فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق) پاییز ۱۴۰۴ ۲۲(۳) ۵۳-۲۷



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

تأثیر مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در منتخبی از کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا: رویکرد غیرخطی PSTR

شهاب جهانگیری *، فهمیده فتاحی**، فاروق محمودی رزگه***

** دانشیار اقتصاد، گروه علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران (نویسنده‌ی مسئول)*

*** دکتری اقتصاد، گروه علوم اقتصادی، دانشکده ی اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران*

****دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه علوم اقتصادی، دانشکده ی اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.*

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:
تاریخ بازنگری:
تاریخ پذیرش:

طبقه‌بندی JEL: L16, O14, C23

واژگان کلیدی:
اشتغال صنعتی، واردات فناوری، کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا ، رگرسیون انتقال ملایم پانلی

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:
ایمیل:
kh.jahangiri@urmia.ac.ir
0000-0001-9755-1981

آدرس پستی: آذربایجان غربی – ارومیه کیلومتر ۱۱ جاده سرو - دانشگاه ارومیه

قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مولف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون فناوری وارداتی در فرآیند صنعتی‌شدن کشورهای در حال توسعه، این مطالعه به بررسی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در ده کشور منتخب شرق و جنوب شرقی آسیا طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ می‌پردازد. انتخاب این بازه زمانی به دلیل دسترسی به داده‌های متوالی و باکیفیت برای تمامی کشورها و پوشش دوره‌ای است که طی آن تجارت فناوری و تغییر ساختار صنعتی در منطقه رشد قابل‌توجهی داشته است. کشورها نیز بر اساس سهم بالای آن‌ها در تجارت فناوری، سرعت صنعتی‌شدن و دسترسی به داده‌های معتبر انتخاب شده‌اند. برای شناسایی روابط غیرخطی میان متغیرها، از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که میان واردات فناوری و اشتغال صنعتی رابطه‌ای غیرخطی برقرار است. مقدار آستانه متغیر انتقال، که لگاریتم واردات فناوری (به دلار جاری) است، برابر با ۱/۹۱۵۹ برآورد شده است؛ این عدد معادل حدود ۶/۷۹ درصد واردات فناوری از کل واردات کالا است که در آن نقطه تغییر رژیم اتفاق می‌افتد. ضریب شیب ۸/۸٦٤۷ بیانگر آن است که تغییر اثر واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در حوالی این آستانه با سرعت بالا رخ می‌دهد. در رژیم ۱ (مرحله اول: سطوح پایین واردات فناوری)، اثر واردات فناوری بر اشتغال صنعتی منفی و از نظر آماری بی‌معنی است. در این مرحله، تورم اثر مثبت و معناداری دارد که ناشی از تقویت مزیت قیمتی محصولات داخلی در برابر کالاهای وارداتی است. ارزش افزوده صنعت نیز اثری مثبت و معنادار دارد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) اثر منفی معنادار بر اشتغال صنعتی می‌گذارد که می‌تواند ناشی از فشار رقابتی بر صنایع داخلی و جایگزینی تولید داخلی باشد. در رژیم ۲ (مرحله دوم: سطوح بالای واردات فناوری)، اثر واردات فناوری بر اشتغال صنعتی مثبت و معنادار می‌شود، که نشان‌دهنده بهره‌برداری بهتر از فناوری‌های وارداتی و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید است. در این مرحله، اثر مثبت تورم کاهش یافته و حتی می‌تواند منفی شود، زیرا وابستگی بالاتر صنایع به نهاده‌ها و تجهیزات وارداتی موجب افزایش هزینه تولید و کاهش رقابت‌پذیری می‌شود. ارزش افزوده صنعت همچنان اثری مثبت و معنادار دارد، اما منشأ آن بیشتر ارتقای بهره‌وری، بهبود کیفیت محصولات و توسعه زنجیره‌های تولید پیشرفته است. اثر منفی FDI در این مرحله کاهش یافته و از نظر آماری بی‌معنی می‌شود که می‌تواند ناشی از انتقال فناوری و مهارت به نیروی کار و همگرایی با زنجیره‌های ارزش جهانی باشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری در حوزه اشتغال صنعتی باید تفاوت اثرگذاری واردات فناوری در دو رژیم را مدنظر قرار دهد و مقدار آستانه برآوردی را به‌عنوان یک شاخص مرجع برای ارزیابی سیاست‌ها در نظر گیرد.

ارجاع به مقاله:
جهانگیری، شهاب.، فتاحی، فهمیده و محمودی رزگه، فاروق. (سال انتشار). تأثیر مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در منتخبی از کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا: رویکرد غیرخطی PSTR. *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره(شماره)، ص-ص.

10.22055/jqe.2025.48905.2687

© 2026 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons

Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

تکنولوژی به سرعت در حال پیشرفت است و به طور فزاینده‌ای الگوهای تولید در سراسر جهان را مختل می‌کند. یک مطالعه اخیر بانک جهانی نشان می‌دهد که کاربرد روزافزون اتوماسیون صنعتی، روباتیک مدرن و کارخانه‌های هوشمند، فرآیند تولید و تغییر کار را متحول می‌کنند (Hallward-Driemeier & Nayyar, 2017). واردات این فناوری‌های جدید توسط کشورهای درحال‌توسعه می‌تواند بهره‌وری را افزایش و هزینه‌ها را کاهش دهد و از سرعت انتشار و فراگیری فناوری پشتیبانی کند. با این حال، این فناوری‌ها خطراتی را برای این کشورها به وجود می‌آورند تا جایی که ممکن است صرفه‌جویی در نیروی کار و جایگزینی مشاغل کم‌مهارت شوند (Frey & Rahbari, 2016).

اگرچه فناوری جدید وارداتی خطراتی را برای کارگران کم‌مهارت ایجاد می‌کند، توافق نظر کمتری در مورد تأثیرات کلی آن بر اشتغال وجود دارد. از آنجایی که ماشین‌ها در کارهای روتین خوب عمل می‌کنند، تقاضا برای مشاغل معمولی کاهش می‌یابد. کارگران ساده احتمالاً بیکار می‌شوند. از دیدگاهی متفاوت، ماشین‌ها بهره‌وری را بهبود می‌بخشند و قیمت کالاها و خدمات را کاهش می‌دهند، که تقاضا برای آنها را افزایش می‌دهد. افزایش تقاضا نیازمند استخدام کارگران اضافی است که می‌تواند اثر جابجایی ناشی از اتوماسیون را جبران کند. استفاده بیشتر از ماشین‌ها و فناوری، تقاضا برای کارگران ماهر را افزایش می‌دهد و تکالیف را بین کارمندان جابجا می‌کند. در حالی که ماشین‌ها ممکن است تعداد مشاغل تولیدی سنتی را کاهش دهند و مشاغل خدماتی جدیدی ایجاد کنند (Dang ,Frederick, 2018 .(& Vu, 2020

شرکت‌ها هم به طور مداوم در مسیر نوآوری حرکت می‌کنند تا به برتری رقابتی نسبت به رقبای خود دست یابند. اخیراً تا حد زیادی، سرمایه‌گذاری انبوه تحقیق و توسعه[1](R&D) در جستجوی فناوری جدید، به بخشی ضروری از استراتژی تولید شرکت‌ها برای عبور از رقابت سخت در بازارهای بین‌المللی تبدیل شده است. اما این تلاش جدی برای

[1] Research and Development (R&D)

فناوری جدید در تولید، بحث و ترس جدیدی را در میان کارگران و اتحادیه‌های کارگری که فناوری را جایگزینی برای کار فیزیکی می‌دانند، برانگیخته است. طرفداران این دیدگاه استدلال می‌کنند که پذیرش فناوری جدید ممکن است تقاضا برای نیروی کار فیزیکی را کاهش دهد و در نتیجه بیکاری را افزایش دهد (Sharma & Mishra, 2022).

با توجه به مطالب ذکر شده، می‌توان استدلال کرد که ممکن است واردات فناوری اثر قابل توجهی بر اشتغال صنعتی[۲] داشته باشد و آگاهی از این موضوع و میزان آن از اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر، این اثرگذاری لزوماً به صورت خطی نبوده و می‌تواند به صورت غیرخطی اتفاق بیفتد و این ارتباط در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا در نظر گرفته نشده است. همچنین اشتغال صنعتی یکی از شاخص‌های کلیدی توسعه اقتصادی محسوب می‌شود، بررسی عوامل تأثیرگذار بر آن اهمیت زیادی دارد. واردات فناوری به‌عنوان یکی از محرک‌های بهره‌وری می‌تواند نقش مهمی در تغییر ساختار اشتغال ایفا کند. با این حال، جهت و شدت این تأثیر هنوز در هاله‌ای از ابهام است. برخی مطالعات به تأثیر منفی آن از طریق جایگزینی نیروی کار اشاره دارند، در حالی که برخی دیگر به نقش مثبت آن از مسیر افزایش بهره‌وری و رشد تولید تأکید می‌کنند. این دوگانگی حاکی از آن است که رابطه میان واردات فناوری و اشتغال صنعتی ممکن است به‌صورت غیرخطی و وابسته به سطح آستانه‌ای از واردات فناوری شکل گیرد. از سوی دیگر، کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا که در مسیر صنعتی شدن هستند، به‌شدت به فناوری‌های وارداتی وابسته‌اند و در عین حال، اشتغال صنعتی برای آن‌ها از اهمیت استراتژیک برخوردار است. با این وجود، مطالعات محدودی به بررسی ساختار غیرخطی این رابطه در منطقه پرداخته‌اند. همچنین، با توجه به تفاوت‌های نهادی و اقتصادی میان کشورهای منطقه، می‌توان انتظار داشت که اثر واردات فناوری بر اشتغال صنعتی بسته به این شرایط متفاوت باشد. از این رو، بررسی اثرات غیرخطی این متغیر در چارچوب مدل آستانه‌ای می‌تواند به تبیین این تفاوت‌ها کمک کند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل دقیق این رابطه در قالب مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی، می‌کوشد خلأ موجود در ادبیات را پر کند و یافته‌هایی کاربردی برای سیاست‌گذاری ارائه دهد. لذا چگونگی تأثیرگذاری واردات فناوری بر اشتغال صنعتی نیازمند

[2] Industrial employment

بررسی تجربی در کشورهای منتخب است. بنابراین، این مطالعه بر آن است تا تأثیر آستانه‌ای و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی را در کنار دیگر عوامل مؤثر بر بر اشتغال صنعتی در ۱۰ کشور شرق و جنوب شرقی آسیا با استفاده از مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانلی[3] (PSTR) طی دوره‌ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۱ مورد بررسی قرار دهد.

۲- مبانی نظری

در دهه‌های اخیر، مشکل اشتغال به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، به یکی از چالش‌های اصلی سیاست‌گذاری اقتصادی تبدیل شده است. نرخ بیکاری بالا، اشتغال ناقص و ضعف در جذب نیروی کار ماهر و غیرماهر از جمله مشکلات ساختاری بازار کار در بسیاری از کشورها، از جمله کشورهای شرق و جنوب‌شرقی آسیا است. این بحران، نه‌تنها آثار اجتماعی و اقتصادی عمیقی دارد، بلکه ضرورت بازنگری در سیاست‌های صنعتی و فناوری را دوچندان کرده است. در این میان، واردات فناوری به‌عنوان ابزاری برای رشد صنعتی و ارتقاء بهره‌وری مطرح می‌شود، اما این فرآیند می‌تواند آثار متضادی بر بازار کار داشته باشد. از این رو، بررسی دقیق و ساختاری اثر واردات فناوری بر اشتغال، به‌ویژه در بستر شرایط اقتصادی این کشورها، اهمیت ویژه‌ای دارد. در همین راستا، شناخت سازوکارهای اثرگذاری فناوری بر اشتغال، به‌ویژه در قالب واردات فناوری، از اهمیت بالایی برخوردار است. رابطه میان فناوری و اشتغال همواره از موضوعات چالش‌برانگیز در ادبیات اقتصادی بوده است؛ چراکه شواهد پژوهشی متعدد نشان می‌دهند که تأثیر فناوری بر اشتغال ساده و یک‌بعدی نیست، بلکه متأثر از کانال‌های مختلف مستقیم و غیرمستقیم است که ممکن است آثار مثبت یا منفی بر بازار کار داشته باشند (Calvino & Virgilito, 2017).

از یک‌سو، فناوری یکی از محرک‌های اصلی رشد اقتصادی پایدار تلقی می‌شود، اما از سوی دیگر، به‌ویژه در کوتاه‌مدت و میان‌مدت، ممکن است منجر به جابجایی یا از دست رفتن مشاغل شود. این امر به دلیل زمانی است که برای سازگاری با فناوری‌های جدید نیاز است، و همچنین به سطح مهارت نیروی کار بستگی دارد (Berman & Machin, 2004). همچنین، نوع فناوری اتخاذشده نیز بر نوع و شدت تأثیر بر اشتغال اثرگذار است. به‌عنوان مثال، فناوری‌های محصول‌محور معمولاً منجر به افزایش اشتغال می‌شوند، در حالی که

[3] Panel Smooth Transition Regression Model (PSTR)

فناوری‌های فرآیندمحور ممکن است به کاهش نیاز به نیروی انسانی منجر شوند Harrison, Jaumandreu. Mairesse, & Peters., 2014; Bouattour, Kalai, & Helali., 2023).

در همین راستا، پژوهشگران مکانیسم‌هایی را مطرح کرده‌اند که از طریق آن‌ها فناوری می‌تواند به ارتقای اشتغال منجر شود. این مکانیسم‌ها شامل ۱) معرفی ماشین‌آلات جدید در بخش تولید، ۲) قیمت‌های پایین‌تر به لطف پیشرفت تکنولوژی که باعث افزایش بهره‌وری و تقاضا می‌شود، ۳) در برخی شرایط، کاهش نسبی دستمزد واقعی می‌تواند از طریق کاهش هزینه‌های تولید به افزایش اشتغال منجر شود، هرچند این اثر بسته به ساختار بازار کار، سطح تقاضای کل و انتظارات کارگران می‌تواند متفاوت و حتی در مواردی معکوس باشد، ۴) سرمایه‌گذاری‌های جدید توسط کارآفرینان نوآور، ۵) درآمد بالاتر کارگران جهت افزایش تقاضا برای نیروی کار و ۶) ظهور محصولات جدید و شاخه‌های اقتصادی، است.

چهار مکانیسم اول را می‌توان به مکاتب کلاسیک و نئوکلاسیک نسبت داد، در حالی که دو مکانیسم آخر به احتمال زیاد به تفکر کینزی- شومپیتری نسبت داده می‌شوند (Calvino & Virgilito, 2017) علاوه بر این، پنج مکانیسم اول که توسط مطالعات قبلی برجسته شده (Nelson & Winter, 1982; Dosi, 1988) و با تجزیه و تحلیل‌های تجربی اثبات شده است (Conte & Vivarelli, Parisi, Schiantarelli, & Sembenelli, 2006 ;2007)، به جبران اثر اولیه صرفه‌جویی در نیروی کار حاصل از نوآوری مربوط می‌شود (Vivarelli, 2014). اثر اولیه صرفه‌جویی در نیروی کار حاصل از فرآیند نوآوری با سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات جدید، که به عنوان "تغییر تکنولوژیکی تجسم‌یافته[4]" شناخته شده، جبران می‌شود. برعکس، مکانیسم ششم که به «مکانیسم شومپیتری[5]» معروف است، از طریق ایجاد بازارهای جدید می‌توانند اشتغال‌زا باشند، اما ممکن است هم‌زمان منجر به افت فروش محصولات قدیمی و تضعیف اشتغال سنتی شوند.

بنابراین، تأثیر نهایی پیشرفت فناوری بر اشتغال به اثربخشی این مکانیسم‌های جبرانی بستگی دارد، با این حال، اثربخشی این مکانیسم‌های جبرانی به مجموعه‌ای از عوامل

[4] embodied technological change

[5] Schumpeterian mechanism

اقتصادی، نهادی و ساختاری وابسته است که در برخی موارد ممکن است عملکرد آن‌ها را محدود یا مختل سازد(Dosi, Piva, Virgillito, & Vivarelli, 2021; Vivarelli, 2014). در واقع، چندین عامل مانند عوامل نهادی، شرایط کلان اقتصادی و چرخه‌ای، و پویایی بازار کار با هم تعامل دارند، که پیش‌بینی جامع اثربخشی آنها را از قبل دشوار می‌کند (Vivarelli, 2014; Calvino & Virgilito, 2017). به عنوان مثال، مکانیسم‌های جبران قیمت و درآمد می‌تواند تحت‌تاثیر رقابت بازار، کشش تقاضا، انتظارات نمایندگان و سایر عوامل قرار گیرد و تبدیل سود اضافی به تقاضای مؤثر را به تأخیر بیندازد. از سوی دیگر، اقداماتی مانند ساعات کاری کوتاه‌تر، شبکه‌های ایمنی اجتماعی و استراتژی‌های اتحادیه مناسب می‌توانند کاهش نیاز به نیروی کار به دلیل نوآوری را کاهش دهند (Vivarelli, 2014) علاوه بر این، تأثیر محصولات جدید بر کاهش فروش محصولات قدیمی می‌تواند اشتغال‌زایی مرتبط با نوآوری محصول را تضعیف کند (Calvino & Virgilito, 2017: Barbieri, Piva & Vivarelli, 2019). رابطه بین تغییرات تکنولوژیکی و اشتغال نیز تحت تأثیر چرخه تجاری و سایر شرایط اقتصادی است که رفتار نوآورانه شرکت‌ها و توانایی آنها برای ایجاد شغل را شکل می‌دهد (Harrison, Jaumandreu. Mairesse, & Peters, 2014).

این پیچیدگی ناشی از آن است که فناوری می‌تواند به‌طور هم‌زمان باعث ایجاد شغل در برخی بخش‌ها و از بین رفتن شغل در بخش‌های دیگر شود. در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های فناورانه به‌عنوان عامل کلیدی در رشد اقتصادی پایدار معرفی شده‌اند، با این حال، همین پیشرفت‌ها ممکن است در کوتاه‌مدت و میان‌مدت به کاهش اشتغال منجر شوند، زیرا سازگاری ساختاری بازار کار با تغییرات فناورانه زمان‌بر است. همچنین، نقش سطح مهارت نیروی کار در مواجهه با تغییرات تکنولوژیکی حیاتی است؛ به‌طوری‌که مطالعات مختلف نشان داده‌اند نیروی کار ماهر و آموزش‌دیده قادر است با سرعت بیشتری با فناوری‌های نوین انطباق یابد و از فرصت‌های جدید شغلی بهره‌مند شود. از سوی دیگر، نوع فناوری نیز در تعیین اثر آن بر اشتغال اهمیت دارد؛ به‌عنوان مثال، فناوری‌های محصول‌محور معمولاً اشتغال‌زا هستند، در حالی که فناوری‌های فرآیندمحور ممکن است به کاهش نیاز به نیروی انسانی منجر شوند.

۱-۲- کانال‌های اثرگذاری واردات فناوری بر اشتغال صنعتی

واردات فناوری می‌تواند از مسیرهای مختلفی بر تقاضای نیروی کار در سطح بنگاه یا صنعت اثر بگذارد. نخست، اثر رقابتی[6] است؛ ورود ماشین‌آلات و کالاهای فناورانه وارداتی می‌تواند جایگزین تولیدکنندگان داخلی تجهیزات شود و با حذف بنگاه‌های ناکارآمد، منابع را به سمت بنگاه‌های پربازده‌تر سوق دهد و بهره‌وری کل اقتصاد را افزایش دهد، که ممکن است در بلندمدت به افزایش اشتغال منجر شود (Melitz, 2003). البته در کشورهای در حال توسعه که عمدتاً مصرف‌کننده فناوری هستند نه تولیدکننده آن، این اثر ممکن است بسیار محدود باشد. دوم، اثر جانشینی یا برکناری[7] است؛ فناوری‌های وارداتی که وظایف تکراری را بهتر از نیروی انسانی انجام می‌دهند، به‌ویژه در مشاغل یدی و کم‌مهارت، منجر به کاهش تقاضا برای این دسته از مشاغل شده و بیکاری ایجاد می‌کنند (Autor, 2015). سوم، اثر بهره‌وری[8]است؛ فناوری پیشرفته باعث کاهش هزینه تولید و قیمت محصولات می‌شود و تقاضا را افزایش می‌دهد. اگر افزایش تقاضا به جذب نیروی کار بیشتر نیاز داشته باشد، ممکن است اثر منفی جانشینی را جبران کند (ADB, 2018). بنابراین، آثار واردات فناوری بر اشتغال صنعتی پیچیده، متضاد و وابسته به ساختار مهارتی نیروی کار، سطح فناوری، و توانمندی جذب آن در کشور مقصد است. چهارمین کانال اثرگذاری واردات فناوری، ایجاد وظایف و مشاغل جدید[9] است؛ به این معنا که با ورود فناوری‌های پیشرفته‌تر، دسته‌های شغلی جدیدی شکل می‌گیرند که معمولاً به مهارت‌های بالاتر نیاز دارند و تقاضا برای نیروی کار متخصص را افزایش می‌دهند (Frederick, 2018). بنابراین، ادبیات پژوهش اتفاق نظر روشنی درباره اثر نهایی واردات فناوری بر اشتغال ندارد. در حالی که نرخ‌های بالای جایگزینی می‌تواند موجب کاهش اشتغال شود، عواملی مانند افزایش بهره‌وری و خلق مشاغل جدید می‌توانند اشتغال را افزایش دهند. در نتیجه، اثر نهایی واردات فناوری بر اشتغال صنعتی به توازن میان این کانال‌ها و ویژگی‌های ساختاری هر کشور بستگی دارد (Dang & Vu, 2020).

---

[6] competition effect
[7] displacement effect
[8] productivity effect
[9] new task effect

۳- پیشینه مطالعات

۳-۱- مطالعات خارجی

Dang & Vu (2020) رابطه بین اشتغال در شرکت‌های تولیدی ویتنامی و کالاهای سرمایه‌ای وارداتی را با استفاده از داده‌های پانل طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۷ را در کشورهای جنوب شرق آسیا مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که کالاهای سرمایه‌ای وارداتی، جایگزین اشتغال و حتی افزایش اشتغال و بهره‌وری نیروی کار نمی‌شود. همچنین نتایج بیان کننده این است که تأثیرات فناوری پیشرفته وارداتی در شرکت‌های بزرگ بارزتر است و فناوری وارداتی بیشتر، بهره‌وری نیروی کار را در شرکت‌های دولتی و تعداد کارگران شرکت‌های بزرگ و شرکت‌های مناطق صنعتی را افزایش می‌دهد. با این حال، افزایش سطح اشتغال در صنایع و بنگاه‌هایی که به شدت از ماشین آلات استفاده می کنند، کمتر است.

شارما و میشرا (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر فناوری بر اشتغال با استفاده از داده‌های نظرسنجی در سطح شرکت برای تعداد زیادی از کشورهای در حال توسعه پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که فناوری واردات، مشاغل را از بین نمی‌برد. همچنین نتایج بیانگر این است که فناوری دریافت‌شده از طریق منابع جایگزین به صورت ترکیبی کار می‌کند و ظرفیت جذب را افزایش و اشتغال را ارتقا می‌دهد (Sharma & Mishra, 2022).

در مطالعه دیگر بواتور و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر غیرخطی فناوری وارداتی بر اشتغال صنعتی با استفاده از روش رگرسیون آستانه‌ای پانل غیرخطی[10] (PTR) در منتخبی از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه طی دوره پیشرفت تکنولوژی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ پرداخته‌اند. نتایج بیان‌کننده این است که رابطه مثبتی بین فناوری وارداتی و اشتغال صنعتی برای نرخ واردات فناوری بالاتر از آستانه وجود دارد و بالاتر از آن، فناوری وارداتی شروع به بهبود اشتغال صنعتی در کشورهای توسعه‌یافته می‌کند. در مقابل، برای کشورهای در حال توسعه، نتایج نشان می‌دهد که رابطه منفی بین فناوری وارداتی و اشتغال صنعتی برای نرخ واردات فناوری بالاتر از آستانه است، که بالاتر از آن، فناوری وارداتی شروع به کاهش اشتغال صنعتی می‌کند (Bouattour, Kalai, & Helali., 2023.

[10] panel threshold regression (PTR) approache

آسراور و ساکی (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر تغییرات تکنولوژیکی بر ایجاد و تخریب شغل در غنا با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ پرداخته‌اند. نتایج بیان‌کننده این است که فناوری به دلیل ماهیت صرفه‌جویی در نیروی کار، اثر جبرانی بر تخریب شغل و ایجاد شغل دارد. با افزایش واردات، نرخ بهره و حداقل دستمزدها، از بین رفتن مشاغل کوتاه‌مدت و بلندمدت بیشتر می‌شود، اما رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صادرات باعث افزایش اشتغال‌زایی می‌شود. از آنجایی که فناوری منجر به تخریب شغلی بیشتر می‌شود، تجهیز نیروی کار به دانش فناوری قبل از معرفی فناوری جدید مهم است (Asravor & Sackey, 2023).

بواتور و همکاران (۲۰۲۳) رابطه بین فناوری وارداتی و اشتغال را در دو گروه از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۹ با روش رگرسیون آستانه‌ای ملایم پانلی (PSTR) مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بیانگر این است که رابطه مثبتی بین فناوری وارداتی و اشتغال صنعتی برای نرخ واردات فناوری بالاتر از آستانه پیدا می‌کند که بالاتر از آن، فناوری وارداتی شروع به بهبود اشتغال صنعتی در کشورهای توسعه‌یافته می‌کند. در مقابل، برای کشورهای درحال‌توسعه، نتایج نشان داد که رابطه منفی بین فناوری وارداتی و اشتغال صنعتی برای نرخ واردات فناوری بالاتر از آستانه است که بالاتر از آن، فناوری وارداتی شروع به کاهش اشتغال صنعتی می کند. این نتایج نشان می‌دهد که سطح آستانه واردات فناوری می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارتقای سیاست‌های نوآوری در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه در نظر گرفته شود تا تأثیر منفی نوآوری فرآیند ناشی از فناوری وارداتی به حداقل برسد (Bouattour, Kalai, & Helali, 2024).

۲-۳- مطالعات داخلی

حسینی و ابونوری (۲۰۱۶) به بررسی اثر انواع واردات بر اشتغال بخش صنعت در کوتاهمدت و بلندمدت با استفاده مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی[11] (ARDL) طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۵۳ پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می دهد که واردات کالاهای مصرفی و واسطه ای اثر منفی بر اشتغال بخش صنعت داشته در حالی که واردات کالاهای سرمایه ای اثر

[11] Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Model

مثبت و معناداری بر اشتغال بخش صنعت دارا می باشد (Hosseini & Abu Nouri, 2016).

احمدوند و فطرس (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر واردات و صادرات صنایع با فناوری پایین بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از داده‌های فصلی و مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) طی دوره‌ی زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که واردات و صادرات این صنایع تأثیر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی ایران دارند. همچنین متغیرهای مهم دیگری مانند موجودی سرمایه، اشتغال و هزینه‌های تحقیق و توسعه نیز اثرات مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی کشور داشته‌اند (Ahmadvand & Fotros, 2018).

مرور مطالعات نشان می‌دهد که بیشتر تحقیقات انجام شده به بررسی اثرات خطی و مستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی پرداخته‌اند و اثرات غیرمستقیم و غیرخطی این واردات کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به ویژه، در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا تاکنون مطالعه‌ای که از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) برای تحلیل اثرات خطی و غیرخطی واردات فناوری بر اشتغال صنعتی استفاده کرده باشد، انجام نشده است. انتخاب این منطقه به دلیل نقش مهم اقتصادی و صنعتی، جایگاه کلیدی در زنجیره ارزش جهانی، تنوع ساختاری و سیاست‌های فعال جذب فناوری در کشورهای آن صورت گرفته است که امکان بررسی سازوکارهای پیچیده تأثیر فناوری بر اشتغال را فراهم می‌کند. بنابراین، مطالعه حاضر با بهره‌گیری از رویکرد غیرخطی PSTR، به تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در ۱۰ کشور منتخب شرق و جنوب شرقی آسیا می‌پردازد.

۴- روش شناسی تحقیق

۴-۱- مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی

در این تحقیق به بررسی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در ۱۰ کشور شرق و جنوب شرقی آسیا با استفاده از یک مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) بررسی می‌شود. برای این منظور، به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولتاز و هورلین (۲۰۰۶) یک مدل PSTR با دو رژیم حدی و یک تابع انتقال به صورت رابطه (۱) تصریح می‌شود(Gonzalez, Terasvirta, & Van Dijk, 2005; Colletaz & Hurlin, 2006) :

$$Y_{it} = \mu_i + \beta_0 X_{it} + \beta_1 X_{it} F(q_{it}; \gamma, c) + u_{it} \quad i = 1, \ldots, N \; t = 1, \ldots, T \qquad (۱)$$

که در آن Y_{it} متغیر وابسته، X_{it} برداری از متغیرهای برونزا، μ_i اثرات ثابت مقاطع و $u_{it} \approx iid(0, \sigma^2)$ نیز جزء خطا می‌باشد. تابع $F(q_{it}; \gamma, c)$ نیز بیانگر یک تابع انتقال پیوسته و کراندار بین صفر و یک است که به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) به صورت لاجستیکی رابطه (۲(تصریح می‌گردد (Gonzalez, Terasvirta, & Van Dijk, 2005):

$$F(\gamma, c, q_{it}) = \left[1 + exp\left(-\gamma \prod_{j=1}^{m} (q_{it} - c_i)\right)\right]^{-1} \qquad (۲)$$

$$, \gamma > 0 \, , c_1 \leq c_2 \leq, \ldots, \leq c_m$$

که در آن c_jیک بردار m بعدی از مقدار حدهای آستانه‌ای و γ پارامتر شیب است که بیانگر سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر است و دارای قید بدیهی است.q_{it}بیانگر متغیر انتقال است و براساس مطالعه کولتاز و هورلین (۲۰۰۶) می‌تواند از بین متغیرهای توضیحی، وقفه متغیر وابسته و یا هر متغیر دیگر خارج از مدل که از حیث مبانی تئوریکی در ارتباط با مدل مورد مطالعه بوده و عامل ایجاد رابطه غیرخطی باشد، انتخاب گردد (Colletaz & Hurlin, 2006).

گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) پیشنهاد می‌کنند که در عمل لحاظ کردن یک یا دو مقدار آستانه‌ای، m=1 یا m=2، برای مواجهه با تغییرپذیری پارامترها کفایت می‌کند (Gonzalez, Terasvirta, & Van Dijk, 2005). برای m=1، مدل PSTR بر دو رژیم حدی مرتبط با مقادیر کمتر و بیشتر از متغیر انتقال(q_{it}) در مقایسه با حد آستانه‌ای (c_1) و با یک تابع انتقال یکنواخت از ضرایب β_0تا $\beta_0 + \beta_1$دلالت می‌کند. در صورتی که پارامتر شیب γ به سمت بی‌نهایت میل کند، مدل PSTR به مدل دو رژیمی آستانه‌ای پانلی (PTR) تبدیل می‌شود (Hansen, 1999). بدین معنی که برای مقادیر$q_{it} \succ c_1$ ، تابع انتقال مقدار عددی یک و در غیر این‌صورت مقدار عددی صفر را لحاظ می‌کند. برای m=2، تابع انتقال در نقطه $(c_1+c_2) / 2$ به حداقل می‌رسد و مقدار عددی یک را برای مقادیر کمتر و بیشتر متغیر انتقال(q_{it})حاظ می‌کند. در این حالت زمانی که پارامتر شیب γ به سمت صفر میل کند و با وجود هر تعدادی از m، مدل PSTR به یک مدل رگرسیونی خطی یا همگن با اثرات ثابت تنزل می‌یابد. با توجه به مطالب عنوان شده، در مدل PSTR ضرایب

تخمینی با توجه به مشاهدات متغیر انتقال و پارامتر شیب به‌صورت پیوسته میان دو حالت حدی F=1 و F=0 تغییر می‌یابد که این دو حالت حدی بصورت رابطه (۳) تصریح می‌گردند:

$$y_{it} = \begin{cases} \mu_i + \beta_0' x_{it} + u_{iu} & F = 0 \\ \mu_i + (\beta_0' + \beta_1') x_{it} + u_{it} & F = 1 \end{cases} \quad (۳)$$

همان‌طورکه قبلاً اشاره شد، یکی دیگر از ویژگی‌های برجسته مدل PSTR برآورد ضرایب متغیرهای توضیحی به صورت متفاوت برای مقاطع مختلف و متغیر در طول زمان است که این ویژگی مشکل ناهمگنی متعارف در داده‌های تلفیقی را به طور کامل مرتفع می‌کند. برای این منظور کولتاز و هورلین (۲۰۰۶) برای محاسبه کشش‌های مختص هر مقطع و متغیر در طول زمان دو حالت را معرفی کرده است (Colletaz & Hurlin, 2006).

حالت اول: متغیر انتقال به عنوان متغیر توضیحی در رابطه (۴) لحاظ شده باشد:

$$e_{it} = \frac{\partial ln y_{it}}{\partial ln x_{it}} = \beta_0' + \beta_1' F(q_{it}; \gamma, c) + [\beta_1' ln x_{it}] \frac{\partial F(q_{it}; \gamma, c)}{\partial ln x_{it}} \quad (٤)$$

حالت دوم: در رابطه (۵) متغیر انتقال شامل متغیرهای توضیحی نباشد:

$$e_{it} = \frac{\partial y_{it}}{\partial ln x_{it}} = \beta_0' \beta_1' F(q_{it}; \gamma, c) \quad (۵)$$

در نهایت شکل تعمیم‌یافته مدل PSTR با بیش از یک تابع انتقال نیز به صورت رابطه (۶) تصریح می‌شود:

$$y_{it} = \mu_i + \beta_0' x_{it} \sum_j^r = 1 [\beta_j' x_{it}] F_j(q_{it}^j; \gamma_j; C_j) + u_{it} \quad (٦)$$

که در آن r بیانگر تعداد توابع انتقال جهت تصریح رفتار غیرخطی می‌باشد و سایر موارد قبلاً تعریف شده‌اند. شایان ذکر است که مدل PSTR با حذف اثرات ثابت از طریق حذف کردن میانگین‌های انفرادی و سپس با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی (NLS) که معادل تخمین‌زن حداکثر درستنمایی (ML) است، برآورد خواهد شد.

برای مراحل تخمین به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵)، کولتاز و هورلین (۲۰۰۶) و جود (۲۰۱۰)، مراحل تخمین یک مدل PSTR بدین ترتیب است که ابتدا آزمون خطی‌بودن در مقابل PSTR با استفاده از آماره‌های ضریب لاگرانژ والد (LM_W)، ضریب لاگرانژ فیشر (LM_F) و نسبت درستنمایی (LR) به پیروی از کولتاز و هورلین (۲۰۰۶) انجام می‌شود و در صورت رد فرضیه صفر مبنی بر خطی‌بودن رابطه میان متغیرها، باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی موجود میان متغیرها انتخاب شود. برای این منظور فرضیه

صفر وجود یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل دو تابع انتقال آزمون می‌شود (Gonzalez, Terasvirta, & Van Dijk, 2005; Colletaz & Hurlin, 2006; Jude, 2010).

در برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) اثرات واحدهای مقطعی با استفاده از حذف میانگین انفرادی رفع می‌شود. سپس با بکارگیری روش حداقل مربعات غیرخطی (NLS) که معادل برآوردگر حداکثر درست‌نمایی (ML) است، مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) برآورد می‌شود.

در حالی که حذف اثرات ثابت در الگو داده‌های پانلی خطی تحولی استاندارد است، این کار در مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) به دقت بیشتری نیاز دارد. بازنویسی رابطه (۷) به صورت زیر است:

$$y_{it} = \mu_i + \acute{\beta}\, x_{it}(\gamma, c) + u_{it} \qquad (۷)$$

که $x_{it}(\gamma, c) = (\acute{x}_{it}, \acute{x}_{it}\, g(q_{it};\, \gamma, c))'$ و $\beta = (\beta_0', \beta_1')$. با حذف میانگین‌های انفرادی رابطه (۸) بصورت زیر حاصل می‌شود:

$$\tilde{y}_{it} = \acute{\beta}\tilde{x}_{it}(\gamma, c) + \tilde{u}_{it} \qquad (۸)$$

که در آن $\tilde{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i$، $\tilde{x}_{it}(\gamma, c) = (\acute{x}_{it} - \bar{x}'_i, \acute{x}_{it}\, g(g_{it};\, \gamma, c) - \bar{\omega}'_i(\gamma, c))'$، $\tilde{u}_{it} = u_{it} - \bar{u}_i$ و $\bar{y}_i$، $\bar{x}_i$، $\bar{\omega}_i$ و $\bar{u}_i$ میانگین‌های انفرادی هستند و $\bar{\omega}_i(\gamma, c) = T^{-1} \sum_{i=1}^{T} x_{it}\, g(q_{it};\, \gamma, c)$. لذا، بردار $\tilde{x}_{it}(\gamma, c)$ در رابطه (۸) هم از طریق سطوح و هم از طریق میانگین انفرادی بستگی به ۷ و c دارد. لذا، $\tilde{x}_{it}(\gamma, c)$ جهت بدست آوردن حد مطلوب NLS به برآوردهای پی در پی نیاز دارد.

همانطور که در رابطه (۸) مشاهده می‌شود، خطی بودن مدل PSTR در β مشروط به ۷ و c است. لذا روش برآورد NLS جهت تعیین مقادیر این پارامترها استفاده می‌شود تا مجموع مجذور باقیمانده‌ها حل گردد.

$$Q^c(\gamma, C) = \sum_{i}^{N} = 1 \sum_{t}^{T} = 1 \left(\tilde{y}_{it} - \hat{\beta}(\gamma, \acute{c})\tilde{x}_{it}(\gamma, c)\right)^2 \qquad (۹)$$

که $\hat{\beta}(\gamma, c)$ توسط تکرارهای بهینه‌سازی غیرخطی با روش برآورد حداقل مربعات معمولی حاصل شده است. اجزاء خطای u_{it} در رابطه (۹) بصورت نرمال توزیع شده‌اند.

موضوع کاربردی که در برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) لازم توجه ویژه است، انتخاب مقادیر آغازی است. برای مدل انتقال ملایم، اکثر پیشنهاد شده که

مقادیر آغازی معقول را می‌توان با استفاده از جستجوی شبکه‌ای در سرتاسر پارامترها در تابع انتقال بدست آورد. این پیشنهاد بر اساس این واقعیت هست که رابطه (۹) در β وقتی که γ و c برآورد شود. طوری که $\gamma > 0$ و $c_{j,min} > \boldsymbol{min}_{i,t}\{g_{it}\}$ و $c_{j,max} <$ $\boldsymbol{max}_{i,t}\{g_{it}\}$ و $i= 1,\ldots,m$ و حداقل مقادیر $Q^c(\gamma, C) =$ می‌تواند بعنوان مقادیر آغازی الگوریتم بهینه‌سازی غیرخطی استفاده شود (Gonzalez, Terasvirta, & Van Dijk, 2005).

۲-۴- مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در ۱۰ کشور شرق و جنوب شرقی آسیا[۱۲] طی دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۱ رابطه میان متغیرهای مورد مطالعه را با استفاده از تکنیک اقتصادسنجی PSTR و با رویکرد غیرخطی مدل‌سازی می‌کند، همه داده‌های مورد مطالعه از بانک جهانی استخراج شده است.

مدل کلی، مدل تعدیل یافته مطالعه Bouattour et al (2023) به صورت رابطه (۱۰) تعریف می‌شود:

$$LEMPLOY=F(LTIMPORT, LCPI, LINDUSTRY, LFDI) \quad (۱۰)$$

که در آن:

$LEMPLOY_{it}$: لگاریتم اشتغال در صنعت (% از کل اشتغال) در کشور i در زمان t

LTIMPORT: لگاریتم واردات کالاهای فناوری (درصد کل واردات کالا) در کشور i در زمان t (متغیر انتقال)

$LCPI_{it}$: لگاریتم شاخص قیمت مصرف کننده در کشور i در زمان t که بر اساس سال پایه ۲۰۱۰ محاسبه شده است.

$LINDUSTRY_{it}$: لگاریتم ارزش افزوده صنعت (شامل ساخت و ساز)، در کشور i در زمان t که به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است.

$LFDI_{it}$: لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، جریان خالص ورودی در کشور i در زمان t که به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است.

در ادامه، برای بررسی تأثیر غیرمستقیم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی، مدل اقتصادسنجی PSTR به شکل رابطه (۱۱) پیشنهاد می‌گردد:

---

[۱۲] برونئی دارالسلام، کامبوج، چین، هنگ کنگ، چین، اندونزی، ژاپن، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، ویتنام

$$LEMPLOY_{it} = \alpha_1 LTIMPORT_{it} + \alpha_2 LCPI_{it} + \alpha_3 LINDUSTRY + \alpha_4 LFDI_{it} + \sum_{i=1}^{r}[\beta_1 LTIMPORT_{it} + \beta_2 LCPI_{it} + \beta LINDUSTRY_{it} + B_4 LFDI_{it} +]F(q_{it};\gamma;c) + u_{it} \quad (۱۱)$$

برای برآورد مدل از واردات فناوری به عنوان متغیرانتقال که عامل ایجاد رابطه غیرخطی می‌باشد، استفاده خواهد شد و متغیر اشتغال صنعتی به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای کنترل از لگاریتم واردات فناوری، لگاریتم شاخص قیمت مصرف کننده، لگاریتم ارزش افزوده صنعت و لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تشکیل شده است.

۵- یافته های تحقیق

۵-۱- آمار توصیفی داده‌ها

در **جدول ۱** بعضی از ابزارهای آمار توصیفی متغیرها، از جمله میانگین، میانه، حداقل و حداکثر داده‌ها و انحراف معیار گزارش شده است. مهم‌ترین شاخص مرکزی میانگین است که نشان‌دهنده نقطه تعادل و مرکزیت مشاهدات است.

جدول ۱. نتایج آمار توصیفی متغیرها
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 1. Descriptive Statistics of the Variables
Source: Research results

شاخص‌ها	LEMPLOY	LTIMPORT	LCPI	LINDUSTRY	LFDI
میانگین	۳/۰۰۰۷	۲/۵۴۰۲	۴/۵۹۶۵	۳/۴۳۴۳	۱/۲۴۷۶
میانه	۳/۰۳۱۱	۲/۶۸۵۳	۴/۶۰۸۴	۳/۵۴۲۴	۱/۲۴۸۰
بیشینه	۳/۵۰۰۵	۴/۰۵۲۳	۵/۱۴۶۷	۴/۳۰۵۵	۴/۰۶۹۳
کمینه	۲/۱۴۴۲	۰/۰۴۲۸	۳/۷۸۴۵	۱/۷۹۰۱	-۴/۷۴۲۱
انحراف استاندارد	۰/۲۴۳۶	۰/۹۶۷۸	۰/۲۴۷۳	۰/۵۴۷۰	۱/۴۰۹۶
ضریب چولگی	-۰/۳۳۰۹	-۰/۶۱۹۶	-۰/۷۴۲۷	-۱/۴۷۵۶	-۰/۵۳۹۴
ضریب کشیدگی	۲/۷۳۹۰	۲/۵۰۵۷	۴/۰۲۶۳	۵/۲۵۷۶	۴/۰۷۱۱
آماره جارک‌برا	۴/۶۴۰۱	۱۵/۸۷۴۹	۲۹/۸۸۴۸	۱۲۶/۵۶۳۱	۴/۰۷۱۱
ارزش احتمال	۰/۰۹۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

طبق **جدول ۱** مقدار میانگین برای متغیر لگاریتم اشتغال صنعتی (LEMPLOY) برابر ۳/۰۰۰۷ است که بیان می‌کند اکثر مشاهدات حول این نقطه تمرکز یافته‌اند. میانه بیان کننده وضعیت جامعه است. همانطور که در **جدول ۱** مشاهده می‌شود میانه متغیر لگاریتم اشتغال صنعتی (LEMPLOY) ۳/۰۳۱ است و بیان‌کننده این است که نصف مشاهدات کمتر از این مقدار و نصف دیگر بیشتر از این مقدار هستند. همچنین با توجه به نتایج **جدول ۱** بیشترین مقدار لگاریتم اشتغال صنعتی (LEMPLOY) هم برابر با ۳/۵۰۰ است که مربوط به کشور ویتنام در سال ۲۰۲۱ است و کمترین مقدار این متغیر هم ۲/۱۴۴ مربوط به کشور کامبوج در سال ۲۰۰۰ می‌باشد. انحراف معیار هم شاخصی جهت اندازه‌گیری میزان پراکندگی مشاهدات از میانگین است و مقدار آن برای لگاریتم اشتغال صنعتی (LEMPLOY) ۰/۲۴۳۶ و برای بقیه متغیرها هم در جدول ۱ گزارش شده است. همچنین ضریب چولگی برابر با گشتاور سوم نرمال شده است. ضریب چولگی در واقع شاخصی برای بررسی وجود تقارن یا عدم‌تقارن در توزیع می‌باشد. در یک توزیع کاملاً متقارن مقدار آن صفر و برای یک توزیع نامتقارن با کشیدگی متمایل به مقادیر بالاتر چولگی مثبت و برای توزیع نامتقارن با کشیدگی متمایل به مقادیر کوچکتر مقدار چولگی منفی است. با توجه به موارد گفته شده همه متغیرها دارای چولگی به سمت چپ می‌باشد. آزمون جارک برا[13] برای بررسی نرمال بودن فرضیه صفر «داده‌ها از توزیع نرمال به دست می‌آیند» در سطح معنی‌داری ۱٪ را رد می‌شود و پیشنهاد می‌کند که تخمین‌گر غیرخطی اعمال شود. مقادیر کشیدگی نیز توزیع غیر نرمال داده‌ها را تایید می‌کند.

۲-۵- آزمون وابستگی مقطعی

تشخیص استقلال مقطعی داده‌ها اولین مرحله در اقتصادسنجی داده‌های پانلی است. برای این منظور، آزمون‌های مختلفی از جمله: آزمون‌های بروش و پاگان (۱۹۸۰) و نیز آزمون استقلال مقطعی پسران[14] (CD) (۲۰۰۴) معرفی شده‌اند (Breusch & Pagan, 1980). این آزمون برای داده‌های پانل متوازن و نامتوازن است و در نمونه‌های کوچک ویژگی‌های مطلوبی دارد. همچنین، بر خلاف روش بروش و پاگان (۱۹۸۰)، برای ابعاد مقطعی بزرگ و ابعاد زمانی کوچک هم نتایج قابل اعتمادی گزارش شده و نسبت به وقوع یک یا چند شکست

[13] Jarque-Bera

[14] Pesaran’s Cross-sectional Dependence (CD) test

ساختاری در ضرایب شیب رگرسیون فردی مقاوم می‌باشد (Pesaran's, 2004) فرضیه صفر در این آزمون مبنی بر این است که وابستگی مقطعی در بین داده‌های پانل وجود ندارد.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون وابستگی مقطعی در **جدول ۲** وجود وابستگی مقطعی تأیید می‌شود، یعنی فرضیه صفر مبنی‌بر عدم وجود وابستگی مقطعی رد شده است. با توجه به اثبات وابستگی مقطعی در مدل، از آزمون ریشه واحد نسل اول ایم، شین و پسران برای بررسی وجود یا فقدان ریشه واحد استفاده می‌شود.

جدول ۲. آزمون وابستگی مقطعی مدل
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 2. Cross-sectional Dependence Test of the Model
Source: Research results

آزمون وابستگی مقطعی	آماره‌ی آزمون	ارزش احتمال
بروش-پاگان[15] LM	۱۶۳/۵۱۴۱	۰/۰۰۰۰
مقیاس شده پسران[16] LM	۱۲/۴۹۲۴	۰/۰۰۰۰
پسران[17] CD	۱۲/۲۵۴	۰/۰۰۰۰

۳-۵- آزمون‌های ایستایی متغیرها

بر اساس ادبیات اقتصادسنجی، قبل از هرگونه تخمین و به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون‌های کاذب، باید نخست از ایستا بودن متغیرها اطمینان حاصل کرد. چنانچه متغیرهای ملحوظ در مدل ایستا باشند، تخمین‌های انجام شده مشکل رگرسیون ساختگی را نخواهند داشت. در یک متغیر سری زمانی چنانچه میانگین، واریانس و کواریانس مستقل از عامل زمان باشد، به بیان دیگر در طول زمان ثابت باشد، آن متغیر ایستا (مانا) است. اکثر مدل‌های اقتصاد سنجی که در دهه‌های قبل به کار گرفته می‌شد بر فرض ایستایی سری‌های زمانی استوار بود. بعد از اینکه ناایستایی اکثر سری‌های زمانی مشخص گردید، بکارگیری متغیرها، به انجام آزمون‌های ایستایی بستگی خواهد داشت. آزمون‌های ریشه

[15] Breusch-Pagan LM
[16] Pesaran scaled LM
[17] Pesaran CD

واحد داده‌های پانلی به وسیله‌ی کوآه[18] پایه‌ریزی گردید و سپس توسط ایم، پسران و شین[19] و لوین، لین و چو[20]، کامل شد (Astriou, 2006)، که در این تحقیق جهت بررسی مانایی متغیرها با توجه به وجود وابستگی مقطعی داده‌ها از آزمون ریشه واحد نسل اول یعنی آزمون ایم، شین و پسران (IPS) استفاده می‌شود. در این آزمون‌ها فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد است. که خلاصه نتایج دو آزمون لوین، لین و چو (LLC) و ایم، پسران و شین (IPS) در حالت با عرض از مبدأ در **جدول ۳** گزارش شده است.

نتایج بدست آمده از آزمون لوین، لین و چو (LLC) حاکی از ایستایی متغیرهای لگاریتم اشتغال صنعتی، تورم و لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطح است، اما لگاریتم واردات فناوری و لگاریتم ارزش افزوده صنعت در سطح ایستا نیستند. نتایج بدست آمده از آزمون IPS هم نشان می‌دهد که فقط متغیر لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (LFDI) در سطح زیر ۰/۰۵ درصد ایستا می‌باشند. ولی بقیه متغیرها دارای ریشه واحد هستند.

وجود متغیرهای ناایستا در مدل، منجر به ایجاد رگرسیون کاذب می‌شود که برای حل این مشکل، دو راه‌حل وجود دارد. روش اول، تفاضل‌گیری است که این روش منجر به از بین رفتن اطلاعات مرتبط با سطح متغیرها و در نتیجه روابط بلندمدت میان آنها می‌شود. با توجه به هدف مطالعه حاضر که مدل‌سازی رابطه غیرخطی میان متغیرها است و لازمه آن نیز استفاده از متغیرها در سطح می‌باشد، این رویکرد چندان مناسب نخواهد بود. روش دیگری که برای برطرف کردن مشکل حضور چند متغیر ناایستا در مدل‌های PSTR وجود دارد، توسط (Kadilli & Markov, 2011) ارائه شده و بدین صورت است که در صورت ایستا بودن پسماندهای قسمت خطی و غیرخطی مدل PSTR، تخمین‌هایی مدل سازگار بوده و مشکل رگرسیون کاذب وجود ندارد. از این‌رو به پیروی از کادیلی و مارکوف (۲۰۱۱) در مطالعه حاضر پسماندهای خطی و غیرخطی حاصل از مدل PSTR استخراج و ایستا بودن آنها به وسیله آزمون ریشه واحد ایم، شین و پسران بررسی می‌شود (Kadilli & Markov, 2011).

[18] Quah
[19] Im, Pesaran & Shin
[20] Levin, Lin & Chu

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد (با عرض از مبدا)
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 3. Unit root test results (Individaul intercept)
Source: Research results

متغیرها	در سطح	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	آزمون لوین، لین و چو (LLC)
LEMPLOY	آماره t	-۰/۷۴۵	-۳/۷۵۹
	ارزش احتمال	۰/۲۲۸	۰/۰۰۰
LTIMPORT	آماره t	-۰/۵۵۸	-۱/۳۹۳
	ارزش احتمال	۰/۲۸۸	۰/۰۸۱۷
LCPI	آماره t	-۰/۴۸۸	-۵/۶۶۵
	ارزش احتمال	۰/۶۸۷	۰/۰۰۰
LINDUSTRY	آماره t	۰/۶۰۳	-۱/۵۶۱
	ارزش احتمال	۰/۷۲۷	۰/۰۵۹
LFDI	آماره t	-۵/۶۳۱	-۴/۴۳۳
	ارزش احتمال	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

۵-٤- برآورد مدل و تفسیر نتایج

به پیروی از مباحث مطرح شده در فصل روش‌شناسی، ابتدا فرضیه صفر خطی بودن در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR، با در نظر گرفتن واردات فناوری به عنوان متغیر انتقال آزمون شده است. خروجی نرم افزار matlab برای آزمون مذکور در **جدول ٤** نشان داده شده است. تمامی آماره‌های ضریب لاگرانژ والد، ضریب لاگرانژ فیشر و نسبت درست‌نمایی برای یک و دو حد آستانه‌ای ((m=1 و (m=2)، وجود الگوی PSTR را در سطح معناداری ۰.۰۵ = α تأیید می‌کنند.

جدول ۴. آزمون وجود رابطه غیرخطی
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 4. Test for the existence of a nonlinear relationship
Source: Research results

حالت وجود دو حد آستانه‌ای (m=2)			حالت وجود یک حد آستانه‌ای (m=1)		
نسبت درستنمایی	ضریب لاگرانژ فیشر	ضریب لاگرانژ والد	نسبت درستنمایی	ضریب لاگرانژ فیشر	ضریب لاگرانژ والد

۲۷ /۵۵۰ (۰/۰۰۰)	۷/۴۰۲ (۰/۰۰۰)	۲۹/۵۴۳ (۰/۰۰۰)	۳۸/۸۴۶ (۰/۰۰۰)	۵/۴۵۱ (۰/۰۰۰)	۴۲/۹۷۶ (۰/۰۰۰)
H0: r = 0 vs H1: r = 1					

نکته: r بیانگر تعداد توابع انتقال است. مقادیر داخل پرانتز احتمال مربوط به هر آماره را نشان می‌دهند.

در ادامه باید وجود رابطه غیرخطی باقیمانده را به منظور تعیین تعداد توابع انتقال بررسی نمود. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر کفایت لحاظ نمودن یک تابع انتقال، در هر دو حالت یک و دو حد آستانه‌ای در **جدول ۵** رد نشده است.

جدول ۵. آزمون وجود رابطه غیرخطی باقیمانده
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 5. Test for the existence of a residual nonlinear relationship
Source: Research results

حالت وجود یک حد آستانه‌ای (m=1)			حالت وجود دو حد آستانه‌ای (m=2)		
ضریب لاگرانژ والد	ضریب لاگرانژ فیشر	نسبت درستنمایی	ضریب لاگرانژ والد	ضریب لاگرانژ فیشر	نسبت درستنمایی
۰/۲۳۱ (۰/۹۹۴)	۰/۰۵۲ (۰/۹۹۵)	۰/۲۳۱ (۰/۹۹۴)	۱۱/۶۲۹ (۰/۱۶۹)	۱/۳۴۸ (۰/۲۲۳)	۱۱/۹۶۵ (۰/۱۵۳)
H0: r = 1 vs H1: r = 2					

نکته: *r* بیانگر تعداد توابع انتقال است. مقادیر داخل پرانتز احتمال مربوط به هر آماره را نشان می‌دهند.

پس از بررسی غیرخطی بودن و مشخص نمودن تعداد توابع انتقال برای تصریح صحیح مدل، اکنون باید حالت بهینه تعداد حد آستانه‌ای برآورد شده و با مقایسه معیارهای شوارتز و آکائیک به پیروی از (Jude, 2010) مدل بهینه انتخاب خواهد شد. نتایج **جدول ٦**نشان می‌دهد که براساس معیارهای شوارتز و آکائیک، انتخاب مدل براساس حداقل مقدار، مدل PSTR با یک حد آستانه‌ای انتخاب خواهد شد.

جدول ۶. تعیین تعداد مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 6. Determining the number of threshold locations in a transfer function
Source: Research results

	مجموع مجذور باقیمانده‌ها	معیار شوارتز BIC	معیار آکائیک AIC
m=1	۱/۷۵۳۰	-۴/۵۳۵۸	-۴/۶۹۰۱
m=2	۱/۷۴۰۸	-۴/۵۱۳۵	-۴/۶۸۳۲

پس از تعیین تعداد توابع انتقال و حد آستانه‌ای بهینه، یک مدل دو رژیمی برآورد می‌شود، که نتایج حاصل از برآورد مدل در **جدول ۷** ارائه شده است.

جدول ۷. نتایج برآورد مدل PSTR
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 7. PSTR model estimation results
Source: Research results

قسمت غیرخطی مدل		قسمت خطی مدل	
۰/۰۸۱۶ (۱/۹۴۸۰)	لگاریتم واردات فناوری	-۰/۴۸۲ (-۱/۱۵۸۱)	لگاریتم واردات فناوری
-۰/۷۳۳۵ (-۲/۹۱۷۴)	لگاریتم شاخص قیمت مصرف کننده	۰/۰۸۵۲ (۱۱/۲۶۷۸)	لگاریتم شاخص قیمت مصرف کننده
۰/۷۷۱۴ (۷/۲۵۵۵)	لگاریتم ارزش افزوده صنعت	۰/۲۱۲۶ (۱/۷۴۶۲)	لگاریتم ارزش افزوده صنعت
-۰/۱۴۴۹ (۰/۸۵۱۵)	لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	-۰/۱۹۵۷ (-۲/۰۰۹۶)	لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
مکان وقوع تغییر رژیم ۱/۹۱۵۹ = C آنتی‌لگاریتم ۶/۷۹۳۰۵ = C پارامتر شیب ۸/۸۶۴۷ = γ			

بر اساس نتایج حاصل از تخمین مدل، پارامتر شیب که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر است، معادل سرعت تعدیل ۸.۸۶۴۷ است. مکان وقوع تغییر رژیم نیز ۱.۹۱۵۹ به دست آمده که مقدار آنتی‌لگاریتم آن معادل ۶.۷۹۳۰۵ است. لذا تا زمانی که واردات فناوری کمتر از ۶.۷۹۳۰۵ باشد، رفتار متغیرها مطابق رژیم اول خواهد بود و در صورتی که این مقدار از ۶.۷۹۳۰۵ تجاوز کند، مطابق رژیم دوم است.

رژیم حدی اول متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل می‌کند و مقدار متغیر انتقال کمتر از حد آستانه‌ای (محل وقوع تغییر رژیم) است، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی صفر دارد و مدل به صورت رابطه (۱۲) تصریح می‌شود:

$$LEMPLOY = C - 0.482LTIMPORT + 0.0852LCPI + 0.2126LINDUSTRY - 0.1957LFDI \quad (۱۲)$$

رژیم حدی دوم نیز متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، اما مقدار متغیر انتقال (واردت فناوری) بزرگ‌تر از حد آستانه‌ای است، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی یک دارد و مدل در این رژیم به صورت رابطه (۱۳) تصریح می‌شود:

$$LEMPLOY = C - 0.4004LTIMPORT - 0.6483LCPI + 0.984LINDUSTRY - 0.3406LFDI \quad (۱۳)$$

تورم (LCPI)، لگاریتم ارزش افزوده صنعت و لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در مدل خطی در سطح معنی‌داری ۵ درصد معنی‌دار بوده، ولی ضریب لگاریتم واردات فناوری در قسمت خطی از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. ضرایب لگاریتم واردات فناوری، تورم (LCPI) و لگاریتم ارزش افزوده صنعت در مدل غیرخطی در سطح معنی‌داری ۵ درصد معنی دار هستند، اما لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بی‌معنی می باشد.

حال با توجه به اینکه اغلب متغیرهای مورد استفاده در مدل ناایستا بودند، لازم است جهت اطمینان از عدم وجود رگرسیون کاذب، ایستایی پسماندهای مدل مورد بررسی قرار گیرد. نتایج بررسی ایستایی پسماندهای قسمت خطی و غیرخطی مدل با استفاده از آزمون ریشه واحد IPS در **جدول ۸**نشان داده شده است. نتایج حاصل از انجام این آزمون، بر ایستا بودن پسماندهای قسمت خطی و غیرخطی مدل در سطح معنی‌داری ۵ درصد دلالت دارد.

جدول ۸. نتایج آزمون مانایی پسماندها
مأخذ: نتایج پژوهش

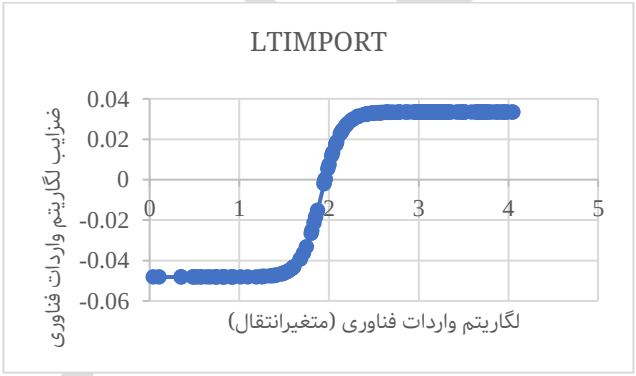
Table 8. Results of Residual Stationarity Test
Source: Research results

	آماره آزمون IPS در سطح	آماره آزمون LLC در سطح
پسماندهای قسمت خطی	-۱/۹۰۱ (۰/۰۲۸۶)	-۳/۴۵۳ (۰/۰۰۰)
پسماندهای قسمت غیرخطی	-۱/۷۰۲ (۰/۰۴۴)	-۲/۹۸۰ (۰/۰۰۱)

نکته: اعداد داخل پرانتز بیانگر ارزش احتمال است.

با توجه به اینکه ضرایب متغیرها برای کشورهای مختلف و در طول زمان یکسان نیستند و براساس مقدار متغیر انتقال (واردات فناوری) و پارامتر شیب تغییر می‌کنند. بنابراین مقدار عددی ضرایب ارائه شده در **جدول ۸** را نمی‌توان مستقیماً تفسیر نمود و تنها باید علامت‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

همان‌طور که بیان شد، چون این ضرایب برای دو حالت حدی تابع انتقال بدست آمده و در عمل رفتار متغیرها مابین این دو رژیم قرار می‌گیرند، پس به منظور ارائهٔ درک روشن‌تری از نتایج به دست آمده، ضرایب تخمینی هر یک از متغیرها با توجه به سطوح مختلف متغیر انتقال و پارامتر شیب محاسبه و در **نمودار ۱** تا **نمودار ٤**ترسیم شده‌اند.

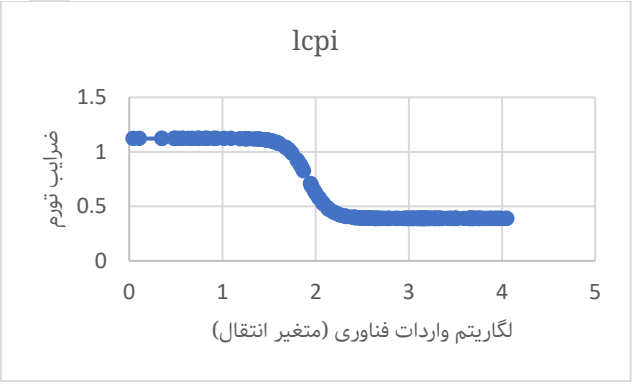


نمودار ۱. ضرایب لگاریتم واردات فناوری در مقابل متغیر انتقال (لگاریتم واردات فناوری)
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Figure 1. Coefficients of the logarithm of technology imports versus the transfer variable (logarithm of technology imports)
Sourse: Research findings

نمودار ۱در رژیم اول بر تأثیرگذاری منفی و بی‌معنی لگاریتم واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در منتخبی از کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا دلالت می‌کند، این را این چنین

می‌توان استدلال کرد که در این مرحله، واردات فناوری هنوز به حدی نرسیده است که انتقال کامل دانش فنی و بهبود تولید را ایجاد کند. همچنین، فناوری‌های وارداتی در این سطح پایین غالباً جایگزین نیروی کار سنتی و کم‌مهارت می‌شوند که باعث کاهش اشتغال در بخش‌های صنعتی می‌گردد. علاوه بر این، نبود ظرفیت کافی در صنایع محلی برای جذب و به‌کارگیری فناوری‌های نوین باعث می‌شود اثر مثبت فناوری بر توسعه و ایجاد شغل به صورت قابل توجه نمایان نشود. همچنین، در این سطح پایین واردات فناوری، اثرات سرمایه‌گذاری خارجی در انتقال فناوری و ایجاد اشتغال محدود و ناکافی است و بنابراین نمی‌تواند اثر منفی ناشی از جایگزینی نیروی کار توسط فناوری را جبران کند. اما با عبور از حدآستانه‌ای و ورود به رژیم دوم، این اثر منفی بر اشتغال صنعتی کاهش یافته و مثبت می‌شود. این اثر مثبت در رژیم دوم و سطح بالای واردات فناوری را این چنین می‌توان استدلال نمود که افزایش واردات تکنولوژی به کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا می‌تواند باعث انتقال تکنولوژی و دانش فنی به این کشورها شده و این انتقال تکنولوژی هم می‌تواند به نوبه خود منجر به توسعه صنایع محلی و افزایش تولیدات شود که در نتیجه اشتغال بیشتری ایجاد گردد. همچنین، واردات تکنولوژی در سطح بالا می‌تواند موجب ایجاد صنایع جدید و نوآوری در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا شود. این صنایع جدید نیاز به نیروی کار ماهر و کارآمد دارند که از طریق ایجاد اشتغال جدید منجر به کاهش نرخ بیکاری می‌شود. علاوه بر این، واردات تکنولوژی پیشرفته می‌تواند باعث افزایش تولید و صادرات محصولات در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا شود. این افزایش تولید نیاز به نیروی کار بیشتر دارد که از طریق ایجاد اشتغال جدید به افزایش اشتغال در صنایع مختلف می‌انجامد، که نتیجه این مطالعه با مطالعه (Bouattour, Kalai, & Helali, 2023) همخوانی دارد.

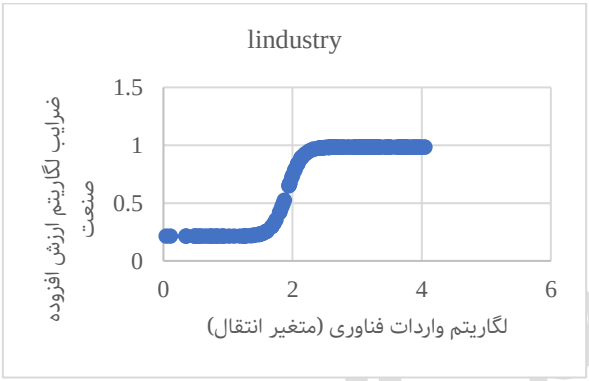


نمودار ۲. ضرایب لگاریتم شاخص قیمت مصرف کننده (تورم) در مقابل متغیر انتقال (لگاریتم واردات فناوری)
مأخذ: یافته های تحقیق

Figure 2. Coefficients of the logarithm of technology imports versus the transfer variable (logarithm of technology imports)
Sourse: Research findings

نمودار ۲ تأثیر ضرایب تورم بر اشتغال صنعتی را نشان می‌دهد. در **رژیم اول**، که سطح واردات فناوری پایین‌تر از آستانه برآوردی است، تورم تأثیر مثبت و معناداری بر اشتغال صنعتی دارد. این امر را می‌توان چنین توضیح داد که در سطوح پایین واردات فناوری، صنایع داخلی عمدتاً با تکیه بر ظرفیت تولید داخلی و مزیت‌های قیمتی فعالیت می‌کنند. افزایش تورم در این شرایط، قیمت نسبی کالاهای وارداتی را افزایش داده و رقابت‌پذیری محصولات داخلی را تقویت می‌کند. این وضعیت باعث افزایش تقاضا برای محصولات داخلی و در نتیجه افزایش فعالیت‌های صنعتی و اشتغال می‌شود.

اما در **رژیم دوم**، با عبور از سطح آستانه و افزایش قابل توجه واردات فناوری، شدت اثر مثبت تورم کاهش یافته و حتی می‌تواند به سمت اثر منفی متمایل شود. دلیل این تغییر آن است که در سطوح بالای واردات فناوری، بخش قابل توجهی از تولید صنعتی وابسته به نهاده‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات وارداتی است. در این شرایط، افزایش تورم (که غالباً با افزایش هزینه واردات همراه است) می‌تواند هزینه تولید را بالا برده و سودآوری صنایع را کاهش دهد. همچنین، واردات فناوری پیشرفته ممکن است رقابت قیمتی و کیفی را تشدید کند، به‌گونه‌ای که تورم موجب کاهش قدرت خرید و کاهش تقاضای داخلی شود، و این در نهایت بر سطح اشتغال صنعتی فشار منفی وارد می‌کند، که نتیجه این مطالعه با مطالعه (Bouattour, Kalai, & Helali, 2023) همخوانی دارد.

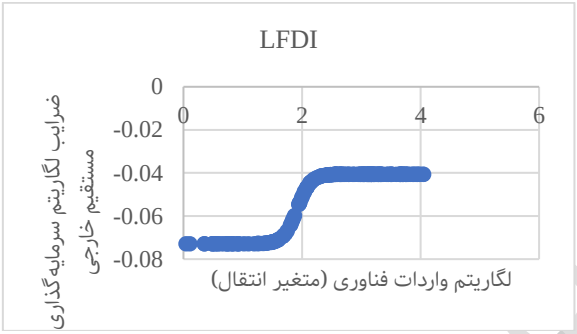


نمودار ۳. ضرایب لگاریتم ارزش افزوده صنعت در مقابل متغیر انتقال (لگاریتم واردات فناوری)
یافته های تحقیق مأخذ:

Figure 3. Coefficients of the logarithm of industry value added versus the transfer variable (logarithm of technology imports)
Sourse: Research findings

نمودار ۳ نشان می‌دهد که در هر دو رژیم، لگاریتم ارزش افزوده صنعت اثر مثبت و معناداری بر اشتغال صنعتی دارد. در رژیم اول، این اثر ناشی از آن است که افزایش ارزش افزوده بیانگر رشد فعالیت‌های صنعتی و تولید داخلی است که به‌طور مستقیم نیاز به نیروی کار را افزایش می‌دهد. در این سطح، صنایع داخلی عمدتاً به استفاده از نیروی کار نسبتاً ارزان و تکنولوژی متوسط وابسته‌اند که رشد ارزش افزوده با افزایش اشتغال همسو می‌شود.

در رژیم دوم، با سطح بالای واردات فناوری، همچنان اثر مثبت ارزش افزوده پابرجاست اما مکانیزم آن متفاوت است. در این وضعیت، رشد ارزش افزوده معمولاً ناشی از ارتقای بهره‌وری، بهبود کیفیت محصولات و توسعه زنجیره‌های تولید پیشرفته است. افزایش تولید در صنایع با فناوری بالا نیازمند نیروی کار ماهرتر و گسترده‌تر در بخش‌های مختلف زنجیره ارزش (از طراحی تا مونتاژ و خدمات پس از فروش) است، که این موضوع باعث افزایش اشتغال در بخش‌های صنعتی و خدمات پشتیبان می‌شود، که نتیجه این مطالعه با مطالعه (Bouattour, Kalai, & Helali, 2023) سازگار است.



نمودار ۴. ضرایب لگاریتم ارزش افزوده صنعت در مقابل متغیر انتقال (لگاریتم واردات فناوری)
مأخذ: یافته های تحقیق

Figure 4. Coefficients of the logarithm of industry value added versus the transfer variable (logarithm of technology imports)
Sourse: Research findings

در **نمودار ٤** ضرایب اثرگذاری لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال صنعتی را در سطوح مختلف متغیر انتقال نشان می‌دهد. در رژیم اول (سطح پایین واردات فناوری)، اثر FDI بر اشتغال صنعتی منفی و معنادار است. این امر می‌تواند ناشی از این باشد که ورود سرمایه‌گذاران خارجی در این مرحله عمدتاً در قالب پروژه‌هایی است که یا نیاز به نیروی کار محدود دارند، یا با صنایع داخلی وارد رقابت قیمتی می‌شوند. در چنین شرایطی، سرمایه‌گذاران ممکن است به جای ایجاد اشتغال پایدار، به بهره‌برداری از مزیت نیروی کار ارزان و کاهش هزینه‌ها (از جمله کاهش دستمزد) تمرکز کنند، که این امر می‌تواند منجر به خروج برخی بنگاه‌های داخلی و کاهش اشتغال شود.

اما در رژیم دوم، با عبور از آستانه و افزایش سطح واردات فناوری، اثر منفی FDI کاهش یافته و از نظر آماری بی‌معنا می‌شود. علت این تغییر آن است که در این سطح، سرمایه‌گذاری خارجی غالباً با انتقال فناوری‌های پیشرفته، آموزش نیروی کار، و ایجاد ارتباطات بین‌المللی در زنجیره‌های تولید همراه است. این فرآیندها توانمندی تولیدی کشور میزبان را ارتقا داده و در میان‌مدت می‌تواند به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید منجر شود. هرچند در نتایج این پژوهش، اثر FDI در رژیم دوم از نظر آماری معنادار نیست، ولی روند کاهشی اثر منفی نشان‌دهنده تغییر ماهیت FDI از تهدید به فرصت بالقوه است، که نتیجه این مطالعه با مطالعه (Bouattour, Kalai, & Helali, 2023) همخوانی دارد.

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر خطی و غیرخطی واردات فناوری بر اشتغال صنعتی در ۱۰ کشور منتخب شرق و جنوب شرقی آسیا در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ بوده است. این بازه زمانی به دلیل دسترسی به داده‌های کامل، مستمر و معتبر انتخاب شده است که دوره‌ای کلیدی از رشد سریع واردات فناوری و فرآیند صنعتی‌شدن در کشورهای منطقه را پوشش می‌دهد. کشورهای منتخب نیز براساس سهم قابل توجه واردات فناوری، روند رو به رشد صنعتی‌شدن و کیفیت داده‌های آماری انتخاب شده‌اند تا تحلیل‌ها از اعتبار و دقت قابل قبولی برخوردار باشند.

غیرخطی بودن اثر واردات فناوری بر اشتغال صنعتی ناشی از این واقعیت است که در مرحله اول یعنی سطوح پایین واردات فناوری، زیرساخت‌های فناورانه و مهارت‌های نیروی کار ممکن است ناکافی یا ضعیف باشند. در این شرایط، ورود فناوری‌های جدید و پیشرفته معمولاً منجر به جایگزینی نیروی کار انسانی با ماشین‌آلات و تجهیزات مدرن می‌شود که در کوتاه‌مدت کاهش اشتغال صنعتی را به همراه دارد. به علاوه، فقدان ظرفیت جذب و انتقال فناوری، مهارت‌های محدود نیروی کار و ضعف در نظام تحقیق و توسعه، موجب می‌شود مزایای فناوری وارداتی به شکل کامل تحقق نیابد و اثر آن بر بازار کار منفی یا بی‌اثر باشد.

اما در مرحله دوم سطوح بالاتر واردات فناوری، کشورها معمولاً توانسته‌اند زیرساخت‌های فناورانه و آموزشی مورد نیاز را توسعه دهند و نیروی کار ماهرتری تربیت کنند. در این شرایط، فناوری وارداتی می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری واحدهای صنعتی، بهبود کیفیت تولیدات و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید گردد. از طریق این فرآیند، اشتغال صنعتی به شکل معناداری افزایش می‌یابد و اثر واردات فناوری از منفی یا بی‌اثر به مثبت و تقویت‌کننده تبدیل می‌شود. این الگوی دو رژیمی که شدت و جهت اثر واردات فناوری را در آستانه‌های مختلف تغییر می‌دهد، با نتایج مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) این مطالعه کاملاً همخوانی دارد و مشابه یافته‌های پژوهش‌هایی همچون فردریک (۲۰۱۸)؛ ملیتز (۲۰۰۳)؛ آتور (۲۰۱۵)؛ کالوینو و ویرجیلیتو (۲۰۱۷) و بواتور و همکاران (۲۰۲۳) است.

در رابطه با سایر متغیرها، تورم در رژیم اول (سطوح پایین واردات فناوری) تأثیر مثبت و معنی‌داری بر اشتغال صنعتی دارد که می‌تواند ناشی از افزایش تقاضای داخلی برای کالاهای صنعتی و بهبود نسبی رقابت‌پذیری محصولات داخلی باشد. اما در رژیم دوم (سطوح بالای واردات فناوری)، این اثر مثبت به تدریج کاهش یافته و ممکن است به دلیل افزایش

هزینه‌های تولید، کاهش قدرت خرید خانوارها و ایجاد اختلالات در بازار کار، حتی به اثرات منفی نیز تبدیل شود. این یافته‌ها اهمیت طراحی سیاست‌های ضدتورمی هدفمند، به ویژه در کشورهایی با تورم بالا و مزمن، را نشان می‌دهد. همچنین، ارزش افزوده صنعت در هر دو رژیم اثر مثبت و معناداری بر اشتغال صنعتی دارد. در رژیم با واردات فناوری پایین، رشد ارزش افزوده صنعت نمایانگر بهبود بهره‌وری و افزایش تولید داخلی است که منجر به ایجاد فرصت‌های شغلی در بخش صنعت می‌شود. در رژیم دوم با واردات فناوری بالا، ورود فناوری‌های نوین و پیشرفته موجب افزایش کارایی و رقابت‌پذیری صنایع شده و از طریق افزایش ارزش افزوده، تقاضا برای نیروی کار ماهر و نیمه‌ماهر را افزایش می‌دهد که در نهایت به تقویت اشتغال صنعتی منجر می‌شود. این نتایج با مطالعه بواتور و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) نیز در این تحلیل نقش متفاوتی دارد. در رژیم اول، یعنی در شرایطی که واردات فناوری پایین است، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر منفی و معناداری بر اشتغال صنعتی دارد. این وضعیت به این دلیل است که در این مرحله، زیرساخت‌های فنی و ظرفیت جذب فناوری در کشورهای میزبان هنوز ضعیف است و سرمایه‌گذاران خارجی معمولاً با فناوری‌های سرمایه‌بر وارد می‌شوند که منجر به جایگزینی نیروی کار انسانی با ماشین‌آلات می‌گردد. به علاوه، فقدان مهارت‌های تخصصی و نظام کارآمد تحقیق و توسعه، مانع انتقال مؤثر دانش فنی و ایجاد پیوندهای تولیدی قوی با اقتصاد داخلی می‌شود، بنابراین اثر FDI بر اشتغال نه‌تنها خنثی بلکه گاه منفی ارزیابی می‌شود. اما در رژیم دوم، با عبور از آستانه واردات فناوری و بهبود زیرساخت‌های فنی، آموزش نیروی کار و ظرفیت جذب فناوری، شرایط به کلی تغییر می‌کند. سرمایه‌گذاری خارجی در این مرحله می‌تواند مکمل فناوری‌های موجود در کشور میزبان باشد، به ایجاد زنجیره‌های ارزش داخلی و صنایع مکمل کمک کند، انتقال دانش و مهارت را تسهیل نماید و در نهایت اشتغال صنعتی را افزایش دهد. این رابطه غیرخطی نشان می‌دهد که نقش مثبت FDI در ایجاد اشتغال صنعتی منوط به وجود بستر فناورانه و نهادی مناسب است. این یافته با مطالعات بواتور و همکاران (۲۰۲۳) و سایر پژوهش‌های مشابه کاملاً هماهنگ است.

با توجه به نتایج تحقیق و تاثیر غیرخطی واردات فناوری بر اشتغال صنعتی، توصیه می‌شود در سطح پایین واردات فناوری، به دلیل ضعف زیرساخت‌ها و مهارت‌های نیروی کار، ارتقاء زیرساخت‌های فنی و آموزشی، به‌ویژه توسعه مراکز تخصصی آموزش فناوری‌های

پیشرفته، جهت افزایش ظرفیت جذب فناوری در اولویت سیاست‌گذاران قرار گیرد. در سطح بالای واردات فناوری نیز تمرکز دولت‌ها باید بر تقویت نیروی کار ماهر و تخصصی از طریق آموزش‌های پیشرفته و ارتقاء مهارت‌های فناورانه باشد تا بهره‌برداری بهینه از فناوری‌های نوین امکان‌پذیر شود.

علاوه بر این، با توجه به تأثیر مثبت و معنادار ارزش افزوده صنعت در هر دو رژیم، حمایت از توسعه صنایع پیشرفته و افزایش بهره‌وری آنها می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد اشتغال بیشتر و پایدار در بخش صنعتی باشد. همچنین، سیاست‌های جذب FDI باید بازنگری و بازطراحی شوند تا تمرکز بیشتری بر سرمایه‌گذاری‌هایی باشد که انتقال فناوری، آموزش نیروی کار و ایجاد پیوندهای تولیدی با صنایع داخلی را به همراه دارند. اعطای مشوق‌های سرمایه‌گذاری می‌تواند مشروط به همکاری شرکت‌های خارجی با دانشگاه‌ها، مؤسسات فنی و صنایع محلی در قالب پروژه‌های تحقیق و توسعه (R&D)، دوره‌های آموزشی و انتقال مهارت باشد.

این رویکرد نه تنها اثر منفی FDI در سطوح پایین فناوری را کاهش می‌دهد بلکه زمینه‌ساز افزایش اشتغال صنعتی در سطوح بالاتر توسعه فناوری خواهد شد و با مطالعات فردریک (۲۰۱۸)؛ ملیتز (۲۰۰۳)؛ آتور (۲۰۱۵)؛ کالوینو و ویرجیلیتو (۲۰۱۷) و بواتور و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد، که بر اهمیت سیاست‌های هدفمند فناورانه و نیروی انسانی در ارتقاء اشتغال صنعتی تأکید دارند.

Acknowledgments: All the individuals and institutions that assisted the author in conducting this research are appreciated.
Conflict of Interest: The authors of the article states that there is no conflict of interest in publishing the presented article.
Funding: The authors have not received any financial support for the research, authorship and publication of this article.

References

Ahmadvand, N., & Fotros, M. H. (2018). The impact of low-technology industries' imports and exports on economic growth in Iran. *Iranian Journal of Applied Economic Studies*, *7*(27), 195–215. https://doi.org/10.22054/ijer.2018.8298 [In Persian].

Asian Development Bank. (2018). *Asian Development Outlook 2018: How Technology Affects Jobs*. http://dx.doi.org/10.22617/FLS189310-3 (accessed 14 July 2019).

Asravor, R. & Sackey, F.G. (2023). Impact of Technology on Macro-Level Employment and the Workforce: What are the Implications for Job Creation and Job Destruction in Ghana?. *Social Indicators Research*, *168*, 207–225.

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, *29*(3), 3-30.

Barbieri, L., Piva, M. & Vivarelli, M. (2019). R&D, embodied technological change, and employment: evidence from Italian microdata. *Industrial and Corporate Change*, *28*(1), 203–218. https://doi.org/10.1093/icc/dty001.

Berman, E. & Machin, S. (2004). Globalization, skill-biased technological change and labour demand. In E. Lee & M. Vivarelli (Eds.), *Understanding globalization, employment and poverty reduction*. Palgrave Macmillan.

Bouattour, A., Kalai, M., & Helali, K. (2023). The nonlinear impact of technologies import on industrial employment: A panel threshold regression approach. *Heliyon*, *9*(10), e20266.

Bouattour, A., Kalai, M., & Helali, K. (2024). Threshold effects of technology import on industrial employment: a panel smooth transition regression approach. *Journal of Economic Structures*, *13*(1), 1.

Calvino, F., & Virgillito, M. E. (2018). The innovation-employment nexus: a critical survey of theory and empirics. *Journal of Economic Surveys*, *32*(1), 83-117.

Colletaz, G. and Hurlin, C. (2006). *Threshold Effects of the Public Capital Productivity: An International Panel Smooth Transition Approach* (Working paper 1/2006). LEO, Université d'Orléans.

Conte, A. & Vivarelli, M. (2007). *Globalization and employment: imported skill biased technological change in developing countries* (Jena Economic Research Papers, No. 2007–009). Handle: RePEc:jrp:jrpwrp.

Dang, D.A. & Vu, Th. Th. (2020). *Technology Imports and Employment in Developing Countries: Evidence from Viet Nam* (ERIA Discussion Paper Series, No. 335).

Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic efects of innovation. *Journal of Economic Literature*, *26*(3), 1120–1171.

Dosi, G., Piva, M., Virgillito, M.E. & Vivarelli, M. (2021). Embodied and disembodied technological change: The sectoral patterns of job-creation and job-destruction. *Research Policy*, *50*(4), 104199. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104199.

Frey, C. B. & Rahbari, E. (2016). *Do Labor-Saving Technologies Spell the Death of Jobs in the Developing World?* Paper prepared for the 2016 Brookings Blum Roundtable.

Frederick, S. (2018). *Apparel Skills Mapping and Functional Upgrading in Cambodia: Jobs Diagnostic* [Mimeo]. World Bank.

Gonzalez, A., Terasvirta, T. & Van Dijk, D. (2005). *Panel Smooth Transition Regression Models* (SEE/EFI Working paper Series in Economics and Finance, 604).

Hallward-Driemeier, M. & Nayyar, G. (2017). *Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-led Development*. World Bank.

Hansen, B.E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing and inference. *Journal of Econometrics*, *93*, 345-368.

Harrison, R., Jaumandreu. J., Mairesse, J. & Peters, B. (2014). Does innovation stimulate employment? a frm-level analysis using comparable micro-data from four European countries. *International Journal of Industrial Organization*, *35*, 29–43. https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2014.06.001.

Hosseini, Z. S., & Abu Nouri, E. (2016). Effect of imports on employment in Iran's industrial sector. *Proceedings of the First International Conference on Management Cohesion and Economics in Urban Development*, Tabriz, Iran. https://civilica.com/doc/563281 [In Persian].

Jude, E. (2010). Financial Development and Growth: A Panel Smooth Regression Approach. *Journal of Economic Development*, *35*, 53-74.

Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, *71*(6), 1695-1725.

Nelson, R.R. & Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.

Parisi, M.L., Schiantarelli, F. & Sembenelli, A. (2006). Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. *European Economic Review*, *50*(8), 2037–2061. https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2005.08.002.

Sharma, Ch. & Mishra, R.K. (2022). Imports, technology, and employment: Job creation or creative destruction. *Managerial and Decision Economics*, *44*(1), 152–170.

Vivarelli, M. (2014). Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of the Literature. *Journal of Economic Issues*, *48*(1), 123–154. https://doi.org/10.2753/JEI0021-3624480106.