

اثر سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید

دکتر حمید سپهر دوست* دکتر ابوالفضل شاه آبادی**

علی رضا شجاعی***

پذیرش: ۹۱/۸/۲۷

دریافت: ۹۰/۱۱/۱۰

تحلیل تابع مرزی تصادفی / سرریز تحقیق و توسعه خارجی / سرمایه انسانی / کارایی فنی
عوامل تولید

چکیده

بر اساس ادبیات اقتصادی تجارت خارجی، هرگونه تلاش جهت جذب دانش فنی و مدیریتی در جریان سرریز تحقیق و توسعه خارجی و انطباق آن با شرایط داخلی تولید، نیاز به سرمایه‌گذاری در بخش تربیت نیروی انسانی ماهر و کارآمد دارد. هدف این مطالعه، پاسخگویی به این سؤال اساسی است که آیا اثرات جداگانه سرمایه انسانی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی، موجبات ارتقای کارایی فنی عوامل تولید در کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی را فراهم می‌آورد یا خیر. برای این منظور و همچنین بررسی اثر انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید از روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA) و مدل باتیس و کولی (۱۹۹۵) در ۲۳ کشور شامل ده کشور در مرحله دوم توسعه‌یافتگی و سیزده کشور در مرحله سوم توسعه‌یافتگی در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶ استفاده شده است. براساس نتایج مطالعه، متغیرهای انباشت تحقیق و توسعه

شرکای تجاری (G7)، انباشت تحقیق و توسعه داخلی، هزینه‌های آموزشی به‌عنوان جانشینی برای سرمایه انسانی از بُعد آموزش نیروی انسانی، و امید به زندگی به‌عنوان جانشینی برای سرمایه انسانی از بُعد سلامت، تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید کشورهای مورد مطالعه دارند. با این حال، تأثیر این متغیرها بر بهبود کارایی فنی عوامل تولید کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی بیش‌تر از تأثیر آن بر کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی است.

طبقه‌بندی JEL: F13, F14, O32



مقدمه

ظرفیت و توان تولیدی یک کشور از جمله معیارهای اساسی اندازه‌گیری رشد و توسعه اقتصادی است و چگونگی شکل‌گیری ظرفیت و توان تولیدی نیز تا حد زیادی به میزان سرمایه انسانی و فیزیکی موجود در کشور بستگی دارد. اگرچه این دو عامل اصلی نسبت به یکدیگر نقش مکمل دارند و نه جایگزین، اما شواهد حاصل از کسب تجربه توسط کشورهای پیشرفته مؤید این مطلب است که سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی اهمیت بالاتری داشته و جوامعی که بر کیفیت نیروی انسانی - یعنی داشتن انسان‌های سالم، با تخصص و مهارت زیاد- بیش‌تر تأکید دارند به پیشرفت‌های چشم‌گیری نایل آمده‌اند.^۱ در این رابطه، سیمون کوزنتس برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۱۹۷۱، معتقد بود سرمایه انسانی اندوخته دانش‌هایی است که از آزمایش‌های متعدد به‌دست آمده و کارآموختگی افراد را برای به‌کارگیری این دانش‌ها نشان می‌دهد. به اعتقاد وی، سرمایه انسانی از طریق افزایش توان تولید افراد و ظرفیت اقتصادی برای جذب فناوری‌های جدید و گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D)^۲ داخلی، توانایی کشورها برای حداکثر کردن محصول با استفاده از همان منابع تولید را افزایش داده و از این راه، نقش بسزایی در ارتقای سطح کارایی فنی عوامل تولید کشورها ایفا می‌کند. از این دیدگاه، فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی از طریق استفاده کارآمد از منابع داخلی، معرفی کالاهای سرمایه‌ای جدید و همچنین افزایش ظرفیت انتقال فناوری، توانایی کشورها برای حداکثر کردن تولید را افزایش داده و کارایی فنی کشورها را بهبود می‌بخشد.^۳ امروزه فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) جایگاه مهمی در فعالیت‌های علمی داشته و کشورهای صنعتی سهم قابل توجهی از درآمد و نیروی کارشان را به فعالیت‌های تحقیقاتی پایه، کاربردی و توسعه‌ای اختصاص می‌دهند. کشورهای مزبور به این نتیجه رسیده‌اند که بدون ابداع فناوری، پیشرفت اقتصادی در بلندمدت متوقف خواهد شد؛ به همین دلیل، هزینه‌های آموزش و پرورش در راستای تربیت نیروی کار برای دستیابی به صرفه‌های مقیاس در تولید، تغییرات ساختاری و در نهایت رشد و توسعه اقتصادی،

۱. شولتز (۱۳۷۰).

2. Research and Development.

3. MastroMarco and Ghosh (2008).

موجه به نظر می‌رسد.^۱ از طرف دیگر، با کمرنگ شدن مرزهای اقتصادی، واژه رقابت در صحنه جهانی ابعاد تازه‌ای یافته و تلاش برای بهبود کارایی فنی عوامل تولید، پایه اصلی این رقابت را تشکیل می‌دهد. بنابراین، شناخت عوامل مؤثر بر کارایی فنی عوامل تولید و اطلاع از میزان تأثیرگذاری آنها، اهمیت بسیاری دارد؛ به طوری که موفقیت هریک از کشورها برای کسب فناوری برتر به استفاده از دانش فنی، جذب هرچه بیش تر فعالیت‌های تحقیق و توسعه خارجی، اتخاذ سیاست‌های مناسب تجاری و استفاده از نیروی انسانی ماهر و نیمه ماهر بستگی دارد. بسیاری معتقدند که در این راستا سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق واردات کالا و جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و همچنین دسترسی به کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای و دانش فنی و مدیریتی، فرصت‌های مهمی برای ارتقای کارایی فنی عوامل تولید و در نتیجه، رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه‌ای فراهم می‌آورد که فعالیت‌های تحقیق و توسعه اندکی دارند. براساس اعلام نشریه بانک جهانی، جریان روند سرریز تحقیق و توسعه خارجی برای کشورهای واردکننده، آهسته و مداوم بوده و این روند در کشورهایی که نسبت به دیگر کشورهای جهان اقتصاد بازتری دارند، به دلیل دسترسی به کالاها و تجهیزات سرمایه‌ای به آسانی صورت می‌پذیرد.^۲

از طرف دیگر، با نگاهی به شاخص‌های اقتصادی کشورهای عضو گروه هفت (G7) به‌عنوان کشورهای اصلی صادرکننده فناوری و مقایسه آن با سایر کشورها می‌توان دریافت که در سطح داخلی حدود ۳-۲ درصد از تولید ناخالص ملی کشورهای عضو G7 به هزینه‌های تحقیق و توسعه تعلق دارد و در سطح بین‌الملل نیز بخش عظیمی از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در زمینه تحقیق و توسعه (بیش از ۹۰ درصد هزینه‌ها) متعلق به این کشورها است. این در حالی است که سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه در کشورهای در حال توسعه همواره کم‌تر از یک درصد از تولید ناخالص ملی بوده و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی نیز موجبات تحول لازم و پویایی فناوری در این کشورها را فراهم نکرده است.^۳ بنابراین، لازم است این کشورها فناوری جدید را از طریق جذب و بومی کردن تحقیق و توسعه خارجی، توسعه فعالیت‌های مراکز تحقیق و توسعه داخلی و همچنین توجه به سرمایه انسانی، آثار

۱. کمیجانی و شاه‌آبادی (۱۳۸۰).

2. Hoekman and Javorcik (2006).

3. Coe et al., (1997).

مثبت جذب تحقیق و توسعه خارجی افزایش دهند. امروزه کشورهای توسعه یافته با گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و جذب تحقیق و توسعه بین‌المللی (از طریق تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی) و همچنین توجه بیش‌تر به سرمایه انسانی همراه با بهبود روش‌های تولید، به تدریج ظرفیت‌های اقتصادی خود را به تولید کالاها و خدمات پیچیده‌تر و متنوع‌تر اختصاص داده‌اند؛ به طوری که در حال حاضر بخش عمده ظرفیت‌های اقتصادی این کشورها به تولید کالاهایی با تکنولوژی پیشرفته اختصاص یافته است.^۱

هدف از این مطالعه، پاسخگویی به این سؤال اساسی است که آیا اثرات جداگانه سرریز تحقیق و توسعه خارجی مربوط به کشورهای صادرکننده اصلی و سرمایه انسانی داخلی، موجبات ارتقای کارایی فنی عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه واردکننده را فراهم می‌آورد یا خیر؟ بنابراین، جهت بررسی اثر سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید در ده کشور در مرحله دوم توسعه یافتگی و سیزده کشور در مرحله سوم توسعه یافتگی، از روش تحلیل مرزی تصادفی^۲ (SFA) و با الهام از مدل باتیس و کولی (۱۹۹۵) استفاده شده و در ادامه نیز عوامل مؤثر بر عدم کارایی فنی این کشورها تجزیه و تحلیل شده است. نکته مهم در این مطالعه این است که علاوه بر بررسی اثر سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید دو گروه از کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه یافتگی، این کشورها باهم مقایسه شده‌اند.

۱. مبانی نظری

بر اساس مطالعات کو و هلپمن^۳ و کلر^۴، سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل با معرفی فناوری خارجی در تولید داخلی، موجب افزایش بهره‌وری و کارایی می‌شود و کشورهایی که ماشین‌آلات و تجهیزات بیش‌تری را از پشروان فناوری جهان وارد می‌کنند، رشد سریع‌تری در کارایی و بهره‌وری کل عوامل تولید دارند. نتایج مطالعات

۱. شاه‌آبادی (۱۳۸۶).

2. Stochastic Frontier Analysis.

3. Coe and Helpman (1995).

4. Keller (1998).

مسترومارکو و قوش^۱ نیز نشان داد که سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل از چندین کانال برای کشورها مفید و مؤثر است:

(۱) تجارت بین‌الملل از طریق واردات می‌تواند حجم عظیمی از محصولات واسطه‌ای و تجهیزات سرمایه‌ای را به کشورها منتقل کند.

(۲) تجارت بین‌الملل از طریق ایجاد کانال‌های ارتباطی، باعث تهییج و تحریک یادگیری روش‌های تولید بین‌مرزی، طراحی محصول، روش‌های سازمانی و شرایط بازار می‌شود.

(۳) تجارت بین‌الملل امکان تقلید از محصولات وارداتی یا کپی کردن فناوری‌های خارجی و بومی‌سازی آن‌ها در داخل را برای کشور واردکننده فراهم می‌کند.

آن‌ها همچنین مشاهده کردند که در سال ۱۹۹۰، متوسط نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه داخلی کشورهای گروه هفت (G7)، ۱۲۲/۶ درصد بوده و حدود یک چهارم منافع حاصل از سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه کشورهای گروه هفت، نصیب شرکای تجاری آن‌ها یا کشورهای واردکننده شده است. براساس مطالعات کینوشیتا^۲، فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی از دو مسیر بر کارایی فنی کشورها تأثیر می‌گذارند. نخست از طریق افزودن اطلاعات جدید (نوآوری) به‌طور مستقیم سطح فناوری را ارتقا بخشیده و سپس، از طریق افزایش ظرفیت جذب دانش فنی به‌طور غیرمستقیم به توانمندی آن‌ها می‌پردازند تا در آینده حجم بیش‌تری از اثرات سرریز تحقیق و توسعه خارجی را جذب کنند. به این‌گونه، کشورهای واردکننده با صرف هزینه‌های تحقیق و توسعه، از یک طرف نسبت به خلق نوآوری در قالب تولید محصولات جدید با کیفیت بالاتر و بهبود فرایندهای تولید اقدام می‌کنند و از طرف دیگر، قدرت جذب دانش فنی خود را نسبت به کشورهای دیگر افزایش می‌دهند. در این رابطه نلر^۳ معتقد بود که اگر دسترسی به فناوری‌های پیشرو از طریق سرریز تحقیقات خارجی به‌طور کارا جذب و استفاده نشود، کارایی را بهبود نمی‌بخشد. بنابراین، ظرفیت جذب یک کشور عامل بسیار مهمی برای رسیدن به کشورهای در مرز تکنولوژی بوده و این موضوع برای کشورهای در حال توسعه

1. MastroMarco and Ghosh (2008).

2. Kinoshita (2000).

3. Kneller (2005).

ضرورت بیش‌تری دارد. مسترومارکو^۱ در مطالعه خود بیان می‌کند که سرمایه انسانی دو بُعد جسمی (مادی) و فکری دارد. بُعد مادی با سرمایه‌گذاری در تغذیه، بهداشت، درمان و ورزش ایجاد می‌شود و بُعد فکری در اثر نهادینه شدن دانش به‌وسیله آموزش و یادگیری تجربی در انسان حاصل خواهد شد. در این رویکرد، تأثیر سرمایه انسانی از بُعد آموزش بر کارایی فنی از دو ناحیه قابل تصور است. نخست با فرض ثبات سایر شرایط، توان تولید افراد را افزایش می‌دهد و دیگر این که هر اندازه سرمایه انسانی از ناحیه آموزش بیش‌تر باشد، بسترهای لازم برای استفاده از فناوری وارداتی فراهم شده و افزایش تولیدات از ناحیه انتقال فناوری جدید و کاربرد آن مقدور می‌شود. از یک سو، بهبود وضعیت بهداشت و طول عمر به‌عنوان بُعد مادی سرمایه انسانی، به دلیل افزایش دوره مولد بودن نیروی کار، توان فیزیکی بالاتر و کاهش زمان بیماری، موجب افزایش کارایی فنی می‌شود. در سال‌های اخیر و بر مبنای این ملاحظات، اقتصاددان‌ها به سرمایه‌گذاری بر نیروی انسانی و اهمیت آن از طریق ارائه آموزش‌های مهارتی، آموزش شغلی، بهداشت و سلامتی بر افزایش کیفیت نیروی انسانی تأکید داشته و آن را موجب افزایش کارایی فنی در امر تولید کالا و خدمات می‌دانند. همچنین، ایس و جوانه^۲ از مطالعات خود نتیجه می‌گیرند که فناوری انتقال‌یافته از طریق سرریز تحقیق و توسعه خارجی و مهارت نیروی انسانی، مکمل یکدیگرند؛ به این معنا که با نوآوری سریع، تغییر سریع در فناوری به‌وجود می‌آید. این امر درآمدهای آموزش را در مقایسه با هزینه‌های آن افزایش داده و در نتیجه، نرخ بازدهی آموزش و مهارت‌آموزی افزایش می‌یابد که بار دیگر موجب افزایش سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی می‌شود. از سوی دیگر، رشد سریع‌تر سرمایه انسانی، هزینه تولید دانش در آینده را نسبت به هزینه تولید آن در زمان حال کاهش داده و بازدهی نوآوری را افزایش می‌دهد.

به‌طور خلاصه و به‌عنوان یک رویکرد نظری قابل توجیه می‌توان استدلال کرد که سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل به‌طور مستقیم و غیرمستقیم کارایی فنی عوامل تولید در یک کشور را بهبود می‌بخشد. در این بین، منافع مستقیم افزایش تجارت بین‌الملل ناشی از بهره‌برداری بیش‌تر از برتری‌های نسبی و تحقق صرفه‌جویی‌های ناشی از

1. Mastromarco (2008).

2. Ellise and Joanne (2000).

مقیاس تولید همراه با افزایش دسترسی به فرآورده‌های واسطه‌ای است. منافع غیرمستقیم نیز در اثر نقش تجارت بین‌الملل در تعیین توانایی اجتماعی یک کشور برای رسیدن به سطح کشورهای پیشرفته ایجاد می‌شود.

۲. مطالعات تجربی

مطالعات زیادی در خصوص نقش سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعه هنری و همکاران^۱، با عنوان «تجارت، انتقال تکنولوژی و کارایی ملی در کشورهای در حال توسعه» اشاره کرد. این مطالعه با استفاده از روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA)، عوامل تعیین‌کننده کارایی ۵۷ کشور در حال توسعه را در سال‌های ۱۹۸۰-۱۹۷۰ بررسی کرده و نشان می‌دهد سرمایه فیزیکی، نیروی کار و تحقیق و توسعه خارجی همگی تأثیر مثبتی بر تولید کشورهای در حال توسعه دارند، ولی تأثیر سرمایه انسانی پیچیده‌تر از سایر عوامل است. کیم و لی^۲ در مطالعه خود، رابطه میان سرریزهای ملموس و غیرملموس تحقیق و توسعه با تغییر بهره‌وری و تغییر کارایی فنی عوامل تولید ۱۴ کشور OECD^۳ را در سال‌های ۱۹۹۳-۱۹۷۸ بررسی کرده‌اند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که سرریزهای غیر ملموس تحقیق و توسعه اثرات مثبت و معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل و تغییر کارایی فنی عوامل تولید دارد. همچنین مشخص شد که در کشورهای دارای فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی بالا، رشد بهره‌وری کل عوامل و تغییر کارایی فنی عوامل تولید، بیش‌تر تحت تأثیر تحقیق و توسعه داخلی و برای کشورهای دارای فعالیت تحقیق و توسعه داخلی پایین، بیش‌تر تحت تأثیر سرریزهای تحقیق و توسعه خارجی قرار دارد. مسترومارکو^۴ با استفاده از روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA)، تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، واردات ماشین‌آلات و تجهیزات و سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل بر کارایی فنی عوامل تولید ۵۷ کشور در حال توسعه را برای دوره زمانی ۲۰۰۰-۱۹۶۰ بررسی کرد. او نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه

1. Henry et al. (2003).

2. Kim and Lee (2004).

3. Organisation for Economic Co-operation and Development.

4. Mastromarco (2008).

انسانی، تأثیر مهم و معناداری در بهبود کارایی کشورهای مذکور دارد، اما واردات کالاهای سرمایه‌ای تأثیر معناداری بر کارایی این کشورها ندارد. قوش و مسترومارکو^۱ توانستند رابطه میان فعالیت‌های برون‌مرزی (تجارت بین‌الملل، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مهاجرت) و سرمایه انسانی با کارایی فنی و بهره‌وری کل عوامل تولید در ۲۴ کشور عضو OECD را در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۳ تجزیه و تحلیل کنند. براساس نتایج به‌دست آمده، فعالیت‌های برون‌مرزی از طریق تجارت بین‌الملل، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مهاجرت، نقش مهمی در افزایش کارایی فنی و بهره‌وری کل عوامل در این کشورها دارد. البته با تأکید بر این نکته که میزان تأثیرگذاری مثبت تجارت بین‌الملل، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مهاجرت بر کارایی فنی و بهره‌وری کل عوامل بر روی کشورهای مذکور، به سطح سرمایه انسانی انباشته شده بستگی دارد. همچنین، کستلانی و پیروی^۲ در مطالعه خود اثرات سرمایه‌گذاری خارجی بر کارایی فنی کشورهای اروپایی را از طریق برآورد تابع مرزی تصادفی در سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۰ بررسی کردند. براساس نتایج، سرمایه‌گذاری خارجی در دوره مورد بررسی، اثرات مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید کشورهای اروپایی داشته است. همچنین، تأثیر سرمایه‌گذاری خارجی بر کارایی فنی عوامل تولید کشورهای اروپایی بیش‌تر از سرمایه‌گذاری داخلی است و با کنترل تعیین‌کننده‌های مهم کارایی (نوآوری و سرمایه انسانی)، سرمایه‌گذاری خارجی اثر مثبت بیش‌تری بر کارایی خواهد داشت.

در مجموع، مطالعات بسیاری درباره نقش سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید انجام شده است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی نقش سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل و همچنین سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید در کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی است.

۳. روش تحقیق

به منظور بررسی اثرات جداگانه سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر

1. Ghosh and Mastromarco (2009).

2. Castellani and Pieriy (2009).

ارتقای کارایی فنی عوامل تولید در کشور در حال توسعه میزبان و با توجه به فقدان داده‌های مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و واردات کالا در بسیاری از کشورهای مرحله اول توسعه‌یافتگی، در این مطالعه از ده کشور مرحله دوم توسعه‌یافتگی و سیزده کشور مرحله سوم توسعه‌یافتگی استفاده شده که عمدتاً واردکننده کالا و خدمات از شرکای تجاری خود - یعنی کشورهای G7 - هستند. معیارهای مختلفی نظیر همگنی کشورها در راستای تحقیق، دسترسی به اطلاعات و تنوع موقعیت جغرافیایی کشورها در انتخاب آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است. اسامی این کشورها به همراه حروف اختصاری‌شان در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- اسامی کشورهای موجود در تخمین مدل

کشورهای عضو G7					
Canada	CAN	Italy	ITA	United States	USA
France	FRA	Japan	JPN		
Germany	DEU	United Kingdom	GBR		
کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی					
Australia	AUS	Greece	GRC	Portugal	PRT
Austria	AUT	Iceland	ISL	Singapore	SGP
Belgium	BEL	Ireland	IRL	Slovenia	SVN
Denmark	DNK	Netherlands	NLD	Spain	ESP
Finland	FIN				
کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی					
Bulgaria	BGR	Malaysia	MYS	Thailand	THA
Iran	IRN	Panama	PAN	Tunisia	TUN
Latvia	LVA	Peru	PER		
Lithuania	LTU	Romania	ROM		

همچنین، براساس گزارش‌های WEF^۱، تمام کشورهای جهان در یکی از سه مراحل توسعه یافتگی دسته‌بندی می‌شوند:

۱. مرحله اول توسعه‌یافتگی: در این مرحله از توسعه‌یافتگی، رشد اقتصادی کشورها بیش‌تر بر نیروی کار غیرماهر، منابع طبیعی و آموزش ابتدایی متکی است.
۲. مرحله دوم توسعه‌یافتگی: رشد اقتصادی کشورهایی که در این مرحله از توسعه‌یافتگی قرار دارند بیش‌تر وابسته به کارایی بازار کالا، بازار نیروی کار و آموزش عالی است.
۳. مرحله سوم توسعه‌یافتگی: در این مرحله از توسعه‌یافتگی، رشد اقتصادی کشورها بر پایه دانش، نوآوری و تجارت است.

کشورهایی که در مرحله اول توسعه‌یافتگی قرار دارند معمولاً GDP سرانه‌شان کم‌تر از ۲۰۰۰ دلار در سال ۲۰۱۰ است؛ درحالی‌که این رقم برای کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی بین ۳۰۰۰ و ۹۰۰۰ دلار و برای کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی، بیش از ۱۷۰۰۰ دلار در سال ۲۰۱۰ برآورد شده است. GDP سرانه کشورهایی که در حال گذار از مرحله اول به مرحله دوم توسعه‌یافتگی هستند، بین ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ دلار و GDP سرانه کشورهای در حال گذار از مرحله دوم به مرحله سوم توسعه‌یافتگی، بین ۹۰۰۰ و ۱۷۰۰۰ دلار در سال ۲۰۱۰ برآورد می‌شود.^۲

داده‌های آماری مطالعه حاضر شامل سری‌های زمانی سالانه متغیرهای سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ است که برای جمع‌آوری آن‌ها از منابع بین‌المللی معتبر مانند مرکز ارائه شاخص‌های توسعه جهانی^۳ (WDI)، مرکز مطالعات تجارت سازمان ملل^۴ استفاده شده است. همچنین، برای دریافت اطلاعات خاص آماری مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی ایران از داده‌های آماری دفتر نظارت برنامه معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور استفاده شده است. متغیرهای بررسی‌شده در این مطالعه شامل متغیر تولید ناخالص داخلی، نیروی کار، موجودی سرمایه، نسبت هزینه‌های آموزشی (به‌عنوان جانشینی برای سرمایه انسانی از نوع آموزش)، ضریب امید به زندگی (به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی از نوع

1. World Economic Forum (2010).

2. Xavier (2010).

3. World Development Indicators (2011).

4. United Nations Trade Studies Center.

سلامت)، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری (G7) یا سرریز تحقیق و توسعه خارجی از کانال تجارت است. لازم به ذکر است کشورهای عضو G7 به دلیل همگن بودن شرکای تجاری کشورهای مورد بررسی و این که بیش از ۹۰ درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه جهان توسط آن‌ها انجام می‌شود، انتخاب شده‌اند. جهت لحاظ کردن نقش جداگانه و متفاوت سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید در کشورهای مورد بررسی از طریق گسترش و تعمیق فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و جذب تحقیق و توسعه بین‌المللی و پویایی آن، هزینه‌های آموزشی به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی از بُعد آموزش، و امید به زندگی به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی از بُعد سلامت در نظر گرفته شده است.

نخست، به پیروی از مطالعه کو و همکاران^۱، از شیوه موجودی دائم^۲ برای محاسبه موجودی سرمایه فیزیکی هریک از کشورهای نمونه (رابطه ۱) استفاده می‌شود:

$$K_t^d = (1 - \delta)K_{t-1}^d + CF_t \quad (1)$$

در این رابطه، K_t^d موجودی سرمایه و CF_t سرمایه‌گذاری در سال t را نشان می‌دهد. در این جا تشکیل سرمایه ثابت ناخالص^۳ (به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰ دلار آمریکا) در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶ را به‌عنوان سرمایه‌گذاری در هر سال در نظر گرفته و نرخ استهلاک (δ) برای کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی معادل پنج درصد و برای کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی معادل ده درصد لحاظ شده است. با توجه به دوره مورد بررسی (سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶)، برای محاسبه موجودی سرمایه در سال $t = 1$ به‌صورت رابطه (۲) عمل شده است:

$$K_{t=1}^d = \frac{CF_{t=1}}{\delta + g} \quad (2)$$

که در آن g نرخ رشد لگاریتمی متوسط سالیانه برای کل دوره بوده و به‌صورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

1. Coe et al. (2008).

2. Perpetual Inventory Procedure.

3. Gross Fixed Capital Formation.

$$g = \frac{\log(CF_{t=n}/CF_{t=1})}{n} \quad (۳)$$

مقادیر عددی ۱ و n به ترتیب نشانگر سال پایه و آخرین سالی است که آمار مربوط به میزان تشکیل سرمایه ثابت برای هر کشور قابل دسترسی است. همچنین، طبق فرمول گریلیچز^۱ و از رابطه (۴) برای محاسبه انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی از متغیر انباشت هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی استفاده شده است.

$$S_t^d = \frac{R_t}{(g + \delta)} \quad (۴)$$

که در آن R_0 ، δ و g ، به ترتیب بیانگر هزینه تحقیق و توسعه، نرخ استهلاک و لگاریتم متوسط رشد سالانه مخارج تحقیق و توسعه، برای سال مورد بررسی است. مقدار انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی در هر سال نیز از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$S_t^d = (1 - \delta)S_{t-1}^d + R_t \quad (۵)$$

درمورد انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری، با توجه به این که از طریق واردات کالا و نهاده‌های واسطه‌ای و سرمایه‌ای می‌توان سرریز تحقیق و توسعه انجام شده توسط شرکای تجاری^۲ به داخل کشور را انتقال داد، بنابراین، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری از طریق جمع وزنی واردات کشورهای بررسی شده و با استفاده از رابطه ارائه شده توسط کو و هلپمن^۳ (رابطه ۶)، محاسبه می‌شود.

$$S_i^{f-CH} = \sum_{j=1}^{j=7} m_{ij} / m_i S_j^d ; j = 1, 2, \dots, 7 \quad (۶)$$

که در آن، m_{ij} بیانگر جریان واردات کالای کشور i از شریک تجاری توسعه یافته z و $m_i = \sum_{i,j} m_{ij}$ کل واردات کشور i از شرکای تجاری توسعه یافته مورد مطالعه و

1. Griliches (1988).

۲. منظور از شرکای تجاری در این مطالعه، کشورهای عضو G7 است که عبارت‌اند از: کانادا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، ژاپن، انگلستان و ایالات متحده آمریکا.

3. Coe and Helpman (1995).

است. و در نهایت، S_j^d انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی هر یک از شرکای تجاری توسعه یافته گروه هفت است.

جهت برآورد توابع تولید مرزی و اندازه گیری عدم کارایی (به معنای دیگر کارایی)، از مدل تابع مرزی تصادفی باتیس و کولی^۱ استفاده می شود که براساس آن، عدم کارایی به عنوان تابع صریحی از متغیرهای توضیحی تأثیرگذار، بیان شده و فرض می شود که امید ریاضی و واریانس جزء عدم کارایی، تابعی از یک سری متغیرهای تأثیرگذار بر عدم کارایی است.^۲ خصوصیات مدل باتیس و کولی به شرح رابطه (۷) و سایر روابط زیرمجموعه آن است:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + V_{it} - U_{it} \quad (۷)$$

$$V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$$

$$U_{it} = |U_{it}|, U_{it} \sim iidN(m_{it}, \sigma_u^2)$$

$$m_{it} = Z_{it}\delta$$

$$U_{it} = Z_{it}\delta + W_{it}$$

که در آن روابط، Y_{it} ستانده واحد i ام، X_{it} بردار عوامل تولیدی برای واحد i ام و Z_{it} بردار متغیرهای تأثیرگذار بر عدم کارایی واحد i ام در زمان t است. β ، بردار پارامترهای اصلی مدل و δ بردار پارامترهای مربوط به اثرات عدم کارایی است که باید تخمین زده شوند. U_{it} و V_{it} به ترتیب بیانگر میزان عدم کارایی و سایر اختلال های آماری در مدل هستند. U_{it} توزیع نرمال و منقطع در نقطه صفر با میانگینی برابر با m_{it} (که فرض می شود تابعی خطی از متغیرهای Z_{it} است) دارد. همچنین، جزء W_{it} از اختلال با توزیع نرمال ناقص با میانگین صفر و واریانس σ_u^2 است. از آنجا که $U_{it} \geq 0$ است، لذا طبق رابطه بالا $W_{it} \geq -Z_{it}\delta$ خواهد بود. سپس به جای واریانس های σ_u^2 و σ_v^2 در رابطه (۷)، دو پارامتر واریانس σ^2 و γ به شرح روابط (۸) و (۹) تعریف می شوند.

1. Battese and Coelli (1995).

۲. امامی میدی (۱۳۸۴).

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \quad (۸)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)} \quad (۹)$$

پارامتر γ در واقع معنادار بودن جزء عدم کارایی و اثر آن در مدل را ارزیابی می‌کند. این پارامتر در یک فرایند حداکثرسازی تکراری برآورد شده و مقداری بین صفر و یک اختیار می‌کند؛ درحالتی که مقدار γ به سمت صفر میل کند، یعنی $(\sigma_u^2 \rightarrow 0)$ و یا $(\sigma_v^2 \rightarrow \infty)$ ، عدم کارایی از مدل حذف و رابطه (۷) به یک مدل معمولی اقتصادسنجی تبدیل می‌شود. از سوی دیگر، چنانچه مقدار پارامتر γ به سمت یک میل کند، یعنی $(\sigma_u^2 \rightarrow \infty)$ و یا $(\sigma_v^2 \rightarrow 0)$ ، رابطه (۷) به مدل تابع مرزی معین نزدیک خواهد شد.^۱ در ادامه با توجه به خصوصیات یک مدل برتر (ساده بودن، سازگاری با منطق فیزیکی و اقتصادی، خوبی برازش، قدرت تعمیم‌دهی و پیش‌نگری)، از شکل لگاریتمی تابع تولید کاب - داگلاس به صورت رابطه (۱۰) استفاده می‌شود.

$$\text{Log}(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(L_{it}) + \beta_2 \text{Log}(K_{it}) + v_{it} - u_{it} \quad (۱۰)$$

که در آن:

$\text{Log}(Y)$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰؛

$\text{Log}(L)$: لگاریتم نیروی کار؛

$\text{Log}(K)$: لگاریتم موجودی سرمایه به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰.

u_{it} جزء عدم کارایی فنی و v_{it} نیز سایر اختلال‌های تصادفی است. با فرض آن که جزء عدم کارایی فنی (u_{it}) دارای توزیع نرمال منقطع در نقطه صفر با میانگینی برابر با m_{it} و واریانس σ_u^2 است.

در ادامه با توجه به متغیرهای در نظر گرفته شده، مدل تخمین ناکارایی فنی برای بررسی عوامل مؤثر بر آن به صورت رابطه (۱۱) تعریف می‌شود.

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 \text{Log}(\text{eduex}_{it}) + \delta_2 \text{Log}(\text{lifex}_{it}) + \delta_3 \text{Log}(S_{it}^d) + \delta_4 \text{Log}(S_{it}^f) + w_{it} \quad (۱۱)$$

که در آن:

u_{it} : میزان عدم کارایی فنی؛

$\text{Log}(\text{eduex})$: لگاریتم هزینه‌های آموزشی (درصدی از تولید ناخالص داخلی)؛

$\text{Log}(\text{lifex})$: لگاریتم امید به زندگی؛

$\text{Log}(S^d)$: لگاریتم انباشت تحقیق و توسعه داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰؛

$\text{Log}(S^f)$: لگاریتم انباشت تحقیق و توسعه خارجی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰؛

W : جمله اخلاص که بنا به فرض دارای توزیع نرمال است.

پارامترهای β در مدل (۱۰) و δ در مدل (۱۱) نیز به‌طور مستقیم و همزمان و با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی، برآورد شده‌اند.

۴. نتایج

در تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به کوتاه بودن دوره زمانی مطالعه (۱۱ سال) و از آنجایی که در این شرایط مانایی و یا نامانایی متغیرها نمی‌تواند بر ضرایب و آماره‌های آزمون تأثیر بگذارد، نیازی به تحلیل هم‌انباشتگی دیده نشد. همچنین، با در نظر گرفتن این نکته که از نظر باتیس و کولی، تابع تولید مرزی تصادفی و عوامل مؤثر بر عدم کارایی فنی باید به‌طور همزمان برآورد شوند، جهت انتخاب مدل نهایی تابع تولید مرزی تصادفی و تعیین کارایی فنی از آزمون نسبت حداکثر درست‌نمایی تعمیم‌یافته^۱ به‌صورت رابطه (۱۲) استفاده شده است. در این رابطه، LR نسبت حداکثر درست‌نمایی است که توزیع کای‌دو دارد. H_0 لگاریتم تابع حداکثر درست‌نمایی تابع تولید مرزی است، در حالی که فرضیه H_0 وجود دارد و Loglikelihood نیز در مقابل فرضیه H_0 است. درجه آزادی LR برابر است با تعداد قیود اعمال‌شده بر مدل تحت فرضیه صفر^۲.

$$LR = -2(\text{Loglikelihood } H_0 - \text{Loglikelihood } H_1) \quad (12)$$

فرضیه‌های مربوط به پارامترهای برآوردشده در دو سطح معنی‌دار یک درصد و پنج درصد آزمون شده‌اند که نتایج حاصل از این آزمون‌ها برای کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی و کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی به‌طور جداگانه و به‌ترتیب در جدول‌های (۲) و (۳) آورده شده است. در ابتدای بررسی، اولین فرضیه‌ای که آزموده شد، یعنی $H_0: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$ ، بیانگر صفر بودن یا عدم تأثیر متغیرهای سرمایه انسانی از دو بُعد آموزش و سلامت، تحقیق و توسعه داخلی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر عدم کارایی فنی عوامل تولید در کشورهای مورد بررسی است که براساس نتایج به دست آمده در سطح معنی‌دار یک درصد و پنج درصد رد شده است. دومین فرضیه مهم، یعنی $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)} = 0$ ، فرض عدم وجود (H_0) یا وجود (H_1) عوامل مؤثر بر عدم کارایی فنی در تابع تولید مرزی تصادفی را می‌آزماید که در صورت پذیرش H_0 ، نشان می‌دهد که کارایی فنی قابل مشاهده نبوده و اختلاف تولید بین واحدها ناشی از عوامل خارج از کنترل است. در این رابطه نیز با توجه به مقادیر به دست آمده از جدول‌های (۲) و (۳)، فرضیه فوق در سطح معنی‌دار یک درصد و پنج درصد به‌گونه‌ای قوی رد می‌شود. در نتیجه، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که اثرات عدم کارایی فنی در مدل وجود داشته و اختلاف تولید بین کشورها فقط ناشی از عوامل خارج از کنترل نیست.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون فرضیه نسبت درست‌نمایی برای کشورهای در مرحله دوم توسعه‌یافتگی

رد یا قبول فرضیه	مقادیر بحرانی آماره		درجه آزادی (d.f.)	مقدار آماره آزمون (LR)	فرضیه صفر (H_0)
	در سطح درصد ۵	در سطح درصد ۱			
رد فرضیه صفر	۱۱/۰۷	۱۵/۰۹	۵	۷۵/۵۵	$\delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$
رد فرضیه صفر	۱۱/۰۷	۱۵/۰۹	۵	۷۵/۵۳	$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)} = 0$

منبع: یافته‌های تحقیق.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون فرضیه نسبت در دستنمایی برای کشورهای در مرحله سوم توسعه یافتگی

رد یا قبول فرضیه	مقادیر بحرانی آماره		درجه آزادی (d.f.)	مقدار آماره آزمون (LR)	فرضیه صفر (H_0)
	در سطح ۵ درصد	در سطح ۱ درصد			
رد فرضیه صفر	۱۱/۰۷	۱۵/۰۹	۵	۱۶۰/۳۶	$\delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$
رد فرضیه صفر	۱۱/۰۷	۱۵/۰۹	۵	۱۹۵/۱۳	$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)} = 0$

منبع: یافته‌های تحقیق.

نتایج حاصل از تخمین پارامترهای مربوط به تابع تولید مرزی در مدل و بررسی عوامل مؤثر بر ناکارایی فنی هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه یافتگی در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶ در جدول‌های (۴) و (۵) ارائه شده است. با توجه به ارقام این جدول‌ها، متغیر هزینه‌های آموزشی به‌عنوان جانشینی برای سرمایه انسانی از بُعد آموزش، و امید به زندگی به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی از بُعد سلامت، تأثیر منفی و به لحاظ آماری معناداری بر ناکارایی فنی عوامل تولید و به عبارت دیگر تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه یافتگی دارند. همچنین، برای هر دو گروه، ضریب به‌دست آمده متغیر امید به زندگی از سایر متغیرها بزرگ‌تر بوده است. البته هزینه‌های آموزشی و امید به زندگی در کشورهای مرحله سوم توسعه یافتگی در مقایسه با کشورهای در مرحله دوم توسعه یافتگی، تأثیر بیش‌تری بر کاهش ناکارایی فنی داشته است. در ادامه، مشاهده می‌شود که ضریب مربوط به متغیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی بر ناکارآمدی هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه یافتگی، منفی و به لحاظ آماری معنادار بوده و به عبارت دیگر تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید داشته است. البته، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی کشورهای مرحله سوم توسعه یافتگی نسبت به کشورهای مرحله دوم توسعه یافتگی از تأثیر بیش‌تری بر کاهش ناکارایی فنی برخوردار است. همچنین، طبق نتایج به‌دست آمده، متغیر انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری ($G7$)، به لحاظ آماری تأثیر منفی و معناداری بر ناکارایی فنی دارد؛ به عبارت دیگر، تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید در هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه یافتگی می‌گذارد.

جدول ۴- نتایج حاصل از برآورد حداکثر درستنمایی در کشورهای در مرحله دوم توسعه یافتگی

Variable	Parameter	Estimates	Standard error	t-Ratio
Constant	β_0	5.40*	0.32	17.00
Log (L)	β_1	0.32*	0.04	7.80
Log (K)	β_2	0.35*	0.04	8.88
Constant	δ_0	5.49*	1.11	4.96
Log(eduex)	δ_1	-0.09**	0.06	-1.39
Log(lifex)	δ_2	-0.87**	0.57	-1.53
Log(S ^d)	δ_3	-0.13*	0.03	-4.77
Log(S ^f)	δ_4	-0.15*	0.03	-4.28
Sigma - squared	$\sigma^r = (\sigma_u^r + \sigma_v^r)$	0.003*	0.001	2.44
Gamma	$\gamma = \frac{\sigma_u^r}{(\sigma_u^r + \sigma_v^r)}$	0.99*	0.29	3.44
Log - likelihood = 175.89				

* در سطح یک درصد معنی دار است ** در سطح ده درصد معنی دار است.

جدول ۵- نتایج حاصل از برآورد حداکثر درستنمایی در کشورهای در مرحله سوم توسعه یافتگی

Variable	Parameter	Estimates	Standard error	t-Ratio
Constant	β_0	5.23*	0.29	17.84
Log (L)	β_1	0.62*	0.04	14.32
Log (K)	β_2	0.17*	0.04	3.86
Constant	δ_0	14.14*	1.59	8.89
Log(eduex)	δ_1	-0.13*	0.05	-2.51
Log(lifex)	δ_2	-4.11*	0.92	-4.46

Variable	Parameter	Estimates	Standard error	t-Ratio
Log(S ^d)	δ_3	-0.28*	0.02	-12.16
Log(S ^f)	δ_4	-0.26*	0.07	-3.67
Sigma - squared	$\sigma^2 = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$	0.004*	0.0007	6.31
Gamma	$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}$	0.97*	0.02	48.25
Log - likelihood = 242.58				

*. در سطح یک درصد معنادار است.

در ادامه، نتایج حاصل از اندازه‌گیری سطوح کارایی فنی کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی در جدول (۶) آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین کارایی فنی کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ برابر ۴۴/۴۶ درصد است. این در حالی است که به ترتیب کشورهای مالزی، پرو، تایلند و رومانی در مقایسه با سایر کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی، به‌طور متوسط سطح کارایی فنی بالاتری داشته‌اند (بیش‌تر از ۴۴/۴۶). در مقابل، کشورهای لتونی، بلغارستان، تونس، پاناما، لیتوانی و ایران، به ترتیب دارای پایین‌ترین سطح کارایی فنی بوده‌اند (کم‌تر از ۴۴/۴۶). به‌طور کلی، در میان کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی، کشور لتونی با رقم ۴۱/۲۸ درصد و مالزی با رقم ۵۲/۱۴ درصد، به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین کارایی فنی را داشته‌اند. همچنین، میانگین کارایی فنی کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی در سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ برابر ۸۶/۶۴ درصد بوده است. در این سال‌ها، کشورهای هلند، استرالیا، بلژیک، دانمارک، اسپانیا، ایرلند، اتریش و فنلاند در مقایسه با سایر کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی، به ترتیب و به‌طور متوسط سطح کارایی فنی بالاتری را تجربه کرده‌اند (بیش‌تر از ۸۶/۶۴). در مقابل، کشورهای اسلوانی، پرتغال، ایسلند، یونان و سنگاپور در مقایسه با کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی، به ترتیب و به‌طور متوسط پایین‌ترین میزان کارایی فنی را داشته‌اند (کم‌تر از ۸۶/۶۴). به‌طور کلی در میان کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی، هلند با رقم ۹۸/۱۱ درصد و اسلوانی با رقم ۶۱/۳۹ درصد، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین متوسط کارایی

فنی را داشته‌اند. در یک نتیجه‌گیری کلی نیز قابل مشاهده است که کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی در مقایسه با کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی به‌طور متوسط از کارایی فنی بالاتری برخوردار بوده‌اند.

**جدول ۶- سطوح کارایی فنی کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی
در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶**

کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی	میانگین کارایی فنی (درصد)	کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی	میانگین کارایی فنی (درصد)
استرالیا	۹۷/۹۱	بلغارستان	۴۱/۵۳
اتریش	۹۱/۵۰	ایران	۴۴/۴۴
بلژیک	۹۷/۰۲	لتونی	۴۱/۲۸
دانمارک	۹۶/۲۵	لیتوانی	۴۳/۲۴
فنلاند	۹۰/۳۴	مالزی	۵۲/۱۴
یونان	۷۸/۶۰	پاناما	۴۲/۳۶
ایسلند	۷۴/۳۸	پرو	۴۷/۲۲
ایرلند	۹۳/۰۵	رومانی	۴۴/۷۴
هلند	۹۸/۱۱	تایلند	۴۵/۷۵
پرتغال	۷۰/۹۴	تونس	۴۱/۹۴
سنگاپور	۸۳/۷۰	میانگین کارایی فنی (درصد)	۴۴/۴۶
اسلوانی	۶۱/۳۹	حداکثر کارایی فنی (درصد)	۵۲/۱۴
اسپانیا	۹۳/۱۲	حداقل کارایی فنی (درصد)	۴۱/۲۸
میانگین کارایی فنی (درصد)	۸۶/۶۴	دامنه تغییرات (درصد)	۱۰/۸۵
حداکثر کارایی فنی (درصد)	۹۸/۱۱		
حداقل کارایی فنی (درصد)	۶۱/۳۹		
دامنه تغییرات (درصد)	۳۶/۷۲		

منبع: یافته‌های تحقیق.

* دو کشور نروژ و سوئد از کشورهای مرحله سوم توسعه حذف شده‌اند.

جمع‌بندی و ملاحظات

بی‌تردید، بهبود کارایی عامل تعیین‌کننده رشد و توسعه اقتصادی کشورها محسوب می‌شود و با توجه به تأثیر مهم سرریز تحقیق و توسعه خارجی از کانال واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر افزایش کارایی فنی کشورهای درحال توسعه، لازم است برای تدوین راهبرد و سیاست‌های رشد اقتصادی به این پدیده اقتصادی توجه کرد. براساس نتایج این مطالعه از بررسی عوامل مؤثر بر کارایی فنی هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶، می‌توان گفت سرمایه‌گذاری در بخش سرمایه انسانی در بُعد آموزش و سلامت به‌شدت بر کارایی فنی عوامل تولید مؤثر است. البته هزینه‌های آموزشی و امید به زندگی تأثیر بیش‌تری بر کاهش ناکارایی فنی کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی نسبت به کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی داشته است. به نظر می‌رسد در کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی، با صرف هزینه‌های آموزشی بیش‌تر برای نیروی کار، گذران اوقات فراغت در کنار انجام کسب‌وکار و همچنین کاستن بیماری‌های جامعه، صرفه‌جویی‌های زیادی برای بنگاه‌ها فراهم آمده و از این طریق، ارتقای کیفیت نیروی انسانی از جنبه‌های کسب مهارت و سلامت بر روی افزایش کارایی فنی تولید نیز تأثیر مثبت می‌گذارد. در حقیقت، این کشورها دریافته‌اند که نیروی انسانی با ارزش‌ترین و مهم‌ترین منابع طبیعی رشد و توسعه بوده و در نتیجه، سرمایه‌گذاری در این عامل، کیفیت نیروی انسانی و کارایی سایر عوامل تولید را بهبود می‌بخشد.

همچنین، مشاهده می‌شود که ضریب مربوط به متغیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی در مدل برای هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی منفی بوده و به لحاظ آماری معنادار است. به عبارت دیگر، متغیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی، تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید در هر دو گروه دارد. نتیجه به دست آمده مطابق با انتظار و همسو با نتایج سایر مطالعات انجام‌شده در گذشته است. نگاهی به داده‌های هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی نشان می‌دهد که در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۶، به‌طور متوسط حدود ۲-۱ درصد تولید ناخالص داخلی این کشورها صرف هزینه‌های تحقیق و توسعه شده است؛ در حالی که در این سال‌ها، هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی کم‌تر از یک درصد تولید ناخالص

داخلی بوده است. انباشت تحقیق و توسعه داخلی در این کشورها از طریق استفاده کارآمدتر از منابع داخلی، معرفی کالاهای سرمایه‌ای جدید که نقش بیش‌تر و بهتری در تولید نسبت به کالاهای سرمایه‌ای موجود دارند، افزایش ظرفیت انتقال فناوری و جذب سرریز تحقیق و توسعه شرکای تجاری، نقش تأثیرگذار و مهمی بر کاهش ناکارایی فنی عوامل تولید این کشورها داشته است. البته لازم به ذکر است که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی نسبت به کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی، تأثیر بیش‌تری بر کاهش ناکارایی فنی داشته و به ایجاد تحول و پویایی فناوری در این کشورها در دوره مورد نظر، ختم شده است.

همچنین، نتایج نشان داد که انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری (G7) به‌عنوان کشورهای اصلی صادرکننده، از لحاظ آماری تأثیر منفی و معناداری بر ناکارایی فنی عوامل تولید دارد. به‌عبارت دیگر، تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید هر دو گروه کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی دارد؛ به این صورت که سرریز تحقیق و توسعه شرکای تجاری (G7) از طریق مبادلات تجاری کالاهای واسطه‌ای، ماشین‌آلات و تجهیزات سرمایه‌ای، بستر لازم برای دستیابی کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی به محصولات مورد نیاز، بومی‌سازی، یادگیری فناوری‌ها، فرایندهای تولیدی جدید و کاهش ناکارایی فنی عوامل تولید را فراهم می‌کند. البته، تأثیر انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری (G7) از طریق تجارت بین‌الملل بر کاهش ناکارایی فنی کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی نسبت به کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی کم‌تر بوده است؛ زیرا، ممکن است کشورهای مرحله دوم توسعه‌یافتگی به دلیل کمبود تخصص، مهارت‌های آموزشی و بنیان فرهنگی جهت جذب تحقیق و توسعه شرکای تجاری خود، نتوانسته‌اند از موفقیت لازم جهت بهبود کارایی فنی نسبت به کشورهای مرحله سوم توسعه‌یافتگی برخوردار شوند. به‌طور کلی این نتیجه حاصل می‌شود که در ادبیات نوین اقتصاد دانش‌بنیان و تجارت بین‌الملل، سرمایه فیزیکی، نیروی کار و تحقیق و توسعه خارجی همگی می‌توانند تأثیر مثبتی بر تولید کشورهای مرحله دوم و سوم توسعه‌یافتگی داشته باشند و در این میان، انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری، کانال مهمی برای بهبود کارایی و تأثیر مثبت و معنادار بر کارایی فنی عوامل تولید این کشورها محسوب می‌شود. البته، میزان تأثیرگذاری به سطح

سرمایه انسانی از جنبه‌های آموزش و سلامت و همچنین ظرفیت جذب تحقیق و توسعه انباشته شده بستگی دارد. بنابراین، یک راهبرد توسعه‌ای برای این کشورها می‌تواند از طریق ارتقای کیفیت نیروی کار، بستر مناسبی جهت جذب سرریز تحقیق و توسعه خارجی ایجاد کند.



منابع

- ابراهیمی مهر، محمدرضا (۱۳۸۹)؛ مقدمه‌ای بر تجزیه و تحلیل کارایی و بهره‌وری، انتشارات مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ اول.
- امامی میبدی، علی (۱۳۸۴)؛ اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری، انتشارات مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ دوم.
- نادر حکیمی‌پور و کامبیز هژبرکیانی (۱۳۸۷)؛ «تحلیل مقایسه‌ای بخش صنایع بزرگ در استان‌های ایران: با استفاده از روش تابع مرزی تصادفی»، مجله دانش و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۲۴، صص ۱۶۷-۱۳۹.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۸۶)؛ «اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین‌الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران»، دوفصلنامه علمی-پژوهشی جستارهای اقتصادی، شماره ۷، صص ۱۳۴-۹۹.
- شولتز، تئودور ویلیام (۱۳۷۰)؛ سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و توسعه اقتصادی، ترجمه محمود متوسلی، تهران: مؤسسه تحقیقات پولی و بانکی وابسته به بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
- اکبر کیمیجانی و ابوالفضل شاه‌آبادی (۱۳۸۰)؛ «بررسی اثر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر بهره‌وری کل عوامل ایران»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۱۸.
- Battese, G. E. and T. J. Coelli (1995); "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, no. 20 (2) , pp. 325-332.
- Castellani, D. and P. Fabio (2009); "Foreign Investment and Technical Efficiency: Evidence from Stochastic Frontier in European Region", pp. 1-16. <http://www.unipg.it/castellani/> .
- Coe, D. T. and E. Helpman (1995); "International Research and Development Spillovers", *European Economic Review*, no. 39 (5), pp. 859-887.
- Coe, D. T. Helpman, E. and A. W. Hoffmeister (1997); "North-south Research and Development Spillovers", *Economic Journal of Royal Economic Society*, 107 (440) , pp. 134-149.
- Coe, D., Helpman, E. and A. Hoffmaister (2008); "International Research and

- Development Spillovers and Institutions”, IMF Working Paper.
- Ellise, H. and R. Joanne (2000); “Twin Engine of Growth”, CIAR Meetings.
- Ghosh, S. and C. MastroMarco (2009); “Cross-Border Activities, Human Capital and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for OECD Countries”, Pennsylvania State University.
- Griliches, Z. (1988); “Productivity Puzzles and Research and Development: Another Nonexplanation”, *Journal of Economic Perspectives*, no: 2, pp. 9-21.
- Henry, M., Kneller, R. and C. Milner (2003); “Trade, Technology Transfer and National Efficiency in Developing Countries”, Research paper series: Globalisation, Productivity and Technology, <http://www.nottingham.ac.uk>, pp. 1-40.
- Hoekman, B. M. and B. S. Javorcik (2006); “Global Integration and Technology Transfer”, Palgrave Macmillan, World Bank.
- Keller, W. (1998); “Are International Research and Development Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers among Randomly Matched Trade Partners”, *European Economic Review*, 42 (8) , pp. 1469–1481.
- Kim, J.W. and H.K. Lee (2004); “Embodied and Disembodied International Spillovers of Research and Development in OECD Manufacturing Industries”, Elsevier, Technovation, pp. 359-368.
- Kinoshita, Y. (2000). “Research and Development and Technology Spillovers via FDI: Innovation and Absorptive Capacity”. CERGE-EI, CEPR and WDI.
- Kneller, R. (2005); “Frontier Technology, Absorptive Capacity and Distance”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67 (1) , pp. 1–23.
- Mastromarco, C. (2008); “Foreign Capital and Efficiency in Developing Countries”, *Bulletin of Economic Research*, no. 60: 4, 0307-3378, pp. 351-374.
- Mastro Marco, C. and S. Ghosh (2008); “Foreign Capital, Human Capital and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for Developing Countries”, *World Development*, pp. 489-502.
- Xavier Sala-i-Martin (2010); “The Global Competitiveness Report: 2010–2011”, World Economic Forum, Geneva, Switzerland 2010, pp. 3-516.