IranJPP
Iranian Journal of
Physiology and Pharmacology

مجله فیزیولوژی و فارماکولوژی ایران
سال ۱۴۰۴، دوره ۹، پیاپی ۱۹، صفحه ۱۷۶-۱۶۶

مقاله پژوهشی

آثار تحریم بر توسعه بیوتکنولوژی دارویی (مطالعه موردی ایران و کوبا)

هومن کاغذیان[۱]، احمد شوهانی[۲*]، مجتبی بیژنی[۳]

۱. انستیتو پاستور ایران، تهران، ایران
۲. گروه علوم سیاسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه پیام نور، تهران غرب، ایران
۳. گروه مهندسی شیمی–بیوتکنولوژی، دانشکده فنی مهندسی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دریافت: ۲۵ آذر ۱۴۰۴ پذیرش: ۶ بهمن ۱۴۰۴

چکیده

تحریم‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای فشار ژئوپولیتیکی، تأثیرات عمیقی بر مسیر توسعه زیست‌فناوری سلامت در کشورهای هدف بر جای گذاشته‌اند. هدف این مقاله، تحلیل تطبیقی آثار تحریم‌ها بر توسعه زیست‌فناوری دارویی در ایران و کوبا با تمرکز بر سازوکارهای نهادی، فناورانه و نوآورانه است. این پژوهش با رویکرد تحلیلی–تطبیقی و مبتنی بر مرور نظام‌مند منابع علمی، اسناد سیاستی، نقشه‌های راه ملی و تجربیات تاریخی دو کشور انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که اگرچه تحریم‌های اعمال‌شده علیه ایران و کوبا هر دو شامل محدودیت‌های اقتصادی، مالی و تجاری بوده‌اند، اما ماهیت و الگوی اثرگذاری آن‌ها متفاوت است. در ایران، تحریم‌ها در حوزه زیست‌فناوری سلامت عمدتاً به‌صورت فشارهای فناوری‌محور بروز یافته و دسترسی به تجهیزات تخصصی، مواد اولیه حساس و انتقال دانش فنی را با محدودیت مواجه کرده‌اند. این فشارها در برخی مقاطع منجر به شکل‌گیری الگوهای «نوآوری اجباری» و توسعه ظرفیت‌های بومی در حوزه واکسن و زیست‌دارو شده است، هرچند پراکندگی نهادی و ضعف هماهنگی میان بازیگران کلیدی، بهره‌برداری کامل از این ظرفیت‌ها را محدود کرده است. در مقابل، تحریم‌های فراگیر و ساختاری علیه کوبا، که کل اقتصاد، تجارت و لجستیک کشور را در بر گرفته‌اند، دولت این کشور را به سمت اتخاذ یک الگوی متمرکز و یکپارچه در حکمرانی زیست‌فناوری سوق داده‌اند. این انسجام نهادی، تاب‌آوری زیست‌فناورانه کوبا را در برابر محدودیت‌های خارجی تقویت کرده است. بر اساس نتایج این تحلیل تطبیقی، تقویت پیوند میان شبکه‌های تحقیقاتی و واحدهای تولیدی و ایجاد سازوکارهای پایدار تضمین خرید محصولات زیست‌فناورانه داخلی به‌عنوان دو اولویت سیاستی کلیدی برای ارتقای تاب‌آوری زیست‌فناوری دارویی ایران پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بیوتکنولوژی دارویی، تحریم ، توسعه، کوبا، ایران

مقدمه

زیست‌فناوری سلامت طی چهار دهه گذشته به یکی از پیشران های اصلی تحول دانش پزشکی، داروسازی، توسعه واکسن، و امنیت سلامت ملی تبدیل شده است [۱]. در کشورهای در حال توسعه، این حوزه نه تنها به‌عنوان یک ظرفیت علمی، بلکه به‌عنوان ابزار تضمین تاب‌آوری راهبردی در برابر تکانه‌های ژئوپولیتیکی، محدودیت‌های فناورانه و فشارهای بیرونی عمل می‌کند [۲]. ایران و کوبا از جمله کشورهایی هستند که در شرایط تحریم‌های گسترده ایالات متحده، مسیرهایی متفاوت اما قابل‌توجه را در توسعه زیست‌فناوری دارویی پیموده‌اند [۳]. فهم این دو مسیر، برای تحلیل ظرفیت‌های بومی، سیاست‌گذاری مؤثر و آینده دیپلماسی سلامت در ایران اهمیت حیاتی دارد [۴]. تحریم‌های اعمال شده بر ایران عمدتاً ماهیت فناوری‌محور و اقتصادی داشته‌اند؛ تحریم‌هایی که جریان انتقال فناوری‌های زیست‌فرایندی، تأمین مواد اولیه حساس و دسترسی به تجهیزات پیشرفته تحقیق و توسعه را با محدودیت جدی مواجه کرده‌اند [۵–۷]. این وضعیت، زنجیره ارزش تولید واکسن و زیست‌دارو را در نقاط کلیدی شکننده کرده و وابستگی به تجهیزات وارداتی را برجسته ساخته است [۸]. در چنین شرایطی، زیست‌فناوری

* نویسنده مسئول مکاتبات: shohaniahmadd@gmail.com, ahmadshohani51@pnu.ac.ir (ORCID: 0000-0001-5296-9188)

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

سلامت ایران ناگزیر به توسعه مدل خاص خود از نوآوری اجباری و بومی‌سازی دانش فنی شده است؛ مدلی که در آن شرکت‌های دانش‌بنیان، پژوهشگاه‌های تخصصی و نهادهای سیاست‌گذار نقش مکمل ایفا می‌کنند [۱۱-۹]. این پویایی چندذی‌نفعه، اگرچه موجب تنوع نهادی شده، اما در عین حال چالش‌هایی نیز از حیث هماهنگی و یکپارچگی سازمانی ایجاد کرده است [۱۳، ۱۲]. در مقابل، مسیر توسعه زیست‌فناوری در کوبا با منطق متفاوتی پیش رفته است. تحریم‌های ایالات متحده علیه کوبا نه فناوری‌محور بلکه فراگیر و ساختاری بوده‌اند؛ تحریم‌هایی که اقتصاد، تجارت، حمل‌ونقل و تعاملات علمی را در سطح ملی هدف گرفته‌اند [۱۵، ۱۴]. واکنش کوبا به این فشارها، ایجاد یک نظام یکپارچه دولتی بوده است که در آن پژوهش، تولید و توسعه واکسن در قالب یک شبکه منسجم و کاملاً هماهنگ پیش می‌رود [۱۶]. این ساختار متمرکز، با فرهنگ سیاسی اجتماعی پس از انقلاب ۱۹۵۹ پیوند خورده و زیست‌فناوری را به ستون اصلی راهبرد توسعه ملی تبدیل کرده است [۱۹-۱۷]. از همین رو، کوبا به‌رغم محدودیت‌های اقتصادی شدید، موفق شده است دست‌کم در چند حوزه، مانند تولید واکسن‌های نوترکیب، به توان رقابتی بین‌المللی دست یابد [۱۵]. اهمیت این مطالعه از آن جهت است که تطبیق این دو تجربه، امکان فهم بهتر از نقش ساختار نهادی، نوع تحریم و جهت‌گیری سیاستی در توسعه فناوری را فراهم می‌کند [۲۰]. ایران و کوبا هر دو با فشار خارجی مواجه بوده‌اند، اما نتایج فناورانه آن‌ها یکسان نیست [۲۱]. این تفاوت نه‌تنها محصول نوع تحریم، بلکه ناشی از تاریخ سیاسی، مدل حکمرانی، ظرفیت علمی و جهت‌گیری کلان توسعه هر کشور است [۲۴-۲۲]. مطالعات پیشین نشان می‌دهد که در شرایط تحریم، موفقیت فناورانه وابسته به سه متغیر کلیدی است: انسجام نهادی، میزان خوداتکایی فناورانه، و توان سیاست‌گذاری علم در سطح ملی [۲۷-۲۵]. بررسی این سه متغیر در دو کشور مورد مطالعه، می‌تواند تصویر روشن‌تری از مسیرهای تاب‌آوری زیست‌فناورانه ارائه دهد. از منظر راهبردی، توسعه زیست‌فناوری دارویی در ایران نه تنها یک نیاز علمی، بلکه یک ضرورت ملی است [۲۸]. وابستگی ایران به واردات واکسن و زیست‌دارو پیش از شکل‌گیری موج بومی‌سازی، آسیب‌پذیری جدی در برابر تحریم‌ها ایجاد کرده بود [۳۰، ۲۹]. سیاست‌های کلان ابلاغ‌شده در اسناد ملی زیست‌فناوری و برنامه‌های توسعه‌ای، بر ضرورت ایجاد زنجیره ارزش کامل، ارتقای زیرساخت‌ها، حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان و تقویت ظرفیت صادرات منطقه‌ای تأکید کرده‌اند [۳۳-۳۱]. برای درک تفاوت های ساختاری دو مسیر توسعه، جدول ۱ مقایسه‌ای از ویژگی‌های نهادی بیوتکنولوژی دارویی در ایران و کوبا ارائه میدهد. این اسناد نشان می‌دهند که توسعه زیست‌فناوری دارویی در ایران نه یک پروژه بخشی، بلکه بخشی از چشم‌انداز راهبردی کشور برای دستیابی به خودکفایی در حوزه سلامت است. این مقاله با رویکرد مروری تحلیلی، ابتدا پیشینه جهانی زیست‌فناوری دارویی را بررسی می‌کند، سپس بافت تاریخی سیاسی ایران و کوبا را در شکل‌دهی به مسیرهای زیست‌فناوری تحلیل کرده و در ادامه آثار تحریم‌ها را بر این دو کشور تبیین می‌کند. بخش اصلی مقاله به تحلیل تطبیقی ایران و کوبا اختصاص دارد و در پایان، بر اساس یافته‌ها، پیشنهادهای سیاستی سازگار با اسناد بالادستی ایران و برنامه هفتم توسعه ارائه می‌شود. هدف، ارائه چارچوبی نظری کاربردی برای فهم بهتر از مسیر توسعه زیست‌فناوری دارویی در شرایط محدودیت بین‌المللی است.

جدول ۱- مقایسه ساختار نهادی توسعه زیست فناوری دارویی در ایران و کوبا تحت تحریم

ردیف	متغیر تحلیلی	ایران	کوبا
۱	نوع تحریم غالب	فناورمحور، مالی	ساختاری، تجاری
۲	مدل حکم رانی علم	چند مرکزی، نهادی متنوع	متمرکز، دولتی
۳	نقش دولت	سیاست گذار و تسهیل گر	طراح و مجری
۴	نقش دانشگاه	تولید دانش و هسته نوآری	جزئی از شبکه دولتی
۵	نقش بخش خصوصی	دانش بنیان ها	محدود
۶	مسیر غالب نوآوری	نوآوری اجباری، بومی سازی	نوآوری برنامه ریزی شده
۷	خروجی شاخص	واکسن و زیست داروی بومی	واکسن های نوترکیب صادراتی

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

روش شناسی

این مطالعه به شیوه مرور روایتی تحلیلی طراحی شده است؛ رویکردی که برای بررسی پدیده‌های پیچیده و چندعاملی مانند تأثیر تحریم بر توسعه زیست‌فناوری دارویی مناسب است [۳۴]. داده‌ها از سه دسته منبع استخراج شده‌اند: نخست، اسناد سیاستی و راهبردی ایران در حوزه زیست‌فناوری و واکسن‌سازی که چارچوب نهادی و مسیر تحول را ترسیم می‌کنند [۳–۱۲، ۱۰–۱۳]؛ دوم، متون نظری انتقال فناوری و ارزیابی نظام‌های نوآوری که بنیان مفهومی تحلیل را فراهم می‌آورند [۳۵–۳۸، ۲۵] و سوم، منابع تاریخی و ساختاری مرتبط با نظام زیست‌فناوری و حکمرانی علمی کوبا [۱۹–۱۴]. انتخاب منابع به‌صورت هدفمند[1] و بر اساس معیارهای ارتباط مفهومی، جامعیت داده و قابلیت تطبیق‌پذیری انجام شده است. تحلیل نهایی با استفاده از چارچوب سه‌سطحی تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و سیاست‌گذاری فناوری اقتباس‌شده از برخی مدلهای بین المللی برای نظام‌های تحقیق و توسعه [۳۹] و مدل هایی در حوزه انتقال فناوری در شرایط محدودیت صورت گرفته [۳۶] تا بتوان مسیرهای اثرگذاری تحریم را در ساختارهای نهادی دو کشور بازسازی کرد. در تمام مراحل، تلاش شده است میان داده‌های ساختاری، شواهد تاریخی و مفاهیم نظری، یک روایت منسجم و قابل استنتاج ایجاد شود.

پیشینه جهانی بیوتکنولوژی دارویی

زیست‌فناوری دارویی از دهه ۱۹۷۰ با ظهور فناوری DNA نوترکیب وارد مرحله صنعتی شد و طی دهه‌های بعد با گسترش ژن درمانی، آنتی‌بادی‌های مونوکلونال و واکسن‌های نوترکیب به یکی از رقابتی‌ترین صنایع دانش‌بنیان جهان تبدیل شد [۴۰]. در کشورهای توسعه‌یافته، زیست‌فناوری دارویی بر مبنای یک الگوی سه‌گانه شامل دانشگاه، صنعت و نهادهای تنظیم‌گر رشد کرده است [۴۱، ۳۷]؛ مدلی که امکان انتقال فناوری از دانشگاه به صنعت و تجاری‌سازی دانش را فراهم کرده است. مطالعات نشان می‌دهد که توسعه زیست‌فناوری در سطح جهانی وابسته به سه بنیان اصلی است: سرمایه‌گذاری بلندمدت در تحقیق و توسعه، زیرساخت‌های پیشرفته بیوفرایند، و وجود سیاست‌های مؤثر حمایت از نوآوری [۴۲، ۲۵]. در کشورهای در حال توسعه، چالش‌ها عمدتاً مربوط به انتقال فناوری و ضعف زیرساختی است. مدل‌های انتقال فناوری، از جمله مدل‌های سلسله‌مراتبی، قراردادی و مشارکتی، نقش اساسی در شکل‌دهی ظرفیت بومی دارند [۴۳، ۳۶]. با این حال، مطالعات نشان داده‌اند که انتقال فناوری بدون توانایی جذب[2] کارآمد نیست و کشورها تنها زمانی می‌توانند فناوری را بومی‌سازی کنند که زیرساخت علمی و نهادی کافی داشته باشند [۴۵، ۴۴]. در ادبیات بین‌المللی، نقش محیط سیاسی و اقتصادی نیز پررنگ است. پژوهش‌ها تأکید می‌کنند که ثبات اقتصاد کلان، شفافیت تنظیم‌گری و نظام مالکیت فکری کارآمد، پیش‌شرط‌های حیاتی توسعه زیست‌فناوری هستند [۴۷، ۴۶]. از سوی دیگر، فشارهای خارجی مانند تحریم می‌تواند مسیر توسعه فناوری را تغییر دهد؛ گاهی موجب عقب‌ماندگی و گاهی موجب نوآوری اجباری می‌شود. مطالعات تطبیقی در آمریکای لاتین و آسیا نشان می‌دهد کشورهایی که ظرفیت نهادی قوی‌تری دارند، در شرایط محدودیت خارجی بهتر عمل می‌کنند [۴۸، ۴۵]. پیشینه جهانی همچنین نشان می‌دهد که نقش دولت در زیست‌فناوری دارویی دوگانه است: از یک طرف، دولت باید زیرساخت، تأمین مالی و تنظیم‌گری را ایجاد کند؛ و از طرف دیگر، مداخله بیش‌ازحد دولتی می‌تواند مانع رقابت‌پذیری بخش خصوصی شود [۲۷، ۲۵]. این تمایز در مطالعات توسعه زیست‌فناوری چین، هند، برزیل و ترکیه به‌وضوح دیده می‌شود. در این کشورها، ترکیب سیاست‌های حمایتی با ایجاد فضای رقابتی موجب رشد زیست‌فناوری شده است [۴۶، ۴۱]. به‌طور کلی، پیشینه جهانی نشان می‌دهد که مسیر موفقیت زیست‌فناوری دارویی در جهان بر سه ستون استوار است: (۱) وجود زیست‌بوم نوآوری چندمرکزی، (۲) سیاست‌گذاری مبتنی بر علم و شواهد و (۳) ظرفیت جذب و بومی‌سازی فناوری.

بافت تاریخی و سیاسی توسعه فناوری در ایران و کوبا

کوبا: علم به‌عنوان بازوی انقلاب

پس از انقلاب ۱۹۵۹، کوبا توسعه علم و سلامت را (ستون هویت انقلابی) تعریف کرد. دولت کوبا سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در آموزش، پژوهش و توسعه پزشکی انجام داد و زیست‌فناوری را از دهه ۱۹۸۰ به‌عنوان محور توسعه ملی وارد برنامه‌های خود

[1] Purposeful sampling

[2] Absorptive capacity

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

کرد [۲۵، ۱۹، ۱۴]. ساختار سیاسی و اقتصادی کوبا که مبتنی بر مالکیت دولتی و برنامه‌ریزی متمرکز است به دولت امکان داد شبکه‌ای یکپارچه از مؤسسات پژوهشی و تولیدی ایجاد کند [۱۷، ۱۵]. نقش رهبری سیاسی نیز تعیین‌کننده بود. فیدل کاسترو شخصاً هدایت توسعه زیست‌فناوری را در دهه ۱۹۸۰ از طریق ایجاد (پولوی علمی) بر عهده گرفت [۲۱–۱۸]. کوبا با اتکا بر این ساختار انسجام‌یافته، طی دهه‌های بعد موفق شد فناوری‌های واکسن، داروهای نوترکیب و آنتی‌ژن‌های تشخیصی را در شرایط تحریم تولید کند [۱۷، ۱۶]. از منظر اجتماعی، مشارکت گسترده زنان در آموزش عالی و علوم نیز یکی از عوامل برجسته توسعه زیست‌فناوری کوبا بوده است [۲۴، ۷]. تحلیل‌های فرهنگی نشان می‌دهد که علم در کوبا نه به‌عنوان یک صنعت، بلکه به‌عنوان یک پروژه ملی تلقی می‌شود؛ پروژه‌ای که با هویت سیاسی انقلاب پیوند خورده است [۲۳، ۲۲]. این پیوند، پایداری و انسجامی ایجاد کرده که در مدل‌های توسعه کشورهای دیگر کمتر دیده می‌شود.

ایران: مسیر نهادی چندمرکزی و پویایی دانشگاهی

در ایران، توسعه زیست‌فناوری بر پایه ظرفیت دانشگاهی، نهادهای پژوهشی و شرکت‌های دانش‌بنیان شکل گرفت. بخش عمده‌ای از بنیان علمی زیست‌فناوری ایران در دهه ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ با شکل‌گیری مؤسسات پژوهشی و توسعه دانشگاه‌ها ایجاد شد [۳۲، ۳۱، ۲۹]. اسناد سیاستی کشور، از جمله «سند ملی زیست‌فناوری» و «نقشه جامع علمی» نقش مهمی در جهت‌دهی کلی این حوزه داشته‌اند [۲۸، ۱۲]. برخلاف کوبا، که توسعه آن بر یک نهاد متمرکز دولتی استوار است، ایران دارای یک زیست‌بوم چندذی‌نفعه شامل نهادهای دولتی، نیمه‌دولتی، خصوصی و دانشگاهی است [۱۱، ۱۰]. از منظر تاریخی، ساختار سیاسی اقتصادی ایران عمدتاً سبب شده زیست‌فناوری در چارچوب توسعه صنعتی و سیاست‌های علم و فناوری رشد کند، نه به‌عنوان پروژه هویتی دولت مانند کوبا [۲۰، ۸]. این تفاوت ریشه‌ای موجب شده ایران از انعطاف نهادی و تنوع سازمانی برخوردار باشد، اما در عین حال با چالش هماهنگی نهادی روبه‌رو [۲۷، ۹، ۴]. شود.

آثار تحریم‌ها بر زیست‌فناوری دارویی در ایران و کوبا

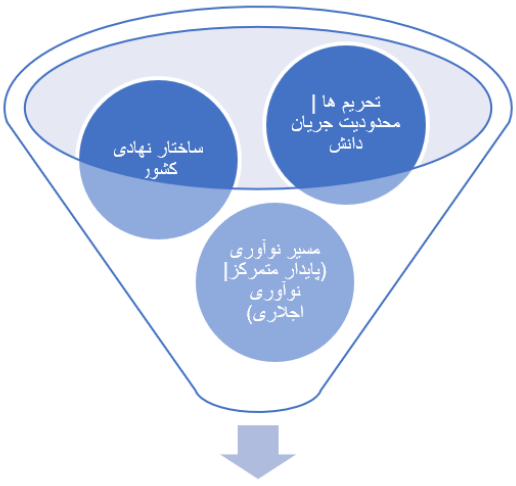
تحریم‌ها به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی فشار ژئوپولیتیکی، بسته به منطق طراحی، دامنه اجرا و سازوکار اثرگذاری، می‌توانند مسیر توسعه فناوری را به شیوه‌های متفاوتی تحت تأثیر قرار دهند. در مورد جمهوری اسلامی ایران، اگرچه تحریم‌های اعمال‌شده حوزه‌هایی نظیر تبادلات مالی، تجارت خارجی و حمل‌ونقل بین‌المللی را نیز دربرمی‌گیرد، اما در بخش زیست‌فناوری دارویی، کانون اصلی اثرگذاری تحریم‌ها عمدتاً در قالب محدودیت‌های فناورانه و زنجیره‌تأمین‌محور بروز یافته است [۲۶، ۳، ۱]. این محدودیت‌ها به‌صورت مستقیم گلوگاه‌های کلیدی توسعه زیست‌فناوری سلامت، از جمله انتقال دانش فنی، دسترسی به تجهیزات پیشرفته زیست‌فرایندی، قطعات تخصصی و تأمین مواد اولیه حساس را هدف قرار داده‌اند. پیامد این فشارهای فناورانه، افزایش آسیب‌پذیری زنجیره ارزش تولید واکسن و زیست‌دارو بوده است؛ وضعیتی که در عین حال، سیاست‌گذاران و بازیگران علمی صنعتی کشور را به سمت بومی‌سازی فناوری، توسعه زیرساخت‌های داخلی و تقویت ظرفیت تحقیق و توسعه سوق داده است [۲۹، ۶، ۵]. اسناد سیاستی و نقشه‌های راه ملی نشان می‌دهند که این شرایط در نهایت به رشد نقش شرکت‌های دانش‌بنیان و ارتقای ظرفیت‌های پژوهشی در برخی حوزه‌های کلیدی زیست‌دارویی انجامیده است [۱۳، ۱۱، ۱۰]. با این حال، ماهیت چندمرکزی زیست‌بوم زیست‌فناوری ایران و چالش‌های هماهنگی نهادی، موجب شده است که وابستگی به برخی تجهیزات و فناوری‌های حساس همچنان پابرجا بماند [۲۸]. در مورد کوبا نیز، برخلاف تصور رایج که تحریم‌ها را صرفاً در سطح تجارت و اقتصاد کلان تحلیل می‌کند، محدودیت‌های جدی در دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی، قطعات زیست‌فرایندی و مواد اولیه حساس زیست‌فناورانه وجود داشته است. تحریم‌های ایالات متحده، واردات مستقیم تجهیزات پزشکی، مواد مصرفی آزمایشگاهی و حتی قطعات یدکی مورد نیاز برای خطوط تولید زیست‌دارو را با موانع جدی مواجه کرده و هزینه‌های مبادله را به‌شدت افزایش داده است [۱۹، ۱۵، ۷]. این محدودیت‌ها، مشابه ایران، کوبا را ناگزیر به توسعه ظرفیت‌های بومی، مهندسی معکوس تجهیزات و ایجاد زنجیره‌های تأمین جایگزین کرده است؛ با این تفاوت که در کوبا این فرایند در چارچوب یک ساختار نهادی کاملاً متمرکز

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

و دولتی انجام شده است [۱۶، ۱۴]. تحریم‌های اعمال‌شده علیه کوبا ماهیتی فراگیر، ساختاری و اقتصادکلان‌محور داشته‌اند و به‌طور هم‌زمان حوزه‌های تجارت، حمل‌ونقل، خدمات بانکی و تعاملات علمی بین‌المللی این کشور را تحت تأثیر قرار داده‌اند [۱۵، ۷]. این تحریم‌ها نه‌تنها دسترسی کوبا به بازارهای جهانی و تجهیزات تخصصی را محدود کرده‌اند، بلکه کل زنجیره‌های صنعتی و ظرفیت‌های عمومی اقتصاد را نیز در معرض فشار مستمر قرار داده‌اند [۱۹، ۱۶]. واکنش کوبا به این فشار ساختاری، تعریف زیست‌فناوری به‌عنوان یک راهبرد بقا و استقلال ملی و ایجاد یک نظام یکپارچه دولتی بوده است که در آن پژوهش، توسعه، تولید و توزیع زیست‌دارو و واکسن در قالب شبکه‌ای منسجم و متمرکز سامان یافته است [۱۹، ۱۶، ۱۴]. این انسجام نهادی، به‌رغم محدودیت‌های شدید اقتصادی، امکان توسعه و تداوم تولید واکسن‌هایی نظیر هپاتیت B و سایر واکسن‌های نوترکیب را فراهم کرده و آسیب‌پذیری کشور را در برابر تحریم‌ها کاهش داده است [۱۵، ۷]. در این چارچوب، علم و فناوری در کوبا نه صرفاً به‌عنوان یک حوزه صنعتی، بلکه به‌مثابه ابزاری برای مقاومت سیاسی و اقتصادی ایفای نقش کرده‌اند [۱۹، ۱۶]. در مجموع، مقایسه ایران و کوبا نشان می‌دهد که تفاوت در ماهیت تحریم‌ها و ساختارهای نهادی داخلی، مسیرهای متفاوتی از تاب‌آوری زیست‌فناورانه را رقم زده است؛ به‌گونه‌ای که در ایران، تحریم‌ها عمدتاً به فشار فناورانه و شکل‌گیری الگوهای نوآوری اجباری انجامیده‌اند، در حالی که در کوبا، تحریم‌های ساختاری به تمرکز دولتی و انسجام نهادی در نظام زیست‌فناوری منجر شده‌اند. به‌منظور تبیین سازوکار مفهومی اثرگذاری تحریم‌ها بر توسعه زیست‌فناوری سلامت، شکل ۱ یک چارچوب تحلیلی را ارائه می‌کند که نشان می‌دهد تحریم‌ها نه به‌صورت مستقیم، بلکه از طریق اثرگذاری بر معماری نهادی، ظرفیت نوآوری و زیرساخت‌های فناورانه، بر خروجی فناورانه زیست‌فناوری دارویی اثر می‌گذارند. این چارچوب، مبنای تحلیل تطبیقی مسیرهای نهادی ایران و کوبا در بخش بعدی مقاله قرار می‌گیرد.

تحلیل تطبیقی ایران و کوبا

مقایسه تطبیقی ایران و کوبا نشان می‌دهد که منطق توسعه زیست‌فناوری دارویی در این دو کشور نتیجه تعامل میان نوع تحریم، ساختار حکمرانی فناوری و جهت‌گیری سیاست ملی است. در ایران، الگوی چندمرکزی توسعه که شامل دانشگاه‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان، نهادهای دولتی و بخش خصوصی است هم مزیت و هم چالش ایجاد کرده است. این تنوع نهادی موجب ایجاد ظرفیت‌های متعدد در حوزه واکسن، زیست‌دارو و فناوری‌های زیست‌فرایندی شده است [۳۰، ۱۳، ۱۰]. با این حال، پراکندگی نهادی گاه موجب هم‌پوشانی وظایف، تأخیر در فرآیندهای صدور مجوز و پیچیدگی در هماهنگی میان وزارتخانه‌ها شده است [۲۸]. در مقابل، کوبا توسعه زیست‌فناوری را بر اساس یک الگوی متمرکز و یکپارچه طراحی کرده است. مؤسسات زیست‌فناوری این کشور در قالب یک شبکه واحد عمل می‌کنند و همین انسجام امکان هماهنگی سریع و تخصیص مؤثر منابع را فراهم کرده است [۱۶، ۷]. همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، تفاوت در معماری نهادی و الگوی حکمرانی زیست‌فناوری، نحوه اثرگذاری تحریم‌ها بر مسیر نوآوری بیوتکنولوژی دارویی را در ایران و کوبا بازتعریف کرده است. این مدل در شرایط تحریم فراگیر، به‌ویژه تحریم‌های اقتصادی و تجاری، کارآمد بوده است [۱۵]. از منظر آثار تحریم‌ها، ایران بیشتر با شکاف‌های فناورانه مواجه بوده که راهکار آن بومی‌سازی فناوری، توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و ایجاد تجهیزات داخلی بوده است [۱۳، ۱۰]. در کوبا، تحریم‌ها به‌دلیل



شکل ۱- چارچوب مفهومی اثرگذاری تحریم‌ها بر خروجی فناورانه زیست‌فناوری سلامت. شکل نشان می‌دهد که تحریم‌ها از طریق اثرگذاری هم‌زمان بر معماری نهادی، ظرفیت نوآوری و زیرساخت‌های فناورانه، بر خروجی فناورانه زیست‌فناوری سلامت اثر می‌گذارند؛ بدین معنا که این سه متغیر به‌عنوان مسیرهای واسط، پیامدهای تحریم را به نتایج فناورانه منتقل می‌کنند.

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

جدول ۱- مقایسه تطبیقی معماری نهادی و مسیر توسعه زیست‌فناوری دارویی در ایران و کوبا تحت شرایط تحریم

ردیف	مؤلفه تحلیلی	ایران	کوبا
۱	نوع غالب تحریم	فناوری‌محور و زنجیره‌تأمین‌محور	فراگیر، ساختاری و اقتصادکلان محور
۲	ساختارحکمرانی زیست‌فناوری	چندمرکزی (دانشگاه‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان، نهادهای دولتی و خصوصی)	متمرکز و یکپارچه (دولتی)
۳	معماری نهادی	پراکنده با تنوع سازمانی بالا	منسجم با سلسله‌مراتب روشن
۴	مسیر غالب نوآوری	نوآوری اجباری و بومی‌سازی تدریجی	نوآوری هدایت‌شده دولتی
۵	نقش دولت	سیاست‌گذار، تنظیم‌گر و تسهیل‌گر	مالک، سیاست‌گذار و مجری
۶	نقش بخش خصوصی	فعال اما وابسته به سیاست‌های حمایتی	بسیار محدود یا غایب
۷	پاسخ نهادی به تحریم	توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تجهیزات داخلی	تمرکز منابع و شبکه‌سازی دولتی
۸	نقاط قوت	انعطاف نهادی، تنوع فناورانه	انسجام، سرعت تصمیم‌گیری
۹	چالش‌های اصلی	هماهنگی نهادی و وابستگی به تجهیزات خاص	محدودیت تنوع و انعطاف نوآوری
۱۰	خروجی فناورانه	رشد نامتوازن اما پویا	تولید پایدار در حوزه‌های منتخب

ماهیت تمام‌عیار خود، باعث شده‌اند زیست‌فناوری به‌عنوان راهبرد بقا و استقلال سیاسی تعریف شود [۲۵، ۱۹]. از منظر نظری، تجربه ایران و کوبا تأیید می‌کند که مسیر توسعه فناوری بیش از آنکه تابع دسترسی به فناوری خارجی باشد، تابع ساختار نهادی داخلی است [۴۵، ۳۴]. ایران از انعطاف و تنوع بهره برده و کوبا از انسجام و تمرکز. این تفاوت‌ها موجب شده هر کشور در برخی حوزه‌ها پیشتاز و در برخی دیگر کندتر باشد.

بحث

تحلیل تطبیقی مسیر توسعه زیست‌فناوری سلامت در ایران و کوبا نشان می‌دهد که تحریم‌ها، به‌رغم ماهیت محدودکننده خود، الزاماً به توقف یا افول توسعه فناورانه منجر نمی‌شوند؛ بلکه بسته به ساختار نهادی، الگوی حکمرانی علم و فناوری و کیفیت سیاست‌گذاری، می‌توانند به‌عنوان یک فشار انتخابی عمل کرده و مسیرهای متفاوتی از تاب‌آوری و نوآوری را شکل دهند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تفاوت اصلی میان ایران و کوبا نه در وجود یا عدم وجود تحریم، بلکه در نوع اثرگذاری آن‌ها بر زیست‌بوم زیست‌فناوری و شیوه پاسخ نهادی کشورها به این محدودیت‌ها نهفته است [۷-۲]. در ایران، تحریم‌های فناوری‌محور عمدتاً گلوگاه‌های انتقال دانش فنی، تأمین تجهیزات تخصصی زیست‌فرایندی و دسترسی به مواد اولیه حساس را هدف قرار داده‌اند [۱۰، ۶، ۵، ۳، ۲]. این فشارها در کوتاه‌مدت موجب اختلال در زنجیره ارزش تولید واکسن و زیست‌دارو شده‌اند، اما در میان‌مدت زیست‌بوم چندمرکزی کشور را به سمت بومی‌سازی فناوری، رشد شرکت‌های دانش‌بنیان و توسعه ظرفیت‌های داخلی تحقیق و توسعه سوق داده‌اند [۱۳-۱۰]. بااین حال، پراکندگی نهادی و ضعف هماهنگی میان نهادهای سیاست‌گذار، پژوهشی و تولیدی، یکی از عوامل کندکننده بهره‌برداری کامل از این ظرفیت‌ها بوده است [۳۰، ۲۸]. در مقابل، کوبا با تحریم‌هایی مواجه بوده که ماهیتی فراگیر و ساختاری داشته و کل اقتصاد، تجارت خارجی، نظام بانکی و تعاملات علمی این کشور را دربر گرفته است [۱۶، ۱۵، ۷]. واکنش کوبا به این شرایط، ایجاد یک نظام یکپارچه دولتی در حوزه زیست‌فناوری سلامت بوده است؛ مدلی که در آن پژوهش، تولید و تجاری‌سازی در قالب شبکه‌ای منسجم و تحت راهبری متمرکز دولت عمل می‌کنند [۱۹، ۱۶، ۱۴]. این انسجام نهادی، اگرچه انعطاف‌پذیری بازار را محدود کرده، اما توانسته است آسیب‌پذیری کشور را در برابر تحریم‌ها کاهش داده و امکان تمرکز منابع محدود بر پروژه‌های راهبردی مانند واکسن‌های نوترکیب را فراهم سازد [۱۶، ۷]. مقایسه این دو تجربه نشان می‌دهد که تاب‌آوری زیست‌فناورانه بیش از آنکه تابع شدت تحریم باشد، به کیفیت معماری نهادی و مسیرهای

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

سیاست‌گذاری فناوری وابسته است. ایران از مزیت تنوع نهادی، پویایی دانشگاهی و حضور بخش خصوصی برخوردار است، اما برای بهره‌برداری کامل از این ظرفیت‌ها نیازمند انسجام سیاستی و هماهنگی نهادی بیشتر است [۳۰، ۲۸]. در مقابل، کوبا با تکیه بر تمرکز دولتی و انسجام سازمانی، توانسته است مسیر توسعه خود را تثبیت کند، هرچند این مدل در بلندمدت ممکن است با محدودیت‌های نوآوری بازارمحور مواجه شود [۱۶، ۱۵]. از منظر نظری، یافته‌های این پژوهش با ادبیات انتقال فناوری و نظام‌های نوآوری هم‌راستا است؛ جایی که نقش ساختار تصمیم‌گیری، ظرفیت جذب فناوری و هم‌سویی سیاست‌های علم و فناوری با راهبرد توسعه ملی به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده موفقیت در شرایط محدودیت خارجی معرفی می‌شوند [۴۶، ۴۲، ۳۸، ۳۴]. بر این اساس، تجربه ایران و کوبا نشان می‌دهد که تحریم‌ها می‌توانند به‌جای یک مانع مطلق، به عاملی برای بازآرایی نهادی و بازتعریف مسیر توسعه زیست‌فناوری سلامت تبدیل شوند.

پیشنهادهای سیاستی

اساس یافته‌های تطبیقی این پژوهش، مجموعه‌ای از اولویت‌های سیاستی کلیدی برای تقویت زیست‌فناوری دارویی ایران قابل استخراج است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تقویت تاب‌آوری زیست‌فناوری دارویی ایران در شرایط تحریم، مستلزم مداخلات سیاستی هدفمند و هماهنگ در سطح نهادی، صنعتی و بازار است. بر این اساس، پیشنهادهای سیاستی زیر ارائه می‌شود:

نخست، تقویت پیوند میان شبکه‌های تحقیقاتی و واحدهای تولیدی.

یکی از چالش‌های اصلی زیست‌فناوری سلامت در ایران، ضعف پیوند نظام‌مند میان دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و واحدهای تولیدی زیست‌فناورانه است. با وجود ظرفیت بالای شرکت‌های دانش‌بنیان، انتقال مؤثر دانش از مرحله تحقیق به تولید صنعتی همچنان با گسست نهادی مواجه است [۱۳–۱۰]. ایجاد کنسرسیوم‌های مشترک تحقیق و توسعه، حمایت از پروژه‌های مأموریت‌محور و هم‌راستاسازی برنامه‌های پژوهشی با نیازهای صنعتی می‌تواند شکاف تحقیق–تولید را کاهش داده و بهره‌وری نوآوری را افزایش دهد [۳۰، ۲۳]. تجربیات داخلی نشان می‌دهد که هر جا همکاری ساختاریافته میان دانشگاه و صنعت شکل گرفته، بومی‌سازی فناوری با موفقیت بیشتری همراه بوده است [۳۹، ۲۴].

دوم، ایجاد سازوکارهای تضمین خرید محصولات زیست‌فناورانه تولید داخل.

نبود تقاضای تضمین‌شده یکی از عوامل اصلی افزایش ریسک سرمایه‌گذاری در حوزه واکسن و زیست‌دارو در ایران بوده است. سیاست تضمین خرید دولتی می‌تواند ضمن کاهش عدم قطعیت بازار، انگیزه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و پایداری تولید را تقویت کند. این رویکرد با اسناد بالادستی کشور در حوزه امنیت سلامت و خودکفایی زیست‌فناوری هم‌راستا بوده و نقش مؤثری در تثبیت زنجیره ارزش تولید ایفا می‌کند [۱۳، ۱۲، ۱۰].

سوم، تقویت یکپارچگی نهادی در سیاست‌گذاری زیست‌فناوری.

پراکندگی نهادی در سیاست‌گذاری یکی از موانع اصلی انسجام زیست‌بوم زیست‌فناوری ایران است. اسناد بالادستی، از جمله سند ملی زیست‌فناوری و نقشه‌های راه واکسن، بر ضرورت هم‌راستاسازی نهادهای تصمیم‌ساز تأکید کرده‌اند [۱۳، ۱۲، ۱۰]. افزایش هماهنگی میان نهادهای دولتی، ساختارهای حاکمیتی و شرکت‌های دانش‌بنیان می‌تواند مسیر توسعه را منسجم‌تر کند.

چهارم، کاهش وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه حساس از طریق توسعه زیرساخت‌های بومی.

تحریم‌های فناوری‌محور نشان داده‌اند که بخش‌های کشت سلولی، تخمیر، خالص‌سازی و کنترل کیفی بیشترین آسیب‌پذیری را دارند [۵، ۳، ۲]. سرمایه‌گذاری راهبردی در توسعه تجهیزات بومی و ارتقای فناوری‌های زیست‌فرایندی برای کاهش این وابستگی ضروری است.

پنجم، بهره‌گیری هدفمند از دیپلماسی سلامت.

تجربه کوبا نشان می‌دهد که صادرات واکسن و همکاری‌های بین‌المللی سلامت می‌تواند بخشی از فشار تحریم‌ها را خنثی کند [۱۵، ۷]. ایران نیز می‌تواند با اتکا بر ظرفیت‌های موجود در زیست‌داروسازی و واکسن‌سازی، حضور منطقه‌ای خود را تقویت کند. استمرار این روند مستلزم تسهیل فرآیندهای صدور مجوز، اصلاح قواعد مالکیت فکری و تضمین دسترسی شرکت‌های

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

زیست‌فناورانه به منابع مالی پایدار است [۴۸، ۴۷]. در نهایت، اجرای این پیشنهادها باید در چارچوب برنامه‌های توسعه‌ای کشور، به‌ویژه مفاد مرتبط با زیست‌فناوری در برنامه هفتم توسعه، سازگارسازی شود تا مسیر تحول نظام‌مند زیست‌فناوری دارویی در ایران تسریع گردد.

محدودیت های پژوهش

این پژوهش مروری با محدودیت‌هایی روبه‌رو بود که باید مورد توجه قرار گیرند. اولاً، ماهیت تحقیق تطبیقی و مروری، امکان گردآوری داده‌های اولیه از طریق مصاحبه با ذی‌نفعان اصلی در نهادهای دولتی و خصوصی هر دو کشور را فراهم نساخت و لذا تحلیل صرفاً بر اسناد بالادستی، گزارش‌های رسمی و ادبیات علمی منتشرشده استوار است. ثانیاً، به دلیل ساختار متمرکز و دولتی کشور کوبا، شفافیت داده‌های آماری دقیق به‌ویژه شاخص‌های مالی و سرمایه‌گذاری در بخش زیست‌فناوری دارویی نسبت به کشورهای توسعه‌یافته کمتر بوده است که این امر مقایسه کمّی عمیق را دشوار می‌سازد [۱۶، ۱۵، ۷]. در نهایت، این مطالعه صرفاً بر زیرمجموعه زیست‌فناوری قرمز (پزشکی) متمرکز بود و سایر ابعاد گسترده زیست‌فناوری مانند کشاورزی یا محیط زیست و همچنین تحلیل عمیق عوامل بافتاری غیرمستقیم مانند تأثیرات فرهنگی و اجتماعی بر نوآوری در مقایسه تطبیقی پوشش داده نشده‌اند [۲۴-۲۲]. لازم به ذکر است که محدودیت دسترسی به داده‌های شفاف مالی و سرمایه‌گذاری، نه‌تنها در مورد کوبا، بلکه در مورد ایران نیز وجود دارد؛ ازاین‌رو تحلیل حاضر ناگزیر بر اسناد سیاستی، گزارش‌های رسمی و شواهد کیفی و ثانویه استوار بوده است [۱۳، ۱۲].

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه تطبیقی نشان می‌دهد که تحریم‌ها، علی‌رغم کارکرد بازدارنده در سطح دسترسی به منابع و فناوری، الزاماً به تضعیف مسیر توسعه زیست‌فناوری سلامت منجر نمی‌شوند؛ بلکه بسته به معماری نهادی، الگوی حکمرانی فناوری و کیفیت سیاست‌گذاری، می‌توانند به‌عنوان یک مکانیسم فشار انتخابی عمل کرده و مسیرهای متمایزی از بازآرایی فناورانه را رقم بزنند. تجربه ایران و کوبا مؤید آن است که پیامدهای فناورانه تحریم بیش از آنکه تابع شدت محدودیت‌های خارجی باشد، وابسته به نحوه سازمان‌دهی داخلی نظام علم، فناوری و نوآوری است. در ایران، تحریم‌های عمدتاً فناوری‌محور موجب ایجاد گلوگاه‌های ساختاری در زنجیره ارزش زیست‌دارو و واکسن شده‌اند، اما هم‌زمان محرکی برای شکل‌گیری الگوهای نوآوری اجباری، بومی‌سازی دانش فنی و رشد شرکت‌های دانش‌بنیان فراهم کرده‌اند. با این حال، پراکندگی نهادی و نبود هم‌راستایی کامل میان سیاست‌گذاری، پژوهش و تولید صنعتی، مانعی جدی در تبدیل ظرفیت‌های علمی به مزیت‌های پایدار فناورانه باقی مانده است. این وضعیت نشان می‌دهد که تاب‌آوری زیست‌فناورانه در ایران بیش از آنکه با کمبود دانش یا سرمایه انسانی مواجه باشد، با چالش‌های حکمرانی و یکپارچگی نهادی روبه‌رو است [۴۵، ۲۳، ۲۱]. در مقابل، کوبا با مواجهه با تحریم‌های فراگیر و ساختاری، زیست‌فناوری سلامت را در قالب یک پروژه ملی و در چارچوب یک نظام متمرکز دولتی سامان داده است. انسجام نهادی، پیوند ارگانیک میان پژوهش و تولید، و اولویت‌دهی سیاسی به زیست‌فناوری، امکان تخصیص هدفمند منابع محدود و تداوم توسعه فناوری‌های راهبردی، به‌ویژه در حوزه واکسن‌های نوترکیب، را فراهم ساخته است. هرچند این مدل با محدودیت‌هایی از حیث انعطاف‌پذیری بازار و تنوع نهادی همراه است، اما در شرایط تحریم فراگیر توانسته است سطح بالایی از پایداری فناورانه را تضمین کند [۳۰، ۱۵، ۷]. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه زیست‌فناوری سلامت در شرایط محدودیت بین‌المللی، مستلزم گذار از رویکردهای بخشی و واکنشی به سمت سیاست‌گذاری نظام‌مند، مأموریت‌محور و مبتنی بر شواهد است. برای ایران، ترکیب پویایی زیست‌بوم چندمرکزی با سازوکارهای مؤثر یکپارچگی نهادی، تقویت پیوند تحقیق-تولید و بهره‌گیری هدفمند از ابزارهای سیاست صنعتی سلامت، می‌تواند مسیر دستیابی به تاب‌آوری فناورانه پایدار را هم‌راستا با اهداف کلان برنامه‌های توسعه‌ای کشور، به‌ویژه برنامه هفتم توسعه، تسریع کند. این مطالعه نشان می‌دهد که آینده زیست‌فناوری سلامت در ایران نه در رفع تحریم‌ها، بلکه در ارتقای کیفیت حکمرانی فناوری و تعمیق ظرفیت‌های بومی رقم خواهد خورد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از کلیه پژوهشگران و صاحب‌نظرانی که از طریق تولید دانش، تحلیل‌های سیاستی و شکل‌دهی به ادبیات علمی حوزه زیست‌فناوری سلامت، به‌طور

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

غیرمستقیم زمینه شکل‌گیری چارچوب تحلیلی این پژوهش را فراهم کرده‌اند، صمیمانه قدردانی نمایند.

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش هیچ گونه ملاحظات اخلاقی صورت نگرفته است.

ملاحظات مالی

این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی از ســـوی نهادهای دولتی، خصوصی یا تجاری دریافت نکرده است.

تعارض در منافع

نویسندگان این مقاله تعارض در منافع ندارند.

نقش نویسندگان

م.ب.: نگارش و انجام مطالعه؛ م.ب.: آنالیز دادها؛ ه.ک.، ا.ش: ایده و طراحی و نظارت بر حسن اجرای مطالعه.

اظهارنامه

در روند تهیه این مقاله، ابزارهای هوش مصنوعی تنها برای بهبود نگارش نسخه اولیه و ویرایش زبانی به‌صورت محدود به‌کار گرفته شده‌اند. هیچ‌گونه تولید داده، تحلیل علمی یا استنتاج پژوهشی توسط این ابزارها انجام نشده و تمامی مسئولیت علمی و محتوایی مقاله بر عهده نویسندگان است.

فهرست منابع

1. Kaghaziyan H, The Economics of Vaccines. Tehran: Kaghaziyan Publication; 2023 [in Persian].
2. Zakerhossein M, Sanctions in the Mirror of International Criminal Law. Tehran: Mizan Legal Foundation; 2023 [in Persian].
3. Pouraziz M, US Economic Sanctions against Iran in the Framework of International Criminal Law. Tehran: Jangal Publication; 2024, [in Persian].
4. Qazi-Shariatpanahi A, Foundations of Political Sociology. Tehran: Mizan Legal Foundation; 2016 [in Persian].
5. Kaghaziyan H, The Value Chain of Vaccine Production. Tehran: Kaghaziyan Publication; 2023 [in Persian].
6. Etemad S, Philosophy of Technology. Tehran: Markaz Publication; 2010 [in Persian].
7. Izadi S, Shokrkhodaian S, Women in Cuba: The Formation of a Revolution within the Revolution. Tehran: Talayeh Parsu Publication; 2018 [in Persian].
8. Moslehi-Nejad A, Political Economy of Iran. Tehran: University of Tehran Press; 2021 [in Persian].
9. Mousazadeh R, Azarpandar A, International Humanitarian Law and Emerging Technologies. Tehran: Mizan Legal Foundation; 2024 [in Persian].
10. Kaghaziyan H, Roadmap for the Production of Biological Drugs in Iran. Tehran: Research Report; 2022 [in Persian].
11. Kaghaziyan H. Advocacy Document for Vaccine Production in Iran. Tehran: Iranian Academy of Medical Sciences; 2017 [in Persian].
12. National Biotechnology Document of the Islamic Republic of Iran. Framework for Developing the National Biotechnology Strategy. Tehran; 2013 [in Persian].
13. Kaghaziyan H, Roadmap for the Production of Biotechnology-Based Vaccines in Iran. Tehran: Research Report; 2022 [in Persian].
14. Movahed S, Che Guevara as Narrated by Fidel Castro. Tehran: Bidgol Publication; 2003 [in Persian].
15. Haghrusta M, Society and Culture of Cuba. Tehran: Al-Mahdi International Publication; 2018 [in Persian].
16. Atashinjan T, The Motorcycle Diaries. Tehran: Hozeh Noghre Publication; 2006 [in Persian].
17. Sanavi Q, Memories of the Revolutionary War. Tehran: Golazin Publication; 2009 [in Persian].
18. Parsai K, One Hundred Hours with Fidel. Tehran: Akhavan Publication; 2008 [in Persian].
19. Mokhtari M, Cuba as the Last Survivor of the Cold War: Internal and External Challenges. Tehran: Ettelaat Publication; 2007 [in Persian].
20. Amraei A, The Myth of Rebellion. Tehran: Golazin Publication; 2008 [in Persian].
21. Tabari A, Fidel Castro and Religion. Tehran: Ettelaat Publication; 2014 [in Persian].
22. Mohebbi S, Making History. Tehran: Talayeh Parsu Publication; 2019 [in Persian].
23. Ogeldar N, Che Guevara Is Alive. Tehran: Ketab-e Emrooz Publication; 2003 [in Persian].
24. Bahrami AA, Women in the Cuban Revolution. Tehran: Golazin Publication; 2003 [in Persian].
25. Moulaei S, The Cuban Revolution. Tehran: Qoqnoos Publication; 2022 [in Persian].
26. Vakil AS, Tahsili Z, Iran and International Sanctions. Tehran: Majd Publication; 2008 [in Persian].
27. Ahani-Amineh Z, Madani H, Social Barriers to Biotechnology Development. Tehran: Yas-e Banafsheh Publication; 2004 [in Persian].
28. Ki-Nezhad M, Science and Technology Production in Iran. Tehran: Secretariat of the Supreme Council of Cultural Revolution; 2010 [in Persian].
29. Mahboudi F, Biotechnology Research and Development Systems in Different Countries. Tehran: Research Deputy of the Ministry of Culture and Islamic Guidance; 1997 [in Persian].

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

30. Kaghaziyan H, Yousefi F, Omidi A, Pharmaceutical Biotechnology. Tehran: Abasaleh Publication; 2012 [in Persian].
31. Mahboudi F, Biotechnology in Iran: Ups and Downs. Tehran: Sama Publishing Institute; 2000 [in Persian].
32. Sanaei A, Mahboudi F, Biotechnology: From Scientific Foundations of Yesterday to Practical Applications of Today. Tehran: Research Deputy of the Ministry of Health; 2000 [in Persian].
33. Kaghaziyan H, Societal Vaccinology. Tehran: Kaghaziyan Publication; 2018 [in Persian].
34. Kaghaziyan H, Yousefi F, Omidi A, Intellectual Property and Commercialization of Vaccines. Tehran: Kaghaziyan Publication; 2023 [in Persian].
35. Archibugi D, The globalization of technology and its implications for developing countries: windows of opportunity or further burden? ***Technol Forecast Soc Change*** 70 (2003) 861–883.
36. Aversano L, Business process reengineering and workflow automation: a technology transfer experience. ***J Syst Software*** 63 (2002) 29–44.
37. Bommer M, Janaro R, Luper D, A manufacturing strategy model for international technology transfer. ***Technol Forecast Soc Change*** 39 (1991) 377–390.
38. Chiesa V, R&D strategy and organization: managing technical change in dynamic contexts. London: Imperial College Press, 2001.
39. Den Ende J, Traditional and modern technology assessment: toward a toolkit. ***Technol Forecast Soc Change*** 58 (1998) 5–21.
40. Flannery WT, A heuristic model of the technology transfer process in federal laboratories. ***Technol Manag*** 1 (1994) 94–100.
41. Ford D, Develop your technology strategy. ***Long Range Plann*** 21 (1988) 85–95.
42. Li-Hua R, Examining the appropriateness and effectiveness of technology transfer in China. ***J Technol Manag China*** 1 (2006) 208–223.
43. Magavero LN, What every engineer should know about technology transfer and innovation. New York: Marcel Dekker, 1982.
44. Malik K, Aiding the technology manager: a conceptual model for intra-firm technology transfer. ***Technovation*** 22 (2002) 427–436.
45. Moor WC, Developments in technology transfer and innovation management. ***Int J Technol Manag*** 10 (1995) 687–703.
46. Nasser Akhavan A, Technology transfer to developing countries: the Iranian experience [dissertation]. University of Bradford, 1995.
47. Phaal R, Farrukh CJP, Probert D, Technology management tools: generalization, integration and configuration. ***Int J Innov Technol Manag*** 3 (2006) 321–339.
48. Phyllis LS, The art and science of technology transfer. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]

Research paper

The effects of sanctions on the development of pharmaceutical biotechnology (case study of Iran and Cuba)

Hooman Kaghazian[1], Ahmad Shohani[2]*, Mojtaba Bijani[3]

1. *Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran*
2. *Department of Political Science, Faculty of Humanities, Payame Noor University, Tehran West, Iran*
3. *Department of Chemical Engineering–Biotechnology, Faculty of Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Received: 16 December 2025 Accepted: 26 January 2026

Abstract

Health biotechnology has emerged over the past four decades as a strategic driver of medical innovation, vaccine development, and national health security. In countries subjected to prolonged international sanctions, this sector plays a critical role in enhancing technological resilience and reducing dependency on external supply chains. This narrative review analytically examines the impacts of economic and technological sanctions on the development trajectories of health biotechnology in Iran and Cuba, two countries that have experienced sustained external pressures but adopted distinct institutional responses. In Iran, sanctions have been predominantly technology-oriented, manifesting mainly through restrictions on technology transfer, access to advanced bioprocessing equipment, procurement of critical raw materials, and international scientific collaboration. Although banking, trade, and transportation sanctions have also affected Iran, their most pronounced influence in the health biotechnology sector has been exerted through technological bottlenecks. These pressures have stimulated forced innovation, domestic capability building, and the expansion of knowledge-based firms, albeit within a fragmented, multi-actor institutional landscape. In contrast, U.S. sanctions against Cuba have been comprehensive and structural, encompassing trade, finance, transportation, and scientific exchange at the national level. Cuba's response has been the establishment of a highly centralized and state-integrated biotechnology system, in which research, development, production, and commercialization are institutionally aligned. This model has enabled Cuba to achieve international competitiveness in selected areas, particularly recombinant vaccine production, despite severe economic constraints. Comparative analysis suggests that technological resilience under sanctions is less dependent on access to external technologies than on internal institutional architecture, governance coherence, and strategic policy alignment. Based on these findings, the study proposes targeted policy recommendations for Iran, including strengthening research industry linkages and implementing guaranteed procurement mechanisms for domestically produced biotechnological products to enhance long-term sustainability and innovation capacity.

Keywords: Pharmaceutical Biotechnology, Sanctions, Development, Cuba, Iran

Please cite this article as follows:

Kaghazian H, Shohani A, Bijani M, The effects of sanctions on the development of pharmaceutical biotechnology (Case study of Iran and Cuba). ***Iran J Physiol Pharmacol*** 9 (2025) 166-176.

*Corresponding authors: shohaniahmadd@gmail.com, ahmadshohani51@pnu.ac.ir (ORCID: 0000-0001-5296-9188)

[Downloaded from ijpp.phypha.ir on 2026-11-13]