

The impact of domestic R&D stock and foreign R&D spillovers on physical capital stock

Abolfazl Shahabadi*

Maede Torkamani**

Abstract

Sustainable economic growth requires effective investment in physical capital, but the difference in performance between countries in this regard is due to the level of knowledge development and their economic institutions. However, a precise understanding of how knowledge and institutional components interact in the process of physical capital accumulation, especially in developing countries with diverse economic structures and specific institutional challenges, is a research gap. Identifying these relationships is essential for formulating effective policies to improve countries' physical capital accumulation. The purpose of the present study is to examine the impact of knowledge components, including domestic R&D accumulation, foreign R&D spillovers, human capital, and economic freedom, on physical capital accumulation in selected developing countries. The present study covers the period 2011-2022 using panel data and ordinary least squares estimation method. The results show that domestic R&D accumulation, foreign R&D spillovers, and human capital have a positive and significant effect on physical capital accumulation, while the effect of some components of economic freedom is only significant at certain levels of institutional development. The findings emphasize the importance of a knowledge-based approach in policymaking for the development of physical capital.

* Professor of the Department of Economics, Alzahra University, Tehran, Iran (Corresponding Author),
a.shahabadi@alzahra.ac.ir

** Master of Science in Economics, Faculty of Social and Economic Sciences, Alzahra University, Tehran,
Iran, torkanimade@gmail.com

Date received: 05/08/2025, Date of acceptance: 15/12/2025



Abstract 2

Keywords: Economic Freedom, Human Capital, Physical Capital, R&D Spillovers, R&D.

JEL Classification: O32, J24, D24.

تاثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر انباشت سرمایه فیزیکی

ابوالفضل شاه آبادی*

مائه ترکمانی**

چکیده

رشد اقتصادی پایدار مستلزم سرمایه گذاری مؤثر در سرمایه فیزیکی است، اما تفاوت عملکرد کشورها در این زمینه به سطح توسعه دانش و نهادهای اقتصادی آنها بازمی گردد. با این حال، درک دقیق چگونگی تعامل مؤلفه های دانش و نهادی در فرآیند انباشت سرمایه فیزیکی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه با ساختارهای اقتصادی متنوع و چالش های نهادی خاص، یک خلأ پژوهشی محسوب می شود. شناسایی این روابط برای تدوین سیاست های کارآمد در جهت بهبود انباشت سرمایه فیزیکی کشورها، ضروری است. هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر مؤلفه های دانش شامل انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی بر انباشت سرمایه فیزیکی در کشورهای منتخب در حال توسعه است. پژوهش حاضر در بازه زمانی ۲۰۱۱-۲۰۲۲ با استفاده از داده های تابلویی و روش تخمین حداقل مربعات معمولی است. نتایج نشان می دهد انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر انباشت سرمایه فیزیکی دارند، در حالی که اثر برخی اجزای آزادی اقتصادی تنها در سطوح خاصی از توسعه نهادی معنادار است. یافته ها بر اهمیت رویکرد دانش بنیان در سیاست گذاری به منظور توسعه سرمایه فیزیکی تأکید دارد.

* استاد گروه اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، a.shahabadi@alzahra.ac.ir

** کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران، torkamanimaede@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۴



کلیدواژه‌ها: آزادی اقتصادی، تحقیق و توسعه، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی، سرمایه فیزیکی.

طبقه‌بندی JEL: O32، J24، D24.

۱. مقدمه

رشد و توسعه اقتصادی از دغدغه‌های سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران کلان اقتصادی هر کشوری در دنیا است. در این بین برخی کشورها با سرعت بالاتری به اهداف رشد و توسعه خود دست پیدا می‌کنند و برخی کشورها با سرعت پایین‌تری مسیر توسعه را می‌پیمایند. علت بالا یا پایین بودن این سرعت رشد و توسعه را می‌توان در نوع و نحوه بکارگیری ابزارهای رشد اقتصادی توسط سیاست‌گذاران جست. دلیل موفق‌تر بودن کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای درحال توسعه عمدتاً در تفوق فناوری این کشورها نسبت به کشورهای درحال توسعه است. پیشرفت‌های فنی در کشورهای توسعه‌یافته مدام درحال پویانمایی است و مسلماً نتیجه این برتری فنی، در بهبود کیفیت سرمایه‌های فیزیکی و رشد اقتصادی این کشورها خود را نشان می‌دهد. چرا که هر کشوری برای حفظ قدرت رقابت‌پذیری اقتصادی خود در دنیا تلاش می‌کند با استفاده از فناوری‌های نوین و کارآمد، محصولاتی با هزینه تمام‌شده پایین‌تر یا کیفیت بالاتر تولید کند و برای رسیدن به این هدف، به پیشرفت‌های فنی در حوزه سرمایه‌گذاری متصل می‌شود.

بدین ترتیب باید گفت رشد سرمایه فیزیکی به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه اقتصادی، نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش تولید و رفاه اجتماعی ایفا می‌کند. سرمایه فیزیکی شامل کلیه دارایی‌های ملموس مانند تجهیزات و زیرساخت‌هاست که موجب گسترش ظرفیت تولیدی اقتصاد می‌شود. با این حال، رشد سرمایه فیزیکی تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد. همانطور که بیان شد کشورها برای رشد سرمایه فیزیکی و حفظ قدرت رقابت‌پذیری اقتصادی خود در دنیا متصل به پیشرفت‌های فنی خواهند شد. این پیشرفت‌های فنی معلول عواملی است که از جمله آنها می‌توان به انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و درجه آزادی اقتصادی اشاره کرد.

با این که جامعه آماری پژوهش حاضر کشورهای منتخب درحال توسعه هستند، اما به جهت شفاف‌تر شدن اهمیت موضوع، به مقایسه‌ای بین کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته در خصوص متغیر سرمایه‌گذاری سرانه آنها پرداخته می‌شود. مطابق شواهد ارائه

تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و ... (ابوالفضل شاه‌آبادی و مائده ترکمانی) ۵

شده در پایگاه داده بانک جهانی، میانگین کشورهای منتخب توسعه‌یافته (استرالیا، اتریش، بلژیک، کانادا، جمهوری چک، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، مجارستان، ایرلند، ایتالیا، هلند، ژاپن، نیوزیلند، نروژ، لهستان، پرتغال، اسپانیا، سوئد، سوئیس، بریتانیا، ایالات متحده، چین) در خصوص شاخص سرمایه سرانه عدد ۲۹۳۱۳ (دلار آمریکا) و میانگین کشورهای منتخب در حال توسعه (آرژانتین، برزیل، شیلی، کلمبیا، مصر، هند، اندونزی، ایران، مکزیک، روسیه، آفریقای جنوبی، تونس، ترکیه، اوکراین) عدد ۱۶۸۸ (دلار آمریکا) نشان می‌دهد که حاکی از شکاف عمیق بین دو گروه کشور در خصوص حجم سرمایه فیزیکی سرانه است. همچنین شایان ذکر است معیار انتخاب گروه کشورها جهت مقایسه و بررسی شکاف موجود بین آنها در مورد حجم سرمایه گذاری سرانه، بر اساس سهم آنها در تولید علم جهان و نیز تولید ناخالص داخلی جهان است. بر اساس پایگاه سایماگو (scimago, 2024)، این کشورها بیش از ۹۳ درصد تولید علم جهان و همچنین بر اساس پایگاه بانک جهانی (۲۰۲۴)، بیش از ۹۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهان را بر عهده دارند که با توجه به رویکرد دانش‌بنیان این پژوهش، از این جنبه حائز اهمیت بوده‌اند.

تاکنون مطالعات متعددی از جمله مطالعات چنگ (L. Cheng, 2022)، امیرالدین و همکاران (R. Amir-ud-Din et al, 2019)، عظیم (M. M. Azeem, 2015)، دیرمون و گریر (J. Dearmon & R. Grier, 2012)، شیوجی و وو (E. Shioji & T. K. Vu, 2012)، اودیامبو (N. M. Odhiambo, 2004)، آکتوم (M. Uctum, 1991) و شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷)، با محوریت متغیرهایی چون سرمایه انسانی، رابطه پول و سرمایه فیزیکی، عوامل اجتماعی و حکمرانی انجام گرفته‌است. اما تاکنون مطالعه‌ای که مبتنی بر رویکرد مولفه‌های دانش با به‌کارگیری اثر تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و متغیر نهادی آزادی اقتصادی در کنار یکدیگر بر سرمایه فیزیکی بررسی شده باشد، مشاهده نشده است. بدین ترتیب مطالعه حاضر با رویکردی دانش‌بنیان و با استفاده از متغیرهای یاد شده به بررسی رشد و بهبود کیفیت سرمایه فیزیکی می‌پردازد.

با توجه به مرور مطالعات پیشین، اغلب پژوهش‌ها تنها به بررسی یکی از مؤلفه‌های دانش نظیر تحقیق و توسعه داخلی یا سرمایه انسانی پرداخته‌اند و تأثیر هم‌زمان مجموعه‌ای از مؤلفه‌های دانش بر انباشت سرمایه فیزیکی را مورد توجه قرار نداده‌اند. خلأ اصلی پژوهش حاضر دقیقاً در این نقطه قرار دارد که برای نخستین بار، مؤلفه‌های کلیدی دانش یعنی انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و آزادی

اقتصادی (که علاوه بر مولفه دانشی بودن، یک متغیر نهادی نیز هست)، را به صورت همزمان در یک چارچوب تحلیلی واحد بررسی می‌کند. بدین ترتیب، نوآوری مطالعه در ارائه یک رویکرد ترکیبی دانش‌بنیان برای تبیین سازوکارهای انباشت سرمایه فیزیکی در کشورهای منتخب در حال توسعه است، که می‌تواند شکاف موجود در ادبیات را پوشش دهد و تصویری دقیق‌تر از نقش مؤلفه‌های دانش در انباشت سرمایه فیزیکی ارائه نماید.

در ادامه ساختار مقاله بدین شرح است: بخش دوم به مبانی نظری، بخش سوم به پیشینه پژوهش، بخش چهارم به حقایق آماری، بخش پنجم به ارائه مدل و روش پژوهش، بخش ششم به برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج و در نهایت بخش هفتم به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری

سرمایه فیزیکی که در گذشته جزو عوامل سنتی تولید به حساب می‌آمد، امروز به دو صورت جدید و سنتی همچنان در تابع تولید کشورها نقش‌آفرینی می‌نماید. مطابق نظریه‌های اقتصاد کلان، سرمایه فیزیکی در نوع سنتی خود، شامل زمین و تجهیزات بسیار ساده است که چندان بهره‌وری نسبت به تجهیزات پیشرفته امروزی ندارند. امروزه استفاده از مؤلفه‌های دانش در ساخت و توسعه سرمایه فیزیکی کشورها بسیار اثرگذارند و حتی می‌توانند جزو عوامل پیشران در رشد اقتصادی کشورها تلقی شوند. متغیرهایی نظیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز فناوری خارجی، سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی را می‌توان از جمله مؤلفه‌های دانش محسوب کرد که هر کدام اثرات مختص خود را در انباشت سرمایه فیزیکی ایفا می‌کنند.

در این پژوهش، مفهوم «مؤلفه‌های دانش» (Knowledge Components)، به مجموعه عواملی اطلاق می‌شود که یا مستقیماً دانش جدید تولید می‌کنند (نظیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی (زیرا موجب انتقال فناوری و کاهش شکاف فناوری می‌گردد)) یا از طریق تسهیل جذب و به‌کارگیری آن در فرآیند تولید، موجب افزایش بازدهی سایر نهاده‌ها می‌شوند (نظیر سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی). در چارچوب نظریه رشد درون‌زا رومر (۱۹۹۰) و آگیون و هوویت (P. Aghion & P. Howitt, 1990)، این مؤلفه‌ها نقش سرمایه دانشی (Knowledge Capital) را دارند که در کنار سرمایه فیزیکی و نیروی کار، یکی از ورودی‌های تابع تولید محسوب می‌شود. به عبارت بهتر،

تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و ... (ابوالفضل شاه آبادی و مانده ترکمانی) ۷

سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه داخلی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی که جزو مولفه‌های دانش هستند، به علاوه آزادی اقتصادی از مسیر کاهش ناکارایی‌های نهادی، نقش «تسهیل‌گر» در تقویت کارایی سایر مولفه‌های دانش ایفا می‌کند. در نتیجه، این چهار مؤلفه دانشی، سازنده زیربنای یک اقتصاد دانش‌محور بوده و مستقیماً بر انباشت سرمایه فیزیکی تأثیر گذارند.

انباشت تحقیق و توسعه داخلی؛ اگر به صورت هدفمند اجرا شود و زمینه‌ساز درون‌زا کردن سرمایه فیزیکی در کشور باشد، زیرا می‌تواند تحولات چشمگیری را در عرصه فناوری رقم بزند. این پیشرفت‌ها در نهایت در سرمایه فیزیکی جدید نمود پیدا کرده و به عنوان تجسمی از نوآوری و توسعه علمی ظاهر می‌شوند. به عبارت دیگر چنانچه تحقیق و توسعه متناسب با نیاز بازار کشور انجام شود، ثمره خود را در ماشین‌آلات، تجهیزات یا زیرساخت‌ها به ظهور می‌رساند. از آنجایی که بنگاه‌های اقتصادی نیز برای ماندن در بازار با یکدیگر رقابت دارند (J. Greenwood et al, 1997) و در برخی کشورها که اقتصاد پیشرفته‌تری دارند، رقابت بین بنگاه‌ها نیز شدیدتر است، سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه و ایجاد سرمایه فیزیکی با بهره‌وری بالاتر بسیار حائز اهمیت است. چراکه سرمایه فیزیکی بین کشورهای کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته از دو بعد با یکدیگر شکاف دارند: ۱- بعد کیفیت و ۲- بعد کمیت

برای پر کردن این دو شکاف، کشورهای در حال توسعه نیاز به تحقیق و توسعه دارند. در حقیقت تحقیق و توسعه موتور محرکه فناوری است و فناوری نیز خود را در سرمایه فیزیکی و تجهیزات پیشرفته متبلور می‌سازد. همچنین باید گفت انباشت سرمایه فیزیکی از دو کانال صورت می‌گیرد: ۱- سرمایه فیزیکی درون اقتصاد و ۲- سرمایه فیزیکی وارداتی. کشورهای در حال توسعه به این دلیل که عمدتاً به سرمایه فیزیکی وارداتی اتکا دارند، از استهلاک ناشی از از مدافتادگی سرمایه‌های فیزیکی رنج می‌برند. اما تحقیق و توسعه داخلی می‌تواند در غلبه بر این نوع استهلاک به کمک این کشورها بیاید. چراکه تحقیق و توسعه داخلی می‌تواند توان کشورها را جهت درون‌زا کردن سرمایه فیزیکی به جای اتکای صرف به سرمایه فیزیکی را افزایش دهد. این موضوع در جهت رشد و بهبود کیفیت انباشت سرمایه فیزیکی و افزایش رقابت‌پذیری در سطح جهانی تأثیر بسزایی می‌گذارد. این رقابت در سطح خرد، موجب رقابت در سطح کلان بین کشورها می‌شود و اثرات مثبتی بر رشد سرمایه فیزیکی خواهد داشت. همچنین با نگاه از پنجره دیجیتالی شدن و فناوری اطلاعات

(Information Technology)، انباشت تحقیق و توسعه در این بخش، موجب رشد فناوری‌هایی از جمله رایانه‌ها، سرورها و مراکز داده می‌شود که به نوبه خود در نوآوری و رشد سرمایه فیزیکی اثر مثبت خواهد گذاشت (برینجولفسون و هیت (E. Brynjolfsson & L.M. Hitt)، ۲۰۰۰). همچنین تحقیق و توسعه موجب افزایش انگیزه سرمایه‌گذاری نیز خواهد شد. بدین صورت که داشتن یک چارچوب مستحکم تحقیق و توسعه باعث ایجاد اعتماد در بین سرمایه‌گذاران می‌شود و آنها را به تخصیص منابع مالی به سرمایه فیزیکی ترغیب می‌کند و موجب رشد سرمایه فیزیکی در اقتصاد کشورها می‌گردد (آگیون و هویت (P. Aghion & P. Howitt)، ۱۹۹۲). نکته قابل ذکر این که تحقیق و توسعه داخلی چنانچه منجر به درون‌زا کردن فناوری‌ها و توسعه زیرساخت‌ها شود، شاهد رشد انباشت سرمایه فیزیکی خواهیم بود. همچنین عدم تطابق مهارت‌ها با نیازهای بازار می‌تواند مشکل آفرین باشد. از سوی دیگر چنانچه تحقیق و توسعه داخلی متناسب با نیاز اقتصاد و بازارهای کشور انجام نشود، می‌تواند موجب عدم تخصیص صحیح منابع گردد و اثر مثبتی بر رشد انباشت سرمایه فیزیکی نداشته باشد. زمانی که یک کشور سرمایه‌گذاری زیادی در تحقیق و توسعه انجام می‌دهد، ممکن است منابع را (مانند بودجه، نیروی کار ماهر و زیرساخت)، از سرمایه‌گذاری‌های فیزیکی مانند ماشین‌آلات، ساختمان‌ها و تجهیزات منحرف کند. این نحوه تخصیص نادرست منابع به دلیل عدم توجه به استفاده از ظرفیت‌های سرمایه فیزیکی در کشور، می‌تواند انباشت سرمایه فیزیکی را محدود کند (خان (J. Khan)، ۲۰۱۵). فعالان حوزه تحقیق و توسعه، مسیر سرمایه‌گذاری خود را با توجه به قیمت‌گذاری‌های دولتی یا نیازهای جامعه تعیین می‌کنند. در واقع، فراوانی قیمتی در این حوزه نقش مهمی در جهت‌دهی تحقیقات دارد، به گونه‌ای که فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌توانند در مسیر تحقیقات کاراندوز، سرمایه‌اندوز یا در مقابل آنها؛ دانش‌بر، کاربر یا سرمایه‌بر حرکت کنند. از این رو، در اقتصادهایی با بازار تحقیق و توسعه گسترده همچون بازار کشورهای توسعه‌یافته، سرمایه فیزیکی دائماً دستخوش تغییر و نوآوری می‌شود. به همین ترتیب، رشد انباشت سرمایه فیزیکی تحت تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه و فرآیندهای نوآورانه قرار می‌گیرد. در واقع به عنوان توصیفی از وضعیت بازار تحقیق و توسعه داخلی کشورهای توسعه‌یافته باید گفت که گسترده بودن و فقدان چروکیدگی این بازار در این کشورها عیان است. چرا که تحقیق و توسعه داخلی در نقش مکمل سرمایه فیزیکی قرار گرفته و موجب بهبود و ایجاد

نوآوری در سرمایه فیزیکی شده است که البته این امر را باید مدیون تطابق فراوانی نسبی قیمتی و فراوانی نسبی مقداری عوامل در کشورهای توسعه یافته دانست.

بدین ترتیب باید توجه داشت تحقیق و توسعه داخلی چنانچه هدفمند و با برنامه‌ریزی صحیح صورت گیرد، مطابق سازوکاری که بیان شد، به رشد سرمایه فیزیکی کمک بسیاری خواهد کرد. همچنین منظور از هدفمند بودن تحقیق و توسعه در انباشت سرمایه فیزیکی این که فعالیت تحقیق و توسعه به عنوان مکمل سرمایه فیزیکی، با توجه به تقاضای بازار و نیز گسترش بازار تحقیق و توسعه، خلق مزیت نسبی و پر کردن شکاف فناوری بین کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته انجام گیرد. در این راستا لازم است برنامه‌ریزی سیاست‌گذاران کلان اقتصادی کشورها به صورتی انجام شود که شبکه ارتباطی بین صنعت و دانشگاه شکل بگیرد. در این شرایط نهاد علم در نقش بازوی کمکی نهاد تولید عمل می‌کند که منجر به رشد و بهبود کیفیت سرمایه فیزیکی و به تبع آن رشد اقتصادی می‌گردد.

سرریز تحقیق و توسعه خارجی؛ که به انتشار دانش فنی و نوآوری‌ها از یک سازمان یا کشور به سازمان یا کشور دیگر اشاره دارد و اغلب باعث افزایش بهره‌وری و نوآوری در نهادهای گیرنده می‌شود (تاج‌الدین و همکاران (F.P. Tajudeen et al)، ۲۰۱۹). سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر انباشت سرمایه فیزیکی در کشورهای با قابلیت‌های فناورانه متفاوت، تأثیرات متفاوتی می‌گذارد. سرریز تحقیق و توسعه خارجی می‌تواند کارایی نوآوری و انباشت سرمایه را در کشورهای توسعه یافته افزایش دهد و از سوی دیگر نیز چالش‌هایی را برای کشورهای در حال توسعه ایجاد کند. زیرا چنانچه سرریزهای تحقیق و توسعه با نیازهای بازار و ساختار اقتصادی کشور واردکننده هماهنگ نباشند، نه تنها سرمایه فیزیکی به شکل کارآمد مورد استفاده قرار نخواهد گرفت. این ناهماهنگی منجر به اتلاف منابع شده و پیامدهای منفی بر کیفیت و توسعه سرمایه فیزیکی برجای می‌گذارد. در نتیجه، بی‌توجهی به نیازهای بازار و عدم هدایت صحیح آن‌ها با هدف گسترش بازار عوامل من‌جمله تحقیق و توسعه داخلی و خارجی، ممکن است روند انتقال فناوری از کشورهای پیشرو به کشورهای واردکننده را با چالش‌هایی مواجه کند. از آنجایی که بیان شد شکاف سرمایه فیزیکی بین کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته از دو کانال کمیت و کیفیت است، لازم است کشورهای در حال توسعه در صدد کاهش این شکاف برآیند. دو گروه کشور نام برده شده از ناحیه تحقیق و توسعه نیز شکاف عمیقی بایکدیگر دارند و لازم است کشورهای در حال توسعه توجه ویژه‌ای به بازار تحقیق و توسعه خود را بیشتر بسط و گسترش دهند و

این حالت چروکیدگی تا اندازه ممکن خارج کنند. اما کشورهای در حال توسعه برای پر کردن شکاف کمیت و کیفیت سرمایه فیزیکی خود با کشورهای توسعه یافته نمی‌توانند تنها متکی به تحقیق و توسعه داخلی باشند و حتماً لازم است به واردات هدفمند و مقوله سرریز تحقیق و توسعه خارجی نیز توجه داشته باشند. بنابراین از جمله وظایف مهم واحدهای تحقیق و توسعه این است که از کانال واردات هدفمند، از سرریز تحقیق و توسعه خارجی با هدف درونی و بومی کردن این فناوری‌های وارداتی در جهت پر کردن شکاف فنی بین خود و کشورهای پیشرفته‌تر و بهبود قدرت رقابت‌پذیری و نیز رشد و توسعه را به ارمغان آورند.

بنابراین چنانچه با مدیریت علمی و هدفمند، از سرریزهای فناوری استفاده شود، این سرریزها به شرکت‌ها اجازه می‌دهد از نوآوری‌های توسعه یافته توسط دیگران بهره‌مند شوند و هزینه‌های تولید را کاهش یا کیفیت محصول را افزایش دهند. این امر شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا منابع بیشتری را به سرمایه‌گذاری فیزیکی اختصاص دهند (برنشتاین و نادیری (J. I. Bernstein & M. I. Nadiri)، ۱۹۸۹). اثر دیگر سرریز تحقیق و توسعه خارجی، رشد انباشت سرمایه است، بدین صورت که سرریزهای تحقیق و توسعه منجر به ایجاد محصولات یا فرآیندهای جدید می‌شود که شرکت‌ها را ملزم به دستیابی به ماشین‌آلات یا زیرساخت‌های جدید برای اجرای این نوآوری‌ها می‌کند. همانطور که شرکت‌ها فناوری‌های سرریز را اتخاذ می‌کنند، ممکن است در آموزش و سرمایه انسانی نیز سرمایه‌گذاری کنند و چرخه‌ای از انباشت سرمایه را ایجاد کنند (بلوم و همکاران (N. Bloom et al)، ۲۰۱۳). توجه به بازدهی نسبی تحقیق و توسعه خارجی نسبت به تحقیق و توسعه داخلی و سایر مؤلفه‌های دخیل در جذب سرمایه فیزیکی، در تاثیر این عامل در رشد انباشت سرمایه فیزیکی قابل توجه خواهد بود.

سرمایه انسانی؛ که اغلب از طریق سطح تحصیلات و مهارت سنجیده می‌شود، نقش مهمی در رشد انباشت سرمایه فیزیکی ایفا خواهد کرد. تاثیر سرمایه انسانی بر سرمایه فیزیکی با توجه به مرحله توسعه اقتصادی متفاوت است. در کشورهای با درآمد بالا، سرمایه‌گذاری در آموزش متوسطه و عالی برای انباشت سرمایه فیزیکی بسیار مهم است، در حالی که کشورهای کم درآمد بیشتر از سرمایه‌گذاری‌های آموزش ابتدایی سود می‌برند (امیرالدین و همکاران (Amir-ud-Din et al)، ۲۰۱۹). به صورت کلی سرمایه انسانی محرک مهمی برای بهبود انباشت سرمایه فیزیکی است، اما این رابطه ساده نیست و عوامل مختلفی

از جمله سطح توسعه اقتصادی و شرایط سیاسی-اجتماعی در آن دخیل هستند. این پیچیدگی‌ها نشان می‌دهد مداخلات سیاستی باید به صورت علمی و متناسب با زمینه اقتصادی خاص کشورها باشد تا به طور موثر از پتانسیل سرمایه انسانی در تقویت رشد سرمایه فیزیکی استفاده شود. سیاست‌گذاری دولت‌ها مبنی بر اینکه سرمایه انسانی به عنوان یک ظرفیت بالقوه در نقش عامل مکمل سرمایه فیزیکی به ظرفیت بالفعل تبدیل گردد، تأثیر قابل توجهی بر رشد انباشت سرمایه فیزیکی خواهد داشت. سرمایه انسانی قادر است از همه عوامل تولید به نحو احسن و بآبهره‌وری بالا استفاده کند و بدین ترتیب باعث افزایش رشد تولید می‌شود. از آنجایی که انباشت سرمایه فیزیکی تابع درآمد ملی نیز هست، این رشد اقتصادی از ناحیه افزایش درآمد سرانه مجدداً اثر مثبتش را بر انباشت سرمایه فیزیکی نمایان می‌کند. چرا که افزایش تولید موجب ایجاد بستر برای اجزای تقاضا همچون سرمایه گشته و نیز بستر را برای سرمایه‌گذاری‌های بیشتر را در فعالیتهای اقتصادی محیا می‌کند.

آزادی اقتصادی؛ می‌تواند محیط نظارتی مطلوبی را ایجاد کند که در آن موانع ورود کسب‌وکارها به حداقل رسیده و سرمایه‌گذاری در بخش سرمایه فیزیکی را افزایش دهد (هافر (Hafer R.)، ۲۰۱۳). با نگاه از دریچه ثبات و رشد اقتصادی می‌توان گفت کشورهای که آزادی اقتصادی بالاتری دارند، سیاست‌های اقتصادی پایدار دارند که سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت در حوزه سرمایه فیزیکی را جذب و تقویت می‌کند (لاوسون و همکاران (R. Lawson et al)، ۲۰۲۴). آزادی اقتصادی به دلیل ویژگی‌های که در دل خود دارد از جمله حفظ حقوق مالکیت، مالیات‌های دست‌وپاگیر کمتر، حداقل مقررات دست‌وپاگیر و نظام‌های حقوقی سالم، موجب تشویق سرمایه‌داران جهت سرمایه‌گذاری در حوزه سرمایه فیزیکی می‌شود (امارا و روبولدو (N. Emara & L.R. Rebolledo)، ۲۰۱۹). همچنین آزادی اقتصادی به دلیل محافظت از حقوق مالکیت افراد و حذف قوانین دست‌وپاگیر محیط مساعدی را برای کارآفرینی، نوآوری و بازارهای رقابتی ایجاد کرده و بهره‌وری نهایی سرمایه فیزیکی را افزایش می‌دهد (ایهلنفلد و همکاران (S. Ihlenfeld et al)، ۲۰۲۲). بنابراین با افزایش سطح آزادی اقتصادی تأثیرات مثبت آن بر انباشت سرمایه قوی‌تر می‌شود.

البته باید به این نکته نیز توجه داشت که مقررات زدایی بیش از حد می‌تواند منجر به شکست بازار و بی‌ثباتی اقتصادی شود و به طور بالقوه اهداف رشد بلندمدت را تضعیف

کند و بدین ترتیب اثرات منفی بر رشد سرمایه فیزیکی نیز خواهد گذاشت (کام و همکاران (L. Sh. Kam et al)، ۲۰۱۲).

بنابراین آزادی اقتصادی، چنانچه به صورت هدفمند و با برنامه‌ریزی صحیح متناسب با سطح توسعه‌یافتگی کشورها اجرا شود به طوری که با هدف خلق مزیت نسبی اکتسابی مورد استفاده قرار گیرد، می‌تواند محیطی را برای سرمایه‌گذاری در سرمایه فیزیکی ایجاد کند و مجدداً تقاضا را برای سرمایه فیزیکی بالا خواهد برد. در واقع باید گفت کشورهای درحال توسعه جهت پر کردن شکاف کمی و کیفی در حوزه سرمایه فیزیکی با کشورهای توسعه‌یافته علاوه بر مولفه‌های دانش فوق‌الذکر (تحقیق و توسعه داخلی، سرریز فناوری خارجی و سرمایه انسانی) نیازمند یک مولفه نهادی همچون آزادی اقتصادی نیز هستند. آزادی اقتصادی با همه زیراجزای آن (اندازه دولت، تعدیل حقوق قانونی جنسیتی، پول سالم، آزادی تجارت بین‌المللی و مقررات) می‌تواند محیط مناسبی را جهت گسترش بازار عوامل تولید فراهم کند.

بنابراین آزادی اقتصادی در صورت اجرای متناسب با ساختار اقتصادی کشورها، می‌تواند در نقش تسهیل‌گر برای انباشت سرمایه فیزیکی مفید باشد.

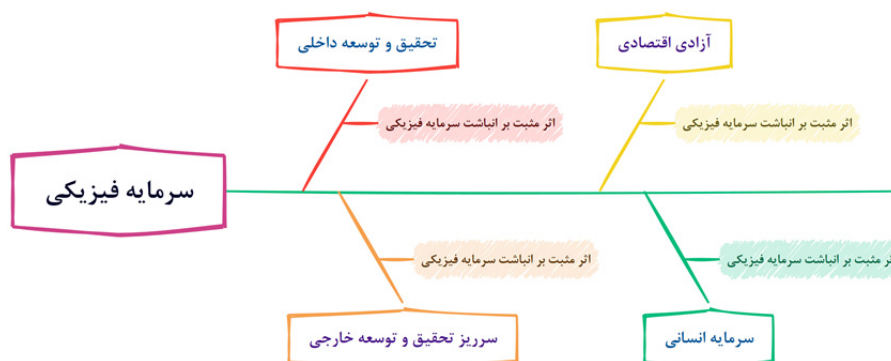
به منظور ارائه یک جمع‌بندی از مبانی نظری، به بررسی تأثیرات متقابل میان متغیرهای توضیحی مطرح‌شده و نیز نحوه تعامل آن‌ها در فرآیند انباشت سرمایه فیزیکی پرداخته می‌شود. شایان ذکر است که اگرچه هدف اصلی این پژوهش، تمرکز بر رابطه تعاملی میان این متغیرها و سرمایه فیزیکی نبوده است، اما با توجه به آنکه مؤلفه‌های دانشی مورد بحث، خود نیز در تعامل با یکدیگر قرار دارند، تحلیل جامعی از نحوه اثرگذاری این مؤلفه‌ها بر سرمایه فیزیکی در چارچوب پژوهش حاضر ارائه خواهد شد:

از دیدگاه نظری، تعامل میان مؤلفه‌های دانش ماهیتی درون‌زا و نظام‌مند دارد. سرمایه انسانی از طریق افزایش ظرفیت جذب (Absorptive Capacity) نقش کلیدی در انتقال مؤثر سرریزهای فناوری خارجی ایفا می‌کند؛ به این معنا که هرچه سطح دانش، مهارت و تجربه نیروی کار بالاتر باشد، توانایی کشور در بومی‌سازی و بهره‌برداری از فناوری‌های وارداتی بیشتر خواهد بود (کوهن و لوینتال (Cohen & Levinthal)، ۱۹۹۰). همچنین سرمایه انسانی خود موجب بهره‌گیری از فناوری‌های داخلی به اتکای تحقیق و توسعه داخلی هم می‌شود. به علاوه، آزادی اقتصادی به عنوان متغیر نهادی، بستر مناسبی برای کارکرد اثربخش مؤلفه‌های فناورانه فراهم می‌سازد. در محیطی که آزادی اقتصادی بالاتر است، بنگاه‌ها انگیزه

و امنیت بیشتری برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی و پذیرش فناوری‌های خارجی دارند. البته همانطور که در مبانی نظری بالاتر بیان شد، نکته مهم در خصوص آزادی اقتصادی این است که، درجه آزادی اقتصادی باید متناسب با درجه توسعه یافتگی مدنظر باشد، تا شاهد کاهش شکاف فناوری و پویایی ساختارهای داخلی اقتصاد باشیم. لذا هدف، پر کردن شکاف فناوری و پویایی و افزایش قدرت رقابت‌پذیری کشورها است، نه صرفاً بالا بردن درجه آزادی اقتصادی آنها؛ چراکه اگر صرفاً افزایش آزادی اقتصادی مدنظر باشد، هدف مطلوب را محقق نمی‌سازد.

بدین ترتیب، میان مؤلفه‌های دانش رابطه‌ای مکمل و درون‌زا برقرار است:

- انباشت تحقیق و توسعه داخلی، می‌تواند دانش و نوآوری جدید تولید کند؛
 - سرمایه انسانی، می‌تواند این دانش را جذب و در تولید به کار گیرد؛
 - آزادی اقتصادی، می‌تواند زمینه نهادی لازم برای فعالیت کارآ و پویای این فرایندها را فراهم کند؛
 - سرریز تحقیق و توسعه خارجی، می‌تواند شکاف فناورانه بین کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را کاهش دهد.
- در نتیجه، انباشت سرمایه فیزیکی نه تنها حاصل اثرات مستقیم این مؤلفه‌ها، بلکه نتیجه تعامل و هم‌افزایی آنها در قالب یک نظام دانشی و نهادی است.
- لذا فرضیه‌های پژوهش به صورت زیر ارائه می‌گردد:
- تحقیق و توسعه داخلی اثر مثبت بر انباشت سرمایه فیزیکی دارد.
 - سرریز تحقیق و توسعه خارجی اثر مثبت بر انباشت سرمایه فیزیکی دارد.
 - سرمایه انسانی اثر مثبت بر انباشت سرمایه فیزیکی دارد.
 - آزادی اقتصادی اثر مثبت بر انباشت سرمایه فیزیکی دارد.
- همچنین شکل ۱، مدل مفهومی در رابطه با سرمایه فیزیکی و متغیرهای تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی به همراه جهت اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته را بیان می‌کند:



شکل ۱. مدل مفهومی اثرگذاری مولفه‌های دانش بر انباشت سرمایه فیزیکی

۳. پیشینه پژوهش

چنگ (L. Cheng, 2022)، رابطه جایگزینی یا مکملی سرمایه سیاسی (سرمایه سیاسی به توانایی فرد در تأثیرگذاری بر تصمیمات سیاسی اشاره دارد. سرمایه سیاسی را می‌توان به عنوان استعاره‌ای در نظریه سیاسی برای مفهوم‌سازی انباشت منابع و قدرت ایجاد شده از طریق روابط، اعتماد، حسن نیت و نفوذ بین سیاستمداران یا احزاب و سایر ذینفعان، مانند موکلان، درک کرد (Kjaer, 2013)) و سرمایه فیزیکی در چین پرداخته‌است. این مطالعه رابطه متناقض بین سرمایه‌های سیاسی و فیزیکی را توضیح می‌دهد. همچنین نتایج نشان می‌دهد سرمایه فیزیکی مکمل سرمایه سیاسی برای شرکت‌های دولتی (State-owned Enterprises) است در حالی که این رابطه برای شرکت‌های خصوصی جایگزین است.

امیرالدین و همکاران (R. Amir-ud-Din et al, 2019)، به بررسی رابطه بین سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی برای هیئتی متشکل از ۲۳۷ کشور طی دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۵ پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری در سرمایه فیزیکی به طور مثبت بر انباشت سرمایه انسانی تأثیر می‌گذارد، اما تأثیر سرمایه انسانی بر انباشت سرمایه فیزیکی یکسان نیست. تأثیر عوامل همچون دموکراسی، باز بودن تجارت و تقسیم‌بندی قومی بر سرمایه انسانی و فیزیکی با سطح توسعه اقتصادی کشورها تعدیل می‌شود.

عظیم (M.M. Azeem, 2015)، به بررسی رابطه بین پول و سرمایه فیزیکی با تأکید بر آزادسازی مالی و افزایش نرخ بهره واقعی در اقتصاد ترکیه پرداختند. تحلیل تجربی یافته‌ها نشان می‌دهد یک رابطه مکمل محدود بین پول و سرمایه فیزیکی وجود دارد.

تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و ... (ابوالفضل شاه‌آبادی و مائده ترکمانی) ۱۵

دیرمون و گریر (J. Dearmon & R. Grier, 2012)، به تأثیر اعتماد بر انباشت سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی طی دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۵ در ۵۰ کشور منتخب پرداخته‌است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد اعتماد تأثیر مثبت و قابل توجهی بر سرمایه انسانی و تأثیر غیرخطی بر سرمایه فیزیکی دارد.

شیوجی و وو (E. Shioji & T.K. Vu, 2012)، به بررسی عوامل موثر بر انباشت فیزیکی در ۱۲ کشور منتخب آسیای پرداختند. نتایج نشان داد اقتصادی با سطح سرمایه سرانه پایین تمایل به انباشت سریع‌تر سرمایه دارد. عوامل دیگری مانند امتیاز پایین حاکمیت قانون و قیمت بالای کالاهای سرمایه‌گذاری بر ضد انباشت سرمایه عمل می‌کند.

اودیامبو (N. M. Odhiambo, 2004)، به بررسی رابطه بین پول و سرمایه فیزیکی در کنیا پرداختند و در دو معادله مجزا متغیرهای (تقاضا برای پول در تابع پس‌انداز و به طور همزمان، نرخ پس‌انداز) و (سرمایه‌گذاری در تابع تقاضای پول) بررسی شده‌است. براساس نتایج این تحقیق، این مطالعه پشتیبانی قوی برای فرضیه مکمل بودن مکینون در هر دو مدل پیدا می‌کند. بنابراین، این مطالعه نتیجه می‌گیرد پول و سرمایه فیزیکی در کنیا مکمل یکدیگر هستند.

آکتوم (M. Uctum, 1991)، به بررسی رابطه بین اختلال در نرخ بهره خارجی، جریان‌های مالی و انباشت سرمایه فیزیکی در اقتصاد باز کوچک پرداخته‌است. براساس یافته‌های تحقیق، افزایش نرخ بهره خارجی منجر به افزایش سرمایه فیزیکی می‌شود.

شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷)، به بررسی تأثیر متقابل درآمد نفتی با شاخص نهادی حکمرانی بر تشکیل سرمایه فیزیکی در کشورهای صادرکننده خالص سوخت در بازه زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۶ پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد اثر متقابل فراوانی منابع طبیعی و شاخص‌های حق اظهارنظر و پاسخگویی، ثبات سیاسی، اثربخشی دولت، حاکمیت قانون، کیفیت قوانین و مقررات و کنترل فساد بر تشکیل سرمایه فیزیکی کشورهای مورد مطالعه در بلندمدت مثبت و معنادار بوده‌است اما در کوتاه‌مدت اثری نداشته‌است.

بررسی متون ارائه‌شده نشان می‌دهد تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه انسانی از متغیرهای پرتکرار در مطالعات بوده‌اند، به‌ویژه ارتباط رشد سرمایه فیزیکی با عوامل اقتصادی، نهادی و سیاسی نیز مطرح شده‌است. محوریت غالب این مطالعات، بررسی رابطه مکمل یا جایگزین بین سرمایه فیزیکی و سایر متغیرها مانند سرمایه سیاسی، سرمایه انسانی، پول و عوامل نهادی (مانند حکمرانی، اعتماد و دموکراسی) بوده‌است. همچنین، تأثیر عوامل کلان

اقتصادی مانند نرخ بهره، درآمد نفتی، باز بودن تجاری و سطح توسعه اقتصادی بر انباشت سرمایه فیزیکی مورد تأکید قرار گرفته است. به طور کلی، می توان گفت این مطالعات عمدتاً بر تعامل پیچیده بین سرمایه فیزیکی و سایر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی در بسترهای مختلف ملی و نهادی متمرکز بوده اند. اما پژوهش حاضر با رویکردی جدید و دانش بنیان با محوریت مولفه های دانش از قبیل تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی و تاثیر آنها بر سرمایه فیزیکی کشورهای منتخب در حال توسعه در بازه زمانی ۲۰۱۱-۲۰۲۲ است. لازم به ذکر است با بررسی های انجام شده تاکنون مطالعه ای جامع با رویکرد پژوهش حاضر در بین مطالعات انجام شده مسبوق به سابقه نیست.

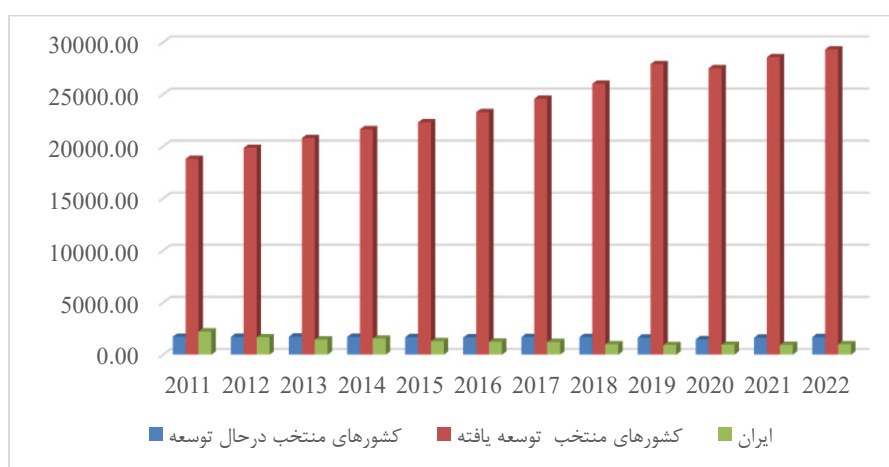
بدین ترتیب، جمع بندی مرور ادبیات نشان می دهد که پژوهش های پیشین هر یک بر جنبه ای از سرمایه فیزیکی تمرکز داشته اند، اما ارتباط نظام مند میان متغیرهای فناورانه و نهادی در چارچوبی واحد، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به بیان دیگر در بیشتر مطالعات، یا صرفاً متغیرهای اقتصادی و سیاسی مانند اعتماد و دموکراسی بررسی شده، یا تنها بر عوامل فناورانه تأکید شده است. در مقابل، پژوهش حاضر با ترکیب مؤلفه های دانش (تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی) و نهادی (آزادی اقتصادی)، رویکردی تلفیقی اتخاذ کرده و به این ترتیب خلأ بین رویکردهای فناورانه و نهادی را پر می کند. این تمایز، جایگاه پژوهش حاضر را در ادبیات مرتبط برجسته می سازد.

۴. حقایق آماری

اهمیت بررسی رشد سرمایه فیزیکی زمانی محسوس تر و روشن تر می شود که شکاف آماری بین کشورها آشکار شود. در این صورت شاید بهتر بتوان حلقه مفقوده اقتصادهایی که از کیفیت پایین یا رشد پایین سرمایه فیزیکی رنج می برند را پیدا کرد. هرچند شرایط و ساختار اقتصادی کشورها باهم متفاوت است، اما می توان با متغیرهای انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی، بهتر کشورها را از منظر علل رشد یا فقدان رشد سرمایه فیزیکی مقایسه کرد. نمودار ۱، مقایسه روند سرمایه گذاری سرانه بین کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته را نمایش می دهد. مطابق شواهد آماری، شکاف بسیار عمیقی به لحاظ سرمایه گذاری سرانه بین گروه کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته وجود دارد و کشورهای منتخب

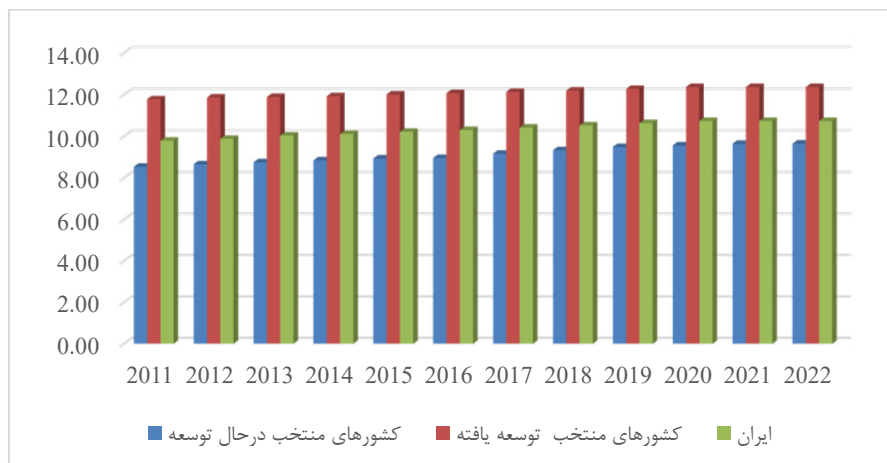
تاثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و ... (ابوالفضل شاه‌آبادی و مائده ترکمانی) ۱۷

توسعه‌یافته همواره سرمایه‌گذاری سرانه بالاتری را دارا هستند. همچنین مطابق نمودار ۱، روند سرمایه‌گذاری سرانه در کشورهای منتخب توسعه‌یافته دارای سیر صعودی اما برای کشورهای منتخب درحال توسعه تقریباً یکنواخت است. در مورد وضعیت ایران مطابق نمودار ۱، مشاهده می‌شود تنها در سال ۲۰۱۱ ایران بالاتر از سایر کشورهای منتخب درحال توسعه قرار دارد، اما پس از آن همواره پایین‌تر از کشورهای منتخب توسعه‌یافته و سایر کشورهای منتخب درحال توسعه قرار گرفته است.



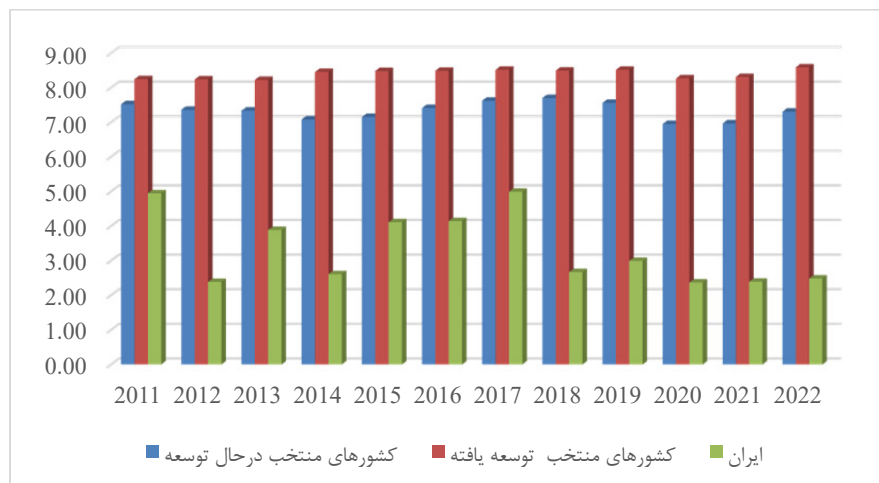
نمودار ۱. مقایسه روند حجم سرمایه‌گذاری سرانه
بین گروه کشورهای منتخب توسعه‌یافته و درحال توسعه و ایران
مأخذ: یافته‌های پژوهش و (<https://databank.worldbank.org>)

همچنین نمودار ۲، بیانگر شکاف بین کشورهای منتخب توسعه‌یافته و درحال توسعه و نیز ایران در خصوص متغیر سرمایه‌انسانی است. مطابق نمودار، ایران همواره بالاتر از میانگین سایر کشورهای درحال توسعه و اما پایین‌تر از کشورهای توسعه‌یافته به لحاظ شاخص سرمایه‌انسانی قرار داشته است.



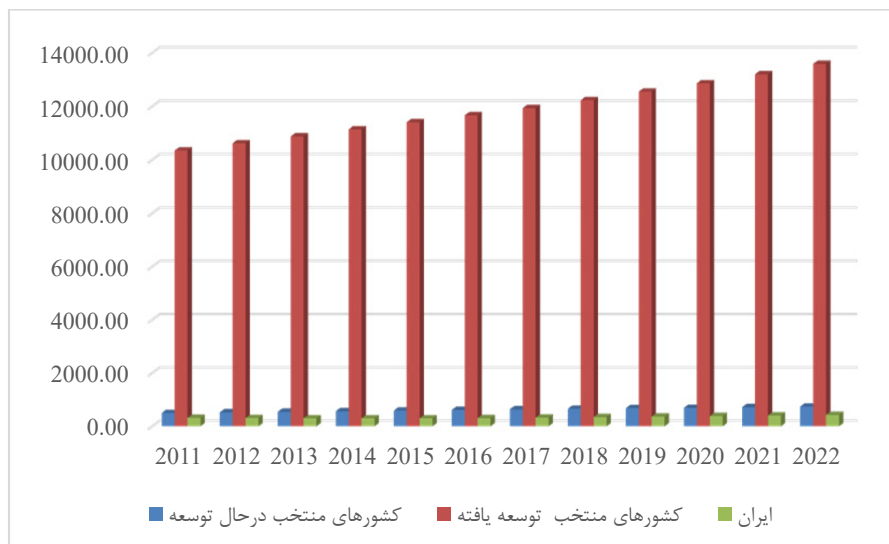
نمودار ۲. مقایسه روند متغیر سرمایه انسانی
بین کشورهای منتخب توسعه یافته، در حال توسعه و ایران
مأخذ: یافته‌های پژوهش و (<https://hdr.undp.org>)

نمودار ۳، به مقایسه روند شاخص آزادی اقتصادی (این شاخص از ۱ تا ۱۰ اندازه‌گیری می‌گردد) پرداخته است. مطابق این نمودار، ایران همواره با اختلاف زیاد پایین‌تر از سایر کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته قرار داشته است. اما این شکاف بین کشورهای توسعه یافته و سایر کشورهای در حال توسعه کمتر بوده است. بالاترین شاخص آزادی اقتصادی ایران در سال ۲۰۱۷ بوده است، اما پس از آن شدیداً این شاخص افت داشته است.

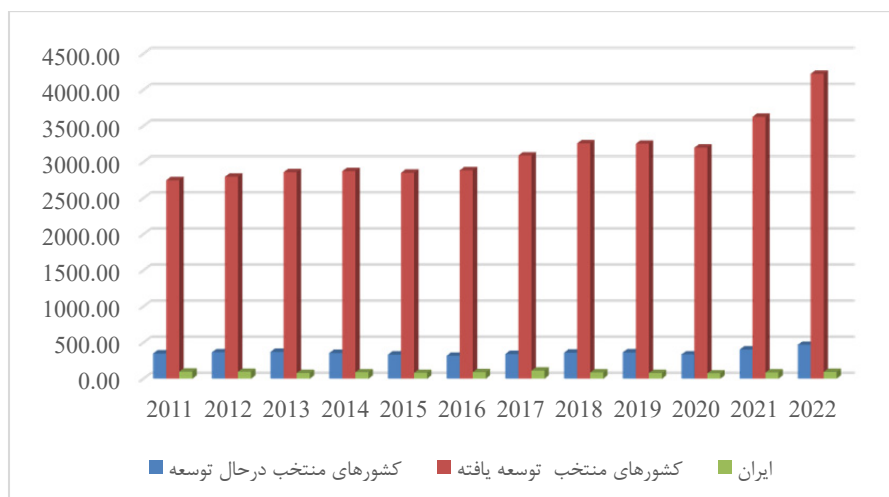


نمودار ۳. مقایسه روند شاخص آزادی اقتصادی
بین کشورهای منتخب توسعه یافته، در حال توسعه و ایران
مأخذ: یافته‌های پژوهش و (<https://efotw.org>)

همچنین نمودار ۴ و ۵، شکاف میانگین متغیرهای تحقیق و توسعه داخلی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی را بین گروه کشورهای منتخب در حال توسعه، توسعه یافته و ایران مورد بررسی قرار می‌دهد. این دو نمودار به وضوح نشان می‌دهند این کشورهای منتخب توسعه یافته توجه بالایی به تحقیق و توسعه داخلی و خارجی دارند. بدین ترتیب مشاهده می‌شود شکاف عمیقی بین کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته و ایران در خصوص تحقیق و توسعه داخلی و سرریز فناوری خارجی وجود دارد و این مطلب نیز در شکاف بالایی که در خصوص متغیر سرمایه گذاری بین دو گروه کشور مشاهده شد، موثر است. در هر دو نمودار ۴ و ۵، ایران همواره پایین‌تر از گروه کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته قرار دارد. البته در خصوص پایین بودن حجم سرریز تحقیق و توسعه خارجی در ایران، تأثیر تحریم‌های بین‌المللی مشهود است.



نمودار ۴. مقایسه میانگین متغیر تحقیق توسعه داخلی
بین گروه کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه و ایران
مأخذ: یافته‌های پژوهش و (<https://databank.worldbank.org>)



نمودار ۵. مقایسه میانگین متغیر سرریز تحقیق توسعه خارجی
بین گروه کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه و ایران
مأخذ: یافته‌های پژوهش و (<https://www.trademap.org>)

۵. روش پژوهش و ارائه مدل

در معادله (۱) براساس سازوکارهای مطروحه در قسمت مبانی نظری، متغیر سرمایه فیزیکی به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی و آزادی اقتصادی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند که در معادله ضمنی زیر نمایش داده شده‌است:

$$K = f(SD, SF, HC, EF) \quad (۱)$$

براساس معادله ضمنی معرفی شده، متغیر وابسته و متغیرهای مستقل که به صورت مخفف آورده شده‌اند، به صورت زیر معرفی می‌گردند:

K: سرمایه فیزیکی، SD: انباشت تحقیق و توسعه داخلی، SF: سرریز تحقیق و توسعه خارجی، EF: آزادی اقتصادی و HC: سرمایه انسانی

همچنین مدل سنجی معادلات مربوط به تعیین‌کننده‌های سرمایه فیزیکی به صورت زیر تصریح می‌شود. لازم به ذکر است در هر معادله یکی از اجزاء پنج‌گانه آزادی اقتصادی به کار برده شده است:

$$\ln(K)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(SD)_{it} + \beta_2 \ln(SF)_{it} + \beta_3 \ln(HC)_{it} + \beta_4 \ln(EF1)_{it} + \mu_{it} \quad (۲)$$

$$\ln(K)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(SD)_{it} + \beta_2 \ln(SF)_{it} + \beta_3 \ln(HC)_{it} + \beta_4 \ln(EF2)_{it} + \mu_{it} \quad (۳)$$

$$\ln(K)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(SD)_{it} + \beta_2 \ln(SF)_{it} + \beta_3 \ln(HC)_{it} + \beta_4 \ln(EF3)_{it} + \mu_{it} \quad (۴)$$

$$\ln(K)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(SD)_{it} + \beta_2 \ln(SF)_{it} + \beta_3 \ln(HC)_{it} + \beta_4 \ln(EF4)_{it} + \mu_{it} \quad (۵)$$

$$\ln(K)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(SD)_{it} + \beta_2 \ln(SF)_{it} + \beta_3 \ln(HC)_{it} + \beta_4 \ln(EF5)_{it} + \mu_{it} \quad (۶)$$

معرفی اجزا آزادی اقتصادی در معادلات ۲ تا ۶ بدین صورت است: متغیر (EF1) بیانگر اندازه دولت، متغیر (EF2): بیانگر تعدیل حقوق قانونی جنسیتی، متغیر (EF3): پول سالم، متغیر (EF4): آزادی تجارت بین‌المللی و متغیر (EF5): مقررات هستند.

در معادلات (۲) تا (۶)، از داده‌های تابلویی طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۲۲ است. همچنین جامعه آماری در نظر گرفته شده، منتخبی از کشورهای درحال توسعه هستند (این کشورها عبارت‌اند از: آرژانتین، برزیل، شیلی، کلمبیا، مصر، هند، اندونزی، ایران، مکزیک، روسیه، آفریقای جنوبی، تونس، ترکیه و اوکراین). لازم به ذکر است با توجه به هدف شاخص‌سازی متغیرهای معادله (۱)، مقدار هر متغیر در هر سال بر مقدار آن در سال پایه (سال پایه در پژوهش حاضر، ۲۰۱۱ در نظر گرفته شده است). برای همان کشور تقسیم شده است.

براساس معادله فوق‌الذکر، رویکرد تعیین‌کننده‌های سرمایه فیزیکی دانش‌بنیان در نظر گرفته شده است، چرا که همگی جزو مولفه‌های دانش هستند.

جهت محاسبه انباشت تحقیق و توسعه داخلی (SD) از روش زیر استفاده شده است (گریلیچیز، ۱۹۹۸):

$$SD_t = (1 - \delta) \cdot SD_{t-1} + R\&D_t \quad (7)$$

همچنین جهت محاسبه مقدار اولیه SD_0 فرض می‌شود در سال اول، سطح ثابتی از R&D وجود داشته است که با تقسیم هزینه اولین سال بر نرخ استهلاک به دست می‌آید:

$$SD_0 = \frac{R\&D_0}{(\delta + g)} \quad (8)$$

همچنین مقدار g را نیز از رابطه زیر استخراج می‌کنیم:

$$g = \frac{\ln\left(\frac{R\&D_{2004}}{R\&D_{1990}}\right)}{15} \quad (9)$$

در ادامه جهت محاسبه سرریز تحقیق و توسعه خارجی (SF)، به روش زیر عمل می‌کنیم (گریلیچیز، ۱۹۹۸):

سرریز تحقیق و توسعه خارجی معمولاً به صورت مجموع وزنی انباشت R&D سایر کشورها محاسبه می‌شود:

$$SF_{it} = \sum_{j \neq i} \omega_{i,j} \cdot SD_{jt} \quad (10)$$

جهت محاسبه وزن از روش زیر استفاده می‌شود:

$$\omega_{ij} = \frac{Import_{ij}}{\sum_{i \neq j} Import_{ij}} \quad (11)$$

با الهام از مبانی نظری انتظار می‌رود، علامت ضرایب تمامی متغیرهای توضیحی معرفی شده در معادله (۲)، مثبت باشند.

تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و ... (ابوالفضل شاه آبادی و مائده ترکمانی) ۲۳

جدول ۱. مأخذ آماری تعیین کنندة های اشتغال، سرمایه فیزیکی و بهره‌وری کل عوامل تولید

نوع متغیر	نام متغیر	نماد لاتین	مأخذ آماری	واحد اندازه‌گیری
وابسته	سرمایه فیزیکی	K	https://databank.worldbank.org	دلار آمریکا
توضیحی	انباشت تحقیق و توسعه داخلی	SD	https://databank.worldbank.org	دلار آمریکا
توضیحی	سرریز تحقیق و توسعه خارجی	SF	https://databank.worldbank.org https://www.trademap.org/	دلار آمریکا
توضیحی	آزادی اقتصادی	EF	https://efotw.org	در بازه ۰ تا ۱۰
توضیحی	سرمایه انسانی	HC	https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads	میانگین سال‌های تحصیل

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۶. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

براساس نتایج جدول (۲)، در تمامی معادلات ۲ الی ۶، هیچ‌یک از متغیرها در طی زمان دارای روند نیستند. همچنین نتایج نشان می‌دهند تمامی متغیرها در معادلات ۲ الی ۶، در سطح نامانا بوده و در تفاضل مرتبه اول مانا شده‌اند.

جدول ۲. نتایج آزمون بررسی مانایی و روند متغیرها

Variable	Test	Equation (2)	Equation (3)	Equation (4)	Equation (5)	Equation (6)
K	Trend	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد
	Stationary	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -
SD	Trend	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد
	Stationary	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -
SF	Trend	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد
	Stationary	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -
EF	Trend	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد
	Stationary	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -	نامانا $I(1)$ -
HC	Trend	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد	روند ندارد

Variable	Test	Equation (2)	Equation (3)	Equation (4)	Equation (5)	Equation (6)
	Stationary	ناماتا(1)I -	ناماتا(1)I -	ناماتا(1)I -	ناماتا(1)I -	ناماتا(1)I -

مأخذ: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج آزمون هم‌انباشتگی در جدول (۳)، در تمامی معادلات ۲الی ۶، چون آماره احتمال آن کمتر از ۵٪ شده است، فرضیه H_0 آن مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی رد شده و وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها تایید می‌شود.

همچنین براساس نتایج آزمون F-Leamer داده‌های متغیرهای مورد بررسی در تمامی معادلات ۲الی ۶، دارای ماهیت ترکیبی است. بنابراین با توجه به آماره احتمال بدست آمده از این آزمون، فرضیه H_0 مبنی بر Pool بودن داده‌ها، در هر سه معادله رد می‌شود.

نتایج آزمون Hausman نیز بیانگر آن است که در تمامی معادلات ۲الی ۶، مقاطع به طور ساختاری با یکدیگر تفاوت ندارند و تفاوتشان تصادفی است. بدین ترتیب با توجه به اینکه آماره احتمال از ۵٪ بیشتر شده است، فرضیه H_0 مبنی بر اثرات تصادفی داشتن مدل، در همه معادلات پذیرفته می‌شود.

آزمون هم‌بستگی مقاطع نیز که فرض H_0 آن عدم وجود هم‌بستگی مقاطع است، با توجه به اینکه مقدار آماره احتمال آن در تمامی معادلات ۲الی ۶، کمتر از ۵٪ شده است، این فرض H_0 رد می‌شود و مشخص می‌شود هم‌بستگی بین مقاطع وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون‌های تشخیص مجموعه معادلات

Test	H0 hypothesis	Equation (۲)	Equation (۲)	Equation (۲)	Equation (۲)	Equation (۲)
Cointegration	No Cointegration	Prob: ۰/۰۳۹۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۳۶۷ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۳۶۳ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۳۵۶ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۳۴۶ Result: H0 Reject
Cross-section Dependence	No Correlation	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject
F-Leamer	Pool	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۲۳ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۰۰۰ Result: H0 Reject	Prob: ۰/۰۲۶ Result: H0 Reject

تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و ... (ابوالفضل شاه‌آبادی و مائده ترکمانی) ۲۵

Test	H0 hypothesis	Equation (۲)	Equation (۲)	Equation (۲)	Equation (۲)	Equation (۲)
Hausman	Random Effect	Prob: ۰/۸۷۷۱ Result: H0 Accept	Prob: ۰/۸۷۶۸ Result: H0 Accept	Prob: ۰/۸۷۷۳ Result: H0 Accept	Prob: ۰/۸۷۷۰ Result: H0 Accept	Prob: ۰/۸۷۶۵ Result: H0 Accept

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۴)، نتایج تخمین و برآورد مدل تعیین‌کننده‌های سرمایه فیزیکی را به تصویر می‌کشد. این جدول در بر دارنده اطلاعات مقدار و علامت ضرایب تخمین‌زده شده متغیرها به همراه نتایج معناداری آنها است.

جدول ۴. نتایج برآورد تعیین‌کننده‌های انباشت سرمایه فیزیکی*

variable	Equation(2)	Equation(3)	Equation(4)	Equation(5)	Equation(6)
Ln(SD)	۰/۳۰ (۰/۰۰۰)	۰/۳۱ (۰/۰۰۰)	۰/۳۲ (۰/۰۰۰)	۰/۳۲ (۰/۰۰۰)	۰/۳۱ (۰/۰۰۰)
Ln(SF)	۰/۰۵ (۰/۰۳۰)	۰/۰۵ (۰/۰۲۹)	۰/۰۶ (۰/۰۲۴)	۰/۰۵ (۰/۰۵۰)	۰/۰۶ (۰/۰۰۰)
Ln(HC)	۰/۵۰ (۰/۰۰۰)	۰/۳۷ (۰/۰۰۳)	۰/۳۶ (۰/۰۰۴)	۰/۴۱ (۰/۰۰۱)	۰/۴۰ (۰/۰۰۲)
Ln(EF1)	۰/۰۴ (۰/۰۰۰)	---	---	---	---
Ln(EF2)	---	۰/۳۶ (۰/۰۰۲)	---	---	---
Ln(EF3)	---	---	۰/۰۰۷ (۰/۱۳۳)	---	---
Ln(EF4)	---	---	---	۰/۰۱ (۰/۱۰۴)	---
Ln(EF5)	---	---	---	---	۰/۰۳ (۰/۸۹۴)
Cons	۰/۳۳ (۰/۵۰۹)	۰/۸۵ (۰/۰۷۰)	۱/۰۶ (۰/۰۲۶)	۰/۹۲ (۰/۰۵۴)	۰/۹۵ (۰/۱۱۴)

variable	Equation(2)	Equation(3)	Equation(4)	Equation(5)	Equation(6)
R- Squared	۰/۷۳	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۸
Adjusted R ²	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۶۳
Durbin-Watson	۱/۹۲	۱/۹۰	۱/۸۰	۱/۸۷	۱/۹۶
VIF mean	۱/۷۴	۱/۷۷	۱/۷۰	۱/۶۸	۱/۶۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

* اعداد بدون پرانتز، ضرایب بدست آمده از تخمین و اعداد داخل پرانتز P-Value ضرایب هستند.

مقدار بالای R^2 تصحیح شده نشان دهنده برازش مناسب مدل است و نتیجه آزمون دوربین-واتسون حاکی از نبود خودهمبستگی در خطاها است. همچنین میانگین VIF کمتر از ۲ بوده که نشان می دهد بین متغیرهای توضیحی هم خطی چندگانه قابل توجهی وجود ندارد. بنابراین مدل از لحاظ آماری معتبر و از نظر برازش قابل قبول است.

نتایج حاصل از اثر مثبت و معنادار R&D داخلی با یافته‌های گرلیچز (۱۹۹۸) و امیرالدین و همکاران (۲۰۱۹) هم راستا است، زیرا هر دو مطالعه نیز تأکید داشتند که سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه موجب ارتقای کیفیت سرمایه فیزیکی می شود. درخصوص سرریز تحقیق و توسعه خارجی، نتایج با برنشتاین و نادیری (۱۹۸۹) همسو است که انتقال فناوری را عامل محرک انباشت سرمایه دانسته اند. همچنین اثر مثبت آزادی اقتصادی بر انباشت سرمایه فیزیکی با یافته‌های هاوهر (۲۰۱۳) و ایهلنفلد و همکاران (۲۰۲۲) تطابق دارد. این همگرایی نتایج، اعتبار تجربی یافته‌های پژوهش حاضر را تقویت می کند.

نتایج بدست آمده در ارتباط با جامعه آماری کشورهای منتخب در حال توسعه به شرح زیر تجزیه و تحلیل می شوند:

ضریب تخمینی متغیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی ($\ln(SD)$)، با علامت مثبت ظاهر شده است؛ بنابراین، فرضیه پژوهش رد نمی شود. با توجه به اینکه آماره p-value آن کمتر از ۵٪ بوده، معنادار است. به بیان دیگر تاثیر رشد انباشت تحقیق و توسعه داخلی بر رشد انباشت سرمایه فیزیکی مثبت بوده است. بدین ترتیب می توان بیان داشت چنانچه رشد انباشت تحقیق و توسعه داخلی در کشورهای منتخب در حال توسعه به صورتی انجام شود که بیشتر متناسب با نیازهای اقتصادی و بازار کار انجام شود؛ در این صورت شاهد این هستیم که این تحقیقات زمینه ساز رشد فناوری ها و نوآوری های جدید شوند، زیرا به

صورت ماشین آلات، تجهیزات پیشرفته و زیرساخت های نوین ظاهر می گردند. همچنین وجود چنین تحقیقاتی هدفمند، باعث افزایش اعتماد سرمایه گذاران و جذب منابع مالی بیشتر به سمت سرمایه فیزیکی می شود و بدین ترتیب، فرآیندهای تولیدی غنی تر و پایدارتری شکل می گیرند. علاوه بر این، در شرایط رقابت بنگاهی بالاتر، تحقیق و توسعه نقش کلیدی در افزایش بهره وری و رقابت پذیری کلان اقتصادی دارد و موجب تسریع در به روزرسانی و گسترش سرمایه فیزیکی می شود. بنابراین، تنها در صورتی که تحقیق و توسعه براساس قیمت های نسبی منطقی، با کیفیت حکمرانی بالا و تعامل منسجم بخش های اقتصادی انجام شود، می تواند به طور مستقیم و پایدار، رشد سرمایه فیزیکی را تسهیل کند و اثر مثبت انباشت تحقیق و توسعه داخلی بر رشد سرمایه فیزیکی حاکی از صحیح بودن ادعای فوق الذکر است.

ضریب تخمینی متغیر سرریز تحقیق و توسعه خارجی ($\ln(SF)$)، با علامت مثبت ظاهر شده است؛ بنابراین، فرضیه پژوهش رد نمی شود. با توجه به اینکه آماره p -value آن کمتر از ۵٪ شده است، معنادار است. به بیان دیگر تاثیر رشد سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر رشد انباشت سرمایه فیزیکی مثبت بوده است. این موضوع نشان دهنده آن که چنانچه این فناوری های وارداتی با نیازهای بازار و ساختار اقتصادی داخلی هماهنگ باشد و با مدیریت صحیح به کار گرفته شوند، شاهد این هستیم که استفاده از این سرریزها باعث کاهش هزینه های تولید، افزایش کارایی و ایجاد انگیزه برای دسترسی به ماشین آلات و زیرساخت های جدید شود و در نتیجه منجر به گسترش سرمایه فیزیکی گردد. همچنین، اتخاذ فناوری های نوین می تواند با سرمایه گذاری در حوزه آموزش و سرمایه انسانی تقویت شده و چرخه ای از رشد و انباشت پایدار سرمایه را رقم بزند. بنابراین، وقتی سرریزهای تحقیق و توسعه خارجی به خوبی جذب و در عمل به کار گرفته شوند، می توانند عامل مؤثری در توسعه سرمایه فیزیکی این کشورها محسوب شوند. بدین ترتیب با توجه به نتیجه ای که از برآورد مدل انباشت سرمایه فیزیکی مشاهده شده است، ادعای فوق الذکر تایید می گردد.

ضریب تخمینی متغیر سرمایه انسانی ($\ln(HC)$)، مثبت و معنادار ظاهر شده است؛ بنابراین، فرضیه پژوهش رد نمی شود. به بیان دیگر رشد سرمایه انسانی در کشورهای درحال توسعه تأثیر مثبتی بر رشد انباشت سرمایه فیزیکی داشته است، زیرا افزایش دانش، مهارت و سطح آموزش نیروی کار باعث بهبود بهره وری و توانایی استفاده از فناوری ها و ماشین آلات پیشرفته می شود. وقتی سرمایه انسانی مناسب و متناسب با نیازهای اقتصادی

توسعه یابد، کارگران و مدیران قادر می‌شوند به طور مؤثرتری از سرمایه فیزیکی استفاده کنند و این امر تقاضای جدید برای سرمایه فیزیکی را ایجاد می‌کند. همچنین، سیاست‌های دولتی که سرمایه انسانی را به عنوان عامل مکمل سرمایه فیزیکی تقویت می‌کنند، می‌توانند چرخه‌ای از رشد پایدار را در این کشورها رقم بزنند.

ضرایب تخمینی تمامی اجزاء پنج‌گانه آزادی اقتصادی اثر مثبت بر انباشت سرمایه فیزیکی دارند؛ بنابراین، فرضیه پژوهش رد نمی‌شود. متغیرهای اندازه دولت و تعدیل حقوق جنسیتی معنادار بوده ولی ضرایب تخمینی متغیرهای پول سالم، آزادی تجارت بین‌المللی و مقررات بی‌معنا است. تفسیر اثر مثبت و معنادار اندازه دولت بر انباشت سرمایه فیزیکی در کشورهای در حال توسعه می‌تواند چند لایه داشته باشد. برخلاف دیدگاه‌های کلاسیک که معمولاً نقش بزرگ‌تر دولت را محدودکننده در نظر می‌گیرند، در اقتصادهای در حال توسعه، این رابطه می‌تواند متفاوت باشد. از یک سو دولت‌های بزرگ‌تر معمولاً سرمایه‌گذاری بیشتری در زیرساخت‌های عمومی مثل جاده، حمل‌ونقل، انرژی، آموزش و سلامت انجام می‌دهند. همچنین در کشورهای در حال توسعه، دخالت دولت موجب کاهش ناطمینانی اقتصادی و تقویت اعتماد سرمایه‌گذاران می‌شود. به عبارت دیگر، باید گفت با وجود آنکه در ادبیات آزادی اقتصادی، اندازه بزرگ‌تر دولت معمولاً به عنوان عاملی محدودکننده تلقی می‌شود، در کشورهای در حال توسعه این رابطه می‌تواند شکلی متفاوت داشته باشد. از منظر نظریه دولت توسعه‌گرا (Developmental State Theor) (کالدنتی (E.P. Caldentey)، ۲۰۰۸)، دولت فعال با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های عمومی، انرژی، آموزش و حمل‌ونقل، می‌تواند به محرک رشد سرمایه فیزیکی تبدیل شود. در چنین اقتصادهایی، نقش دولت، مکمل بخش خصوصی است نه مزاحم آن. افزون بر این، در شرایطی که نهادهای اقتصادی هنوز به بلوغ کامل نرسیده‌اند، حضور دولت در قالب سیاست‌های حمایتی (اقدام در راستای تقویت بازار مولفه‌های دانش و بستر ساز برای توسعه بازار این مولفه‌ها) و سرمایه‌گذاری عمومی موجب کاهش ناطمینانی و ایجاد اعتماد در سرمایه‌گذاران می‌شود. از این رو، اثر مثبت اندازه دولت را می‌توان ناشی از نقش نهادی دولت در ایجاد بستر مناسب برای فعالیت اقتصادی دانست و نشانه‌ای از تضعیف آزادی اقتصادی نیست.

در تفسیر اثر مثبت و معنادار حقوق قانونی و جنسیتی نیز باید گفت رشد این مولفه، موجب افزایش مشارکت نیروی کار می‌گردد. این افزایش مشارکت نیروی انسانی منجر به بهره‌وری بالاتر و نیاز بیشتر به سرمایه‌گذاری فیزیکی در بخش‌های مختلف اقتصاد می‌شود.

به علاوه این امر موجب افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران می‌شود. بدین ترتیب که سرمایه‌گذاران در محیط‌هایی با قوانین برابر و قابل پیش‌بینی راحت‌تر وارد فعالیت‌های تولیدی می‌شوند و سرمایه‌گذاری می‌کنند.

اما در تفسیر بی‌معنا شدن اثر مؤلفه‌هایی چون پول سالم، آزادی تجاری بین‌المللی و مقررات باید گفت، کشورهای در حال توسعه حتی اگر شاخص پول سالم بالایی داشته باشند، اما ضعف در سازوکار انتقال پول و نیز ضعف ساختارهای نهادی و نظام مالی موجب می‌گردد اثر خود را بر انباشت سرمایه فیزیکی نشان ندهد و بی‌معنا گردد.

همچنین آزادی تجاری بین‌المللی نیز به دلیل ضعف در زیرساخت‌های لازم برای تجارت مثل زیرساخت‌های حمل و نقل یا ضعف در سازوکارهای مالی موجب تقلیل و کمرنگ شدن اثر این مؤلفه بر انباشت سرمایه فیزیکی گشته‌است.

در نهایت در تفسیر اثر بی‌معنا مقررات بر انباشت سرمایه فیزیکی باید گفت ضعف در کیفیت و اجرای قوانین و مقررات در کنار فساد اداری موجود در کشورهای در حال توسعه مانع از اعمال اثر مثبت این متغیر بر انباشت سرمایه فیزیکی گشته و به همین دلیل ضریب این متغیر بی‌معنا بوده‌است.

بی‌معنایی آماری مؤلفه‌های «پول سالم» و «آزادی تجاری بین‌المللی» را می‌توان در چارچوبی چندلایه مورد تأمل قرار داد. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، حتی در شرایطی که نوعی ثبات نسبی پولی برقرار است، عواملی مانند ضعف ساختاری نظام بانکی و محدودیت‌های دسترسی به منابع مالی می‌توانند مانع از تحقق کامل آثار بالقوه این شاخص‌ها بر سرمایه‌گذاری فیزیکی شوند. از منظر نهادی و فرهنگی نیز، سطح پایین اعتماد اجتماعی، نبود شفافیت اقتصادی و ضعف در اجرای سیاست‌ها ممکن است فرآیند انتقال اثرات سیاست‌های پولی به بخش واقعی اقتصاد را با چالش‌هایی مواجه سازد. افزون بر این، در برخی کشورها از جمله ایران، تحریم‌های اقتصادی و موانع سیاسی می‌توانند دامنه اثرگذاری مؤلفه آزادی تجاری را محدود کنند. از این منظر، فقدان معناداری آماری در این شاخص‌ها را نمی‌توان لزوماً به‌عنوان نشانه‌ای از بی‌اثر بودن آنها تلقی کرد؛ بلکه ممکن است بیانگر آن باشد که عوامل ساختاری، نهادی و سیاسی نقش برجسته‌تری در تعیین مسیر انباشت سرمایه فیزیکی ایفا می‌کنند.

۷. نتیجه‌گیری

انباشت سرمایه فیزیکی یکی از مهم‌ترین عوامل رشد اقتصادی و توسعه پایدار است. رشد انباشت سرمایه فیزیکی، بهره‌وری عوامل تولید را نیز افزایش داده و موجب رشد تولید می‌شود. با این حال، بسیاری از کشورهای منتخب در حال توسعه با موانع متعددی در مسیر رشد انباشت سرمایه فیزیکی مواجه هستند. بنابراین جهت محقق شدن رشد سرمایه فیزیکی در کشورهای منتخب در حال توسعه، با توجه به نتایج تخمین معادله تعیین‌کننده‌های رشد سرمایه فیزیکی که در پژوهش حاضر ارائه شده‌است، پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

- ضریب مثبت (۰/۱۹۵۲) متغیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی، نشان می‌دهد توسعه فناوری داخلی نقش مهمی در افزایش سرمایه فیزیکی دارد. از آنجایی که هدف کشورها از توسعه سرمایه فیزیکی، رشد تولید ناخالص داخلی و نیز تولید کالاهای با توان رقابت‌پذیری بالا در دنیا است؛ لذا در جهت تقویت انباشت تحقیق و توسعه داخلی کشورهای منتخب در حال توسعه پیشنهاد می‌گردد دولت‌ها هدایت منابع مالی (همچون توجه به سیاست‌های تعرفه‌ای، ارزی و نیز اصلاح بودجه‌ریزی دولتی) و قیمت‌های نسبی عوامل را به نحوی قرار دهند که بنگاه‌ها برای سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه تشویق شوند. چراکه، بازار تحقیق و توسعه در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌یافته دچار انقباض است. این منقبض بودن بازار تحقیق و توسعه که به بازار سرمایه فیزیکی نیز آسیب رسانده‌است و مانع توسعه آن گشته، ناشی از ناهماهنگی بین سیاست‌های سمت تقاضا با سیاست‌های سمت عرضه با رویکرد دانش بنیان در کشورهای در حال توسعه است. به عبارتی، تحقیق و توسعه داخلی در کشورهای در حال توسعه غالباً عرضه‌محور است و تقاضا محور نیست و همین موضوع موجب فقدان پاسخ مناسب از سمت تقاضا به عرضه‌کنندگان تحقیق و توسعه شود. همچنین توصیه می‌گردد به منظور تسهیل انتقال فناوری، شبکه‌های همکاری بین دانشگاه و صنعت ایجاد گردد، تا فعالان اقتصادی نیازشان به نوآوری را از دانشگاه‌ها و سایر مراکز تحقیقاتی تامین نمایند و بدین ترتیب از بهبود کیفیت سرمایه‌های فیزیکی به نحو موثری در صنعت استفاده گردد. به‌ویژه در کشورهای مورد تحریم چون ایران، که به واردات سرمایه فیزیکی وابستگی بسیار دارد، لازم است به هماهنگی سیاست‌های سمت تقاضا با سیاست‌های سمت عرضه بیشتر توجه شود، تا از طریق بومی‌سازی فناوری

سرمایه‌فیزیکی که از طریق بسط بازار تحقیق و توسعه انجام می‌گیرد، به رشد عامل انباشت سرمایه فیزیکی کمک بیشتری شود. چراکه این عمل به رشد انباشت سرمایه فیزیکی و نیز به تبع آن به رشد اقتصادی کمک بسزایی خواهد نمود. همچنین لازم به ذکر است اقدامات بیان شده جهت توسعه بازار تحقیق و توسعه که منجر به توسعه سرمایه فیزیکی می‌شود دیربازده هستند و به تدریج رخ می‌دهند. بنابراین، نمی‌توان در کوتاه‌مدت انتظار نتیجه بود.

- با توجه به ضریب مثبت و معنادار (۰/۶۲۲۷) متغیر سرمایه انسانی که یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش سرمایه فیزیکی است. ولی بنظر می‌رسد کماکان بازار سرمایه انسانی در کشورهای منتخب در حال توسعه نیاز به گسترش دارد و این امر تنها به وسیله ایجاد تطابق بین فراوانی نسبی قیمتی و فراوانی نسبی مقداری صورت می‌گیرد. بنابراین توصیه می‌شود سیاست‌گذاران کشورهای مورد مطالعه، با شناخت صحیح از بازار عوامل به طور ویژه عامل سرمایه انسانی و اصلاح سیاست‌های کلان اقتصادی با رویکرد دوست‌داری گسترش بازار عوامل جدید تولید، بین فراوانی نسبی مقداری و فراوانی نسبی قیمتی عوامل تولید تطابق ایجاد کرده تا از سرمایه انسانی جوامع خود به نحو مؤثر و در راستای رشد تولید استفاده کرده باشند.

محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش با وجود تلاش برای گردآوری داده‌های دقیق، با محدودیت‌هایی مواجه بوده است. نخست در مورد ایران، تحریم‌های اقتصادی بین‌المللی طی بخشی از دوره مورد بررسی، دسترسی به فناوری خارجی را محدود کرده و ممکن است بر برآورد واقعی سرریز تحقیق و توسعه اثرگذار بوده باشد. همچنین متغیر آزادی اقتصادی به دلیل تفاوت‌های نهادی میان کشورها ممکن است از نظر مفهومی در همه کشورها به‌طور یکسان قابل مقایسه نباشد.

شایان ذکر است که روش حداقل مربعات معمولی (OLS) گرچه برای برآورد روابط خطی و هم‌انباشتگی میان متغیرها مناسب است، اما به‌تنهایی نمی‌تواند رابطه علی میان آنها را اثبات کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی از رویکردهای علیت‌محور مانند مدل‌های گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) یا الگوهای خودرگرسیون برداری (VAR) استفاده

کنند تا پویایی زمانی و جهت علیت میان مؤلفه‌های دانش و انباشت سرمایه فیزیکی را بررسی نمایند. بنابراین، نتایج باید با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها تفسیر شوند.

کتابنامه

شاه‌آبادی، ابوالفضل، رهنما، حمیده و امیدی، وحید. (۱۳۹۷). تاثیر متقابل درآمد نفتی با شاخص نهادی حکمرانی بر تشکیل سرمایه فیزیکی. *فصلنامه اقتصاد مقداری*، (۳)، ۱۵-۲۱، ۴۲-۲۱.

- Aghion, P. & Howitt, P. (1990). A model of growth through creative destruction. *National Bureau of Economic Research*, doi:10.3386/w3223
- Amir-ud-Din, R., Usman, M., Abbas, F., & Javed, S. A. (2019). Human versus physical capital: issues of accumulation, interaction and endogeneity. *Economic Change and Restructuring*, 52(4), 351-382.
- Azeem, M. M. (2015). Money and physical capital relationship. In Money and physical capital relationship: Azeem, Muhammad Mehtab. ISSN :2359-7712
- Bernstein, J. I., & Nadiri, M. I. (1989). Research and development and intra-industry spillovers: an empirical application of dynamic duality. *The Review of Economic Studies*, 56(2), 249-267. <https://doi.org/10.2307/2297460>
- Bloom, D. E., & Freeman, R. B. (1986). Population growth, labor supply, and employment in developing countries. *National Bureau of Economic Research*, <https://www.nber.org/papers/w1837>
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic perspectives*, 14(4), 23-48.
- Caldentey, E. P. (2008). The Concept and Evolution of the Developmental State. *International Journal of Political Economy*, 37(3), 27-53. <https://doi.org/10.2753/IJP0891-1916370302>
- Cheng, L. (2022). Political capital and physical capital: Substitute or complement? Evidence from China's anti-corruption campaign. *Emerging Markets Review*. 51(8), <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2022.100886>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). *Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation*. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Dearmon, J. & Grier, R. (2011). Trust and the accumulation of physical and human capital. *European Journal of Political Economy*, 27(3), 507-519. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2011.03.001>
- Emara, N., & Rebolledo, L. R. (2019). On the Relationship Between Economic Freedom and Output Per Worker: The Case of Asia-Pacific Countries. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(6), 184-194. <https://doi.org/10.32479/ijefi.8252>

- Greenwood, J., Hercowitz, Z. & Krusell, P.(1997). Long-run implications of investment-specific technological change. *The American Economic Review*, 342-362. <https://www.jstor.org/stable/2951349>
- Hafer, R. (2013). Economic freedom and financial development: International evidence. *Social Science Research Network*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2239961
- Ihlenfeld, Sarah. Hall, Joshua C. & Zhou, Yang. (2022). Economic freedom, Capital, and Growth: Evidence from the States, *American Business Review*, 25(1). <https://doi.org/10.37625/abr.25.1.25-35>
- Khan, J.(2015). The role of research and development in economic growth: A review. 3(2), <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/67303/>
- Kjaer, Ulrik. (2013). Local Political Leadership: The Art of Circulating Political Capital. *Local Government Studies*, 39(2), 253-272. doi:10.1080/03003930.2012.751022
- Lawson, R., Miozzi, V., & Tuszynski, M. (2024). Economic freedom and growth, income, investment, and inequality: A quantitative summary of the literature. *Southern Economic Journal*, 90(4), 1099-1135.
- Lee, S. K., Woo, K. Y., & Yeung, W. M. (2012). *Economic freedom and growth*. 23(2), 1-39. <http://dx.doi.org/10.1007/s10602-011-9116-x>.
- Odiambo, N. M. (2004). Money and physical capital are complementary in kenya. *International Economic Journal*, 18(1), 65-78. <https://doi.org/10.1080/1351161042000180647>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- Shahabadi, A., Rahnama, H., & Omid, V. (2018). The Interaction of Oil Revenue with the Governance Index on the Formation of Physical Capital. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 15(3), 21-42. doi: 10.22055/jqe.2018.22611.1667 (in persian)
- Shioji, E. & Vu, T. K. (2012). Physical capital accumulation in Asia 12: Past trends and future projections. *Japan and the World Economy*, 24(2), 138-149. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2012.01.011>
- Tajudeen, F. P., Jaafar, N. I. & Sulaiman, A.(2019). External Technology Acquisition and External Technology Exploitation: The Difference of Open Innovation Effects. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(4), 97. <https://doi.org/10.3390/joitmc5040097>
- Uctum, M.(1991). Foreign interest rate disturbance, financial flows and physical capital accumulation in a small open economy. *The Scandinavian Journal of Economics*, 93(3), 377-390. <https://doi.org/10.2307/3440181>
- <https://databank.worldbank.org>
- <https://www.trademap.org/>
- <https://efotw.org>
- <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>
- <https://www.scimagojr.com/>