عوامل پیشران بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع تولیدی ایران

محمود محمودزاده[1]، مهدی فتح‌آبادی[2]

تاریخ دریافت: ۹٤/۱۱/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲٦

چکیده

هدف این مقاله «شناسایی عوامل پیشران بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع تولیدی ایران» است. بدین منظور بهره‌وری کل عوامل تولید ۲۱ صنعت تولیدی به چهار عامل پیشرفت تکنولوژیکی، کارایی فنی، کارایی تخصیصی و اثرات مقیاس بر مبنای روش حسابداری رشد جدید در دوره ۱۳۷۹-۹۰ تجزیه شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد کشش تولیدی نیروی کار و سرمایه به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۱۳ بوده و بازدهی نسبت به مقیاس، کمتر از واحد است. محاسبات گویای این است که فقط ۸ صنعت از ۲۱ صنعت، رشد بهره‌وری را تجربه کرده‌اند. در این میان، صنایع الکترونیکی و ارتباطاتی، پزشکی و اپتیکی و کاغذ بیشترین رشد بهره‌وری را داشته‌اند. بیشترین پیشرفت فنی در صنایع شیمیایی، کانی غیرفلزی، فلزات اساسی و وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیمه‌تریلر با نرخ رشد متوسط ۱۱ درصد و کمترین رشد متعلق به صنعت پوشاک با نرخ رشد متوسط ۷ درصد بوده است. اگرچه پیشرفت تکنولوژیکی (به عنوان عامل پیشران) سبب بهبود وضعیت بهره‌وری کل شده است؛ اما تغییرات کارایی فنی، اثرات مقیاس و کارایی تخصیصی اثرات آن را خنثی کرده‌اند.

واژه‌های کلیدی: پیشرفت تکنولوژیکی، کارایی فنی، کارایی تخصیصی، اثرات مقیاس، بهره‌وری کل، صنایع کارخانه‌ای.

---

۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، (نویسنده مسئول) mahmod.ma@yahoo.com

۲. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه Mehdi_fa88@yahoo.com

طبقه‌بندی JEL : L60: O14: D24

۱. مقدمه

بهره‌وری، یکی از مفاهیم بسیار مهم و اساسی در اقتصاد است؛ مفهومی که در برگیرنده دو مفهوم «کارایی» و«اثربخشی» است. بهره‌وری شاخصی است برای نشان‌دادن میزان استفاده مؤثّر، مفید و کارآ از منابع تولیدی مانند کار، سرمایه، زمین، مواداولیّه، انرژی، فناوری برای تولید کالاها و خدمات؛ بدین معنا هرچه میزان این شاخص بالاتر باشد، به همان اندازه می‌توان از منابع تولیدی، محصول بیشتر و با کیفیت بهتری به دست آورد (کامباکار و لوول[۱]،۲۰۰۰). بهره‌وری، یک معیار صرفاً اقتصادی، مالی و الزاماً به معنای کار بیشتر نیست. از سویی، صرفاً تولید بیشتر هم نیست؛ بلکه هماهنگ کردن کمیّت، کیفیّت و هزینه در رقابت است. بنابراین، بهره‌وری به شدت همبسته با کیفیّت است؛ دقیق‌تر آنکه بهره‌وری دارای دو مؤلفه اصلی است: نخست، کارایی است که نشان‌دهنده ستاده بیشتر در مقابل داده کمتر است؛ دوم، اثربخشی است که دلالت بر انتخاب فعالیت‌های سودمند و اصولی برای دست‌یابی به هدف مشخص دارد. به عبارت دیگر، کارایی، بیانگر خوب کارکردن و اثربخشی، نشان‌دهنده کار خوب کردن است. بنابراین، با استفاده از اهمیّت این دو مؤلفه، تعریف رایج بهره‌وری عبارت است از«نسبت تولید یک کالای مشخص به داده یا داده‌های مربوطه به فرایند تولید همان کالا» که می‌توان به تعریف دقیق‌تری از بهره‌وری، یعنی «نسبت تولید تحقق یافته به داده به کار رفته در آن» دست یافت.

برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل[۲] (TFP)از حسابداری رشد یا رگرسیون استفاده می‌شود. در روش اول، رشد بهره‌وری کل، بخشی از رشد تولید است که توسط نهاده‌ها توضیح داده نمی‌شود؛ ولی در روش دوم، با استفاده از روش‌های پارامتریک، رابطه رشد اقتصادی با متغیرهای توضیحی بررسی و سپس رشد بهره‌وری کل به دست می‌آید؛ اما هیچ یک از این روش‌ها به تجزیه رشد بهره‌وری کل نمی‌پردازند؛ یعنی، روشن نیست

۱. Kumbhakar and Lovell

۲. Total Factor Productivity (TFP)

عوامل پیشران رشد (TFP) چیست؟ از این‌رو، ایگنر و همکاران (۱۹۹۷)[۱] و میوسن و فن‌دن بروک (۱۹۷۷)[۲] همزمان یک مدل تولید مرزی تصادفی ارائه کردند که در آن رشد (TFP) به دو عنصر پیشرفت تکنولوژیکی[۳] (TP) و تغییر کارایی فنی[۴] (TE) تجزیه می‌شود که همان رویکرد اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری کل به روش مالم‌کوئیست است.

ویژگی بارز مدل مرزی تصادفی این است که دارای فروض محدودکننده برای بنگاه‌هایی که با کارایی بالا فعالیت می‌کنند، نیست؛ زیرا، فرض می‌شود بنگاه‌های با کارایی بالا، سهم تغییرات کارایی از رشد (TFP) را نادیده می‌گیرند که این منجر به نتایج تورش‌دار می‌شود؛ بنابراین، روشی که در این مقاله مورد استفاده قرار می‌گیرد، از این فرض چشم‌پوشی می‌کند. مدل مرزی تصادفی برای تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل در تمامی سطوح از جمله بنگاه، صنعت، استان و ملی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

محققان زیادی تلاش کرده‌اند با تمرکز بر منبع رشد (TFP)، اجزای آن را شناسایی نمایند؛ از جمله این مطالعات می‌توان به نیشی موزو و پیج[۵](۱۹۸۲)، کامباکار[۶](۱۹۹۰)، فیشرو پرمن[۷](۱۹۹۲)، دوماژلیسکی و وبر[۸](۱۹۹۸) اشاره کرد. در این بین، برخی مطالعات تجربی بر موضوعاتی مانند اثرات مقیاس[۹] (SE) و تغییر کارایی تخصیصی[۱۰] (AEC) تمرکز کرده‌اند. افرادی مانند کامباکارو لوول[۱۱](۲۰۰۰)، کیم وهان[۱۲](۲۰۰۱) و شارما و همکاران[۱۳](۲۰۰۷) با بکارگیری تابع ترانسلوگ تصادفی انعطاف‌پذیر، رشد (TFP) را به

---

۱. Aigner et al.
۲. Meeusen and Van Den Broeck
۳. Technological Progress
۴. Change in Technical Efficiency
۵. Nishimizu and Page
۶. Kumbhakar
۷. Fecher and Perelman
۸. Domazlicky and Weber
۹. Scale Effects
۱۰. Allocative Efficiency Change
۱۱. Kumbhakar and Lovell
۱۲. Kim and Han
۱۳. Sharma et al.

چهار جزء تجزیه کرده‌اند، که شامل پیشرفت تکنولوژیکی (TP)، تغییر کارایی فنی (TE)، تغییر کارایی تخصیصی (AE) و اثرات مقیاس (SE) می‌شود.

در تحقیقات داخلی از تحلیل‌های رگرسیونی برای توضیح رشد TFP بهره برده‌اند و اثرات یک سری متغیرها را متناسب با هدف مطالعه مورد آزمون قرار داده‌اند؛ ولی هیچ کدام ریشه‌های رشد TFP را در صنایع ایران از نظر کمی و آماری محاسبه نکرده‌اند. این مقاله ازنظر کمی‌سازی و محاسبه دقیق سهم عوامل تشکیل‌دهنده تازگی دارد و این شکاف ادبیات را در ایران پوشش داده است. افزون بر این، برای اولین‌بار، بهره‌وری کل عوامل به چهار عامل عمده پیشرفت تکنولوژیکی، تغییر کارایی فنی، تغییر کارایی تخصیصی و اثرات مقیاس تفکیک می‌شود. همچنین با توجه به این که در سطح صنایع کارخانه‌ای انجام می‌شود، امکان مقایسه تطبیقی بین صنایع نیز در دوره زمانی **۱۳۷۹-۱۳۹۰** میسر خواهد شد.[۱]

پس از مقدمه، در بخش دوم، چارچوب پنداشتی و روش‌شناسی تحقیق آمده است. حقایق آشکار شده و محاسبات کمی و یافته‌ها در بخش سوم به تفصیل بحث می‌شود. جمع‌بندی، بخش پایانی مقاله را شکل می‌دهد.

۲. ادبیات تحقیق

پیشرفت فنی، معیاری برای محاسبه نوآوری است. پیشرفت فنی را می‌توان به دو بخش طبقه‌بندی نمود: نوع اول، «پیشرفت فنی ظاهر شده»[۲] است. در این حالت فناوری از طریق سرمایه‌گذاری در تجهیزات جدید بهبود می‌یابد؛ به عبارت دیگر، تغییرات فنی جدید ناشی از به کارگیری تجهیزات نو است؛ نوع دوم، «پیشرفت فنی ظاهر نشده»[۳] است. پیشرفت فنی ظاهر نشده، زمانی رخ می‌دهد که افزایش تولید با نهاده‌های تولید موجود و بدون سرمایه‌گذاری در تجهیزات جدید میسر باشد. در دنیای واقعی برخی نوآوری‌ها نیازمند

---

۱. به روزترین داده‌های صنایع کارخانه‌ای که توسط مرکز آمار ایران منتشر می‌شود، مربوط به سال ۱۳۹۰ است.

۲ ..Embodied Technical Progress

۳ ..Disembodied Technical Progress

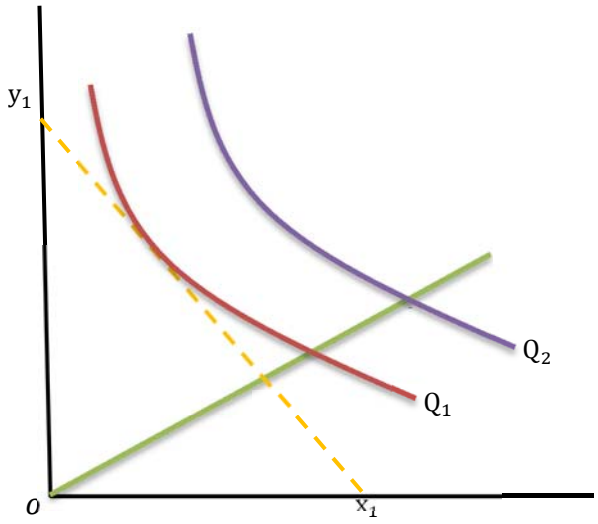
تجهیزات و ماشین‌آلات جدید نیستند. از این منظر، فناوری رابطه نزدیکی با سرمایه انسانی دارد؛ یعنی، یک فناوری مشابه می‌تواند در دو بنگاه مختلف به کار رود؛ اما محصول تولیدی با سطح نیروی کار مشابه دو بنگاه، متفاوت باشد. به طور کلی، پذیرش فناوری جدید وابسته به نیروی کار با کیفیت و مجرب است.

کارایی فنی به اثربخشی مجموعه نهاده‌های مورد استفاده برای تولید محصول اطلاق می‌شود. اگر یک بنگاه حداکثر تولید را با حداقل نهاده‌ها داشته باشد؛ بدین معناست که بنگاه به لحاظ فنی کاراست. کارایی فنی با مفهوم بازدهی تولیدی مرتبط است. بازدهی تولیدی به معنای تولید کالاها و خدمات از طریق ترکیب بهینه نهاده‌ها است که در پایین‌ترین نقطه منحنی هزینه متوسط کوتاه‌مدت قرار دارد. بنابراین کارایی فنی شرط لازم برای کارایی تولیدی است. همچنین کارایی فنی شرط لازم برای کارایی تخصیصی است. کارایی تخصیصی زمانی به دست می‌آید که علاوه بر ترکیب بهینه نهاده‌ها، حداقل هزینه‌های عوامل تولید نیز به دست آید یا سطحی از تولید دارای کارایی تخصیصی است که در آن قیمت محصول برابر هزینه نهایی تولید باشد. در این قیمت، تمایل به پرداخت مصرف‌کننده با مطلوبیت نهایی برابر است. بنابراین، توزیع بهینه زمانی حاصل می‌شود که مطلوبیت نهایی کالا معادل هزینه نهایی باشد. معمولاً فرض می‌شود بنگاه‌ها در شرایط رقابت کامل در سطح بالای کارایی تخصیصی قرار دارند. در مقابل چون انحصارگر می‌تواند قیمت را بالاتر از هزینه نهایی تعیین کند؛ بنابراین با ناکارایی تخصیصی مواجه هستند. در حقیقت، انحصارگر دارای قدرت بازار است و می‌تواند با افزایش قیمت، اضافه رفاه مصرف‌کننده را کاهش دهد.

در نظریه بنگاه، خط هزینه رابطه نهاده‌ها و هزینه تولید را نشان می‌دهد. هم‌چنین تابع تولید ارتباط بین محصول و هزینه را توضیح می‌دهد. بنابراین، رابطه نهاده‌ها و سطح تولید به کمک تابع تولید و خط هزینه تشریح می‌شود. کارایی شامل کارایی اقتصادی، اثربخشی هزینه و کارایی تخصیصی در تولید است. روش‌هایی برای اندازه‌گیری کارایی وجود دارد. یکی از روش‌های رایج، ارزیابی کارایی محصول تولیدی (البته با کمترین هزینه) این است

که در قیمت‌های موجود نهاده‌ها، نتوان بدون افزایش هزینه‌ها، کالاها و خدمات بیشتری تولید کرد. این شکل از کارایی با کارایی پارتو در ارتباط است؛ که به آن «کارایی تخصیصی در تولید» می‌گویند. شکل (۱) کارایی فنی و تخصیصی را نشان می‌دهد.

فعالیت یک بنگاه با ترکیبات نقطه A از نهاده‌ها، ناکارآ خواهد بود. نقطه C به لحاظ فنی کارآ می‌باشد؛ به این معنا که اگر بنگاه روی منحنی تولید یکسان Q_1 باشد، از کارایی فنی برخوردار است. اما این نقطه از نظر تخصیصی ناکارآ است. در مقابل نقطه E دارای کارایی تخصیصی است. نقطه D نیز مانند نقطه E با قرار گرفتن روی خط هزینه از کارایی تخصیصی برخوردار است، اما از نظر فنی کارآ نیست.



شکل ۱. کارایی فنی، تخصیصی و صرفه مقیاس

منبع: فارل (۱۹۵۷)

حال باید نقاط A و E مقایسه شوند. بدین منظور، کارایی کل به دو جزء کارایی فنی و تخصیصی تقسیم می‌شود. براین اساس، خواهیم داشت:

$$\text{کارایی فنی} = \frac{OC}{OA}$$

$$\text{کارایی تخصیصی} = \frac{OD}{OC}$$

$$\text{کارایی کل} = \frac{OD}{OA} = \frac{OC}{OA} \times \frac{OD}{OC} = \text{کارایی فنی} \times \text{کارایی تخصیصی}$$

کارایی فنی حداکثر مقدار تولید را با مقدار نهاده‌های مشخص (بدون در نظر گرفتن هزینه‌های نهاده) اندازه‌گیری می‌کند. کارایی تخصیصی حداقل هزینه‌های تولید را برای تولید مقدار مشخص محصول اندازه‌گیری می‌کند؛ این تولید، لزوماً حداکثر نیست. کارایی کل از ترکیب کارایی فنی و کارایی تخصیصی به دست می‌آید. وقتی بنگاهی از کارایی فنی و تخصیصی برخوردار است که حداکثر مقدار تولید (کارایی فنی) به همراه حداقل هزینه‌های تولید(کارایی تخصیصی) حاصل شود. کارایی فنی شرط لازم برای کارایی تخصیصی است، ولی شرط کافی نیست. مقدار کارایی کل حداکثر برابر واحد بوده و مقدار کمتر از واحد به معنای ناکارایی نیست. در نقطه E، کارایی فنی، کارایی تخصیصی و کارایی کل برابر واحد است.

موضوعات اندازه‌گیری تغییرات فنی (TC) و رشد TFP در بسیاری از مطالعات تجربی که به عملکرد بهره‌وری صنعتی پرداخته‌اند، مورد توجه قرار گرفته‌اند (جرجینسون[1]، ۱۹۹۵). این مطالعات از چندین روش متداول برای ارزیابی بهره‌وری استفاده کرده‌اند. دایورت[2] (۱۹۸۱) روش‌های اندازه‌گیری رشد بهره‌وری به صورت برآورد پارامتریک توابع تولید و هزینه، شاخص‌های ناپارامتریک و روش‌های ناپارامتریک برنامه‌ریزی خطی طبقه‌بندی نمود. در رویکرد ناپارامتریک، شاخص دیویژیا در بسیاری از مقالات به عنوان اندازه‌گیری متعارف رشد TFP در نظر گرفته شده است. مهم‌ترین شاخص دیویژیا در اندازه‌گیری رشد بهره‌وری این است که این شاخص دربرگیرنده تغییرات فنی نیز می‌باشد، به ویژه، زمانی که فناوری تولید همگن از درجه یک باشد. بازدهی مقیاس ثابت فناوری در بسیاری از مطالعات تجربی با رویکرد داده‌های پانل مورد تاکید قرار گرفته است. اگر این ویژگی برقرار نباشد، رشد TFP ترکیبی از تغییر فنی (TC) و اثرات مقیاس خواهد بود. در شرایط بازدهی کاهنده یا فزاینده فناوری، برای تجزیه رشد بهره‌وری به منابع آن لازم است اثرات مقیاس اندازه‌گیری گردد که در این صورت باید توابع پارامتریک با رویکرد

1. Jorgenson
2. Diewert

اقتصادسنجی برآورد شوند. تصریح پارامتریک فناوری با بهره‌گیری از توابع سود، هزینه یا تولید؛ روشی متداول برای نمایش تغییرات فنی است که بدین منظور از تابع درجه دوم روند زمانی استفاده می‌گردد.

بالتاجی و گریفین[1](۱۹۸۸) نشان دادند اگر داده‌های پانل در دسترس باشد، برای به دست آوردن شاخص TC می‌توان یک پارامتر که مختص زمان است، برآورد نمود. از سویی روش‌های به کار رفته برای بررسی عملکرد صنایع تولیدی، حاکی از الگوهای نامنظم تغییرات فنی دارند که سودمندی آن را در دست‌یابی به تغییرات فنی خالص محدود می‌سازد (کومباکار و حشمتی[2]، ۱۹۹۶؛ کومباکار و همکاران، ۲۰۰۰).

تعمیم‌های مختلف روند زمانی (TT) و شاخص عمومی (GI)، مدل‌های گسترش‌یافته تغییرات فنی هستند که عملکرد و حساسیت آنها با مجموعه داده‌های گوناگون مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (حشمتی و نفر[3]، ۱۹۹۸؛ کومباکار، ۲۰۰۰؛ کومباکار و همکاران، ۱۹۹۹؛ اوه و همکاران[4]، ۲۰۰۹). رویکرد اقتصادسنجی که در آن تغییرات فنی به وسیله یک روند زمانی ساده یا متغیرهای مجازی زمانی نشان داده می‌شود، هم‌چنان در مطالعات تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمومیت مدل روند زمانی از این حقیقت ناشی می‌شود که این مدل در آشکارسازی روندهای بلندمدت تغییرات فنی بسیار مناسب است؛ در حالی که مدل شاخص عمومی (GI) برای ارزیابی تغییرات سالانه مفید است. شاخص عمومی بر محدودیت روند زمانی غلبه کرده است؛ زیرا هیچ ساختار سیتماتیکی بر رفتار تغییرات فنی وارد نمی‌سازد؛ اما به این معنا نیست که بهتر می‌تواند تغییرات را نشان دهد. در هر صورت، هر دو رویکرد بر حسب زمان به طور کامل و دقیق مدل‌سازی شده‌اند، اما هیچ یک توانایی تبیین عوامل پیشران تغییرات تکنولوژیکی و رشد بهره‌وری را ندارند. به عبارت دیگر، اگر دو بنگاه یک صنعت از نهاده‌های یکسان بهره ببرند، در این صورت، تغییرات فنی آنها نیز به یک اندازه خواهد بود(حشمتی و کومباکار، ۲۰۱۱).

---

1. Baltagi and Griffin
2. Kumbhakar and Heshmati
3. Nafar
4. Oh et al.

باسم[1](۲۰۱۴) رشد بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع کوچک منطقه منا را در دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۶ اندازه‌گیری و تجزیه نمود. وی دریافت بهره‌وری کل عوامل سالانه حدود ۴/۹ درصد رشد داشته که سهم عمده آن مربوط به تغییرات کارایی فنی بوده است. میا و چاندران[2](۲۰۱۵) دریافتند افزایش بهره‌وری صنایع کوچک بنگلادش به دلیل بهبود مدیریت و پیشرفت کارایی فنی بوده است. گبرمیشل و رانی[3](۲۰۱۲) مشاهده کردند TFP صنایع تولیدی اتیوپی در دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۴ حدود ۳/۸ درصد رشد داشته‌اند که دلیل اصلی آن بهبود کارایی فنی و اثرات مقیاس بود. ویجه‌سیری و مولی[4](۲۰۱۵) دریافتند تغییرات کارایی منبع اصلی رشد ۷ درصدی TFP صنایع تولیدی کنیا بوده است. وو[5](۲۰۱۱) به این نتیجه رسید صنایع تولیدی هند کارایی نسبی بالاتری در مقایسه با صنایع چین داشته‌اند. میا و باسم (۲۰۱۶) نشان دادند صنایع کوچک جنوب آسیا در دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۷ حدود ۲/۱ درصد رشد بهره‌وری سالانه را تجربه کرده‌اند که به دلیل تغییرات کارایی فنی است. هم‌چنین تجزیه کارایی فنی حاکی از آن است که اثرات مقیاس، عامل اصلی رشد بهره‌وری است. چو و شاو[6](۲۰۱۴) در مطالعه خود رشد بهره‌وری کل عوامل را به سه جزء تغییر کارایی، تغییر فنی و اثرات مقیاس تجزیه نمودند. نتایج نشان می‌دهد در صنایع خدماتی کشورهای OECD در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۵، پیشرفت تکنولوژیکی، عامل اصلی رشد بهره‌وری بوده و تغییرات کارایی اثر منفی داشته است. لانگ و همکاران[7](۲۰۱۵) دریافتند بین نتایج شاخص مالم کوییست و لیونبرگ- مالم کوییست در صنایع تولیدی چین شکاف وجود دارد که به دلیل عدم تطبیق تولید با فناوری‌های پیشرفته است. اوه و لی[8](۲۰۱۶) رشد TFP صنایع تولیدی کره را در دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۱ تجزیه و دریافتند نرخ رشد متوسط TFP حدود ۰/۳۳ درصد بوده که اثرات مقیاس عامل اصلی آن

1. Bassem
2. Mia and Chandran
3. Gebremicheal and Rani
4. Wijesiri and Meoli
5. Wu
6. Chou and Shao
7. Long et al.
8. Oh and Lee

بوده است. سان و همکاران[1](۲۰۱۵) تغییرات بهره‌وری را به تغییرات ناکارایی، تغییرات فنی و اثرات مقیاس تفکیک کردند. نتایج نشان می‌دهد کارایی فنی سبب رشد TFP در صنایع تولیدی نروژ شده است.

مطالعات متعددی در خصوص عوامل موثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید انجام یافته است. زمانیان و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی اثر سرریزهای تحقیق و توسعه از طریق واردات بر بهره‌وری کل عوامل تولید زیر بخش‌های صنایع تولیدی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد اثر متقابل سرمایه انسانی و انباشت تحقیق و توسعه خارجی، اثر متقابل واردات و انباشت تحقیق و توسعه خارجی و اثر انباشت تحقیق و توسعه خارجی و داخلی به ترتیب بیش‌ترین تاثیر مثبت را بر بهره‌وری کل صنایع تولیدی ایران داشته‌اند. دشتی و همکاران (۱۳۸۸) منابع رشد بهره‌وری کل عوامل تولید صنعت تولیدی ایران را در دوره ۸۵-۱۳۵۰ بررسی نمودند. آنها با برآورد تابع هزینه ترانسلوگ، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را به دو جزء تغییر فناوری و صرفه‌های مقیاس تجزیه کردند. نتایج نشان می‌دهد سهم تغییر فناوری در رشد بهره‌وری کل بیش‌تر از سهم گسترش مقیاس تولید بوده است. شهیکی تاش و شیوایی (۱۳۹۱) با رویکرد مرز تصادفی، نرخ پیشرفت فنی و بهره‌وری عوامل تولید صنعت ایران را بررسی نمودند. یافته‌ها حاکی از آن است بیشترین رشد پیشرفت فنی در دوره ۸۶-۱۳۷۴ در صنایع مواد پلاستیک و لاستیک، وسایل نقلیه موتوری و تولید آهن و فولاد بوده است. همچنین متوسط رشد بهره‌وری کل در دوره یاد شده ۱/۲۸ بوده، که پیشرفت فنی و تغییرات فنی بیشترین نقش را در این رشد داشته‌اند. سبحانی و عزیز محمدلو(۱۳۸۷) بهره‌وری عوامل تولید را در زیربخش‌های صنایع بزرگ ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. یافته‌ها نشان می‌دهد وضعیت بهره‌وری جزیی عوامل تولید در صنایع شیمیایی و فلزات اساسی تا حد زیادی مطلوب و در صنایع نساجی، پوشاک، چرم و چوب نگران‌کننده است. همچنین بیشترین نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید مربوط به صنایع ماشین آلات، تجهیزات، محصولات فلزی و شیمیایی است.

1. Sun et al.

۳. روش شناسی

مدل مرزی تصادفی که توسط ایگنر و همکاران (۱۹۷۷) و میوسن و فن‌دن بروک(۱۹۷۷) معرفی شده توسط افرادی مانند پیت ولی[۱](۱۹۸۱)، اشمیت و سیکلز[۲](۱۹۸۴)، کامباکار (۱۹۹۰)و باتسی و کوالی[۳](۱۹۹۲a و ۱۹۹۵b) مورد استفاده قرار گرفته است. با این فرض که TP و TEطی زمان در بین واحدهای تولیدی تغییر می‌کند، مدل مرزی تصادفی به صورت زیر معرفی می‌شود که در آن اثرات ناکارایی تابعی از متغیرهای توضیحی است؛

$$y_{it} = f(x_{it}, t, \beta)\exp(v_{it} - u_{it}) \qquad (۱)$$

که y_{it} بیانگر محصول تولید شده به وسیله صنعت i در سال t، x_{it} ماتریس متغیرهای توضیحی و β بردار پارامترها است. همچنین v_{it} خطاهای تصادفی بوده و فرض می‌شود با میانگین صفر و واریانی σ_v^2 توزیع شده‌اند. u_{it} نیز متغیرهای تصادفی غیرمنفی هستند که با ناکارایی فنی تولید رابطه داشته و فرض می‌گردد که به صورت مستقل توزیع شده‌اند (رابطه ۲).

$$u_{it} = z_{it}\delta + w_{it} \qquad (۲)$$

که z_{it} ماتریس متغیرهای توضیحی بوده که با اثرات ناکارایی فنی صنعت i در سال t همبستگی دارد، δنیز برداری از پارامترهای مجهول است. با تصریح اثرات ناکارایی فنی در معادله (۲)، کارایی فنی تولید (TE) واحد i در زمان t به صورت زیر تعریف می‌شود؛

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - w_{it}) \qquad (۳)$$

مقدار شاخص TE بین صفر و یک است. مقدار برابر یک به معنای فعالیت بنگاه با کارایی کامل است یا از بهترین ترکیب نهاده‌ها در فناوری موجود بهره‌برداری می‌کند و مقدار کمتر از به معنای بهینه نبودن فرآیند تولید است.

---

۱. Pitt and Lee

۲. Schmidt and Sickles

۳. Battese and Coelli

بسیاری از پژوهشگران معتقدند برای استفاده از روش پارامتریک برای تخمین کارایی تولید لازم است فرم تابعی تولید مشخص شود. بدین منظور، این مقاله از تابع ترانسلوگ برای برآورد معادله (۱) استفاده می‌نماید. ویژگی مهم تابع ترانسلوگ این است که نیازی به اعمال محدودیت بر پارامترها نیست و این امکان فراموش می‌شود تا سهم تغییرات مقیاس (SC) و کارایی تخصیصی (AE)محاسبه شود. با این اوصاف، تابع تولید مرزی تصادفی ترانسلوگ لگاریتمی به شکل معادله (۴) معرفی می‌شود؛

$$\ln y_{it} = \beta_{\circ} + \beta_1 .t + \beta_k \ln k_{it} + \beta_l \ln l_{it} + \frac{1}{2}\left[\beta_{kk} \ln(k_{it})^2 + \beta_{ll}(l_{it})^2 + \beta_t t^2\right] + \beta_{k1} \ln k_{it} * \ln l_{it} + \beta_{tk} t * \ln k_{it} + \beta_{tl} t * \ln l_{it} + v_{it} + u_{it} \quad (۴)$$

که k_{it} موجودی سرمایه، l_{it} نیروی کار و t روند زمانی است. بعد از برآورد مدل مرزی تصادفی، شاخص (TP)می‌تواند با مشتق‌گیری از معادله (۴) نسبت به زمان به صورت زیر به دست آید؛

$$TP_{it} = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_{tk} \ln k_{it} + \beta_{tl} \ln l_{it} \quad (۵)$$

و کشش‌های تولید نسبت به نیروی کار و سرمایه با استفاده از معادلات زیر قابل محاسبه است.

$$\begin{aligned} e_k &= \beta_k + \beta_{kk} \ln k_{it} + \beta_{kl} \ln l_{it} + \beta_{kk} t \\ e_l &= \beta_l + \beta_{ll} \ln l_{it} + \beta_{kl} \ln k_{it} + \beta_{tl} t \end{aligned} \quad (۶)$$

برای تخمین بهره‌وری کل عوامل از بخش تصادفی معادله (۱) نسبت به زمان دیفرانسیل گرفته می‌شود.

(۷)

$$\frac{d \ln f(x_{it}, t, \beta)}{dt} = \frac{\partial \ln f(x_{it}, t, \beta)}{\partial t} + \sum_i \frac{\partial \ln f(x_{it}, t, \beta)}{\partial x_{it}} \frac{dx_{it}}{dt} - \frac{du_{it}}{dt}$$

که معادله (۷) می‌تواند به صورت زیر نیز بازنویسی شود؛

$$g_y = TP_{it} + \Delta TE_{it} + e_k g_k + e_l g_l \quad (۸)$$

که g_y بیانگر نرخ رشد تولید، g_k نرخ رشد موجودی سرمایه، g_l نرخ رشد نیروی کار، e_k و e_l نیز به ترتیب کشش‌های تولیدی سرمایه و نیروی کار هستند که در رابطه (۶)

معرفی شده‌اند. از طرفی سولو[۱](۱۹۵۷) بیان می‌دارد که رشد TFP به صورت زیر به دست آید؛

$$TFPG_{it} = g_y - s_k g_k - s_l g_l \qquad (۹)$$

که در آن s_k و s_l به ترتیب سهم درآمدی نهاده‌های سرمایه و کار هستند. با جایگزینی معادله (۸) در(۹) داریم:

$$TFPG_{it} = TP_{it} + \Delta TE_{it} + (e-1)(\eta_k g_k + \eta_l g_l) + [(\eta_k - s_k)g_k + (\eta_l - s_l)g_l] \qquad (۱۰)$$

که e بیانگر نسبت بازدهی نسبت به مقیاس و $\eta_j = \frac{e_j}{e}$ می‌باشد. در واقع معادله (۱۰) تجزیه رشد TFP عوامل تشکیل‌دهنده است(کامباکار و لوول[۲]،۲۰۰۰). بر این مبنا منشاء رشد TFP عبارتند از پیشرفت تکنولوژیکی (TP)، تغییر کارایی (TE)، تغییر مقیاس تولید و تغییر کارایی تخصیصی.

اگر فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برقرار باشد، جمله سوم سمت راست معادله (۱۰) حذف می‌شود و همچنین اگر بازدهی فزاینده وجود داشته باشد، تغییر مقدار نهاده‌ها اثر مثبت بر رشد TFP و اگر بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس برقرار باشد، عکس حالت فوق اتفاق می‌افتد. در نهایت، جمله آخر سمت راست معادله (۱۰) نشان‌دهنده تغییر کارایی تخصیصی می‌باشد که با تعیین دقیق سهم درآمدی نهاده‌ها می‌توان سهم تخصیص عوامل از رشد بهره‌وری کل عوامل را محاسبه کرد.

۳-۱. مدل اثرات ثابت برای محاسبه کارایی فنی

اساس این مدل متکی به «جمله خطای ناکارایی» است. برای محاسبه کارایی فنی به این روش، معادله (۱) به صورت لگاریتمی و به فرم تابع کاب داگلاس نوشته می‌شود؛

$$y_{it} = \beta_0 + \tau t + \sum_{k=1}^{K} \delta_k (t\, x)_k + \sum_{k=1}^{K} \beta_k\, x_k + v_{it} - u_i \qquad (۱۱)$$

در مدل، اثرات ثابت هیچ فرضی در خصوص جمله خطای ناکارایی (u_i) وجود ندارد؛ بنابراین، پارامترهای فناوری (δ و β) در معادله (۱۱) با روش حداقل مربعات متغیرهای

۱. Solow

۲. Kumbhakar and Lovell

مجازی[۱](LSDV) برآورد می‌شوند. در این حالت جمله خطای ناکارایی به شکل پارامتریک و با معرفی متغیر مجازی برای هر صنعت حاصل می‌شود. مدل اثرات ثابت به شکل زیر است:

$$y_{it} = \beta_{0i} + \tau t + \sum_{k=1}^{K} \delta_k (t\, x)_k + \sum_{k=1}^{K} \beta_k\, x_k + v_{it} \quad , \ \beta_{0i} = \beta_0 - u_i \qquad (۱۲)$$

اگر تعداد مقاطع ثابت بوده و زمان به سمت بی‌نهایت میل نماید، با برآورد معادله (۱۲) و سپس نرمالیزه کردن، داریم؛

$$\beta_0^{(LSDV)} = \max\left\{\beta_{oi}^{(LSDV)}\right\} \qquad (۱۳)$$

که u_i به شکل زیر برآورد می‌شود؛

$$\beta_0^{(LSDV)} - \beta_{oi}^{(LSDV)}, \ u_i \geq 0 \qquad (۱۴)$$

در نهایت کارایی فنی برای هر صنعت به صورت زیر به دست می‌آید؛

$$e_i^{EF} = \exp(u_i) \qquad (۱۵)$$

تمامی برآوردها با بهره‌گیری از نرم‌افزار ایویوز ۹[۲] صورت می‌گیرد.

٤. نتایج تجربی: تجزیه بهره‌وری کل عوامل تولید

داده‌های این مقاله از طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر که توسط مرکز آمار ایران منتشر می‌شود، تامین شده است. این اطلاعات مربوط به ۲۱ صنعت با کد دو رقمی ISIC طی سال‌های ۹۰-۱۳۷۹ است. با توجه به مدل تصریح شده نیاز به موجودی سرمایه می‌باشد. از آنجا که اطلاعات مربوط به تشکیل سرمایه برای صنایع مورد بررسی وجود دارد؛ لذا موجودی سرمایه با استفاده از «روش موجودی دایمی»[۳] به شرح زیر محاسبه می‌شود؛

$$k_t = I_t + (1-\delta)k_{t-1} \quad k_\circ = \frac{I_\circ}{\delta + g} \qquad (۱۶)$$

---

۱. Least Squares Dummy Variables

۲. EViews 9

۳. Perpetual Inventory Method (PIM)

که k_t و I_t به ترتیب موجودی سرمایه و سرمایه‌گذاری در دوره t است. δ و g نیز به ترتیب بیانگر نرخ استهلاک و متوسط رشد سرمایه‌گذاری طی دوره مورد بررسی هستند. علاوه بر متغیر تشکیل سرمایه، داده‌های ارزش افزوده و اشتغال صنایع تولیدی نیز از درگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران گردآوری شده‌اند.

در گام نخست تابع تولید مرزی تصادفی تصریح شده (رابطه۴) طی دوره ۹۰-۱۳۷۹ برای ۲۱ صنعت مورد نظر برآورد می‌شود. با استفاده از نتایج این برآورد، پیشرفت فنی و هم‌چنین کشش‌های کار و سرمایه به دست می‌آیند. برای برآورد مدل مرزی تصادفی از روش «داده‌های تلفیقی»[۱] استفاده می‌شود. برای انتخاب بین روش حداقل مربعات معمولی[۲] (PLS) و اثرات ثابت[۳] (FE) از آزمون «F مقید»[۴] و برای انتخاب بین روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی[۵] (RE) از آزمون «هاسمن»[۶] استفاده شد و بر حسب مقدار آماره‌ها، روش اثرات ثابت انتخاب گردید (جدول ۱).

۱. Panel Data
۲. Pooled Least Squares
۳. Fixed Effects
۴. F Test
۵. Random Effects
۶. Hausman Test

جدول (۱). برآورد پارامترهای مدل مرزی تصادفی (۹۰-۱۳۷۹)

متغیر	پارامتر	ضریب	خطای استاندارد
عرض از مبداء	β_0	۹/۴۲*	۱/۶۹
زمان	β_1	۰/۰۸**	۰/۰۴
سرمایه	β_k	۰/۰۹**	۰/۰۵
نیروی کار	β_l	۰/۶۶**	۰/۳۳
مجذور سرمایه	β_{kk}	-۰/۰۱**	۰/۰۰۵
مجذور نیروی کار	β_{ll}	-۰/۰۲***	۰/۰۰۳
مجذور زمان	β_2	-۰/۰۲*	۰/۰۱۵
سرمایه × نیروی کار	β_{kl}	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۷
سرمایه × زمان	β_{kt}	۰/۰۲**	۰/۰۱
نیروی کار × زمان	β_{lt}	-۰/۰۰۱	۰/۰۱
ضریب تعیین	R^2	۰/۹۸	
آماره F		۳۴۸/۰۳	
تعداد مشاهدات		۲۳۱	
*، **، *** به ترتیب نشان دهنده‌ی سطح معناداری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.			

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط کشش تولیدی نیروی کار و سرمایه برای ۲۱ صنعت در جدول (۲) محاسبه شده است. برای تمامی صنایع، کشش نیروی کار بیش از کشش تولیدی سرمایه است. به نظر می‌رسد تغییر نیروی کار بیش از سرمایه، تولید را در صنایع ایران تحت تاثیر قرار می‌دهد. متوسط کشش تولیدی نیروی کار ۰/۵۷ و کشش تولیدی سرمایه ۰/۱۳ است. در این جدول بازدهی نسبت به مقیاس نیز محاسبه شده است. بازدهی نسبت به مقیاس در تمامی صنایع ایران کاهنده است و ۱۰ درصد افزایش نهاده‌ها، تولید را کمتر از ۱۰ درصد افزایش داده است. همچنین شواهد نشان می‌دهد کشش تولیدی نیروی کار و سرمایه در صنایع ایران اختلاف زیادی ندارند که بیانگر ساختار مشابه صنایع تولیدی در مواجهه با محیط کسب و کار، سرمایه‌گذاری و بازار کار است.

جدول (۲). متوسط کشش‌های نیروی کار و سرمایه و بازدهی مقیاس (۱۳۹۰-۱۳۷۹)

کد	صنعت	کشش سرمایه	کشش نیروی کار	بازدهی نسبت به مقیاس
۱۵	غذایی و آشامیدنی	۰/۱۲۹	۰/۵۵۹	۰/۶۸۸
۱۷	منسوجات	۰/۱۳۱	۰/۵۶۲	۰/۶۹۳
۱۸	پوشاک	۰/۱۴۱	۰/۵۸۵	۰/۷۲۷
۱۹	چرم	۰/۱۳۹	۰/۵۸۳	۰/۷۲۲
۲۰	چوب	۰/۱۴	۰/۵۸۴	۰/۷۲۳
۲۱	کاغذ	۰/۱۳۵	۰/۵۷۹	۰/۷۱۳
۲۲	چاپ و تکثیر	۰/۱۳۷	۰/۵۸۱	۰/۷۱۸
۲۳	کک، نفت	۰/۱۳۳	۰/۵۷۹	۰/۷۱۲
۲۴	شیمیایی	۰/۱۲۹	۰/۵۶۶	۰/۶۹۵
۲۵	لاستیک و پلاستیک	۰/۱۳۲	۰/۵۷	۰/۷۰۲
۲۶	کانی غیر فلزی	۰/۱۳	۰/۵۶	۰/۶۸۹
۲۷	فلزات اساسی	۰/۱۲۹	۰/۵۶۶	۰/۶۹۴
۲۸	فلزی فابریکی	۰/۱۳۴	۰/۵۶۶	۰/۷
۲۹	ماشین آلات	۰/۱۳۴	۰/۵۶۵	۰/۷
۳۰	ماشین آلات حسابداری	۰/۱۳۶	۰/۵۹۷	۰/۷۳۳
۳۱	ماشین آلات الکتریکی	۰/۱۳۵	۰/۵۷۱	۰/۷۰۶
۳۲	الکترونیک و ارتباطی	۰/۱۳۷	۰/۵۸۴	۰/۷۲۲
۳۳	پزشکی و اپتیکی	۰/۱۳۶	۰/۵۸۲	۰/۷۱۸
۳۴	وسیله نقلیه موتوری وتریلر	۰/۱۲۹	۰/۵۶۴	۰/۶۹۳
۳۵	سایر تجهیزات حمل ونقل	۰/۱۳۷	۰/۵۷۸	۰/۷۱۵
۳۶	مبلمان و وابسته	۰/۱۳۹	۰/۵۷۹	۰/۷۱۷
	متوسط	۰/۱۳۴	۰/۵۷۴	۰/۷۱

منبع: یافته‌های پژوهش

برخی محققان کشش نیروی کار و سرمایه صنایع تولیدی را به روش های مختلف برآورد کرده‌اند. نتایج این مطالعه با بیشتر برآوردها همخوانی دارد. خیابانی و حسنی (۲۰۱۰) کشش تولیدی سرمایه و نیروی کار را با استفاده از تابع ترانسلوگ در صنایع تولیدی به ترتیب ۰/۱ و ۰/۳۵ برآورد کرده‌اند. شهیکی‌تاش و همکاران (۱۳۹۲) نیز کشش

تولیدی سرمایه و نیروی کار را در صنایع انرژی به ترتیب ۰/۱ و ۰/۲ تخمین زده‌اند. فطرس و همکاران (۱۳۹۰) کشش نیروی کار را ۰/۷ و کشش سرمایه را ۰/۱ در صنایع تولیدی به دست آورده‌اند. محمودزاده (۱۳۸۸) نیز کشش تولیدی سرمایه را ۰/۰۷ برآورد کرده‌اند.

در بخش پیش چگونگی تجزیه نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل به چهار عامل رشد پیشرفت فنی، تغییر کارایی فنی، صرفه‌های مقیاس و کارایی تخصیصی روشن شد. مقادیر کمی آن در جدول (۳) برای صنایع ایران محاسبه شده است. در این روش رشد TFP بوسیله پسماند محاسبه نمی‌شود و از جمع جبری اجزای آن بدست می‌آید. ستون (۳) جدول (۲) متوسط نرخ رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل در دوره ۹۰-۱۳۷۹ است. رشد TFP بیشتر صنایع تولیدی منفی است. در این میان، صنایع الکترونیک و ارتباطاتی، پزشکی و اپتیکی و صنعت کاغذ بیشترین رشد TFP را داشته‌اند. دو صنعت اول از برجسته‌ترین صنایع تولیدی فناوری اطلاعات و ارتباطات به شمار می‌روند. رشد TFP صنایع فلزات اساسی، ماشین آلات، نقلیه موتوری و تریلر، ساخت کک و نفت و چاپ و تکثیر نیز مثبت بوده است؛ اما رشد بهره‌وری سایر صنایع منفی بوده است. به عبارت دیگر، فقط ۸ صنعت از ۲۱ صنعت رشد بهره‌وری مثبت را تجربه کرده‌اند.

مقدار پیشرفت فنی در ستون (۴) محاسبه شده است. بیشترین پیشرفت فنی به طور مشترک مربوط به صنایع شیمیایی، کانی غیرفلزی، فلزات اساسی و وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیمه تریلر با نرخ رشد متوسط ۱۱ درصد و کمترین متعلق به صنعت پوشاک با نرخ رشد متوسط ۷ درصد است. اگر چه پیشرفت فنی رشد بهره‌وری کل را در پی داشته اما تغییرات کارایی فنی، اثرات مقیاس و کارایی تخصیصی اثرات پیشرفت تکنولوژیکی را خنثی کرده‌اند.

جدول (۳). متوسط نرخ رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل و اجزاء آن بر حسب درصد(۱۳۷۹-۱۳۸۹)

کد (۱)	صنعت (۲)	رشد TFP (۳)	پیشرفت تکنولوژیکی (٤)	تغییر کارایی فنی (٥)	اثرات مقیاس (٦)	کارایی تخصیصی (۷)
۱۵	غذایی و آشامیدنی	-۸/۸	۱۱/۲	-۰/۵	-۱۲/۱	-۷/۴
۱۷	منسوجات	-۲/۳	۱۰/۶	-۰/۴	-۴/۲	-۸/۷
۱۸	پوشاک	-۴/۶	۷/۳	-۰/۱	-۱۶/۸	۵
۱۹	چرم	-۰/۳	۷/۹	-۰/۱	-۹/۸	۱/۷
۲۰	چوب	-۱۱/۷	۸	-۰/۱	-۱۸/۶	-۱
۲۱	کاغذ	۴/۴	۹/۴	-۰/۲	-۳/۴	-۱/۴
۲۲	چاپ و تکثیر	۰/۸	۸/۶	-۰/۱	-۹/۷	۲
۲۳	کک، نفت	۰/۵	۹/۹	-۰/۶	-۳/۵	-۵/۳
۲٤	شیمیایی	-۷/۶	۱۱/۳	-۳/۲	-۶/۸	-۸/۹
۲۵	لاستیک و پلاستیک	-۰/۱	۱۰/۴	-۰/۳	-۵/۴	-۴/۸
۲٦	کانی غیر فلزی	-۵/۱	۱۱/۲	-۰/۷	-۶/۹	-۸/۷
۲۷	فلزات اساسی	۲/۷	۱۱/۴	-۰/۶	-۳/۸	-۴/۳
۲۸	فلزی فابریکی	-۴۳/۲	۱۰	-۰/۴	-۲۵/۷	-۲۷/۱
۲۹	ماشین آلات	۱	۹/۵	-۰/۵	-۴/۷	-۳/۳
۳۰	ماشین آلات حسابداری	-۱۴/۱	۹/۲	-۰/۱	-۷/۳	-۱۵/۹
۳۱	ماشین آلات الکتریکی	-۱۹/۷	۹/۳	-۰/۴	-۱۱/۵	-۱۷/۱
۳۲	الکترونیک و ارتباطی	۴/۵	۸/۳	-۰/۲	-۱/۴	-۲/۲
۳۳	پزشکی و اپتیکی	۴/۵	۹/۱	-۰/۱	-۳/۵	-۱
۳٤	وسیله نقلیه موتوری وتریلر	۰/۷	۱۱/۱	-۰/۶	-۶/۴	-۳/۴
۳۵	سایر تجهیزات حمل ونقل	-۵/۸	۸/۷	-۰/۳	-۷/۶	-۶/۶
۳٦	مبلمان و وابسته	-۲/۴	۸/۱	-۰/۱	-۳/۷	-۶/۷

منبع: یافته‌های پژوهش

تغییرات کارایی فنی برای تمامی صنایع تولیدی با کاهش همراه بوده؛ اما پسرفت آن محسوس نیست. صنعت تولید مواد شیمیایی بیشترین کاهش کارایی فنی را تجربه کرده است. نرخ رشد مثبت کارایی فنی بیانگر جابجایی مرز امکانات تولید و به معنای افزایش ظرفیت‌های تولید است. کاهش کارایی فنی به این مفهوم است که نهاده‌ها در صنایع تولیدی ایران به صورت کارآ استفاده نشده‌اند. سهم تغییر مقیاس تولید و کارایی تخصیصی از رشد TFP به ترتیب در ستون‌های (۶) و (۷) گزارش شده است. تغییرات مقیاس تولید و

کارایی تخصیص با کاهش همراه بوده و این دو سهم زیادی در کاهش بهره‌وری کل داشته‌اند.

۵. خلاصه و نتیجه‌گیری

هدف این مقاله شناسایی عوامل پیشران بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع تولیدی ایران بود. بدین منظور ۲۱ صنعت تولیدی در دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۰ مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه، رشد TFP را به چهار جزء تجزیه کرده‌اند، که شامل پیشرفت تکنولوژیکی (TP)، تغییر کارایی فنی (TE)، تغییر کارایی تخصیصی (AE) و اثرات مقیاس (SE) می‌باشد. برای دستیابی به این هدف مراحل زیر طی شد:

- برآورد تابع تولید ترانسلوگ. در گام نخست تابع تولید مرزی تصادفی طی دوره ۹۰-۱۳۷۹ برای ۲۱ صنعت مورد نظر برآورد می‌شود. با استفاده از نتایج این برآورد، پیشرفت فنی و هم‌چنین کشش‌های کار و سرمایه به دست می‌آیند.
- برآورد کشش تولیدی سرمایه و نیروی کار. متوسط کشش تولیدی نیروی کار و سرمایه برای ۲۱ صنعت محاسبه شد. برای تمامی صنایع، کشش نیروی کار بیش از کشش تولیدی سرمایه است. به نظر می‌رسد تغییر نیروی کار بیش از سرمایه، تولید را در صنایع ایران تحت تاثیر قرار می دهد. متوسط کشش تولیدی نیروی کار ۰/۵۷ و کشش تولیدی سرمایه ۰/۱۳ است. در این جدول بازدهی نسبت به مقیاس نیز محاسبه شده است. بازدهی نسبت به مقیاس در تمامی صنایع ایران کاهنده است و ۱۰ درصد افزایش نهاده‌ها، تولید را کمتر از ۱۰ درصد افزایش داده است.
- تجزیه بهره‌وری کل. نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل به چهار عامل رشد پیشرفت فنی، تغییر کارایی فنی، صرفه‌های مقیاس و کارایی تخصیصی تجزیه شد. در این روش رشد TFP به وسیله پسماند محاسبه نمی‌شود و از جمع جبری اجزای آن به دست می‌آید. رشد TFP بیشتر صنایع تولیدی منفی است. در این میان، صنایع الکترونیکی و ارتباطاتی، پزشکی و اپتیکی و صنعت کاغذ بیشترین رشد TFP را داشته‌اند. دو صنعت اول از برجسته‌ترین صنایع تولیدی فناوری اطلاعات و ارتباطات به شمار می‌روند. رشد TFP صنایع فلزات اساسی، ماشین آلات، نقلیه موتوری و تریلر، ساخت کک و نفت و چاپ و تکثیر نیز مثبت بوده است؛ اما رشد بهره‌وری سایر صنایع منفی بوده است. به عبارت دیگر، فقط ۸ صنعت از ۲۱ صنعت رشد بهره‌وری مثبت را تجربه کرده‌اند.

- صنایع الکترونیکی و ارتباطاتی، پزشکی و اپتیکی و صنعت کاغذ بیشترین رشد بهره‌وری را داشته‌اند. بیشترین پیشرفت فنی در صنایع شیمیایی، کانی غیرفلزی، فلزات اساسی و وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیمه تریلر با نرخ رشد متوسط ۱۱ درصد و کمترین رشد متعلق به صنعت پوشاک با نرخ رشد متوسط ۷ درصد بوده است. اگر چه پیشرفت تکنولوژیکی (به عنوان عامل پیشران) سبب بهبود وضعیت بهره‌وری کل، اما تغییرات کارایی فنی، اثرات مقیاس و کارایی تخصیصی اثرات آن را خنثی کرده‌اند.

شواهد نشان می‌دهد رشد بهره وری در صنایع ایران با مشکل جدی همراه است. استفاده از فناوری‌های قدیمی و دسترسی دشوار به فناوری‌های جدید، پسرفت فناوری را برای صنایع تولیدی در پی داشته است. شواهد نشان می‌دهد صنایع تولیدی حتی بدون در نظر گرفتن هزینه‌های عوامل تولید نیز از نظر فنی و استفاده بهینه از عوامل تولید (کارایی فنی) با مشکل روبرو هستند. به نظر می رسد به‌روز نبودن فناوری‌ها، امکان بهره‌برداری کامل از منابع تولید میسر نمی‌شود. افزون بر این، صنایع تولیدی در ایران از مزیت اقتصاد مقیاس نیز برخوردار نیستند و نتوانسته‌اند از اندازه صنایع سودمند شوند. با توجه به هزینه‌های نیروی کار و اجاره سرمایه در کشور، انحراف از کارایی تخصیصی کاملا آشکار است. افزایش هزینه‌های نیروی به پیروی از تورم و همچنین هزینه بالای تامین سرمایه در کشور در ناکارآمدی صنایع اثرگذار بوده است. بر این اساس، فراهم کردن زمینه برای تامین کالاهای واسطه‌ای سرمایه‌ای، همکاری با شرکت‌های بین‌المللی، کاهش هزینه تامین سرمایه با کنترل نرخ تورم و هدایت سرمایه‌های به سمت تولید، انعطاف‌پذیری بازار کار و افزایش مهارت های نیروی انسانی و تمرکز بر صنایع کوچک و متوسط در افزایش کارائی بنگاه‌های اقتصادی موثر واقع خواهد شد.

منابع و مآخذ

- Aigner, D.J., & Lovell, C.A.K. & Schmidt, P. (1977). Formation and estimation of stochasticFrontier production function models. Journal of Econometrics, 6(1), 21-37.
- Baltagi, B.H & Griffin, J.M. (1988). A generalized error component model with heteroscedastic disturbances, Int. Econ. Rev. 29; 745–753.
- Bassem, B. S. (2014). Total factor productivity change of MENA microfinance institutions: A Malmquist productivity index approach. Economic Modelling, 39, 182-189.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J. (1992b). Frontier production functions, technical efficiency andpanel data: with application to paddy farmers in India. Journal of Productivity Analysis,3 (1/2), 153-69.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J. (1993). A stochastic frontier production function incorporating amodel for technical inefficiency effects. Working Papers in Econometrics and AppliedStatistics No. 69, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J. (1995). A model for technical inefficiency effects in the stochasticFrontier production for panel data. Empirical Economics, 20 (2), 325-32.
- Battese, G.E., & Coelli, T.J. (1992a). A model for technical inefficiency effects in the stochasticFrontier production for panel data. Empirical Economics, 20 (2), 325-32.
- Cho, Y. C. Shao, B.B.M. (2014). Total factor productivity growth in information technology services industries: A multi-theoretical perspective. Decision Support Systems, 62, 106–118.
- Dashti, N., Yavari,K. and Sabbagh, M. (2009), Decomposition of TFP Spillover in Iranian Industrial Sector, Quantitative Jourbal, 6(1): 101-128.
- Diewert, W.E. (1981).The theory of total factor productivity measurement in regulated industries, in: T.G. Cowing, R.E. Stevenson (Eds.), Productivity Measurement in Regulated Industries, Academic Press, New York.
- Domazlicky, B.R. and Weber, W.L. (1998), “Determinants of total factor productivity,technological change and efficiency differentials among states, 1977-1986. Review of Regional Studies, 28 (2), 19-33.
- Farrell M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. 120(3): 253-290.
- Fecher, F. and Perelman, S. (1992), “Productivity growth and technical efficiency in OECDindustrial activities”, Industrial Efficiency in Six Nations, The MIT Press, Cambridge, MA.

- Gebremichael, B. Z., Rani, D. L. (2012). Total factor productivity change of ethiopian microfinance institutions (mfis): A malmquist productivity index approach (mpi). European Journal of Business and Management, 4(3), 105-114.
- Heshmati, A. Kumbhakar,S. (2011). Technical change and total factor productivity growth: The case of Chinese provinces. Technological Forecasting & Social Change, 78, 575–590.
- Heshmati, A. Nafar, N.(1998) A production analysis of the manufacturing industries in Iran, Technol. Forecast. Soc. Change 59; 183–196.
- Jorgenson, D (1995) Productivity, 1 and 2, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Khiabani, N. and Hassani, K. (2010), Technical and allocative inefficiencies and factor elasticities of substitution:An analysis of energy waste in Iran's manufacturing, Energy Economics, vol. 32, pp. 1182–1190.
- Kim, S. & Han, G. (2001). A decomposition of total factor productivity growth inKorean manufacturing industries: a stochastic Frontier approach. Journal of Productivity Analysis16 (3), 269-81.
- Kumbhakar, S.(2000) Estimation and decomposition of productivity change when production is not efficient: a panel data approach, Econometric Rev. 19, 425–460.
- Kumbhakar, S.C. Heshmati, A. (1996) Technical change and total factor productivity growth in Swedish manufacturing industries, Econometric Rev. 15 (3), 275–298.
- Kumbhakar, S.C. Heshmati, A. Hjalmarsson, L.(1999) Parametric approaches to productivity measurement: a comparison among alternative models, Scand. J. Econ. 101; 405–424.
- Kumbhakar, S.C. Nakamura, Heshmati, S. A. (2000) Estimation of firm-specific technological bias, technical change and total factor productivity: a dual approach, Econometric Rev. 19 (4), 493–515.
- Kumbhakar, S.C. (1990), “Production Frontiers, panel data, and time-varying technicalinefficiency”, Journal of Econometrics, Vol. 46 Nos 1/2, pp. 201-11.
- Kumbhakar, S.C. and Lovell, C.A.K. (2000), Stochastic Frontier Production, CambridgeUniversity Press, New York, NY, 279-309.
- Kumbhakar, S.C., Ghosh, S. and McGuckin, J.T. (1991). A generalized production Frontierapproach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms. Journal of Business and Economic Statistics, 9 (3), 279-86.
- Long, X. Zhao, X. Cheng, F. (2015). The comparison analysis of total factor productivity and eco-efficiency in China's cement manufactures. Energy Policy, 81, 61–66.

- Mahmoudzadeh, M. (2009), Effect of IT on Labor Productivity in Iranian Manufacturing Industries, New Trade and Economic Journal, 18: 1-22.
- Meeusen, W. & van den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas productionfunctions with composed error. International Economic Review, 18 (2), institutions (MFIs): Evidence from South Asian countries. Economic Analysis and Policy, 51, 32-45.
- Mia, M. A., Chandran, V. G. R. (2015). Measuring Financial and Social Outreach Productivity of Microfinance Institutions in Bangladesh. Social Indicators Research, 1-23.
- Nishimizu, M.& Page, J.M. (1982). Total factor productivity growth, technological progressand technical efficiency change: dimensions of productivity change in Yugoslavia,1965-78", Economic Journal, 9, 920-36.
- Oh, D.-H. Heshmati, A. Lööf, H.(2009). Total Factor Productivity of Korean Manufacturing Industries: Comparison of Competing Models with Firm-Level Data, CESIS Electronic. Working Paper Series 201.
- Oh, D.H. Lee, Y.G. (2016). Productivity decomposition and economies of scale of Korean fossil-fuel power generation companies: 2001-2012. Energy, 100, 1-9.
- Pitt, M. & Lee, L.-F. (1981). The measurement and sources of technical inefficiency in theIndonesian weaving industry. Journal of Development Economics, 9 (1), 43-64.
- Schmidt, P. & Sickles, R.C. (1984). Production Frontiers and panel data. Journal of Business and Economic Statistics, 2 (4), 367-74.
- Shahiki Tash, M.N., Norouzi, A. and Rahimi, Gh. (2013), Economies Scale, Optimal Product and Substitution Elasticity in Iranian Energy Sectors, Quarterly Journal of Environment Economic and Energy, 2(6): 75-105.
- Sharma, S.C., Sylwester, K. and Margono, H. (2007). Decomposition of total factor productivitygrowth in US states. Quarterly Review of Economics and Finance, 47 (2), 215-41.
- Sobhani, H. and Aziz Mohammadlou, Kh. (2008), The Comparision Analysis of TFP in Iranian Industrial Sub Sectors, Economic Research Journal, 82: 87-120.
- Solow, R.M. (1957). Technical change and the aggregate production function. The Review of Economics and Statistics, 39 (3), 312-20.
- Sun, K. Kumbhakar, & S.C. Tveteras, R. (2015). Productivity and efficiency estimation: A semiparametric stochastic cost frontier approach. European Journal of Operational Research, 245, 194–202.
- Wijesiri, M., Meoli, M. (2015). Productivity change of microfinance institutions in Kenya: A bootstrap Malmquist approach. Journal of Retailing and Consumer Services, 25, 115- 121.

- Wu, Y. (2011). A Comparative Analysis of the Operating and Economic Efficiency of China's Microfinance Institutions, Traditional Chinese Agricultural Lenders, and Counterpart Indian Microfinance Institutions. University of Georgia.
- Zamanian, Gh., Fotros, M.H. and Rezaei, E. (2014), The Effect of R&D Spillover on Iranian Manufacturing TFP, Quarterly Journal of Development Economics and Growth, 5(17): 91-108.