسی برق و کامپیوتر سیستم‌های پراکنده و شبکه‌های هوشمند کاشان.

ناخدا، ب. و زین‌العابدینی، م. (۱۳۹۳). زیست‌فناوری برای توسعه پایدار. فصل‌نامه علمی ایمنی زیستی. ۵ (۱)، ۱۳۶-۱۲۵.

وزین کریمیان، م. (۱۳۸۹). توسعه زیست‌فناوری از دیدگاه سند ۱۴۰۴ و سیاست‌های کلی نظام (رویکرد حقوقی). مجله حقوق پزشکی; ۴ (۱۲)، ۱۳-۲۴.

Adenle, A.A., De Steur, H., Mwongera, C., Rola-Rubzen, F., de Barcellos, M.D., Vivanco, D.F., Timilsina, G.R., Possas, C., Alders, R., Chertow, M. and Poons, S. (2023). Global UN 2030 agenda: how can science, technology and innovation accelerate the achievement of sustainable development goals for all? *PLOS Sustainability and Transformation*, *2*(10), p.e0000085.

Ahn, M.J., Meeks, M., Davenport, S. and Bednarek, R. (2010). Exploring technology agglomeration patterns for multinational pharmaceutical and biotechnology firms. *Journal of Commercial Biotechnology*, *16*, 17-32.

Cassiman, B., Veugelers, R. and Zuniga, P. (2008). In search of performance effects of (in) direct industry science links. *Industrial and Corporate Change*, *17*(4), 611-646.

Ciarli, T. and Ràfols, I. (2019). The relation between research priorities and societal demands: The case of rice. *Research Policy*, *48*(4), 949-967.

Confraria, H., Ciarli, T. and Noyons, E. (2024). Countries' research priorities in relation to the Sustainable Development Goals. *Research Policy*, *53*(3), 104950.

DaSilva, E.J. (2004). The colors of biotechnology: science, development and humankind. *Electronic journal of biotechnology*, *7*(3), 01-02.

Diaz-Lopez, C., Martin-Blanco, C., De la Torre Bayo, J.J., Rubio-Rivera, B. and Zamorano, M. (2021). Analyzing the scientific evolution of the sustainable development goals. *Applied Sciences*, *11*(18), 8286.

Donato, K., Medori, M.C., Stuppia, L., Beccari, T., Dundar, M., Marks, R.S., Michelini, S., Borghetti, E., Zuccato, C., Seppilli, L. and Elsangak, H. (2023). Unleashing the potential of biotechnology for sustainable development. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *27*(6 Suppl), 100-113.

Dosi, G. and Grazzi, M. (2010). On the nature of technologies: knowledge, procedures, artifacts and production inputs. *Cambridge Journal of Economics*, *34*(1), 173-184.

Fukuda-Parr, S. (2019). Keeping out extreme inequality from the SDG Agenda–the politics of indicators. *Global policy*, *10*, 61-69.

Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M.C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N. and Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, *495*(7441), 305-307.

Goyeneche, O.Y.R., Ramirez, M., Schot, J. and Arroyave, F. (2022). Mobilizing the transformative power of research for achieving the Sustainable Development Goals. *Research Policy*, *51*(10), 104589.

Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., De Rijcke, S. and Rafols, I. (2015). Bibliometrics: the Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, *520*(7548), 429-431.

Hine, D. and Kapeleris, J., 2006. *Innovation and entrepreneurship in biotechnology, an international perspective: Concepts, theories and cases*. Edward Elgar Publishing.

Holden, E., Linnerud, K. and Banister, D. (2016). The Imperatives of Sustainable Development. *Sustainable Development*, *25*(3), 213-226.

Kuhlmann, S. and Rip, A. (2018). Next-generation innovation policy and grand challenges. *Science and public policy*, *45*(4), 448-454.

Kurtböke, D.İ. (2023). Integrating the United Nations' sustainable development goals into a teaching–research nexus: examples from the University of the Sunshine Coast. *Microbiology Australia*, *44*(3), 119-123.

Magerman, T., Van Looy, B. and Debackere, K. (2015). Does involvement in patenting jeopardize one's academic footprint? An analysis of patent-paper pairs in biotechnology. *Research Policy*, *44*(9), 1702-1713.

Mishra, M., Desul, S., Santos, C.A.G., Mishra, S.K., Kamal, A.H.M., Goswami, S., Kalumba, A.M., Biswal, R., da Silva, R.M., Dos Santos, C.A.C. and Baral, K. (2023). A bibliometric analysis of sustainable development goals (SDGs): a review of progress, challenges, and opportunities. *Environment, development and sustainability*, 1-43.

Oakey, R.P. (2003). Technical entrepreneurship in high technology small firms: some observations on the implications for management. *Technovation*, *23*(8), 679-688.

Raman, R., Nair, V.K., Shivdas, A., Bhukya, R., Viswanathan, P.K., Subramaniam, N. and Nedungadi, P. (2023). Mapping sustainability reporting research with the UN's sustainable development goal. *Heliyon*, 3, (9), 33-45.

Sarewitz, D. and Pielke Jr, R.A. (2007). The neglected heart of science policy: reconciling supply of and demand for science. *Environmental science & policy*, *10*(1), 5-16.

Schmalzbauer, B.S. ed. (2016). *The contribution of science in implementing the Sustainable Development Goals*. German Committee Future Earth.

Sreenivasan, A., Ma, S., Nedungadi, P., Sreedharan, V.R. and Raman, R.R., (2023). Interpretive structural modeling: research trends, linkages to sustainable development goals, and impact of COVID-19. *Sustainability*, 15(5), 4195.