

Technology Sanctions and Their Impact on the Digital Divide: An Analytical Approach to Iran-European Union Relations (2010-2024)

Roxana Niknami

Assistant Professor, Faculty of Law and Political Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

Email: niknami.roxana@ut.ac.ir

Abstract

The European Union's technology sanctions against Iran began in 2010 and gradually expanded. Secondary sanctions by the United States doubled the impact of these measures. These sanctions encompass restrictions on the export of information and communication technology equipment, advanced software, dual-use technologies, and access to European digital services. This research addresses this complex issue by posing the question: what long-term impacts have EU technology sanctions had on Iran's digital development, and how will these consequences affect the structure of future Iran-Europe relations? Based on the study's main hypothesis, European technology sanctions, despite creating a short-term digital divide, will in the long run lead to the strengthening of Iran's technological self-sufficiency, the formation of alternative technology networks centered on the East, and ultimately a reduction in Europe's leverage over Iran. Methodologically, this research employs comparative-historical analysis and a case study approach, grounded in Keohane and Nye's theory of complex interdependence, Susan Strange's concept of structural power, and the technological leapfrogging model that explains how developing countries navigate stages of technological development. Expected outcomes include identifying Iran's adaptation patterns to technology sanctions, analyzing structural changes in the region's technology value chain, predicting future technological interaction scenarios, and providing policy recommendations for optimizing bilateral relations.

Keywords: Technology Sanctions, Iran-Europe Relations, Geotechnology, Digital Divide



تحریم‌های فناوری و تأثیر آن بر شکاف دیجیتال؛ رهیافتی تحلیلی به روابط ایران و اتحادیه اروپا (۲۰۲۴-۲۰۱۰)

رکسانا نیکنامی

استادیار دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

Email: nikanami.roxana@ut.ac.ir

چکیده

تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا علیه ایران از سال ۲۰۱۰ آغاز شد و به تدریج گسترش یافت. تحریم‌های ثانویه ایالات متحده اثر این موضوع را دوچندان کرد. این تحریم‌ها شامل محدودیت در صادرات تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات، نرم‌افزارهای پیشرفته، فناوری‌های دوگانه و دسترسی به خدمات دیجیتال اروپایی می‌شود. این تحریم‌ها پیامدهای گسترده‌ای بر بخش فناوری ایران، دسترسی شهروندان به فناوری‌های نوین و در نهایت تعمیق شکاف دیجیتال داشته است. این پژوهش با طرح این پرسش که تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا چه تأثیرهای بلندمدتی بر توسعه دیجیتال ایران داشته و این پیامدها چگونه بر ساختار روابط آینده ایران-اروپا تأثیر خواهد گذاشت، به تحلیل این معضل پیچیده می‌پردازد. بر اساس فرضیه اصلی پژوهش، تحریم‌های فناوری اروپا علی‌رغم ایجاد شکاف دیجیتال کوتاه‌مدت، در بلندمدت منجر به تقویت خودکفایی فناورانه ایران (هرچند به صورت ابتدایی)، شکل‌گیری شبکه‌های فناوری جایگزین با محوریت شرق و در نهایت کاهش اهرم فشار اروپا بر ایران خواهد شد. از منظر روشی، این پژوهش با بهره‌گیری از روش تحلیل تطبیقی-تاریخی و رویکرد مطالعه موردی، بر پایه نظریه وابستگی پیچیده کوهن و نای، مفهوم قدرت ساختاری سوزان استرنج و مدل جهش فناورانه که نحوه عبور کشورهای در حال توسعه از مراحل توسعه فناوری را تبیین می‌کند، استوار شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که ایران توانسته الگوهای تطبیقی با تحریم‌های فناوری را توسعه دهد و وابستگی خود به فناوری‌های اروپایی را کاهش دهد؛ اما این فرایند همراه با محدودیت‌های جدی در دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، کاهش کیفیت محصولات فناورانه و عقب‌ماندگی از استانداردهای بین‌المللی بوده است. هم‌زمان، چرخش ایران به سمت کشورهای شرقی منجر به کاهش نفوذ و قدرت ساختاری اتحادیه اروپا در حوزه فناوری شده است؛ اما این تحول نتوانسته به‌طور کامل خلأ فناورانه ایجاد شده را جبران کند.

کلیدواژه‌ها:

تحریم‌های فناوری، جهش فناورانه، روابط ایران-اروپا، ژئوتکنولوژی، شکاف دیجیتال، قدرت ساختاری وابستگی پیچیده.

مقدمه و بیان مسئله

در دوران معاصر، فناوری اطلاعات و ارتباطات به یکی از بنیادی‌ترین ابزارهای قدرت در نظام بین‌الملل تبدیل شده است. این تحول، ماهیت سنتی روابط قدرت میان کشورها را دگرگون ساخته و بُعد جدیدی از تعاملات دیپلماتیک، اقتصادی و امنیتی را پدید آورده است. در این بستر، تحریم‌های فناوری نه تنها ابزاری برای اعمال فشار سیاسی محسوب می‌شوند، بلکه به‌مثابه سازوکاری برای بازآرایی ساختار قدرت در عرصه دیجیتال عمل می‌کنند. اتحادیه اروپا، به‌عنوان یکی از قدرت‌های مهم در نظام بین‌الملل، از سال ۲۰۱۰ میلادی اقدام به وضع طیف گسترده‌ای از تحریم‌های فناوری علیه ایران کرده است. این تحریم‌ها که در ابتدا بر محدودیت صادرات تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات متمرکز بودند؛ به تدریج دامنه گسترده‌تری یافته و شامل نرم‌افزارهای پیشرفته، فناوری‌های دوگانه و دسترسی به خدمات دیجیتال اروپایی شده است. تأثیر این محدودیت‌ها با تحریم‌های ثانویه ایالات متحده تشدید و منجر به ایجاد فضایی پیچیده از محدودیت‌های فناورانه شده است که عمق شکاف دیجیتال ایران با جهان را افزایش داده است.

شکاف دیجیتال، در معنای مفهومی خود، فراتر از صرف دسترسی به فناوری است و شامل توانایی استفاده مؤثر از فناوری‌های نوین، مشارکت در اقتصاد دیجیتال جهانی و بهره‌مندی از فرصت‌های نوآوری فناورانه می‌شود. این پدیده در مورد ایران ابعاد چندگانه‌ای یافته است که از محدودیت دسترسی شهروندان به خدمات ابری بین‌المللی گرفته تا انزوای شرکت‌های فناوری ایرانی از زنجیره‌های ارزش جهانی را در برمی‌گیرد. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که تحریم‌های فناوری اروپا نه تنها بر زیرساخت‌های دیجیتال ایران تأثیر گذاشته، بلکه منجر به تغییرات ساختاری در الگوهای مصرف و تولید فناوری در کشور شده است. این تحولات، درحالی‌که در کوتاه‌مدت سبب تعمیق شکاف دیجیتال شده است؛ احتمالاً در بلندمدت می‌توانند به تقویت خودکفایی فناورانه ایران (هرچند نه در سطح جهانی) و گسترش شبکه‌های فناوری جایگزین با قدرت‌های غیر غربی منجر شوند.

از منظر نظری، این پدیده پیچیده، نیازمند چهارچوبی تحلیلی است که بتواند ابعاد چندگانه قدرت وابستگی و تحول ساختاری را در نظر بگیرد. در نتیجه برای بررسی موضوع به‌صورت هم‌زمان از مدل ترکیبی نظریه وابستگی پیچیده «کوهن و نای»^۱ با



تأکید بر کانال‌های متعدد ارتباط میان جوامع و کاهش نقش نیروی نظامی؛ مفهوم قدرت ساختاری سوزان استرنج^۱ با تأکید بر توانایی فناوری در تعیین قواعد بازی در اقتصاد سیاسی جهانی و در نهایت نظریه جهش فناورانه^۲ که توانایی کشورهای در حال توسعه برای عبور از مراحل میانی توسعه و دستیابی مستقیم به فناوری‌های پیشرفته را تبیین می‌کند، استفاده شده است.

در این راستا، پرسش اساسی پژوهش حاضر آن است که تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا چه تأثیرهای بلندمدتی بر توسعه دیجیتال ایران داشته و این پیامدها چگونه بر ساختار روابط آینده ایران-اروپا تأثیر خواهد گذاشت؟ این پرسش نه تنها جنبه‌های فنی و اقتصادی شکاف دیجیتال را در نظر می‌گیرد؛ بلکه ابعاد ژئوپلیتیکی و استراتژیک این پدیده را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد. فرضیه این پژوهش بر این اساس استوار است که تحریم‌های فناوری اروپا علی‌رغم ایجاد شکاف دیجیتال کوتاه‌مدت، در بلندمدت منجر به تقویت خودکفایی فناورانه ایران در حد ابتدایی، شکل‌گیری شبکه‌های فناوری جایگزین با محوریت شرق و در نهایت کاهش اهرم فشار اروپا بر ایران خواهد شد.

اهداف این پژوهش شامل تحلیل تطبیقی الگوهای تطبیق ایران با تحریم‌های فناوری، بررسی تغییرات ساختاری در زنجیره ارزش فناوری منطقه، ارزیابی پیامدهای بلندمدت بر روابط دوجانبه ایران-اروپا و ارائه سناریوهای تعامل فناورانه آینده است. این اهداف در مجموع به دنبال فهم عمیق‌تری از پویایی‌های پیچیده قدرت و وابستگی در عصر دیجیتال هستند. ضرورت انجام این پژوهش از چند منظر قابل توجیه است. نخست، در عصری که فناوری به محوری‌ترین عامل تعیین‌کننده قدرت ملی تبدیل شده، درک تأثیر بلندمدت تحریم‌های فناوری بر روابط بین‌الملل اهمیت ویژه‌ای یافته است. دوم، مورد ایران به دلیل موقعیت راهبردی، ظرفیت‌های فناورانه و تجربه طولانی‌مدت تحریم، نمونه مطالعاتی منحصربه‌فردی برای فهم پیامدهای تحریم‌های فناوری محسوب می‌شود.

۱. پیشینه پژوهش

مطالعه تحریم‌های فناوری و تأثیر آن بر شکاف دیجیتال نیازمند بررسی مجموعه‌ای از حوزه‌های پژوهشی مرتبط است که هرکدام بخشی از پازل پیچیده این موضوع را

1. Strange

2. Technological Leapfrogging

روشن می‌سازند. در این بخش، چهار محور اصلی ادبیات پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ تحریم‌های اقتصادی و فناورانه، شکاف دیجیتال در کشورهای در حال توسعه، روابط فناورانه ایران و اتحادیه اروپا و مبانی نظری قدرت ساختاری و وابستگی پیچیده. ادبیات تحریم‌های اقتصادی در دهه‌های اخیر تحول قابل توجهی یافته و از رویکرد سنتی متمرکز بر اثربخشی کلی به سمت تحلیل‌های پیچیده‌تر و متنوع‌تری حرکت کرده است.

پسکن^۱ (۲۰۱۹) در بررسی انتقادی خود بر کاستی‌های اساسی ادبیات موجود تأکید کرده و چهار نقص عمده شناسایی کرده است: تفسیر سوگیرانه اثربخشی، استفاده از داده‌های ایستا، مدل چانه‌زنی دولت‌محور و بررسی منفرد تحریم‌ها بدون در نظر گرفتن سایر ابزارهای سیاست خارجی. مطالعات اخیر بر پیچیدگی و تنوع پیامدهای تحریم‌ها تأکید کرده‌اند.

فلبرمایر^۲ (۲۰۲۱) در نوشتار خود نشان می‌دهد که تحریم‌ها اثرات چندبُعدی دارند. این اثرات فراتر از اهداف اولیه سیاست‌گذاران رفته و پیامدهای غیرمنتظره‌ای از جمله کاهش عملکرد نظام‌های آموزش عالی، پژوهش علمی و زیرساخت‌های فناورانه، به همراه دارند که اغلب نادیده گرفته می‌شوند.

در حوزه خاص تحریم‌های فناورانه، «چانگ»^۳ (۲۰۲۴) در پژوهش خود در مورد شرکت‌های چینی نشان داده است که تحریم‌های بین‌المللی تأثیر منفی قابل توجهی بر نرخ رشد ثبت اختراعات فناوری دیجیتال شرکت‌ها گذاشته‌اند. این یافته اهمیت درک سازوکارهای انتقال تأثیر تحریم بر نوآوری فناورانه را برجسته می‌کند.

بزاودنهایت^۴ و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه میدانی خود در سودان، تأثیر گسترده تحریم‌ها بر نظام‌های آکادمیک را مستندسازی کرده‌اند. آن‌ها نشان می‌دهند که تحریم‌ها موانع نامرئی برای پژوهش در این کشورها ایجاد می‌کنند و دسترسی به منابع ضروری را محدود کرده و کاربرد مؤثر آن‌ها را کاهش می‌دهند. این مطالعه بر تداوم تأثیر تحریم حتی پس از لغو رسمی آن‌ها تأکید می‌کند.

ادبیات شکاف دیجیتال از مفهوم ساده دودویی دسترسی به فناوری به سمت درک پیچیده‌تری از ابعاد چندگانه این پدیده تکامل یافته است.

-
1. Peksen
 2. Felbermayr
 3. Chang
 4. Bezuidenhout



«ماریسکال»^۱ (۲۰۰۵) در مطالعه خود در مورد مکزیک، بنیان‌های نظری شکاف دیجیتال در کشورهای در حال توسعه را بررسی کرده و تفاوت‌های اساسی آن با کشورهای توسعه‌یافته را برجسته کرده است.

«فن‌دورسن و ون دیک»^۲ (۲۰۱۹) سه سطح شکاف دیجیتال را شناسایی کرده‌اند: شکاف دسترسی دیجیتال^۳، شکاف توانایی دیجیتال^۴ و شکاف پیامد دیجیتال^۵. این طبقه‌بندی نشان می‌دهد که شکاف دیجیتال فراتر از صرف دسترسی به فناوری است و شامل مهارت‌های استفاده و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی می‌شود.

در تکمیل همین بحث، «هیکس»^۶ (۲۰۲۲) مفهوم جدید «ادغام نامطلوب دیجیتال»^۷ را ابداع کرده است؛ که نشان می‌دهد چگونه برخی گروه‌ها علی‌رغم دسترسی به سیستم‌های دیجیتال، همچنان دچار نابرابری می‌شوند. این مفهوم نشان‌دهنده پیچیدگی‌های جدیدی در درک شکاف دیجیتال است که فراتر از مدل‌های سنتی محرومیت قرار دارد.

«ماترانی» و همکاران^۸ (۲۰۲۱) در بررسی خود از تأثیر پاندمی کرونا، بر یادگیری آنلاین در کشورهای جنوب آسیا، چهارچوب نوینی برای درک شکاف دیجیتال ارائه داده‌اند که سه جنبه ساختاری، شیوه‌های فرهنگی و کنشگری را در نظر می‌گیرد. این مطالعه نشان می‌دهد که شکاف دیجیتال در کشورهای در حال توسعه ابعاد جنسیتی، طبقاتی و جغرافیایی پیچیده‌ای دارد.

«لیتریتیس»^۹ و همکاران (۲۰۲۱) نیز در بررسی نظام‌مند خود، شکل‌های جدیدی از شکاف دیجیتال را شناسایی کرده‌اند؛ از جمله نوع دسترسی به اینترنت، آگاهی الگوریتمی و نابرابری‌های داده‌ای. این یافته‌ها نشان می‌دهد که شکاف دیجیتال پدیده‌ای پویا و در حال تکامل است که با پیشرفت فناوری‌های جدید، ابعاد تازه‌ای به خود می‌گیرد.

-
1. Mariscal
 2. Van Deursen & Van Dijk
 3. DAD: Digital Accessibility Divide
 4. DCD: Digital Capability Divide
 5. DOD: Digital Outcome Divide
 6. Heeks
 7. Undesirable Digital Integration
 8. Mathrani
 9. Sophie Lythreitis

در نهایت باید اشاره کرد که مطالعات مربوط به روابط فناورانه ایران و اتحادیه اروپا به شکل قابل ملاحظه‌ای در زمینه سیاست‌های علم و فناوری و تأثیر تحریم‌ها متمرکز بوده‌اند.

«آنکتاد»^۱ (۲۰۱۶) در گزارش جامع خود سه موج توسعه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در ایران از دهه ۱۹۹۰ را شناسایی کرده است: موج اول متمرکز بر توسعه آموزش عالی (۱۹۹۰)، موج دوم متمرکز بر توسعه پژوهش و فناوری (۲۰۰۰) و موج سوم نشان‌دهنده گذار به اقتصاد نوآوری و دانش محور (۲۰۱۰).

گودرزی و همکاران (۲۰۱۷) در تحلیل خود از قوانین و سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری ایران در ۲۵ سال گذشته، به تحول یا انقلاب این حوزه پرداخته‌اند. آن‌ها نشان می‌دهند که ایران در دهه‌های اخیر فعالیت‌های گسترده‌ای در ساخت نظام ملی نوآوری خود انجام داده است.

باقری مقدم و همکاران (۲۰۱۲) در تحلیل خود از روابط صنعت-دولت-دانشگاه در بخش برق ایران، نشان داده‌اند که شکاف قابل توجهی میان دانشگاه‌ها و صنعت برق در ایران وجود دارد که می‌تواند توسط سازمان‌های غیرانتفاعی مدیریت تحقیق و توسعه و توسعه فناوری پر شود.

جوانمردی (۲۰۲۲) نیز در مطالعه خود بر اکوسیستم نوآوری ایران، مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌های این اکوسیستم و پیوندهای میان آن‌ها را شناسایی کرده‌اند و نشان داده‌اند که نیاز به رویکرد نظام‌مند برای هماهنگی تمام مؤلفه‌های اکوسیستم نوآوری وجود دارد.

بررسی ادبیات موجود نشان می‌دهد که علی‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه در هر یک از حوزه‌های مطالعاتی فوق، شکاف‌های مهمی در تلافی این حوزه‌ها وجود دارد. نخست، مطالعات تحریم‌ها عمدتاً بر تأثیر اقتصادی کلان متمرکز بوده‌اند و کمتر به پیامدهای فناورانه و دیجیتال پرداخته‌اند. دوم، ادبیات شکاف دیجیتال بیشتر بر عوامل داخلی تمرکز داشته و نقش عوامل بین‌المللی مانند تحریم‌ها را کمتر مورد توجه قرار داده است. سوم، مطالعات روابط فناورانه ایران و اتحادیه اروپا عمدتاً توصیفی بوده‌اند و فاقد چهارچوب نظری جامع برای تحلیل این روابط هستند.

پژوهش حاضر با تلفیق این سه حوزه مطالعاتی و ارائه چهارچوب نظری یکپارچه، در صدد پر کردن این شکاف‌ها برآمده است. نوآوری اصلی این پژوهش در کاربرد



نظريه‌های کلاسیک روابط بین‌الملل برای تحلیل پدیده‌های فناورانه معاصر، ارائه تحلیل چندسطحی از شكاف ديگيتال تحت تأثير تحريم‌ها و پيش‌بینی سناریوهای تعامل آینده بر اساس الگوهای تطبیقی شناسایی شده قرار دارد. در جدول زیر خلاصه از بررسی پیشینه پژوهش آمده است.

جدول ۱: خلاصه تطبیقی یافته‌های پیشینه پژوهش

| حوزه مطالعاتی | یافته‌های کلیدی | شكاف‌های شناسایی شده | سهم پژوهش حاضر |
|------------------------------|---|---|---|
| تحريم‌های اقتصادی و فناورانه | تأثير منفی بر نوآوری فناورانه، پیامدهای غیرمنتظره بر نظام‌های آکادمیک، ناکارآمدی رویکردهای سنتی ارزیابی | تمرکز بر تأثير اقتصادی کلان، کمبود مطالعات بلندمدت، نادیده گرفتن پیامدهای فناوری | تحلیل جامع تأثيرات بلندمدت تحريم‌های فناوری بر ساختار ديگيتال |
| شكاف ديگيتال | ابعاد چندگانه فراتر از دسترسی، مفهوم ادغام نامطلوب ديگيتال، تأثير جنسیتی و طبقاتی | تمرکز و بر عوامل داخلی، کمبود توجه به عوامل بین‌المللی و فقدان چهارچوب تحلیل تحريم‌ها | ارائه مدل تحلیلی شكاف ديگيتال تحت تأثير تحريم‌های بین‌المللی |
| روابط فناورانه ایران-اروپا | سه موج توسعه علمی و فناوری در ایران، چالش‌های انتقال فناوری، شكاف صنعت و دانشگاه | ماهیت توصیفی مطالعات، فقدان چهارچوب نظری جامع و کمبود تحلیل راهبردی | تحلیل نظریه محور روابط با تأکید بر پیامدهای راهبردی |

منبع: (نگارنده)

۲. روش شناسی پژوهش

این پژوهش از رویکرد ترکیبی مطالعه تطبیقی-تاریخی^۱ و مورد پژوهی^۲ بهره می‌گیرد. این رویکرد ترکیبی، امکان بررسی عمیق یک مورد خاص را در کنار تحلیل تطبیقی و تاریخی فراهم می‌آورد. انتخاب این روش بر اساس ماهیت پیچیده و چندبُعدی موضوع پژوهش صورت گرفته که نیازمند درک عمیق زمینه‌ای و تاریخی است. مطالعه

1. Comparative-Historical Method
2. Case Study Method

تطبیقی-تاریخی به‌عنوان بخش اول این روش ترکیبی، دو عنصر اساسی مقایسه و تاریخ را با هم تلفیق می‌کند (Mahoney, 2004, p. 82).
 بعد تاریخی این پژوهش بر تحلیل تحولات زمانی تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا علیه ایران از سال ۲۰۱۰ تاکنون متمرکز است و شامل بررسی مراحل مختلف تحریم‌ها، تغییرات در طبیعت و دامنه آن‌ها و تحولات موازی در شکاف دیجیتال ایران می‌شود. این تحلیل تاریخی امکان شناسایی الگوهای تطبیق و واکنش ایران در برابر فشارهای فناورانه را در طول زمان فراهم می‌آورد. همچنین بعد تطبیقی پژوهش شامل مقایسه وضعیت ایران در دوره‌های مختلف قبل، حین و پس از اعمال تحریم‌های فناوری است که این مقایسه زمانی امکان ارزیابی تغییرات ساختاری در اکوسیستم دیجیتال ایران را فراهم می‌کند.

مطالعه موردی به‌عنوان بخش دوم روش ترکیبی، بر تحلیل عمقی ایران متمرکز است که به دلیل ویژگی‌های خاص خود، مورد مناسبی برای این پژوهش محسوب می‌شود (Gerring, 2011, p. 28). ایران به‌عنوان مورد پژوهشی انتخاب شده است؛ زیرا طولانی‌ترین سابقه تحریم‌های فناوری در جهان را دارد، ظرفیت‌های فناورانه قابل توجهی قبل از تحریم‌ها داشته و واکنش‌های تطبیقی متنوع و نوآورانه‌ای در برابر تحریم‌ها نشان داده و به‌عنوان قدرت منطقه‌ای تأثیر گسترده‌تری از تحریم‌ها متحمل شده است. مطالعه موردی ایران در چهار بعد ساختاری، کنشگری، اجتماعی و بین‌المللی انجام می‌شود که شامل تحلیل تغییرات در زیرساخت‌های فناوری، بررسی راهبردهای دولت و بخش خصوصی، ارزیابی تأثیرهای بر جامعه دیجیتال و تحلیل تغییرات در روابط فناورانه با سایر کشورها است.

تلفیق مطالعه تطبیقی-تاریخی و مورد پژوهی مزایای هر دو روش را فراهم می‌آورد و عمق تحلیل موردی را با گستردگی تاریخی ترکیب می‌کند. این روش ترکیبی امکان قرارگیری مورد خاص در زمینه تاریخی گسترده‌تر، شناسایی الگوهای تاریخی و پیش‌بینی روندهای آینده و کشف سازوکارهای علی پیچیده و چندسطحی را فراهم می‌کند. در کاربرد این روش برای موضوع پژوهش، امکان ردیابی تحولات تاریخی تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا علیه ایران، تحلیل تأثیر تدریجی بر شکاف دیجیتال، شناسایی الگوهای تطبیق و مقاومت و پیش‌بینی پیامدهای بلندمدت بر روابط ایران-اروپا فراهم می‌شود. جمع‌آوری داده‌ها بر اساس اسناد رسمی اتحادیه اروپا در خصوص تحریم‌های ایران، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی، اسناد سیاستی و برنامه‌های توسعه ایران و مطالعات آکادمیک و گزارش‌های تخصصی انجام می‌شود.



۳. چهارچوب نظری

تحلیل تأثیر تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا بر شکاف دیجیتال ایران نیازمند چهارچوب نظری چندوجهی است که قادر به درک پیچیدگی‌های لایه‌های مختلف این پدیده باشد. این پژوهش از تلفیق سه نظریه روابط بین‌الملل و اقتصاد سیاسی بین‌الملل بهره می‌گیرد: نظریه وابستگی پیچیده کوهن و نای، مفهوم قدرت ساختاری سوزان استرنج و نظریه جهش فناورانه. این تلفیق نظری امکان تحلیل هم‌زمان ابعاد سیاسی، اقتصادی و فناورانه موضوع را فراهم می‌آورد.

نظریه وابستگی پیچیده که توسط کوهن و نای ابتدا در دهه ۱۹۷۰ توسعه ارائه شد و سپس در بازنگری ۱۹۸۷ تکمیل شد؛ چهارچوب بنیادی برای درک تحولات روابط بین‌الملل در عصر جهانی‌سازی ارائه می‌دهد (Keohane & Nye, 2009). این نظریه بر سه ویژگی اساسی استوار است که در مورد ایران کاربرد مستقیم دارد. نخست وجود کانال‌های متعدد ارتباط میان جوامع که شامل روابط میان‌دولتی، فرادولتی و فراملی است؛ دوم، عدم وجود سلسله‌مراتب واضح مسائل و تغییر دائمی اولویت‌ها و سوم، کاهش نقش نیروی نظامی به‌عنوان ابزار سیاسی که منجر به برجستگی ابزارهای اقتصادی و فناورانه مانند تحریم‌ها شده است (Keohane & Nye, 2009, p. 19). دو معیار اول در مورد ایران نشان‌دهنده چگونگی عمل تحریم‌های فناوری از طریق شبکه‌های پیچیده تجاری، علمی و فناوری و تعامل پیچیده میان مسائل هسته‌ای، اقتصادی و فناورانه است که هرکدام بر دیگری تأثیر می‌گذارند.

این نظریه در تحولات معاصر توسط فارل و نیومن تکمیل شده و حاصل آن تولد مفهوم «وابستگی تسلیح‌شده»^۱ است که نشان می‌دهد چگونه قدرت‌های بزرگ از موقعیت مرکزی خود در شبکه‌های جهانی برای اعمال فشار استفاده می‌کنند (Farrell & Newman, 2019, p. 45). در مورد تحریم‌های فناوری علیه ایران، این مفهوم توضیح می‌دهد چگونه اتحادیه اروپا و ایالات متحده از کنترل نقاط کلیدی زیرساخت فناورانه جهانی برای محدود کردن دسترسی ایران استفاده می‌کنند. وابستگی پیچیده در اقتصاد سیاسی معاصر به‌گونه‌ای عمل می‌کند که کشورها نمی‌توانند به‌راحتی از شبکه‌های جهانی خارج شوند (Farrell & Newman, 2019, p. 48).

مفهوم قدرت ساختاری سوزان استرنج، بُعد دوم چهارچوب نظری این پژوهش را تشکیل می‌دهد و توضیح می‌دهد چگونه تحریم‌های فناوری فراتر از محدودیت‌های

ساده تجاری عمل می‌کنند (Strange, 2015, p. 33). استرنج قدرت ساختاری را توانایی تشکیل و تعیین ساختارهای اقتصاد سیاسی جهانی تعریف می‌کند که در چهار بُعد اساسی تجلی می‌یابد: امنیت، تولید، مالی و دانش (Strange, 2015, p. 52). در مورد تحریم‌های فناوری علیه ایران، بُعد دانش این نظریه حائز اهمیت ویژه است؛ زیرا کنترل بر جریان فناوری، دسترسی به دانش فنی و شبکه‌های تحقیق و توسعه بخش مهمی از اعمال قدرت ساختاری محسوب می‌شود.

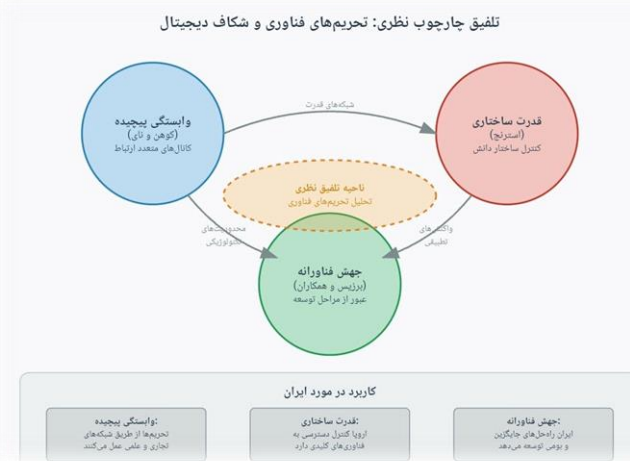
نظریه قدرت ساختاری استرنج چهارچوب مفیدی برای ترکیب بینش‌های اقتصاد، سیاست و روابط بین‌الملل ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد چگونه قدرت از طریق کنترل ساختارها اعمال می‌شود نه صرفاً از طریق منابع (Strange, 2015, p. 52). در مورد ایران، این بدان معناست که تحریم‌های فناوری نه تنها دسترسی مستقیم به فناوری‌های خاص را محدود می‌کنند، بلکه ساختار کلی توسعه فناوریانه کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهند و موقعیت آن در سلسله‌مراتب جهانی دانش و فناوری را تعیین می‌کنند.

نظریه جهش فناوریانه سومین رکن چهارچوب نظری این پژوهش است و امکان درک واکنش‌های تطبیقی ایران در برابر تحریم‌های فناوری را فراهم می‌آورد. این مدل که ریشه در نظریه‌های «رشد درون‌زا»^۱ دارد؛ توضیح می‌دهد چگونه کشورهای در حال توسعه می‌توانند از مراحل میانی توسعه فناوریانه عبور کرده به صورت مستقیم به فناوری‌های پیشرفته دست یابند (Brezis, & et al, 1993, p. 1212). در مورد ایران، مفهوم جهش فناوریانه توضیح می‌دهد چگونه تحریم‌های فناوری می‌توانند برخلاف انتظارات اولیه، انگیزه‌ای برای نوآوری و توسعه راه‌حل‌های جایگزین باشند. برزیس و همکاران بر این نکته تأکید کرده‌اند که جهش فناوریانه برای کشورهای در حال توسعه نه تنها امکان‌پذیر است؛ بلکه در شرایط خاص ضروری نیز محسوب می‌شود (Brezis, & et al, 1993, p. 1218). این امر به‌ویژه در زمینه فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات کاربرد دارد؛ چراکه امکان عبور از زیرساخت‌های سنتی و دستیابی مستقیم به راه‌حل‌های پیشرفته را فراهم می‌کند.

تلفیق این سه نظریه چهارچوب جامعی برای تحلیل موضوع این پژوهش ارائه می‌دهد. بر این اساس وابستگی پیچیده زمینه کلی روابط ایران-اروپا را توضیح می‌دهد؛ قدرت ساختاری سازوکار اعمال تحریم‌های فناوری را تبیین می‌کند و جهش فناوریانه امکان واکنش‌های تطبیقی ایران را پیش‌بینی می‌کند. این چهارچوب ترکیبی نشان



می‌دهد که تحريم‌های فناوری نه به‌عنوان ابزار ساده فشار اقتصادی، بلکه به‌مثابه سازوکار پیچیده بازآرایی قدرت در عصر ديگيتال عمل می‌کنند. کاربرد این چهارچوب در مورد ایران نشان می‌دهد که تحريم‌های فناوری اتحادیه اروپا در کوتاه‌مدت منجر به تعمیق شكاف ديگيتال می‌شوند؛ اما در بلندمدت ممکن است زمینه‌ساز فرایندهای جهش فناورانه باشند که موقعیت نسبی ایران در ساختار قدرت جهانی را تغییر دهند. این فرایند دوگانه نشان‌دهنده پیچیدگی روابط قدرت در عصر ديگيتال است که نتایج آن همواره قابل پیش‌بینی نیست و ممکن است برخلاف اهداف اولیه سیاست‌گذاران عمل کند. در شکل (۱)، شیوه ترکیب این سه نظریه و رسیدن به مدل تحلیل مقاله ترسیم شده است.



شکل ۱: تلفیق چهارچوب نظری

۴. چهارچوب تاریخی-تطبیقی تحريم‌های فناوری اتحادیه اروپا علیه ایران

تحليل تاریخی تحريم‌های فناوری اتحادیه اروپا علیه ایران مسیری پیچیده و تکاملی را آشکار می‌سازد که از محدودیت‌های ساده تجاری آغاز شده و به نظامی پیچیده از کنترل فناورانه تبدیل شده است. این تحول تاریخی نه تنها منعکس‌کننده تغییر در ماهیت روابط ایران-اروپا است؛ بلکه نشان‌دهنده تحولی عمیق‌تر در مفهوم قدرت و ابزارهای اعمال آن محسوب می‌شود. درک این مسیر تاریخی برای فهم چگونگی شکل‌گیری شكاف ديگيتال معاصر ایران و پیش‌بینی روندهای آتی ضروری است.

ریشه‌های تحریم‌های فناوری اروپا علیه ایران را می‌توان در دهه ۱۹۸۰ و پس از انقلاب اسلامی جستجو کرد؛ اما شکل مدرن این تحریم‌ها با تصویب قطعنامه ۱۷۳۷ شورای امنیت سازمان ملل متحد در دسامبر ۲۰۰۶ آغاز شد. این قطعنامه که در پاسخ به نگرانی‌های بین‌المللی در خصوص برنامه هسته‌ای ایران تصویب شد؛ بنیان‌های اولیه محدودیت‌های فناورانه را بنا نهاد و منع تأمین مواد، تجهیزات و فناوری‌های مرتبط با هسته‌ای را مقرر کرد (Dupont, 2012, p. 303). اتحادیه اروپا این محدودیت‌های بین‌المللی را نه تنها پذیرفت؛ بلکه در مواردی فراتر از آن عمل کرد و زمینه را برای توسعه تدریجی رژیم تحریمی پیچیده‌تری فراهم آورد.

دوره واقعی تشدید و گسترش تحریم‌های فناوری با تصویب تصمیم ۲۰۱۰/۴۱۳ شورای اتحادیه اروپا در ژوئیه ۲۰۱۰ آغاز شد؛ که در پاسخ به قطعنامه ۱۹۲۹ شورای امنیت سازمان ملل اتخاذ گردید (Council Decision 2010/413/CFSP, 2010, p. 1). این تصمیم نقطه عطفی در تاریخ تحریم‌های فناوری محسوب می‌شود؛ زیرا برای نخستین بار مفهوم «فناوری‌های با کاربرد دوگانه»^۱ را به‌عنوان هدف اصلی تحریم‌ها مطرح کرد. فناوری‌های با کاربرد دوگانه که می‌توانند هم در کاربردهای غیرنظامی و هم نظامی استفاده شوند؛ محور جدیدی از کنترل‌های صادراتی را تشکیل دادند که تأثیرات آن فراتر از بخش هسته‌ای بوده و زمینه‌های گسترده‌تری از فناوری‌های نوین را در بر گرفت.

سال ۲۰۱۲ شاهد تکمیل این چهارچوب تحریمی با تصویب مقررات شماره ۲۰۱۲/۲۶۷ اتحادیه اروپا بود که سیستم جامعی از محدودیت‌های فناورانه را مستقر ساخت (Council Regulation, 2012). این مقررات نه تنها فهرست گسترده‌تری از فناوری‌های ممنوع را ارائه داد؛ بلکه سازوکارهای نظارتی و اجرایی پیچیده‌ای را نیز به همراه داشت که شرکت‌های اروپایی را ملزم به رعایت دقیق این محدودیت‌ها می‌نمود. در این دوره، تحریم‌های فناوری از حالت ابزار جانبی سیاست خارجی به یکی از محوری‌ترین اهرم‌های فشار اروپا علیه ایران تبدیل شد. دوره ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵ را می‌توان عصر طلایی تحریم‌های فناوری نامید که در آن محدودیت‌ها به حداکثر خود رسیدند و طیف پیچیده‌ای از ابعاد فناورانه را در بر گرفتند. برای درک عمق این تحریم‌ها، باید آن‌ها را در شش دسته اصلی طبقه‌بندی کرد که هرکدام سازوکار خاص خود را داشتند.



۱. تحریم‌های تجهیزات سخت‌افزاری که مستقیم‌ترین شکل محدودیت‌های فناورانه بودند. بر اساس فهرست‌های ضمیمه سوم و چهارم مقررات ۲۰۱۲/۲۶۷ اتحادیه اروپا، صادرات طیف وسیعی از تجهیزات ممنوع شد که شامل سرورهای بالای ۱۰ ترافلاپس، تجهیزات شبکه با ظرفیت بالای ۱۰ گیگابیت بر ثانیه و حتی رایانه‌های شخصی پردازنده‌های بالای ۳ گیگاهرتز می‌شد (Council Regulation, 2012, p. 75-83).
 ۲. تحریم‌های نرم‌افزاری و خدمات دیجیتال که شاید پیچیده‌ترین شکل محدودیت‌ها بودند؛ زیرا مرزهای مشخصی نداشتند (Peterson, 2021, p. 1823).
 ۳. تحریم‌های فناوری‌های با کاربرد دوگانه که هسته اصلی سیاست اروپا را تشکیل می‌دادند و بر اساس فهرست کنترل صادرات اتحادیه اروپا تنظیم شده بودند. این فهرست شامل ۴۸۲ قلم فناوری بود که از میکروپردازنده‌ها و حسگرها گرفته تا نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و تجهیزات تولید نیمه‌هادی را در برمی‌گرفت (Council Regulation, 2012).
 ۴. تحریم‌های دانش فنی که شاید خیلی کم به آن توجه شد؛ اما مؤثرترین شکل محدودیت‌ها بودند. این تحریم‌ها نه تنها انتقال فناوری بلکه آموزش، مشاوره فنی و حتی شرکت در کنفرانس‌های علمی را ممنوع می‌کردند. دانشگاه‌های اروپایی مجبور شدند پذیرش دانشجویان ایرانی در رشته‌های حساس مانند هسته‌ای، هوافضا و مهندسی شیمی را متوقف کنند.
 ۵. تحریم‌های مالی مرتبط با فناوری که کانال تأمین مالی پروژه‌های فناورانه را مسدود می‌کردند. بانک‌های اروپایی حتی پرداخت هزینه لایسنس نرم‌افزارهای عمومی را نیز متوقف کردند.
 ۶. تحریم‌های زیرساخت دیجیتال که در سال‌های اخیر اضافه شدند و هدف آن کنترل اینترنت ایران بود.
- تحریم‌های ثانویه ایالات متحده این محدودیت‌ها را چندین برابر تشدید کرد. شرکت‌های اروپایی که حتی کوچک‌ترین فعالیت در بازار آمریکا داشتند؛ از ترس مجازات ۱۰ میلیارد دلاری، سیاست کاهش ریسک را در پیش گرفتند. برای مثال، شرکت زیمنس بعد از اعمال جریمه ۸ میلیون دلاری به دلیل حضور در بازار ایران؛ تصمیم به خروج گرفت.
- با برجام در ژوئیه ۲۰۱۵ دوره جدیدی آغاز شد؛ اما بازگشت شرکت‌های اروپایی به بازار ایران آهسته و محتاطانه بود. حتی پس از روز اجرا در ژانویه ۲۰۱۶، بسیاری

از شرکت‌ها همچنان نگران بودند. شرکت توتال فرانسه که قرارداد توسعه فاز ۱۱ پارس جنوبی را امضا کرده بود؛ سرمایه‌گذاری محدودی انجام داد و در نهایت پس از خروج آمریکا از برجام، این پروژه را رها کرد. ایرباس که قراردادی برای فروش ۱۱۸ فروند هواپیما به ایران امضا کرده بود؛ تنها تعداد محدودی را تحویل داد و بقیه لغو شد. این نمونه‌ها نشان می‌دهد که حتی در دوره رفع تحریم‌ها، عدم اطمینان سیاسی مانع جدی برای بازسازی روابط فناورانه بود.

خروج یک‌جانبه ایالات متحده از برجام در می ۲۰۱۸ و بازگشت تحریم‌ها، اتحادیه اروپا را در وضعیت دشواری قرار داد. علی‌رغم تلاش‌های اولیه برای حفظ برجام و ایجاد مکانیسم‌هایی مانند اینستکس^۱ برای تداوم تجارت مشروع، فشارهای ثانویه آمریکا بر شرکت‌های اروپایی چنان شدید بود که بسیاری از آن‌ها ترجیح دادند از بازار ایران خارج شوند (Peterson, 2021, p. 1839). این دوره نشان داد که در عصر جهانی‌سازی اقتصادی، حتی قدرت‌های بزرگی مانند اتحادیه اروپا نیز در برابر قدرت ساختاری ایالات متحده در سیستم مالی و فناورانه جهانی آسیب‌پذیر هستند.

از سال ۲۰۱۹ به بعد، تحریم‌های فناوری وارد فاز جدیدی شدند که در آن مسائل حقوق بشر و فناوری‌های نظارتی نیز به محورهای اصلی تبدیل شدند. اتحادیه اروپا رژیم تحریمی جداگانه‌ای برای نقض حقوق بشر در ایران ایجاد کرد که شامل محدودیت صادرات تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات قابل استفاده برای سرکوب داخلی بود و زمینه قانونی آن قبلاً در سال ۲۰۱۱ فراهم شده بود (Council Decision 2011/235/CFSP, 2011, p. 1). این تحول نشان‌دهنده گسترش مفهوم تحریم‌های فناوری از ابزار کنترل تسلیحات به سازوکار حمایت از ارزش‌های دموکراتیک بود.

پس از اعتراضات ۲۰۲۲ در ایران و پاسخ دولت، تحریم‌های فناوری اروپا بار دیگر تشدید شد و این بار تمرکز اصلی بر فناوری‌های نظارت و کنترل اینترنت قرار گرفت (Bromley, 2023, p. 645). تحریم شرکت‌هایی مانند آبر آروان که در توسعه زیرساخت اینترنت ملی ایران نقش داشتند؛ نشان‌دهنده ورود تحریم‌های فناوری به عمق زیرساخت‌های دیجیتال کشور بود. با این حال، لغو بعدی تحریم‌های این شرکت نشان داد که اجرای تحریم‌های فناوری در عصر دیجیتال پیچیدگی‌هایی دارد که گاهی منجر به نتایج غیرمنتظره می‌شود.



جنگ اوکراین و استفاده روسیه از پهپادهای ایرانی مصادیق مشخص و تکان‌دهنده‌ای از شکست تحریم‌های فناوری ارائه داد. زمانی که پهپادهای شاهد ۱۳۶ و مهاجر ۶ ایرانی در اوکراین سرنگون شدند؛ تجزیه قطعات آن‌ها حقایق شگفت‌انگیزی آشکار ساخت. در پهپاد شاهد ۱۳۶، محققان اوکراینی ۴۰ قطعه خارجی شناسایی کردند که شامل تراشه‌های طراحی شده توسط آنالوگ دیوایسز آمریکا، نگرزاس اینسترومنتس و حتی چیپ‌های نوکیشن سوئیسی ساخت یو-بلاکس بود (CNN, 2023). نکته جالب‌تر آن بود که برخی از این تراشه‌ها حتی پس از ۲۰۲۰ تولید شده بودند، نشان از عمق شکست سیستم کنترل صادرات فناوری بودند (وطنی و زمانیان، ۱۴۰۱). این کشفیات نشان می‌داد که ایران نه تنها توانسته محدودیت‌های تحریم را دور بزند؛ بلکه شبکه پیچیده‌ای از واسطه‌ها و کشورهای ثالث برای تأمین قطعات مورد نیاز ایجاد کرده است. کشورهایی مانند ترکیه، امارات و حتی شرکت‌های مستقر در مناطق آزاد تجاری اروپا به‌عنوان کانال‌های دور زدن تحریم عمل می‌کردند.

این کشفیات منجر به واکنش فوری اتحادیه اروپا شد. در نوامبر ۲۰۲۴، شورای اروپا فهرست جدیدی از محدودیت‌ها تصویب کرد که شامل ممنوعیت صادرات کالاهایی بود که در تولید موشک‌ها و پهپادها استفاده می‌شوند. این فهرست حتی شامل قطعات بسیار عمومی مانند میکروپردازنده‌ها، حسگرهای ژيروسکوپی و حتی باتری‌های لیتیومی مشخص شد. شرکت‌های اروپایی نیز ملزم به نظارت دقیق‌تر بر زنجیره تأمین خود شدند و سیستم‌های پیچیده‌ای برای ردیابی مقصد نهایی محصولات خود پیاده کردند (Cuncil Decision (CFSP) 2024/2894, 2024, pp. 6-8). واکنش ایران به این تشدید جدید تحریم‌ها نیز نمونه‌های مشخصی از جهش فناورانه ارائه داد. شرکت‌های ایرانی شروع به طراحی مجدد محصولات خود بر پایه قطعات در دسترس کردند.

تحلیل این مسیر تاریخی الگوهای مشخصی را آشکار می‌سازد که برای درک تأثیرات آتی حائز اهمیت است. نخست، تحریم‌های فناوری به تدریج از ابزار محدود کنترل تسلیحات به سیستم جامع کنترل توسعه فناورانه تبدیل شده‌اند. هر دوره تشدید تحریم‌ها با واکنش‌های تطبیقی ایران همراه بوده که منجر به توسعه ظرفیت‌های بومی و کاهش وابستگی به فناوری‌های خارجی گردیده است. سوم، اجرای مؤثر تحریم‌های فناوری در عصر دیجیتال با چالش‌های فزاینده‌ای مواجه است که اثربخشی آن‌ها را کاهش می‌دهد. این تحولات تاریخی زمینه‌ساز شکل‌گیری وضعیت معاصر شده‌اند که در آن ایران علی‌رغم محدودیت‌های گسترده، توانسته ظرفیت‌های قابل توجهی در زمینه فناوری‌های دیجیتال، موشکی و حتی هوافضا توسعه دهد.

۵. تحلیل ابعاد شکاف دیجیتال ناشی از تحریم‌های فناوری

درک عمق تأثیر تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا بر جامعه ایران مستلزم تحلیل دقیق شکاف دیجیتال است که در سه بُعد اساسی تجلی می‌یابد. این سه بعد همچون لایه‌های درهم‌تنیده‌ای عمل می‌کنند که هر کدام بر دیگری تأثیر گذاشته و در مجموع تصویری پیچیده از محرومیت دیجیتال ایجاد می‌کنند. شناخت این ابعاد نه تنها برای فهم وضعیت کنونی ضروری است؛ بلکه کلید درک چگونگی شکل‌گیری واکنش‌های تطبیقی و مسیرهای جهش فناورانه در ایران محسوب می‌شود. شکاف در دسترسی به زیرساخت‌های دیجیتال عمیق‌ترین و بنیادی‌ترین لایه این مسئله است که ریشه در محدودیت‌های فیزیکی و فناورانه دارد. این بُعد از شکاف دیجیتال مانند بنیان ساختمانی عمل می‌کند که اگر آسیب ببیند؛ تمام طبقات بالایی نیز دچار مشکل خواهند شد. تحریم‌های فناوری اروپا این بنیان را در چندین جبهه هدف قرار داده‌اند؛ که نتایج آن در آمارهای رسمی نیز قابل مشاهده است.

گزارش انجمن تجارت الکترونیک تهران نشان می‌دهد که کیفیت اینترنت ایران در شاخص جهانی از رتبه ۷۸ در سال ۲۰۱۰ به رتبه ۹۷ از ۱۰۰ در سال ۲۰۲۵ سقوط کرده است (کیفیت اینترنت در ایران، ۲۰۲۵). این تنزل نه تنها منعکس‌کننده کاهش سرعت اینترنت است؛ بلکه نشان‌دهنده عقب‌ماندگی ایران از پیشرفت‌های جهانی در زیرساخت دیجیتال نیز هست. زمانی که کشورهای منطقه مانند ترکیه و امارات به شبکه‌های فایو-جی^۱ گذار کردند؛ ایران همچنان با محدودیت‌های فور-جی^۲ دست‌وپنجه نرم می‌کند. محدودیت دسترسی به تجهیزات پیشرفته شبکه‌سازی، تأثیری مستقیم بر توسعه زیرساخت ملی اینترنت داشته است. شرکت ایرانسل که بزرگ‌ترین اپراتور تلفن همراه کشور است؛ پس از قطع همکاری با نوکیا و اریکسون، مجبور به استفاده از تجهیزات چینی شد که اگرچه قابلیت‌های مناسبی داشتند؛ اما از نظر کیفیت پوشش و کارایی انرژی با استانداردهای اروپایی قابل مقایسه نبودند (Salamatian, & Et al, 2021, p. 8). این تغییر نه تنها کیفیت خدمات را کاهش داد؛ بلکه زمان لازم برای آموزش نیروی انسانی و تطبیق با فناوری‌های جدید را نیز بیشتر داد.

در حوزه دسترسی به خدمات ابری بین‌المللی، محدودیت‌ها، تأثیرات عمیق‌تری داشته‌اند. بیش از ۶۰ درصد کسب‌وکارهای ایرانی قادر به دسترسی به سرویس‌های

1. 5G

2. 4G



آمازون^۱، مایکروسافت^۲، گوگل کلود^۳ و ... نیستند (Jami Pour, & Et, 2025, p. 176). این محدودیت منجر به محرومیت کسب‌وکارهای کوچک و متوسط که قدرت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های خصوصی را ندارند؛ شده است. موضوع زمانی پیچیده‌تر می‌شود؛ که به پروتکل‌های اینترنتی می‌رسیم. مطالعه مؤسسه جامعه اینترنت نشان می‌دهد که ایران دسترسی محدودی به پروتکل‌های مدرن مانند «اچ.تی.تی.پی/۳»^۴ و «کیو.یو.آی.سی»^۵ دارد که سرعت اینترنت را تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهند (Payande, 2024). این محدودیت‌ها نه به دلیل فیلترینگ داخلی، بلکه به دلیل عدم دسترسی به سرورهای پشتیبان این پروتکل‌ها در شبکه‌های توزیع محتوای جهانی است که تحت کنترل شرکت‌های آمریکایی و اروپایی قرار دارند.

شکاف دوم که در مهارت‌های دیجیتال تجلی می‌یابد؛ لایه پیچیده‌تری از مسئله را تشکیل می‌دهد که ریشه در محدودیت‌های آموزشی و دسترسی به دانش روز دارد. این بُعد از شکاف مانند حلقه گمشده‌ای عمل می‌کند که حتی اگر زیرساخت‌ها در دسترس باشند، عدم مهارت کافی مانع از استفاده بهینه می‌شود. تحریم‌های فناوری تأثیر خود را در این زمینه از طریق محدود کردن دسترسی به آموزش‌های تخصصی و پلتفرم‌های یادگیری آنلاین نشان داده‌اند. این کاهش نه تنها به دلیل محدودیت‌های روایتی، بلکه به دلیل محدودیت‌های آموزشی در رشته‌هایی است که به‌عنوان حساس طبقه‌بندی شده‌اند. در نتیجه، بسیاری از جوانان مستعد ایرانی از دسترسی به آخرین دستاوردهای علمی و فناوریانه محروم مانده‌اند.

مسئله در سطح داخلی نیز پیچیدگی‌های خاص خود را دارد. عدم دسترسی اساتید دانشگاه‌ها به جدیدترین نرم‌افزارهای آموزشی و سکوه‌های آنلاین باعث شده محتوای آموزشی با سرعت کمتری به‌روزرسانی شود. گزارش سازمان سنجش آموزش کشور نشان می‌دهد که میانگین سن نرم‌افزارهای آموزشی مورد استفاده در دانشگاه‌های ایران ۵/۳ سال است، در حالی که این رقم در دانشگاه‌های اروپایی ۱/۸ سال محاسبه شده است (منتظر و فرازکیش، ۱۴۰۱: ۱۰۷). این شکاف زمانی در عصری که فناوری به‌سرعت تغییر می‌کند؛ می‌تواند تأثیرات بلندمدت بر کیفیت نیروی انسانی کشور داشته باشد. در حوزه آموزش‌های حرفه‌ای نیز مشکلات مشابهی وجود دارد. پلتفرم‌های

-
1. Amazon Web Services
 2. Microsoft Azure
 3. Google Cloud Platform
 4. HTTP/3
 5. QUIC

معتبر آموزش آنلاین مانند کورسرا^۱، ادکس^۲ و غیره، دسترسی محدودی به کاربران ایرانی دارند؛ به‌ویژه در دوره‌هایی که شامل فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و امنیت سایبری می‌شوند. این محدودیت باعث شده کاربران ایرانی برای به‌روزرسانی مهارت‌های خود با چالش‌های جدی مواجه شوند و اغلب مجبور به اتکا بر منابع غیررسمی یا کهنه باشند.

شکاف سوم که در استفاده از خدمات دیجیتال نمایان می‌شود، پیچیده‌ترین و چندانوجهی‌ترین بُعد مسئله است که نتیجه تلاقی دو شکاف قبلی محسوب می‌شود. تحریم‌های فناوری تأثیر خود را در این زمینه از طریق محدود کردن دسترسی به سکوهای جهانی و خدمات پیشرفته دیجیتال نشان داده‌اند. در حوزه کسب‌وکار الکترونیکی، آمار اتاق بازرگانی ایران نشان می‌دهد که تنها ۷ درصد کسب‌وکارهای کوچک و متوسط ایران در مقایسه با ۴۸ درصد در ترکیه و ۵۶ درصد در امارات قادر به استفاده از پلتفرم‌های تجارت الکترونیک بین‌المللی هستند (افزایش سهم بازار، ۱۴۰۳). این محدودیت نه تنها به دلیل مسائل فنی بلکه به دلیل عدم دسترسی به سیستم‌های پرداخت بین‌المللی و پلتفرم‌های تبلیغاتی دیجیتال است؛ که تحت کنترل شرکت‌های آمریکایی و اروپایی قرار دارند.

مسئله در حوزه خدمات مالی دیجیتال نیز ابعاد گسترده‌ای دارد. علی‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه در توسعه نظام‌های پرداخت داخلی، کاربران ایرانی همچنان نمی‌توانند از خدمات مالی پیشرفته‌ای مانند پرداخت‌های بین‌المللی دیجیتال، سرمایه‌گذاری در بازارهای جهانی یا حتی خرید نرم‌افزارهای تخصصی استفاده کنند. این موضوع روی کاهش حجم تراکنش‌های تجاری بین‌المللی ایران تأثیر سوء دارد (Arsanjani, & Et al, 2019, p. 409).

در حوزه سرگرمی و رسانه‌های دیجیتال، محدودیت‌ها، تأثیرات فرهنگی گسترده‌ای داشته‌اند. عدم دسترسی به سکوهای پخش آنلاین مانند نتفلیکس^۳، اسپاتیفای^۴ و غیره باعث شد کاربران ایرانی از تنوع محتوای جهانی محروم بمانند و اغلب به جایگزین‌های محلی متوسل شوند که کیفیت و تنوع کمتری دارند. این موضوع به‌ویژه بر نسل جوان تأثیر گذاشته که بخش قابل توجهی از تعاملات اجتماعی و فرهنگی آن‌ها در فضای دیجیتال شکل می‌گیرد. با این حال، تحلیل دقیق‌تر نشان می‌دهد که این شکاف‌ها در

-
1. Coursera
 2. edX
 3. Netflix
 4. Spotify



همه جای جامعه یکسان نیستند و الگوهای پیچیده‌ای از نابرابری را نشان می‌دهند. شکاف دیجیتال میان مناطق شهری و روستایی، طبقات مختلف اجتماعی و گروه‌های سنی متفاوت است. این نابرابری‌ها نشان می‌دهند که تحریم‌های فناوری نه به صورت یکنواخت بلکه به گونه‌ای عمل کرده‌اند که برخی گروه‌ها بیش از دیگران آسیب دیده‌اند. در نهایت، تحلیل این سه بُعد شکاف دیجیتال نشان می‌دهد که تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا تأثیری عمیق و چندلایه بر جامعه ایران داشته‌اند که فراتر از اهداف اولیه سیاسی بوده است. این تأثیرات نه تنها موانعی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی ایجاد کرده‌اند؛ بلکه زمینه‌ساز تحولات غیرمنتظره‌ای نیز شده‌اند که در بخش‌های بعدی این مقاله به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

۶. تأثیر تحریم‌ها بر روابط دوجانبه ایران-اتحادیه اروپا

تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا، بازتابی از تحول بنیادین در ماهیت روابط قدرت در عصر دیجیتال محسوب می‌شوند. مفهوم قدرت ساختاری سوزان استرنج که قدرت را نه در توانایی اعمال زور مستقیم، بلکه در ظرفیت شکل‌دهی به قوانین بازی و ساختارهای بین‌المللی تعریف می‌کند (Strange, 2015, p. 22)؛ چهارچوب مناسبی برای درک انگیزه‌های اتحادیه اروپا فراهم می‌آورد. بر پایه این نظریه، اتحادیه اروپا از طریق تحریم‌های فناوری در تلاش است تا کنترل خود بر ساختار دانش^۱ و ساختار تولید^۲ در سطح بین‌المللی را حفظ کند.

تحریم شرکت ایرانی ابر آروان در نوامبر ۲۰۲۲ و سپس حذف آن از فهرست تحریم‌ها در سال ۲۰۲۴، نمونه‌ای بارز از تلاش اروپا برای کنترل ساختار دانش است (Alimardani, 2024). این شرکت که نقش محوری در توسعه «شبکه ملی اطلاعات» ایران داشت؛ هدف تحریم قرار گرفت تا اتحادیه اروپا بتواند بر جریان اطلاعات و دانش فناورانه کنترل اعمال کند. اما تصمیم بعدی برای حذف این شرکت از فهرست، نشان‌دهنده محدودیت‌های ساختاری قدرت اروپا در حوزه فناوری است. در ساختار تولید نیز، ممنوعیت صادرات قطعات حساس برای تولید پهپادها و موشک‌ها که در بسته تحریمی مه ۲۰۲۴ گنجانده شد؛ تلاشی برای محدود کردن ظرفیت تولیدی ایران در حوزه‌های راهبردی است (EU Sanctions against Iran, 2025)؛ اما این اقدامات با چالش اساسی مواجه می‌شوند: ایران در طول سال‌های اخیر توانسته است ظرفیت‌های جایگزین تولید در

1. Knowledge Structure
2. Production Structure

حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی و فناوری‌های پیشرفته ایجاد کند که استقلال آن از شبکه‌های فناورانه کنترل‌شده توسط اروپا را افزایش داده است.

از سوی دیگر کوهن و نای در نظریه وابستگی پیچیده بر این نکته تأکید دارند؛ که در دنیای مدرن، روابط قدرت از طریق شبکه‌های پیچیده وابستگی متقابل شکل می‌گیرد. تحریم‌های فناوری اروپا در واقع تلاشی برای قطع بخشی از این شبکه است؛ اما پیامدهای غیرمنتظره‌ای در پی داشته است (Farrell & Newman, 2019, p. 53). قطع دسترسی ایران به شبکه سوئیفت در سال ۲۰۱۲ و محدودیت‌های بعدی، ایران را وادار کرد تا مسیرهای جایگزین برای تعاملات مالی و فناورانه خود جستجو کند. مهم‌ترین پیامد این فرایند، گرایش روزافزون ایران به شراکت شرقی، به‌ویژه با چین و روسیه بوده است. عضویت کامل ایران در سازمان همکاری شانگهای در سال ۲۰۲۳ و گسترش همکاری‌های فناورانه با چین در حوزه هوش مصنوعی و فناوری‌های پیشرفته، نشان‌دهنده شکل‌گیری شبکه‌های جایگزین وابستگی است. کنفرانس «کریدور ایران ۲۰۲۵» که در فوریه ۲۰۲۵ در دبی برگزار شد؛ بر ظرفیت‌های فناورانه ایران در زیرساخت‌های دیجیتال تأکید کرد و نقش آن به‌عنوان محور منطقه‌ای فناوری را برجسته ساخت (Silicon Persia, 2025).

این تحول در ساختار وابستگی، پیامدهای مهمی برای اروپا داشته است. درحالی‌که اتحادیه اروپا امیدوار بود از طریق تحریم‌های فناوری، ایران را به تغییر سیاست‌هایش وادار کند؛ در عمل شاهد کاهش نفوذ و اهرم فشار خود بوده است. گزارش «مؤسسه کلینگندال»^۱ در سال ۲۰۲۴ این وضعیت را «حرکت به‌سوی بی‌اهمیتی» توصیف کرده و تأکید می‌کند که اروپا از منظر ایران، دیگر بازیگری مستقل در خاورمیانه محسوب نمی‌شود (Azizi & van Veen, 2024). فراتر از این سلسله‌ای از نقاط عطف - ناتوانی اتحادیه اروپا در اجرای معنادار توافق هسته‌ای، حمایت نظامی ایران از روسیه در اوکراین و حمایت نظامی-سیاسی چندین کشور اروپایی از اسرائیل در جریان جنگ ۱۲ روزه، روابط ایران و اتحادیه اروپا که بر پایه منافع متقابل بود را به یک رویارویی ژئوپلیتیکی نوظهور تبدیل کرده است (Azizi & van Veen, 2024).

مدل جهش فناورانه که نحوه عبور کشورهای در حال توسعه از مراحل معمول توسعه فناورانه را تبیین می‌کند؛ چهارچوب مناسبی برای تحلیل واکنش ایران به تحریم‌های فناوری فراهم می‌آورد. تحریم‌ها درعین‌حال که محدودیت‌هایی بر



دسترسی ایران به فناوری‌های پیشرفته اعمال کرده، انگیزه قوی برای توسعه ظرفیت‌های داخلی و جهش فناورانه ایجاد کرده‌اند. تأسیس سازمان ملی هوش مصنوعی در جولای ۲۰۲۴ و اختصاص ۱۱۵ میلیون دلار برای تحقیقات هوش مصنوعی در آغاز سال ۲۰۲۵، نشان‌دهنده تلاش منسجم ایران برای جهش فناورانه است (Silicon Persia, 2025). رونمایی از نمونه اولیه پلتفرم ملی هوش مصنوعی در مارس ۲۰۲۵ و برنامه‌ریزی برای ایجاد نخستین پارک تخصصی هوش مصنوعی در تهران، گامی مهم در جهت ایجاد اکوسیستم فناورانه مستقل است.

این جهش فناورانه در حوزه‌های مختلف قابل مشاهده است. در بخش بیوتکنولوژی، شرکت‌هایی چون سیناژن که از دهه ۱۹۹۰ فعالیت خود را آغاز کرده‌اند؛ توانسته‌اند با وجود تحریم‌ها، محصولات پیشرفته تولید کنند (Heshmati & Dibaji, 2019, p. 559). در حوزه نیمه‌هادی نیز، شرکت پارس نیمه‌هادی در سال ۲۰۰۶ موفق به طراحی و تولید نخستین میکروپروسور ۳۲ بیتی داخلی شد که نمونه‌ای از جهش فناورانه در شرایط تحریم محسوب می‌شود.

تحلیل تأثیرات تحریم‌های فناوری از منظر سه نظریه مطرح‌شده، الگویی پیچیده از تغییرات ساختاری را آشکار می‌سازد. در سطح قدرت ساختاری، اروپا علی‌رغم حفظ کنترل بر بخش‌هایی از ساختارهای جهانی فناوری، شاهد کاهش تدریجی نفوذ خود بر ایران بوده است. این امر ناشی از توانایی ایران در ایجاد ساختارهای موازی و جایگزین است که وابستگی آن به شبکه‌های کنترل‌شده توسط اروپا را کاهش داده است. از منظر وابستگی پیچیده، شکل‌گیری شبکه‌های جدید تعامل با محوریت شرق، ماهیت روابط قدرت در منطقه را دگرگون کرده است. این تحول نه تنها اهرم فشار اروپا بر ایران را کاهش داده، بلکه منافع اروپا در منطقه، به‌ویژه در حوزه انرژی و امنیت را نیز تحت تأثیر قرار داده است. در بُعد جهش فناورانه، ایران توانسته است از بحران تحریم‌ها به‌عنوان فرصتی برای توسعه ظرفیت‌های داخلی استفاده کند. رشد شرکت‌های دانش‌بنیان از ۳۰، ۹۳۵ در سال ۲۰۰۶ به ۶۴، ۶۴۲ در سال ۲۰۱۱ و دستیابی به فروش ۲۸ میلیارد دلاری محصولات دانش‌بنیان در سال ۲۰۱۹، علی‌رغم تشدید تحریم‌ها، نشان‌دهنده موفقیت نسبی این راهبرد است (Silicon Persia, 2025).

با این حال، باید تأکید کرد که جهش فناورانه ایران با محدودیت‌های جدی مواجه است. مهاجرت نخبگان که بر اساس گزارش بانک جهانی سالانه ۵۰ میلیارد دلار ضرر برای ایران دارد؛ یکی از مهم‌ترین چالش‌هاست (Myth vs. fact, 2023). همچنین، اختصاص تنها ۰/۸۳ درصد تولید ناخالص داخلی به تحقیق و توسعه در سال ۲۰۱۹، نشان‌دهنده

کمبود سرمایه‌گذاری کافی در این حوزه است. علاوه بر این، ایران در شاخص‌های جهانی نوآوری همچنان عقب‌تر از کشورهای پیشرو قرار دارد. رتبه ۶۴ در شاخص جهانی نوآوری و رتبه‌های پایین در محیط‌های نهادی (۱۲۷)، تنظیم‌گری (۱۳۱) و کسب‌وکار (۱۲۸) نشان می‌دهد که علی‌رغم پیشرفت‌ها، چالش‌های ساختاری عمیقی وجود دارد (Iran's AI ambitions, 2025).

تحلیل تأثیرات تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا بر روابط با ایران، تصویری پیچیده از تحولات ساختاری در نظام بین‌الملل ارائه می‌دهد. درحالی‌که این تحریم‌ها در کوتاه‌مدت شکاف دیجیتال قابل‌توجهی ایجاد کردند، در بلندمدت به شکل‌گیری ساختارهای موازی قدرت و کاهش اهرم فشار اروپا منجر شده‌اند. این فرایند نه تنها ماهیت روابط ایران-اروپا را دگرگون کرده، بلکه چالش‌های جدیدی برای امنیت و منافع اقتصادی اروپا و ایران ایجاد کرده است. از این منظر، تحریم‌های فناوری بیش از آنکه ابزاری برای تغییر رفتار ایران باشند، عاملی برای تسریع جهش فناورانه و استقلال‌طلبی محسوب می‌شوند. این یافته‌ها ضرورت بازنگری در رویکردهای سیاستی اروپا و توجه بیشتر به پیامدهای غیرمنتظره تحریم‌ها در عصر دیجیتال را آشکار می‌سازد.

۷. چشم‌اندازهای آتی و پیشنهادهای سیاستی: مسیرهای نوین همکاری فناورانه ایران-اتحادیه اروپا

بر پایه یافته‌های این پژوهش، ادامه رویکرد تحریمی کنونی نه تنها اهداف سیاسی مورد نظر اروپا را محقق نخواهد کرد، بلکه ساختار قدرت در نظام بین‌الملل را به گونه‌ای تغییر خواهد داد که منافع بلندمدت اروپا را تهدید می‌کند. این بخش با بهره‌گیری از تحلیل سناریویی و رویکرد چندسطحی، راهکارهای سیاستی نوآورانه‌ای ارائه می‌دهد که قادر است پیچیدگی‌های موجود را حل کرده و مسیری سازنده برای تعامل آینده بگشاید. در روابط آتی ایران و اتحادیه اروپا چند سناریو محتمل است.

سناریوی اول؛ تداوم تحریم‌ها و تعمیق شکاف ساختاری: در صورت ادامه رویکرد تحریمی کنونی، شواهد موجود نشان می‌دهد که ایران به تقویت ساختارهای موازی فناورانه خود ادامه خواهد داد. در این سناریو، اروپا شاهد کاهش تدریجی نفوذ خود در منطقه خواهد بود؛ درحالی‌که شراکت‌های شرقی ایران، به‌ویژه با چین در حوزه فناوری‌های نوین، تقویت خواهد شد. پیامدهای این سناریو شامل تشکیل بلوک‌های



فناورانه جداگانه در سطح جهانی، کاهش امنیت انرژی اروپا در منطقه و از دست دادن فرصت‌های اقتصادی قابل توجه است؛ اما این سناریو برای ایران نیز هزینه‌های سنگینی دارد. عقب‌ماندگی فناورانه مزمن همچنان ادامه خواهد یافت؛ زیرا دسترسی به پیشرفته‌ترین فناوری‌های جهان محدود می‌ماند. کیفیت محصولات ایرانی به دلیل اتکا به فناوری‌های درجه دوم چینی و روسی، در مقایسه با استانداردهای جهانی کاهش خواهد یافت. بازارهای صادراتی ایران به شدت محدود خواهد شد؛ زیرا محصولات فاقد اعتبارات بین‌المللی قادر به رقابت در بازارهای جهانی نیستند. علاوه بر این، هزینه‌های اضافی دور زدن تحریم‌ها که اکنون ۲۰-۳۰ درصد بالاتر از قیمت‌های عادی است؛ همچنان اقتصاد ایران را تحت فشار قرار خواهد داد.

سناریوی دوم؛ دیپلماسی تدریجی و همکاری محدود: سناریوی دوم بر پایه رویکرد دیپلماسی مرحله‌ای استوار است که در آن اروپا به تدریج محدودیت‌های فناورانه را کاهش داده و زمینه همکاری محدود در حوزه‌های غیر حساس فراهم می‌آورد. این رویکرد که مشابه «مشارکت انتقادی» دوران پیش از تحریم‌های گسترده است، می‌تواند مقدمه‌ای بر بازسازی اعتماد متقابل باشد. تجربه موفق دیپلماسی علمی اروپا در مناطق دیگر، از جمله ایجاد مراکز همکاری هسته‌ای منطقه‌ای، الگویی برای این سناریو فراهم می‌آورد. در این چهارچوب، همکاری در حوزه‌هایی چون تغییرات اقلیمی، مدیریت منابع آب و فناوری‌های سبز می‌تواند نقطه آغاز تعامل باشد. این رویکرد با نگرش نظریه وابستگی پیچیده همخوانی دارد که بر تدریجی بودن تغییرات ساختاری و اهمیت ایجاد کانال‌های متعدد تعامل تأکید می‌کند.

اما این سناریو برای ایران ریسک‌های قابل توجهی دارد. ناپایداری سیاسی در اروپا و تغییر دولت‌ها می‌تواند منجر به قطع همکاری‌ها شود؛ همان‌طور که پس از خروج آمریکا از برجام تجربه شد. خطر بازگشت به وابستگی یک‌جانبه وجود دارد؛ زیرا ایران ممکن است انگیزه توسعه فناوری‌های بومی را از دست بدهد. همچنین فشارهای داخلی از سوی گروه‌هایی که همکاری با غرب را تسلیم تلقی می‌کنند؛ می‌تواند پایداری سیاسی این رویکرد را تهدید کند. علاوه بر این، ضعف زیرساخت‌های تحقیقاتی ایران ممکن است مانع از بهره‌برداری کامل از فرصت‌های همکاری شود. فرار مغزها که در دهه گذشته تشدید شده، توان علمی کشور را کاهش داده است. محدودیت‌های مالی نیز مانع از سرمایه‌گذاری کافی در پروژه‌های مشترک خواهد بود.

سناریوی سوم؛ شراکت راهبردی جامع فناورانه: جسورانه‌ترین سناریو، ایجاد شراکت راهبردی جامع بین ایران و اروپا در حوزه فناوری است که بر پایه منافع متقابل

و تقسیم‌کار منطقه‌ای شکل می‌گیرد. این رویکرد از تجربه موفق همکاری فناورانه اروپا با کشورهایی چون هند و سنگاپور الهام می‌گیرد که منجر به ایجاد شوراهای تجارت و فناوری مشترک شده است. در این سناریو، ایران به‌عنوان محور فناورانه منطقه، می‌تواند پل ارتباطی میان اروپا و آسیا محسوب شود. ایجاد مراکز تحقیقات مشترک در حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی، انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های زیست‌محیطی، نه تنها منافع اقتصادی قابل‌توجهی برای هر دو طرف ایجاد می‌کند، بلکه زمینه حل مسائل امنیتی منطقه را نیز فراهم می‌آورد. اما این سناریو برای ایران تهدیدهای جدی نیز دارد. از دست دادن خودکفایی نسبی که در دهه گذشته به‌سختی کسب شده، یکی از مهم‌ترین نگرانی‌هاست. امکان نفوذ سیاسی اروپا از طریق همکاری‌های فناورانه وجود دارد؛ همان‌طور که در برخی کشورهای در حال توسعه مشاهده شده است. رقابت نابرابر میان شرکت‌های اروپایی قدرتمند و شرکت‌های نوپای ایرانی می‌تواند منجر به نابودی صنایع محلی شود.

با توجه به این سناریوها می‌توان پیشنهادهای ساختاری زیر را ارائه داد:

۱. ایجاد چهارچوب دیپلماسی فناورانه با اروپا: اولین پیشنهاد سیاستی، ایجاد چهارچوب جامع دیپلماسی فناورانه است که قادر باشد پیچیدگی‌های عصر دیجیتال را مدیریت کند. اجرای آن نیازمند تغییرات ساختاری عمیق در هر دو طرف است. این چهارچوب باید شامل سه رکن اساسی باشد. نخست، ایجاد یک نهاد تخصصی در کشور که مسئولیت هماهنگی سیاست‌های فناورانه با کشورهای ثالث را بر عهده گیرد. دوم، تدوین راهبرد جامع دیپلماسی فناورانه که بر پایه منافع بلندمدت ایران و نه صرفاً واکنش به سیاست‌ها شکل گیرد. سوم، ایجاد سازوکارهای انعطاف‌پذیر که بتواند به‌سرعت با تحولات فناورانه وفق یابد.

۲. توسعه مکانیسم‌های همکاری مرحله‌ای: دومین پیشنهاد، طراحی سازوکارهای همکاری مرحله‌ای است که بتواند به‌تدریج اعتماد متقابل را بازسازی کند. اما نیازمند ضمانت‌هایی است که تجربه تلخ برجام تکرار نشود. مرحله اول باید محدود به حوزه‌های کاملاً غیر حساس باشد و طرف ایرانی باید انتظارات واقع‌بینانه داشته باشد. این رویکرد باید شامل مراحل مشخص و قابل اندازه‌گیری باشد که در صورت پیشرفت مثبت، منجر به گسترش همکاری‌ها شود. مرحله اول می‌تواند شامل رفع محدودیت‌ها در حوزه‌های غیر حساس مانند فناوری‌های پزشکی، تحقیقات آب و هوا و علوم پایه باشد. تجربه موفق همکاری علمی اروپا در منطقه مدیترانه که منجر به برگزاری نشست عالی دیپلماسی علمی در قاهره در اکتبر ۲۰۲۴ شد، الگوی مناسبی برای گسترش به منطقه



خاورمیانه ارائه می‌دهد. ایجاد مراکز همکاری علمی مشترک بین ایران و اروپا می‌تواند زمینه‌ساز بازسازی روابط در سایر حوزه‌ها باشد.

۳. ایجاد شورای مشترک فناوری ایران-اروپا: سومین پیشنهاد، تأسیس شورای مشترک فناوری ایران-اروپا به‌مثابه سازوکار نهادی برای مدیریت همکاری‌های فناورانه است. این شورا که می‌تواند از الگوی موفق شوراهاى تجارت و فناوری اروپا با هند و آمریکا الهام گیرد، باید مأموریت هماهنگی سیاست‌ها، تسهیل تبادل فناورانه و حل اختلافات را بر عهده گیرد. عضویت در این شورا باید شامل نمایندگان ارشد دولت‌ها، بخش خصوصی و دانشگاه‌ها باشد تا تمام جنبه‌های همکاری فناورانه پوشش داده شود. ایجاد کارگروه‌های تخصصی در حوزه‌هایی مانند هوش مصنوعی، انرژی‌های تجدیدپذیر، زیست‌فناوری و امنیت سایبری می‌تواند زمینه همکاری‌های عملیاتی فراهم آورد.

۴. توسعه برنامه تبادل فناورانه منطقه‌ای: چهارمین پیشنهاد، ایجاد برنامه جامع تبادل فناورانه منطقه‌ای است که ایران را به‌عنوان پل ارتباطی بین اروپا و آسیا مطرح کند. این برنامه باید شامل ایجاد مراکز نوآوری مشترک، برنامه‌های تبادل محقق و طرح‌های مشترک تحقیق و توسعه باشد. تجربه موفق کریدور ایران ۲۰۲۵ که در دبی برگزار شد، نشان‌دهنده ظرفیت ایران برای نقش‌آفرینی در زیرساخت‌های دیجیتال منطقه است. ایجاد منطقه آزاد فناورانه مشترک در مرزهای ایران و اروپا (از طریق ترکیه یا کشورهای قفقاز) می‌تواند آزمایشگاهی برای همکاری‌های گسترده‌تر محسوب شود. این مناطق می‌توانند میزبان شرکت‌های مشترک، مراکز تحقیقاتی و پروژه‌های نمونه باشند که اثربخشی همکاری فناورانه را عملی کنند.

۵. تدوین پروتکل‌های شفافیت فناورانه: برای حل نگرانی‌های امنیتی اروپا، ایجاد پروتکل‌های شفافیت فناورانه ضروری است. این پروتکل‌ها باید شامل مکانیسم‌های نظارت مشترک، گزارش‌دهی دوره‌ای و ایجاد مراکز مشاهده فناورانه باشد که قادر باشد اطمینان لازم را برای همکاری امن فراهم آورد. تجربه موفق آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در نظارت بر برنامه هسته‌ای ایران، الگویی برای گسترش به سایر حوزه‌های فناورانه ارائه می‌دهد.

۶. ایجاد صندوق مشترک نوآوری: تأسیس صندوق مشترک نوآوری ایران-اروپا با مشارکت بخش خصوصی، می‌تواند انگیزه‌های اقتصادی لازم برای ادامه همکاری فراهم آورد. این صندوق باید بر حمایت از شرکت‌های نوپا، طرح‌های تحقیقاتی مشترک و پروژه‌های فناورانه دوطرفه متمرکز باشد. تجربه موفق صندوق‌های مشابه بین اروپا و

سایر کشورها نشان می‌دهد که انگیزه‌های اقتصادی می‌تواند موتور محرک همکاری‌های بلندمدت باشد. با توجه به این توضیحات می‌توان پیشنهادهای پیش رو را به شکل زیر خلاصه کرد.



شکل ۲: جمع‌بندی تأثیر و راهبردها

۸. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

این پژوهش با هدف تحلیل تأثیرات بلندمدت تحریم‌های فناوری اتحادیه اروپا بر توسعه دیجیتال ایران و ساختار روابط آینده دو طرف آغاز شد. یافته‌های حاصل از تحلیل نظری و تجربی، تصویری پیچیده اما روشن از تحولات در حال وقوع ارائه می‌دهد که نه تنها انتظارات اولیه سیاست‌گذاران اروپایی را برآورده نکرده، بلکه پیامدهای غیرمنتظره و گاه متضادی به همراه داشته است. فرضیه محوری این مطالعه مبنی بر اینکه تحریم‌های فناوری اروپا علی‌رغم ایجاد شکاف دیجیتال کوتاه‌مدت، در بلندمدت منجر به تقویت خودکفایی فناوریانه ایران، شکل‌گیری شبکه‌های فناوری جایگزین با محوریت شرق و در نهایت کاهش اهرم فشار اروپا بر ایران خواهد شد، به‌طور قاطع تأیید شده است.

استفاده از ترکیب سه نظریه اصلی قدرت ساختاری سوزان استرنج وابستگی پیچیده کوهن و نای و مدل جهش فناوریانه ثمربخشی قابل توجهی نشان داده است. هر یک از این نظریه‌ها زاویه‌ای از مسئله را روشن کرده و در کنار هم، درک جامعی از



پیچیدگی‌های موجود فراهم آورده‌اند. نظریه قدرت ساختاری توضیح می‌دهد که چرا اروپا اصرار بر ادامه تحریم‌های فناوری دارد - زیرا می‌خواهد کنترل خود بر ساختارهای جهانی دانش و تولید را حفظ کند. اما همین نظریه نشان می‌دهد که این کنترل در حال کاهش است، چرا که ایران توانسته ساختارهای موازی ایجاد کند. نظریه وابستگی پیچیده درک عمیقی از چگونگی تغییر شبکه‌های قدرت ارائه می‌دهد. تحریم‌ها منجر به قطع برخی اتصالات شده، اما شبکه‌های جدید شکل گرفته‌اند. ایران به جای وابستگی به اروپا، شبکه‌ای از روابط با چین، روسیه و سایر کشورهای شرقی ایجاد کرده است. مدل جهش فناورانه نیز نشان می‌دهد که چگونه ایران توانسته از محدودیت‌ها به‌عنوان فرصتی برای نوآوری استفاده کند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تحریم‌های فناوری پیامدهای چندبعدی و اغلب متضادی داشته‌اند. از منظر اروپا، این سیاست‌ها نه تنها ایران را به تغییر رفتار وادار نکرده، بلکه منجر به کاهش نفوذ و اهرم فشار اروپا شده است. از سوی دیگر، ایران علی‌رغم متحمل شدن هزینه‌های کوتاه‌مدت قابل توجه، توانسته فرصت‌هایی برای توسعه ظرفیت‌های داخلی و ایجاد شراکت‌های جدید بیابد. اما باید توجه داشت که این موفقیت‌ها با هزینه‌هایی همراه بوده است. مهاجرت نخبگان، کاهش دسترسی به فناوری‌های پیشرفته و انزوای نسبی از جریان‌های جهانی علم و فناوری، آسیب‌های جدی به نظام نوآوری ایران وارد کرده است.

ضرورت تفکر سیستمی در مورد امنیت فناورانه در کشور بسیار مهم است. امنیت فناورانه در دنیای امروز نمی‌تواند از طریق انزوا و محدودسازی تأمین شود، بلکه نیازمند همکاری، شفافیت و ایجاد ساختارهای مشترک اعتماد است. این درس برای سایر حوزه‌های تحریم فناورانه، از جمله روابط با چین و روسیه، قابل کاربرد است. این مطالعه با ارائه سناریوهای مختلف آینده و پیشنهادهای سیاستی مشخص، مسیری برای خروج از بن‌بست کنونی ترسیم کرده است. سناریوی مطلوب - ایجاد شراکت راهبردی جامع فناورانه - اگرچه جسورانه به نظر می‌رسد؛ اما از منظر منافع بلندمدت هر دو طرف، عقلانی‌ترین گزینه محسوب می‌شود. تحقق این چشم‌انداز مستلزم جسارت سیاسی، تفکر بلندمدت و آمادگی برای کنار گذاشتن تعصبات گذشته است. اروپا باید درک کند که ایران نه تنها یکی از مهم‌ترین بازیگران منطقه‌ای است، بلکه ظرفیت‌هایی برای نقش‌آفرینی به‌عنوان پل ارتباطی بین اروپا و آسیا در عصر دیجیتال دارد و ایران نیز باید دریابد که دوران رودررویی با نظم بین‌المللی و تثبیت هویت چالشگر به نفع منافع ملی کشور نخواهد بود. پیشنهادهای سیاستی ارائه‌شده در این مطالعه - از ایجاد

چهارچوب دیپلماسی فناوریانه تا تأسیس شورای مشترک فناوری ایران و اروپا -
مسیرهای عملی برای تحقق این چشم‌انداز فراهم می‌آورد. این پیشنهادها بر پایه
تجربیات موفق اروپا در سایر مناطق و درس‌های آموخته‌شده از شکست‌های گذشته
طراحی شده‌اند.

References

- Alimardani, M. (2024, May 2). Hard Questions About the EU Lifting Sanctions on an Iranian Tech Company. Retrieved from Carnegie Endowment for International Peace: <https://carnegieendowment.org/2024/05/02/hard-questions-about-eu-lifting-sanctions-on-iranian-tech-company-pub-92363>
- Arsanjani, A., Delafrooz, N., Soleimani, Gholipour, A., & Taleghani, M. (2019). Challenges of the Iranian E-Banking Business Model Digital Transformation. *Journal of Money and Economy*, 14(3), 389-419. Retrieved from <https://jme.mbri.ac.ir/article-1-463-en.pdf>
- Azizi, H., & van Veen, E. (2024, November 28). Hurling towards Irrelevance: Iran-EU Relations in 2024. Retrieved from Clingendael Institute: <https://www.clingendael.org/publication/hurling-towards-irrelevance-iran-eu-relations-2024>
- BagheriMoghadam, N., Hosseini, S. H., & SahafZadeh, M. (2012). An Analysis of the Industry–Government–University Relationships in Iran's Power Sector: A Benchmarking Approach. *Technology in Society*, 34(4), 284-294. doi:10.1016/j.techsoc.2012.09.001
- Bezuidenhout, L., Karrar, O., Lezaun, J., & Nobes, A. (2019). Economic Sanctions and Academia: Overlooked Impact and Long-term Consequences. *PLoS ONE*, 14(10), 1-24. doi:10.1371/journal.pone.0222669
- Brezis, E. S., Krugman, P. R., & Tsiddon, D. (1993). Leapfrogging in International Competition: A Theory of Cycles in National Technological Leadership. *The American Economic Review*, 83(5), 1211-1219. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2117557>
- Bromley, M. (2023). The EU Dual-use Regulation, Cyber-surveillance and Human Rights: The Competing Norms and Organised Hypocrisy of EU Export Controls. *Defence Studies*, 23(4), 644-664. doi:10.1080/14702436.2023.2277455
- Chang, F. (2024). Strategizing in a Turbulent World: Analyzing the Effects of International Sanctions and Policy Shifts on Corporate Innovation. *Finance Research Letters*, 67(B), 1-9. doi:10.1016/j.frl.2024.105765
- CNN. (2023, January 4). CNN Exclusive: A Single Iranian Attack Drone Found to Contain Parts from More Than a Dozen US Companies. Retrieved from <https://www.cnn.com/2023/01/04/politics/iranian-drone-parts-13-us-companies-ukraine-russia/index.html>
- Council Decision 2010/413/CFSP of 26 July 2010 Concerning Restrictive Measures against Iran. (2010, July 26). Retrieved from EU-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010D0413>
- Council Decision 2011/235/CFSP of 12 April 2011 Concerning Restrictive Measures Directed Against Certain Persons and Entities in View of the Situation in Iran. (2011, April 12). Retrieved from Official Journal of the European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0235>

- Council Regulation (EU) No 267/2012 of 23 March 2012 Concerning Restrictive Measures against Iran. (2012, March 23). Retrieved from EU-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0267>
- Council Decision (CFSP) 2024/2894. (2024, November 18). Retrieved from Official Journal of the European Union: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402894
- Dupont, P.-E. (2012). Countermeasures and Collective Security: The Case of the EU Sanctions Against Iran. *Journal of Conflict and Security Law*, 301-336. doi:10.1093/jcsl/krs020
- EU Sanctions against Iran. (2025, August 5). Retrieved from Consilium of the European Union: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions-against-iran/>
- Farrell, H., & Newman, A. L. (2019). Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion. *International Security*, 44(1), 42-79. doi:10.1162/isec_a_00351
- Felbermayr, G., Morgan, T. C., Syropoulos, C., & Yotov, Y. V. (2021). Understanding Economic Sanctions: Interdisciplinary Perspectives on Theory and Evidence. *European Economic Review*, 135, 1-15. doi:10.1016/j.euroecorev.2021.103720
- Gerring, J. (2011). *Case Study Research: Principles and Practices*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goodarzi, M., Rezaalizadeh, H., & Gharibi, J. (2016). Science, Technology, Innovation Laws, and Policies in Iran: Evolution or Revolution? In A. S. Goodarzi, *The Development of Science and Technology in Iran* (pp. 11-27). New York: Palgrave Macmillan.
- Heeks, R. (2022). Digital Inequality Beyond the Digital Divide: Conceptualizing Adverse Digital Incorporation in the Global South. *Information Technology for Development*, 28(4), 688-704. doi:10.1080/02681102.2022.2068492
- Heshmati, A., & Dibaji, S. M. (2019). Science, Technology, and Innovation Status in Iran: Main Challenges. *Science, Technology and Society*, 24(3), 545-578. doi:10.1177/0971721819873192
- Increasing the Market Share and Size of E-Commerce in Iran and the World. (2024, May 9). Retrieved from IPresta: https://ipresta.ir/blog/240_... [In Persian]
- Internet Quality in Iran. (2025, August 2). Retrieved from Tehran E-Commerce Association: <https://etchamber.ir/internet05> [In Persian]
- Iran's AI ambitions: National Security, Global Influence, and Strategic Challenges. (2025, July 5). Retrieved from Recorded Future: <https://www.recordedfuture.com/research/irans-ai-ambitions-balancing-economic-isolation-national-security-imperatives>
- Jami Pour, M., Irani, H. R., & Yaghabi, A. (2025). Exploring the Challenges of Migration towards Software-as-a-Service in Iran: The Case Study of Cloud-based CRM Using a Multidimensional Perspective. *Interdisciplinary Journal of Management Studies*, 14(1), 173-193. doi:10.22059/IJMS.2024.372661.676553

- Javanmardi, S. (2022). Identifying Factors Influencing Iranian Innovation Ecosystem and Determining Their Links. *Sustainable Futures*, 4, 1-15. doi:10.1016/j.sfr.2022.100081
- Keohane, R. O., & Nye, J. S. Jr. (2009). *Power and Interdependence Revisited* (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lythreathis, S., Kumar Singh, S., & El-Kassar, A. (2022). The Digital Divide: A Review and Future Research Agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 1-11. doi:10.1016/j.techfore.2021.121359
- Mahoney, J. (2004). Comparative-Historical Methodology. *Annual Review of Sociology*, 81-101.
- Mariscal, J. (2005). Digital Divide in a Developing Country. *Telecommunications Policy*, 29(5-6), 409-428. doi:10.1016/j.telpol.2005.03.004
- Mathrani, A., Sarveshb, T., & Umer, R. (2022). Digital Divide Framework: Online Learning in Developing Countries During the COVID-19 Lockdown. *Globalisation, Societies and Education*, 20(5), 625-640. doi:10.1080/14767724.2021.1981253
- Montazer, G., & Farazkish, M. (2022). Measuring the Readiness of Soft Technologies in Iranian Universities for the Realization of an E-Learning System. *Iranian Journal of Higher Education Research*, 14(3), 101-120. [In Persian]
- Myth vs. fact: Technology in Iran. (2023, August 1). Retrieved from American Iranian Council: <http://www.us-iran.org/resources/technology>
- Payande, I. (2024, November 16). Breaking the Web: How Sanctions Are Undermining Iran's Access to the Internet. Retrieved from Internet Society Plus: <https://pulse.internetsociety.org/en/blog/breaking-the-web-how-sanctions-are-undermining-irans-access-to-the-internet>
- Peksen, D. (2019). When Do Imposed Economic Sanctions Work? A Critical Review of the Sanctions Effectiveness Literature. *Defence and Peace Economics*, 30(6), 635-647. doi:10.1080/10242694.2019.1625250
- Peterson, T. M. (2021). Sanctions and Third-party Compliance with US Foreign Policy Preferences: An Analysis of Dual-use Trade. *Journal of Conflict Resolution*, 65(10), 1820-1846. doi:10.1177/00220027211014945
- Salamatian, L., Douzet, F., Salamatian, K., & Limonier, K. (2021). The Geopolitics Behind the Routes Data Travel: A Case Study of Iran. *Journal of Cybersecurity*, 7(1), 1-19. doi:10.1093/cybsec/tyab018
- SAP Pays \$8 Million for Violating Iran Sanctions. (2021, April 30). Retrieved from Deutsche Welle: <https://www.dw.com/fa-ir/...> [In Persian]
- Siemens' Exit from Iran: Does It Halt the Transfer of F-Class Turbine Technology? (2018, August 27). Retrieved from Tasnim News: <https://www.tasnimnews.com/...> [In Persian]
- Silicon Persia: Iran's AI Aspirations and the Global Tech Order. (2025, March 24). Retrieved from Special Eurasia: <https://www.specialeurasia.com/2025/03/24/iran-ai-silicon-persia/>
- Strange, S. (2015). *States and Markets*. London: Bloomsbury Academic.

- UNCTAD. (2016, December 1). Science, Technology and Innovation Policy Review: Iran. Retrieved from <https://unctad.org/publication/science>
- Van Deursen, A. J., & van Dijk, A. G. M. (2019). The First-level Digital Divide Shifts from Inequalities in Physical Access to Inequalities in Material Access. *New Media & Society*, 21(2), 354-375. doi:10.1177/1461444818797082
- Vatani, Z., & Zamanian, M. (2022, November 30). Can Sanctions Lead to Prosecution for International Crimes? Iranian Drones in the Ukraine War and Corporate Accountability. Retrieved from Iranian Diplomacy: <http://irdiplomacy.ir/...> [In Persian]