

## تجزیه منابع رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران

اسفندیار جهانگرد\*

فائزه فیض آبادی\*\*

### چکیده

هدف این مقاله تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید با تلفیق دو الگوی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی در چارچوب تعادل عمومی و تکیه بر قیمت‌های سایه‌ای عوامل تولید به عنوان ارزش‌های واقعی آنها در یک اقتصاد باز و مطالعه نحوه عملکرد آن در ایران است. برای این منظور، از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران که در قالب هفت بخش تجمیع شده‌اند، استفاده شده است. در این تحقیق با بهره‌گیری از مدل تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را به سه عامل تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارآیی که از حل یک برنامه خطی مربوط به حداکثرسازی تقاضای نهایی داخلی به دست می‌آید، تجزیه کردیم. در این خصوص، سؤال اصلی این است که از میان سه عامل ذکر شده، کدام یک عامل اصلی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران بوده است. براساس نتایج به دست آمده، اصلی‌ترین عامل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران در دوره مورد مطالعه، تغییرات فنی است.

**کلیدواژه‌ها:** بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، تعادل عمومی، قیمت سایه‌ای، تغییرات فنی، تغییرات کارآیی، رابطه مبادله.

طبقه‌بندی JEL: D24, C67, C61

---

\* دانشیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، Jahangard@atu.ac.ir  
\*\* کارشناس بانک اقتصاد نوین (نویسنده مسئول)، fa\_eco2020@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۷

## ۱. مقدمه

امروزه همه کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه به اهمیت بهره‌وری به عنوان یکی از ضرورت‌های توسعه اقتصادی و کسب برتری رقابتی در عرصه‌های بین‌المللی تأکید دارند. علت این امر در دنیای کنونی این است که رقابت در صحنه‌های جهانی ابعاد دیگر به خود گرفته و تلاش برای نیل به سطح بهره‌وری بالاتر یکی از پایه‌های اصلی این رقابت‌ها را تشکیل می‌دهد. همچنین افزایش بهره‌وری بر پدیده‌های اصلی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جوامع مانند کاهش سطح تورم، افزایش رفاه عمومی، افزایش سطح اشتغال و افزایش توان رقابت اقتصادی تأثیر دارد. مفهوم بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) از مفاهیمی نوین در ادبیات رشد و توسعه اقتصادی می‌باشد که طی دهه‌های اخیر و در راستای تبیین باقیمانده‌های رشد تولیدات، تعمیم و گسترش یافته است. در واقع شکل‌گیری این مفهوم از آنجا آغاز شد که مشخص شد تنها موجودی سرمایه فیزیکی، نیروی انسانی و نهاده‌های واسطه‌ای به‌عنوان عوامل مؤثر بر رشد تولیدات محسوب نمی‌شوند بلکه عوامل دیگری همچون ذخیره دانش، تکنولوژی‌های نو، ترکیب بهینه عوامل، سرمایه انسانی و اجتماعی و به‌طور کلی بهره‌وری کل عوامل تولید سهم قابل ملاحظه‌ای بر رشد اقتصادی دارند. از این رو بهره‌وری کل عوامل تولید می‌تواند به عنوان یک عامل کلیدی برای توسعه و بهبود کیفیت زندگی مردم باشد. این موضوع ضرورت توجه به این شاخص برتر را به عنوان یکی از اولویت‌های ملی هر کشور آشکار می‌کند. TFP از نسبت ستانده‌ها بر کل نهاده‌ها به دست می‌آید و بدین ترتیب رشد بهره‌وری کل عوامل تولید آن بخش از تغییرات تولید را نشان می‌دهد که نمی‌توان آن را به رشد نهاده‌ها نسبت داد (جرگنسون و گرلیچیز، ۱۹۶۷، ۲۵۰) و شامل آن قسمت از رشد تولید است که از طریق بهبود ساختارها امکان پذیر می‌باشد و از طریق رشد عوامل اولیه امکان پذیر نیست. آنچه که عموماً مورد تأیید است این است که رشد بهره‌وری کل عوامل، از طریق بهبود در کیفیت نیروی کار، استفاده از ماشین‌آلات با قدرت بالاتر، بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین تولید، ترکیب مناسبتر داده‌ها، سازماندهی و مدیریت مناسب حاصل می‌شود که این عوامل حجم ستانده را بدون تغییر در مقدار نهاده افزایش می‌دهند. (کمین، ۲۰۰۸).

هدف اصلی ما در این مقاله تجزیه رشد TFP با استفاده از مطالعات نظری تن‌را و موهن (۲۰۰۸، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۰) یعنی تلفیق فن داده-ستانده (Input- Output Technique) و برنامه‌ریزی خطی (Linear Programming Technique) در چارچوب تعادل عمومی

(General Equilibrium) و تکیه بر ارزش‌های واقعی و درونزای عوامل تولید (قیمت‌های سایه‌ای (Shadow Prices)) در ایران که یک اقتصاد کوچک باز است، می‌باشد. با تنظیم برنامه خطی مربوط به حداکثرسازی تقاضای نهایی داخلی، اقتصاد به سطح بهینه تولید روی مرز امکانات تولید می‌رسد و بعد به نوعی رشد TFP را تجزیه می‌کنیم که علاوه بر اینکه تغییرات فنی (Technical Changes) را با لحاظ کردن قیمت‌های سایه‌ای و در سطح بهینه تولید نشان می‌دهد. به این ترتیب این روش بر نتیجه روش باقیمانده سولو در قیمت‌های بازاری مشاهده شده در ادبیات اقتصادی برتری دارد، چرا که اثرات رابطه مبادله (Terms of Trade) و تغییرات کارایی (Efficiency Changes) را نیز در رشد TFP لحاظ می‌کند. فناوری از طریق فراهم کردن امکان تولید بیشتر با عوامل کمتر، کارایی با تخصیص مجدد و بهینه عوامل تولید و مدیریت بهتر و نهایتاً رابطه مبادله با بهبود آن و بنابراین ایجاد امکان صادرات بیشتر در مقابل واردات کمتر، زمینه رشد TFP را فراهم می‌کند. برای این منظور در این تحقیق از جداول داده - ستانده بانک مرکزی برای سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸ و نرم‌افزار QSB استفاده می‌شود. لذا پژوهش حاضر در پی پاسخ به این سوال است که از میان سه عامل تغییرات تکنولوژی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارایی، عامل اصلی رشد TFP در ایران چه بوده است؟ بدین منظور ابتدا چارچوب نظری مطالعه و بعد پیشینه تحقیق بیان خواهد شد. سپس پایه‌های آماری مطالعه و نتایج تجربی تحقیق و نهایتاً خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

## ۲. چارچوب نظری و مدل تحقیق

تاکنون شاخص‌های متفاوتی برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید استفاده شده است. این شاخص‌ها عبارتند از شاخص ابتدایی، شاخص کندریک، شاخص دیویژیا، شاخص مالم کوئیست، شاخص ترنکوئیست، روش مانده سولو و روش سولو. بعضی از این شاخص‌ها جزء روش‌های مستقیم اندازه‌گیری TFP هستند که بدون استفاده صریح از تابع تولید، اقدام به برآورد شاخص TFP می‌کنند و بعضی دیگر جزء روش‌های غیرمستقیم هستند که مبتنی بر استفاده صریح از تابع تولید می‌باشند. این روش‌ها در کل اشکالات زیادی دارند. از جمله اینکه اقتصاد را روی مرز امکانات تولید تصور می‌کنند و بدین ترتیب تنها قادر به کشف تغییرات فناوری آن هم در قیمت‌های بازاری هستند. چرا که از سهم‌های ارزشی بازاری عوامل تولید در اندازه‌گیری‌های خود استفاده می‌کنند که این تنها می‌تواند در

اقتصادهای کاملاً رقابتی مشکل ساز نباشد. علت این موضوع نیز این است که در این اقتصادها، عوامل تولید با توجه به بهره‌وری نهایی‌شان و محصولات با توجه به درآمد نهایی‌شان، پاداش می‌گیرند. بعضی از این روش‌ها که با الگوی DEA (تحلیل پوششی داده‌ها) تلفیق می‌شوند و تغییرات کارآیی را نیز محاسبه می‌کنند و از کشف اثر رابطه مبادله که خود معادل پیشرفت فناوری است و بهبود آن اقتصاد را قادر می‌سازد که تولید را بدون افزایش عوامل تولید، افزایش دهد، ناتوانند. این موضوع در دنیای امروز که اکثر اقتصادها باز هستند اهمیت خاصی پیدا می‌کند. نکته دیگر این که مسیر اصلی اکثر این روش‌های اندازه‌گیری، تعادل جزئی است. بنابراین نیاز به روشی که بتواند رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) را در چارچوب تعادل عمومی و در یک اقتصاد کوچک باز با استفاده از سطوح بهینه تولید و تجارت و قیمت‌های سایه‌ای که سهم‌ها و ارزش‌های واقعی عوامل و کالاها را منعکس می‌کند، احساس می‌شود. روش آلترناتیو برگرفته از یک الگوی تلفیقی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی است که ترکیبی از راه‌حل‌های بهینه با توجه به محدودیت‌های تولید و عوامل تولید و روابط متقابل بخش‌ها است. بنابراین اشکالات اندازه‌گیری‌های سنتی از رشد TFP را رفع می‌کند و ویژگی‌های لازم اشاره شده را داراست. تن‌را و موهن (Ten Raa and Mohen 2002) در مقاله خود دو مسیر محاسبه بهره‌وری یعنی حسابداری رشد نئوکلاسیکی و روش مرزی یا تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) را بررسی می‌کنند. حسابداری رشد نئوکلاسیکی، رشد بهره‌وری را بین عوامل تولید تقسیم می‌کند ولی نمی‌تواند حرکت به سمت مرز و انتقال از مرز را از هم تمیز دهد. این ویژگی مختص روش مرزی است اگرچه این روش در تقسیم ارزش، بین عوامل تولید ناتوان است. الگوی تلفیقی جدید، چارچوب هر دو روش را شامل می‌شود و در واقع دوباره فرمول رشد TFP نئوکلاسیکی را در چارچوب DEA می‌سازد. همچنین در مدل‌های اقتصاد باز این موضوع مهم است که رشد TFP را با توجه به واردات از طریق تعریف مجدد آن به‌عنوان رشد تقاضای نهایی داخلی منهای رشد عوامل اولیه که در مدل جدید کسری تجاری را نیز شامل می‌شود، تعدیل کنیم. در این باره اقتصاد را به عنوان یک اقتصاد کوچک باز با عوامل اولیه نیروی کار  $N$  (تجزیه شده به نیروی کار با تحصیلات عالی که به نوعی بیانگر سرمایه انسانی بوده و نیروی کار عادی)، سرمایه  $M$  (تجزیه شده به ساختمان و ماشین‌آلات) و کسری تجاری در نظر گرفته می‌شود. مدل تحقیق در این مطالعه برگرفته از مطالعات تن‌را و موهن (۲۰۰۲)، قالی و موهن (۲۰۰۲)، قالی و موهن (۲۰۱۰) است.

این مقاله اقتصاد به ۷ بخش تقسیم شده که هر بخش تعدادی از کالاها را تولید می‌کند. بخشی از کالاها به عنوان کالاهای واسطه‌ای استفاده می‌شوند و بقیه به سمت تقاضای نهایی می‌روند (که یا صادر می‌شوند و یا به مصرف تقاضای نهایی داخلی که شامل مصرف و سرمایه‌گذاری است، می‌رسد). مرز اقتصاد به‌عنوان بیشترین حد تقاضای نهایی داخلی (f) تعریف می‌شود. این مرز به وسیله تخصیص بهینه عوامل (اولیه و واسطه)، تولید بهینه بخش‌ها و تجارت بهینه کالاها با سایر کشورها به دست می‌آید. مرز اقتصاد با برنامه اولیه زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \quad e^T f c \\
 & \text{s. t.} \\
 & (V^T - U) s \geq f c + J g \\
 & K s \leq M \\
 & L s \leq N \\
 & -\pi g \leq -\pi g^t \\
 & s \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

در این برنامه متغیرها (s، c و g) و پارامترها (سایر علائم) به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$[n \times 1]$  s : بردار فعالیت بخش‌ها که n نمایان‌گر تعداد بخش‌هاست؛

c [اسکالر]: ضریب تقاضای نهایی داخلی؛

$[m_t \times 1]$  g : بردار خالص صادرات کالاهای قابل تجارت که  $m_t$  نمایان‌گر تعداد

کالاهای قابل تجارت است؛

$[m \times 1]$  e : بردار واحد که m نمایان‌گر تعداد کالاهاست؛

T علامت ترانسپوز کردن؛

$[m \times 1]$  f : تقاضای نهایی داخلی؛

$[n \times m]$  V : ماتریس ساخت که نشان می‌دهد هر بخش چند کالا و به چه میزان تولید

می‌کند؛

$[m \times n]$  U : ماتریس جذب که نشان می‌دهد هر کالا در چند بخش و به چه میزان

مصرف می‌شود؛

$[n \times m_t]$  J : ماتریس صفر و یک که عمل جداسازی کالاهای قابل تجارت را انجام

می‌دهد؛

$K [i \times n]$  : سرمایه به کار گرفته شده در بخش ها که  $i$  نمایانگر انواع سرمایه (ساختمان و ماشین آلات) است؛

$M [i \times 1]$  : کل موجودی سرمایه؛

$L [j \times n]$  : نیروی کار به کار گرفته شده در بخش ها که  $J$  نمایانگر انواع نیروی کار (تحصیل کرده و سایر) است؛

$N [j \times 1]$  : اشتغال کل؛

$\pi [1 \times m_t]$  : بردار قیمت های جهانی برای کالاهای قابل تجارت؛

$g^t [m_t \times 1]$  : خالص صادرات مشاهده شده در زمان  $t$ .

تابع هدف مطالعه حداکثرسازی تقاضای نهایی داخلی می باشد. تقاضای نهایی داخلی مجموع مصرف (به علاوه هزینه های دولت) و سرمایه گذاری در آن سال را نشان می دهد. سرمایه گذاری به معنی مصارف آینده است. ضرب تقاضای نهایی داخلی در متغیر  $c$  ما را به تقاضای نهایی داخلی بالقوه در شرایط بهینه و روی مرز امکانات تولید می رساند. بنابراین به اقتصاد اجازه داده می شود که تولید خود را تا حد  $fc$  گسترش دهد. در واقع  $c$  نسبت تقاضای نهایی بالقوه به تقاضای نهایی بالفعل را نشان می دهد و عامل بسط و یا گسترش (Expansion Factor) نامیده می شود. به این معنی که اگر  $c=1$  باشد، اقتصاد روی مرز امکانات تولید قرار دارد و اگر  $c > 1$  باشد اقتصاد زیر مرز امکانات تولید است و این نشان دهنده یک حرکت به سمت مرز خواهد بود. در این مدل صادرات و واردات در تابع هدف حذف شده و تقاضای نهایی داخلی حداکثر شده است و «واردات منهای صادرات» به عنوان یک نهاده همانند نیروی کار و سرمایه در نظر گرفته شده چرا که در یک اقتصاد باز این ممکن است که ستانده بدون تولید بیشتر عوامل اولیه و با افزایش واردات (البته تا سطحی مشخص) افزایش یابد. علت این موضوع هم این است که این مدل قصد درونزا کردن صادرات و واردات را دارد. قید اول مدل، محدودیت مربوط به تعادل کالایی است (Ten Raa and Mohen 1999). این قید بیان می کند که خالص هر محصول (یعنی میزان تولید واسطه منهای مصرف واسطه آن محصول در بخش های مختلف که از ماتریس های ساخت و جذب به دست می آید) باید به گونه ای باشد که تقاضای نهایی داخلی بالقوه ( $fc$ ) به علاوه خالص صادرات ( $zg$ ) را پاسخگو باشد. قید دوم و سوم مربوط به محدودیت های سرمایه و نیروی کار است؛ به این معنی که نیروی کار و سرمایه به کار گرفته شده در بخش ها نباید از موجودی های کل آنها بیشتر باشد. قید چهارم مربوط به محدودیت کسری تجاری است؛

یعنی خالص واردات بهینه (g-) در قیمت‌های جهانی نباید از کسری تجاری موجود یا مشاهده‌شده بیشتر شود؛ یعنی واردات باید تنها تا سطح مشخصی انجام شود که این سطح با کسری تجاری مشاهده شده، معادل شده است. قید پنجم نشان می‌دهد که بردار فعالیت بخش‌ها نباید منفی باشد. اگر برای یک بخش  $s=1$  باشد یعنی فعالیت آن بخش در حالت بهینه و حالت مشاهده‌شده در آن سال مشابه خواهد بود. اگر  $s>1$  باشد، به‌طور مثال ۱/۱ باشد، فعالیت آن بخش در حالت بهینه ۱۰ درصد بیشتر از حالت مشاهده‌شده آن سال خواهد بود و اگر  $s<1$  باشد، فعالیت آن بخش در حالت بهینه باید کمتر از حالت مشاهده‌شده باشد.

از حل این برنامه اولیه متغیرهای  $c$ ،  $s$  و  $g$  به دست خواهد آمد. این برنامه خطی اساساً به تخصیص مجدد فعالیت بخش‌ها می‌پردازد طوری که سطح تقاضای نهایی داخلی را حداکثر کند. تئوری برنامه‌ریزی خطی نشان می‌دهد که ضرایب لاگرانژ مرتبط با محدودیت‌های برنامه اولیه، تولیدات نهایی مربوط به محدودیت‌ها (کالاها و عوامل) در حالت بهینه و به نوعی ارزش‌های رقابتی آنها که از برنامه دوگان به دست می‌آیند. این ضرایب لاگرانژ را در محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید نیاز خواهد بود و به‌عنوان قیمت سایه‌ای عوامل تولید شناخته می‌شوند. مفهوم ضریب لاگرانژ در این برنامه این است که یک واحد افزایش در هر یک از عوامل نهاده‌ای مورد نظر چقدر تقاضای نهایی داخلی را افزایش می‌دهد. این قیمت‌های سایه‌ای شامل  $p$  (بردار سطری قیمت‌های سایه‌ای کالاها)،  $r$  (بردار سطری قیمت‌های سایه‌ای انواع سرمایه)،  $w$  (بردار سطری دستمزدهای سایه‌ای انواع نیروی کار) و  $\varepsilon$  (قیمت سایه‌ای ارزی یا بدهی خارجی) در سطح بهینه می‌باشد که از برنامه دوگان زیر به دست می‌آیند:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & rM + wN + \varepsilon D \\ \text{s. t.} \quad & P(V^T - U) \leq rK + wL \\ & Pf = e^T f \\ & PJ = \varepsilon \pi \end{aligned} \quad (2)$$

در اینجا محدودیت‌های عوامل در برنامه اولیه را به جای کوچکتر مساوی، مساوی قرار می‌دهیم. یعنی فرض می‌شود که از منابع حداکثر بهره‌برداری صورت می‌گیرد. بنابراین:

$$Ks = M, \quad Ls = N, \quad -\pi g = \quad (3)$$

حال به محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) پرداخته می‌شود. همانند سولو (1957 Solow) که رشد TFP را باقیمانده رشد ستانده منهای رشد داده‌ها تعریف می‌کند، در این جا نیز رشد TFP را معادل باقیمانده رشد تقاضای نهایی داخلی و رشد عوامل مدل با میانگین‌های وزنی آنها تعریف می‌گردد. وزن‌ها سهم‌های ارزشی در شرایط رقابتی هستند که در این روش، این سهم‌های ارزشی با قیمت‌های سایه‌ای جایگزین می‌شود. بنابراین رشد TFP به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\text{رشد TFP} = \frac{p\dot{F}}{pf} - \frac{r\dot{M} + w\dot{N} + \varepsilon\dot{D}}{rM + wN + \varepsilon D} \quad (4)$$

برای اینکه بتوانیم رشد TFP را به سه عامل تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارآیی تجزیه کنیم، به یک عبارت دیگر نیاز است. می‌دانیم که یکی از اصول برنامه‌ریزی خطی، برابری ارزش توابع هدف در مسئله حداکثرسازی و دوگان آن (مسئله حداقل‌سازی) است یعنی:

$$e^T f c = rM + wN + \varepsilon D \quad (5)$$

با استفاده از این رابطه و ضرب دو طرف قید دوم دوگان در c معادله زیر بدست می‌آید:

$$pfc = rM + wN + \varepsilon D \quad (6)$$

رابطه (۶) همان اتحاد تولید و درآمد ملی است که در آن، درآمد ملی از هزینه‌های عوامل به دست می‌آید. حال اگر رابطه (۴) تجزیه گردد به شکل زیر خواهد بود:

$$\text{رشد TFP} = \frac{p\dot{F}}{pf} - \frac{r\dot{M} + w\dot{N} + \varepsilon\dot{D}}{rM + wN + \varepsilon D} = \frac{p\dot{f}c - r\dot{M} - w\dot{N} - \varepsilon\dot{D}}{pfc} \quad (7)$$

$$F = fc + Jg \Rightarrow \dot{F} = \dot{f}c + f\dot{c} + J\dot{g} \Rightarrow \dot{f}c = \dot{F} - f\dot{c} - J\dot{g} \quad (8)$$

با استفاده از رابطه (۵) داریم:

$$\dot{D} = -\dot{\pi}g - \pi\dot{g} \quad (9)$$

ضمناً از محدودیت سوم دوگان داریم:

$$pJ\dot{g} = \varepsilon\pi\dot{g} \quad (10)$$

با جایگذاری روابط (۵)، (۸)، (۹) و (۱۰) در رابطه (۷)، رشد TFP به شکل زیر خواهد

شد:

$$\text{رشد TFP} = \frac{[p\dot{F} - r(Ks) - w(Ls)] + \varepsilon\pi\dot{g}}{pfc} - \frac{\dot{c}}{c} = SR + TT + EC \quad (11)$$

بنابراین سه عامل اصلی مورد نظر از تجزیه رشد TFP به دست آمد:



$$SR = \frac{[p\dot{F} - r(K\dot{S}) - w(L\dot{S})]}{rM + wN + \varepsilon D} \quad (12)$$

$$TT = \frac{\varepsilon \dot{t}g}{rM + wN + \varepsilon D} \quad (13)$$

$$EC = -\frac{\dot{c}}{c} = -\hat{c} \quad (14)$$

رابطه (۱۲) بیانگر باقیمانده سولو در قیمت‌های سایه‌ای است، رابطه (۱۳) بیانگر رابطه مبادله و رابطه (۱۴) بیانگر تغییرات کارایی است. رابطه (۱۴) به این معنا است که کارایی با میزان فاصله اقتصاد از مرز امکانات تولید سنجیده می‌شود و انحراف ما از شرایط رقابتی فرضی را نشان می‌دهد. کاهش  $c$  به معنای نزدیک شدن بیشتر به مرز و افزایش کارایی است که باعث افزایش رشد TFP خواهد شد؛ به همین دلیل است که این عبارت با علامت منفی وارد شده است. در واقع عدم کارایی یعنی با فناوری موجود می‌توان تولید را بدون نیاز به افزایش عوامل تولید، افزایش داد و اقتصاد را به مرز رساند که به معنی کمتر بودن تولید بالفعل از تولید بالقوه است و نشان می‌دهد که اقتصاد در زیر مرز امکانات تولید قرار دارد. می‌توان نوشت (Ten Raa and Mohen (1999) : لذا می‌توان نوشت :

$$TFP = FP + EC \quad (15)$$

$$FP = SR + TT \quad (16)$$

رابطه (۱۵) نشان می‌دهد که رشد TFP به دو قسمت انتقال از مرز و حرکت به سمت مرز تجزیه می‌شود. همانند کار فار و دیگران (۱۹۹۴)، (Fare Rolf and others) که از DEA استفاده می‌کنند و تغییرات فناوری و کارایی را از هم مجزا می‌کنند. رابطه (۱۶) نیز نشان می‌دهد که انتقال از مرز یا رشد بهره‌وری مرزی شامل دو عامل فناوری و رابطه مبادله می‌باشد.

با این وصف در این مقاله سعی می‌گردد که دو نوع تجزیه رشد TFP را مورد تحلیل قرار گیرد. یک نوع تجزیه به سه جزء تغییرات فنی، تغییرات کارایی و اثرات رابطه مبادله اختصاص داشت. تجزیه دوم بر اساس بهره‌وری‌های تک تک عوامل تولید یا به نوعی عوامل اولیه در برنامه خطی است. همانطور که مشخص است رشد TFP برابر با مجموع رشد بهره‌وری‌های عوامل تولید است. با توجه به برنامه خطی حداکثرسازی تقاضای نهایی داخلی، ضرایب لاگرانژ این مدل نشان می‌دهند که یک واحد افزایش در هر یک از عوامل چقدر باعث افزایش تقاضای نهایی داخلی می‌شود که مفهوم ارزش‌های رقابتی، قیمت‌های سایه‌ای و نهایتاً بهره‌وری‌های نهایی جزئی مربوط به هر یک از عوامل تولید را به دنبال

دارد. این عوامل در اینجا عبارتند از: نیروی کار (تحصیل کرده و سایر)، ذخیره سرمایه (ماشین‌آلات و ساختمان) و کسری تجاری. بنابراین مجموع رشد میانگین وزنی قیمت‌های سایه‌ای عوامل تولید معادل با رشد TFP خواهد شد. این تجزیه نشان می‌دهد که از میان عوامل تولید کدام یک بیشترین نقش را در رشد بهره‌وری کل عوامل دارند.

### ۳. پیشینه تحقیق

از آنجاکه تا به حال الگوی تلفیقی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی در زمینه بهره‌وری در مطالعات داخلی مورد استفاده قرار نگرفته است، این روش را تنها در مطالعات خارجی بررسی می‌گردد و در حوزه مطالعات داخلی به چند نمونه که از روش داده-ستانده، روش سولو با رویکرد بخشی، روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص دیویژیا استفاده کرده‌اند، اشاره می‌کنیم.

بخش اول مطالعات خارجی در کشورهای توسعه‌یافته انجام شده است که برخی کشورها مانند کانادا به‌عنوان یک کشور پیشرفته انجام داده است. در این زمینه تن‌را و موهن و شستالو (۱۹۹۹، ۲۰۰۲، ۲۰۰۸) مطالبی را ارائه دادند. در مطالعه تن‌را و موهن (۱۹۹۹ و ۲۰۰۲) عامل ذخیره سرمایه به سه نوع تجهیزات، ساختمان و سرمایه زیربنایی تقسیم شده است و از جداول داده-ستانده کشور کانادا از سال ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۱ که به قیمت ثابت سال ۱۹۸۶ تبدیل شده‌اند، استفاده می‌شود و برای تحلیل بهتر به سه زیر دوره ۱۹۷۴-۱۹۶۲، ۱۹۸۱-۱۹۷۴، ۱۹۹۱-۱۹۸۱ تقسیم‌بندی شده است. نتایج هر دوی این مطالعات حاکی از آن است که اصلی‌ترین عامل رشد TFP در دو زیر دوره اول، تغییرات فنی بوده است اما در دوران اخیر این عامل جای خود را به رابطه مبادله داده است و در مورد بهره‌وری‌های جزئی، بهره‌وری نیروی کار بیشترین نقش را در رشد TFP داشته است. مطالعه انجام شده در سال ۱۹۹۹ که رشد TFP را به سه عامل تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییر ترجیحات تجزیه می‌کند، رشد TFP را در دهه ۱۹۶۰ سالانه ۲/۶٪، در دهه ۱۹۷۰، ۰/۵٪ و در دهه ۱۹۸۰، ۳/۸٪ اندازه‌گیری می‌کند. مطالعه انجام شده در سال ۲۰۰۲ که رشد TFP را به سه عامل تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارآیی تجزیه می‌کند، رشد TFP را در دهه اول سالانه ۱/۸٪، در دهه دوم ۰/۱٪ و در دهه سوم ۰/۱٪- اندازه‌گیری می‌کند.

بخش دوم مطالعات خارجی در کشور تونس به‌عنوان یک کشور در حال توسعه انجام شده است مانند مطالعات قالی و موهن (۲۰۰۲ و ۲۰۱۰). در این مطالعات، نیروی کار

براساس پنج سطح کیفیت مختلف (کارگران دستی و کارآموزان، چرخ‌کاران، سرکارگران، کارشناسان فنی و مهندسين و مدیران) طبقه‌بندی شده‌اند و رشد TFP به عوامل تغییر در فنی، رابطه مبادله، تغییر در کارایی و بهره‌برداری از منابع تجزیه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که اصلی‌ترین عامل رشد TFP تغییرات فنی بوده است و رابطه مبادله ضعیف بوده و تأثیر منفی روی رشد TFP داشته است. این نشان می‌دهد که قیمت‌های جهانی برای تونس با توجه به ساختار خالص صادرات این کشور، مطلوب نبوده است. تونسی‌ها کالاهایی را که بیشترین استفاده از منابع اولیه کمیاب را دارند ترجیح می‌دهند اما این ترجیحات نقش کمی را داشته‌اند. اثر متغیر کمکی هم مثبت بوده است به خصوص در دوره اول یعنی تونس با مدیریت بهتر منابع و کاهش متغیر کمکی از طریق بهره‌برداری از کل نیروی کار و سرمایه می‌تواند کارآتر شود. همچنین افزایش بهره‌وری نیروی کار به خصوص نیروی کار غیرماهر بیشترین نقش را در رشد TFP ایفا کرده است اما در دوره‌های اخیر جای خود را به ذخیره سرمایه داده است. مطالعه انجام شده در سال ۲۰۰۲ نشان می‌دهد که در کل دوره ۱۹۹۶-۱۹۸۳، رشد TFP، ۰/۴٪ بوده که عملکرد ضعیف به خاطر نرخ‌های رشد منفی در دوره ۱۹۸۶-۱۹۸۳ است. مطالعه انجام شده در سال ۲۰۱۰ نیز نشان می‌دهد که در دوره ۲۰۰۱-۱۹۸۳، TFP تقریباً سالی ۱٪ بعد از معرفی برنامه تعدیل ساختاری سال ۱۹۸۷ رشد کرده است.

مطالعه دیگری توسط شستالوا (۲۰۰۱) انجام گرفته که مدل مورد نظر را در سه اقتصاد بزرگ آمریکا، ژاپن و اروپا بین سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۹۰ سنجیده است و به تجزیه رشد TFP به عوامل اثرات تغییرات فنی، اثر تقاضا و اثر رابطه مبادله پرداخته است. در این مقاله فرض می‌شود که کالاهای قابل مبادله در کشورها متفاوت نباشند و سرمایه و نیروی کار در طول بخش‌ها در هر اقتصاد متحرک‌اند ولی در میان اقتصادها غیرمتحرک‌اند. مبادلات متقابل این سه اقتصاد بزرگ باعث می‌شود که قیمت‌های جهانی درونزا شود. بدین ترتیب رابطه مبادله درونزا می‌شود چرا که قیمت‌های جهانی برونزا و رابطه مبادله برونزا برای اقتصادهای کوچک باز است. نتایج نشان می‌دهد که ژاپن بیشترین رشد TFP را در دوره مورد بررسی داشته است که عامل اصلی آن تغییرات فنی بوده است. همچنین ژاپن رابطه مبادله منفی و دو اقتصاد دیگر رابطه مبادله مثبت داشته‌اند و این نشان می‌دهد که با وجود یک تجارت آزاد، رفاه ناشی از اختراعات ژاپن می‌تواند به سایر کشورها منتقل شود.

در میان مطالعات داخلی، مطالعه گلکار (۱۳۷۷) الگوی تلفیقی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی را در زمینه تعیین مزیت نسبی بخش‌های اقتصادی کشور مورد استفاده قرار داد. بنابراین تنها مطالعه‌ای که در ایران به این الگوی تلفیقی توجه داشته همین مطالعه بوده اما حوزه این مطالعه بهره‌وری و عوامل متر بر رشد بهره‌وری نبوده و در زمینه دیگری بوده است. مطالعات جهانگرد (۱۳۸۰)، جهانگرد و نادری (۱۳۸۸) و جهانگرد و غلامی (۱۳۸۸) در زمینه بهره‌وری کل عوامل تولید از لحاظ استفاده از الگوی داده-ستانده و تبدیل جداول به قیمت ثابت حائز اهمیت هستند اما این مطالعات نیز از وجود الگوی برنامه‌ریزی خطی بی‌بهره‌اند. مطالعه اول به بررسی تغییرات بهره‌وری ناشی از تغییر فن‌آوری عوامل اولیه و واسطه‌ای با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۵۳ و ۱۳۶۷ بانک مرکزی می‌پردازد. مطالعه دوم با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۴ بانک مرکزی به شناسایی بخش‌های محرک بهره‌وری نیروی کار و چگونگی تأثیر R&D، سرمایه‌سرانه فیزیکی و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) در اقتصاد ایران می‌پردازد. مطالعه سوم با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸ بانک مرکزی به قیمت ثابت به بررسی تأثیر گسترش و پیشرفت ارتباطات در بهبود در فعالیت اقتصادی و کلان کشور می‌پردازد. مطالعه جهانگرد و منصوری (۱۳۸۸) نیز به دلیل استفاده از جداول داده-ستانده و یک روش تجزیه ساختاری بهره‌وری نیروی کار اهمیت دارد. در این مقاله با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران به قیمت ثابت، تغییرات بهره‌وری نیروی کار ایران به شش عامل ضریب ارزش افزوده، ضریب نهاده نیروی کار، نسبت عرضه داخلی، تغییر فنی، تغییر در سهم درون‌بخشی تقاضای نهایی تجمیع شده و تغییر در ترکیب درون‌بخشی تقاضای نهایی تجمیع شده با استفاده از روش ژاکوب، تجزیه شد. مطالعات متفرقه دیگر در این زمینه عبارتند از: علیرضایی و افشاریان (۱۳۸۴) (استفاده از الگوی تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص ترنکوئیست و تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران به تغییرات کارایی و فنی بین سال‌های ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۹)، امینی (۱۳۸۴) (استفاده از شاخص دیویژیا برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل در دوره ۱۳۸۲-۱۳۷۰)، تهامی‌پور و دیگران (۱۳۸۶) (استفاده از روش مانده سولو برای اندازه‌گیری بهره‌وری‌های کلی و جزئی عوامل در دوره ۱۳۸۲-۱۳۷۰). یکی از مقالات جدید داخلی در این زمینه مطالعه بزازان (۱۳۹۰) است. روش تحلیل این مطالعه ایستای مقایسه‌ای با تمرکز بر رویکرد داده‌ستانده در دوره

زمانی سال‌های ۸۵-۱۳۶۵ است. در این مطالعه از مدل بهره‌وری داده ستانده که در آن بهره‌وری کل عوامل به نهاده‌های نیروی کار، سرمایه، و عوامل واسطه تولید تجزیه می‌شود، استفاده شده است. پایه‌های آماری مطالعه بزاران، شامل پنج جدول داده ستانده مربوط به سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، و ۱۳۸۵ است که توسط مرکز آمار ایران تهیه شده‌اند و در این مطالعه به ده بخش اصلی اقتصاد تجمیع و به قیمت ثابت محاسبه شده‌اند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که رشد بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران برای تامین رشد اقتصادی در اهداف برنامه‌های توسعه کافی نبوده و ایران با یک اقتصاد بهره‌ور فاصله زیادی دارد. در حالی که نتایج گواه بر هم‌جهت بودن رشد بهره‌وری کل عوامل و رشد بهره‌وری نیروی کار است اما سرمایه جایگاه بااهمیتی در تولید و رشد بهره‌وری کل نداشته است. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد رشد بهره‌وری نهاده واسطه در بهره‌وری کل عوامل که در سایر مطالعات نادیده گرفته می‌شود، می‌تواند نتایج گمراه کننده‌ای به همراه داشته باشد. نتیجه ارزیابی عملکرد برنامه چهارم هم نشان می‌دهد: رشد بهره‌وری کل عوامل در دو سال اول برنامه چهارم با ارقام هدف‌گذاری شده فاصله دارد و این فاصله برای برخی بخش‌ها مثل صنعت، بازرگانی و حمل و نقل زیاد و در برخی دیگر مثل معادن، ساختمان و خدمات بانکی حتی بهره‌وری منفی بوده است.

## ۴. آمار و اطلاعات

### ۱.۴ جداول داده- ستانده

در این مقاله از جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران به دلیل دارا بودن ماتریس‌های ساخت و جذب، استفاده شده است. این جداول به صورت «فعالیت در فعالیت» و با تکنولوژی فعالیت تهیه شده‌اند. جدول خالص داده- ستانده سال ۱۳۶۷ در ۹۴ بخش تدوین شده و بر اساس قیمت تولیدکننده و با واحد هزار ریال ارزش‌گذاری شده است. جدول عرضه و مصرف یا به نوعی ساخت و جذب در این سال به صورت ۲۵۸ کالا در ۱۰۸ فعالیت اقتصادی تهیه شده است. جدول خالص داده- ستانده سال ۱۳۷۸ جدولی است ۵۴ بخشی که بر حسب قیمت‌های پایه و با واحد میلیون ریال ارزش‌گذاری شده است. جداول عرضه و مصرف در این سال به صورت ۱۱۹ محصول در ۵۸ فعالیت اقتصادی تهیه شده است. این دو جدول به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ تعدیل و سپس در مدل استفاده شده‌اند (جهانگرد، ۱۳۹۳). در این باره از شاخص

های ضمنی بردار های تقاضای نهایی بخش ها، شاخص ضمنی ارزش تولید و شاخص ضمنی هزینه واسطه بخش ها استفاده شده است. روش مورد استفاده برای تعدیل جداول داده-ستانده تعدیل مضاعف بوده است.

## ۲.۴ موجودی سرمایه، اشتغال و قیمت های جهانی

برای محاسبه موجودی سرمایه از جداول موجودی سرمایه خالص بانک مرکزی که به تفکیک ماشین آلات و ساختمان تهیه شده است در سالهای مطالعه تحقیق، استفاده کرده ایم. برای محاسبه اشتغال از آمار اشتغال به تفکیک بخش های اقتصادی و سطح سواد تهیه شده توسط دفتر اقتصاد کلان سازمان برنامه و بودجه در سالهای مورد مطالعه استفاده کرده ایم و برای اینکه بتوانیم در تحلیل خود سرمایه انسانی را نیز وارد کنیم، یک محدودیت را شامل اشتغال افراد با تحصیلات عالی و دانشگاهی و محدودیت دیگر را شامل اشتغال افراد دیپلم و زیر دیپلم در نظر گرفتیم. برای محاسبه قیمت های جهانی از نسبت خالص صادرات به قیمت جاری به خالص صادرات به قیمت ثابت استفاده کردیم که می تواند به نوعی بیانگر شاخص قیمت مربوط به کالاهای قابل تجارت باشد. برای ایجاد هماهنگی، کلیه جداول در این تحقیق در ۷ بخش تجمیع شده اند و به واحد میلیون ریال تبدیل شده اند. نهایتاً برای محاسبه رشد TFP، کلیه داده های لازم به قیمت ثابت تبدیل شده اند.

## ۵. تحلیل و تفسیر نتایج

### ۱.۵ تجزیه رشد TFP به تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارایی

با توجه به مدل ارایه شده در قسمت قبل جدول (۱) نتایج تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به سه عامل تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارایی را نشان می‌دهد.

جدول (۱) : تجزیه رشد TFP به سه عامل EC, TT, SR

عامل رشد	رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)	
	انتقال مرز امکانات تولید (FP)	حرکت به سمت مرز امکانات تولید (EC)
	تغییرات فنی (SR)	تغییرات کارایی (EC)
	رابطه مبادله (TT)	

۰/۰۲۳۶	۰/۰۱۲۵	۰/۳۵۴۵	۳۹۰۷	رشد
--------	--------	--------	------	-----

## منبع: محاسبات تحقیق

رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بین سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸، ۳۹ درصد است که متوسط آن در هر سال ۳/۲۵ درصد می‌شود. این نتیجه حاکی از آن است که اولاً رشد TFP مثبت است که دلایل آن پایان یافتن رکود اقتصاد جهانی، افزایش تقاضا برای نفت، افزایش بهای نفت و اثرات مثبت آن بر درآمدهای ارزی و بودجه دولت، افزایش اجزاء تقاضای نهایی داخلی به قیمت ثابت (تشکیل سرمایه ثابت و هزینه‌های مصرفی خصوصی و دولتی)، شرایط نامساعد سال ۱۳۶۷ از جمله کاهش درآمدهای نفتی، پایین بودن سطح تولید و نیاز به تخصیص بودجه سنگین جهت بازسازی خرابی‌های بعد از جنگ تحمیلی، افزایش تولید و درآمد ملی در سال ۱۳۷۸ و نهایتاً پیشرفت فنی و افزایش کارایی طی دوره ۱۳۶۷-۱۳۷۸ می‌باشد. ثانیاً رشد TFP چندان زیاد نیست که دلایل آن عدم استفاده از ظرفیت‌های بالقوه کشور به شکل بهینه، کاهش نه چندان زیاد فاصله تولید بالفعل و تولید بالقوه، ادامه یافتن خشکسالی در بخش کشاورزی در سال ۱۳۷۸، نرخ بالای موالید در سال‌های اولیه دهه ۶۰ و عدم تناسب میان روند سرمایه‌گذاری و ایجاد فرصت‌های شغلی با تحولات جمعیتی به دلیل ضعف اقتصادی و بحران‌های مالی دولت به‌ویژه در سال‌های ۷۶-۷۷ و محدودیت استخدام توسط دولت و دستگاه‌های اجرایی به خصوص در میان جمعیت فعال تحصیل کرده و عدم استفاده صحیح از نیروهای متخصص و نهایتاً افزایش کسری تجاری در قیمت‌های جهانی می‌باشد.

جدول (۱) همچنین انتقال مرز امکانات تولید (FP) و حرکت به سمت مرز (EC) را نیز از هم تفکیک می‌کند. در واقع تغییرات فنی و رابطه مبادله هر دو باعث انتقال مرز می‌شوند که با اختصاص مجموع ۳۷ درصد از رشد ۳۹ درصدی TFP، ۹۴ درصد از این رشد را توجیه می‌کنند. از طرف دیگر تغییرات کارایی که باعث حرکت به سمت مرز امکانات تولید می‌شود تنها با اختصاص ۲ درصد از رشد ۳۹ درصدی TFP، ۶ درصد از این رشد را توجیه می‌کند. همانطور که مشخص است، سهم بیشتر رشد TFP برای تغییرات فنی (SR) است. این سهم ۳۵/۵ درصد است که معادل ۹۱ درصد از رشد TFP را توجیه می‌کند. قابل ملاحظه بودن تأثیر تغییرات فنی نشان‌دهنده این است که تحولات فنی در این دوره از جمله استفاده از ماشین‌آلات جدید، نوسازی تجهیزات و امکانات سرمایه‌ای فرسوده با

تأکید بر جذب فن‌آوری‌های جدید، ابداع و نوآوری، توجه به هزینه‌های تحقیق و توسعه، توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، انباشت سرمایه انسانی کارآمد و استفاده مناسب از آن در فرآیند تولید، افزایش جذب سرمایه‌گذاری خارجی در جهت انتقال دانش فنی جدید و روش‌های نوین تولید، موجبات کاهش عوامل تولید لازم برای تولید همان واحد محصول و افزایش بهره‌وری آنها و نهایتاً افزایش بهره‌وری کل را فراهم می‌کند. البته این به این معناست که موارد بالا نسبت به دو عامل دیگر یعنی تغییرات کارآیی و اثرات رابطه مبادله، سهم بیشتری در رشد TFP داشته‌اند اما پائین بودن رشد کلی TFP نشانه این است که ممکن است کلیه موارد فوق اجرا نشده باشند.

سهم تغییرات کارآیی (EC) به‌عنوان دومین عامل، معادل  $2/4$  درصد است یعنی تنها ۶ درصد از این رشد را توجیه می‌کند. تغییرات کارآیی در مدل ما نشان می‌دهد که یک کاهش در عامل بسط تقاضای نهایی، به منزله یک موقعیت نزدیک‌تر به مرز امکانات تولید است و موجب رشد TFP می‌شود. در این دوره به این دلیل که نزدیکی به این مرز تنها در حدود ۳ درصد (C) بوده است بنابراین تغییرات کارآیی نیز بسیار اندک است. این نشان می‌دهد که مدیریت به‌کارگیری نهاده‌ها از طریق تخصیص بهینه عوامل تولید با توجه به قیمت عوامل و انتخاب کم‌هزینه‌ترین ترکیب عوامل، سخت‌کوشی و تلاش نیروی کار، حسن تدبیر مدیریت و صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس در حد ضعیفی عمل کرده است.

سهم اثرات رابطه مبادله (TT) به‌عنوان سومین عامل، معادل  $1/3$  درصد است یعنی تنها ۳ درصد از این رشد را توجیه می‌کند. رابطه مبادله قدرت کالاهای صادراتی یک کشور را در بازارهای جهانی نشان می‌دهد که بهبود آن به کشور این امکان را می‌دهد که برای کالاهای وارداتی کمتر پردازد در نتیجه کاهش کمتر صادرات در ازاء مقدار مشخصی از واردات را داشته باشد. بهبود این رابطه را معادل با پیشرفت فنی می‌دانند. به عبارتی افزایش در رابطه مبادله به اقتصاد این فرصت را می‌دهد که تقاضای نهایی را بدون افزایش استفاده از عوامل تولید افزایش دهد. (فکس و کوهلی، ۱۹۹۸، دیورت و موریسون، ۱۹۸۶، کهو و رحل ۲۰۰۸). مثبت به‌دست آمدن سهم رابطه مبادله در رشد TFP در این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش قیمت‌های جهانی در این دوره به نفع ایران بوده است اما در حد کم (به دلیل کوچک بودن این عدد). دلیل آن این است که در سال ۱۳۷۸ نسبت به سال ۱۳۶۷، کاهش قیمت سایه‌ای ارز، کاهش نیاز به واردات و رسیدن میزان واردات به حد مشخصی که می‌توانست در افزایش تولید مؤثر باشد، افزایش قیمت‌های جهانی و در نتیجه افزایش بیشتر قیمت کالاهای



صادراتی نسبت به قیمت کالاهای وارداتی و نهایتاً افزایش قدرت خرید ایران در بازارهای جهانی، منجر به اثر مثبت اما کم رابطه مبادله در رشد بهره‌وری کل عوامل شده است. این موضوع در قسمت بعد به خوبی مشخص می‌شود.

## ۲.۵ تجزیه رشد TFP به رشد بهره‌وری‌های جزئی عوامل

همانطور که در قسمت چارچوب نظری توضیح داده شد، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید معادل با مجموع رشد بهره‌وری‌های جزئی عوامل تولید است که رشد این بهره‌وری‌های جزئی از رشد میانگین وزنی قیمت‌های سایه‌ای هر یک از عوامل به‌دست آمده است. جدول (۲) قیمت‌های سایه‌ای عوامل تولید که از برنامه خطی حداقل‌سازی به‌دست آمده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول (۲): قیمت‌های سایه‌ای ثابت ذخیره سرمایه، نیروی کار و ارز ( $\epsilon, w, r$ )

نوع سال	ذخیره سرمایه ماشین‌آلات	ذخیره سرمایه ساختمان	نیروی کار تحصیل‌کرده	سایر نیروی کار	ارز یا کسری تجاری
۱۳۶۷	۰	۰	۰	۱۸/۶۷۵۶	۷/۵۱۷۷
۱۳۷۸	۰	۰/۲۴۸۱	۵۶/۰۲۷۰	۱/۳۶۵۶	۰/۱۵۰۲

منبع: محاسبات تحقیق

در هر دو سال قیمت سایه‌ای موجودی ماشین‌آلات صفر است. این نشان می‌دهد که از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۸ همچنان مازاد ماشین‌آلات وجود دارد یعنی از ماشین‌آلات بهره‌برداری کامل نشده است بنابراین ارزش واقعی آن صفر است و در هر دو سال افزایش ماشین‌آلات نمی‌تواند در افزایش تقاضای نهایی داخلی اقتصاد تأثیر داشته باشد. قیمت سایه‌ای موجودی ساختمان از صفر در سال ۱۳۶۷ به ۰/۲۵ در سال ۱۳۷۸ افزایش یافته است. یعنی در سال ۱۳۶۷ ساختمان‌های اضافی وجود دارد اما در سال ۱۳۷۸ دچار کمبود ساختمان هستیم و ارزش نهایی این عامل تولید افزایش یافته است بدین ترتیب که یک میلیون ریال افزایش سرمایه‌گذاری در ساختمان موجب ۲۵۰ هزار ریال افزایش در تقاضای نهایی داخلی می‌شود. یعنی طی این دوره ۱۲ ساله در ترکیب تقاضای نهایی داخلی نیاز بیشتری به

ساختمان احساس می‌شود و تأثیرگذاری این عامل تولید در تقاضای نهایی و به دنبال آن تولید، افزایش یافته است.

نرخ‌های دستمزد سایه‌ای ثابت نیروی کار تحصیل‌کرده از صفر در سال ۱۳۶۷ به ۵۶/۰۳ در سال ۱۳۷۸ افزایش یافته است درحالی‌که دستمزد سایه‌ای سایر نیروی کار (دیپلم و زیر دیپلم) از ۱۸/۶۸ به ۱/۳۷ کاهش یافته است. این بدین معنی است که اهمیت و نیاز به نیروی کار تحصیل‌کرده در این دوره افزایش یافته است. در واقع در سال ۱۳۶۷ با توجه به اینکه مصادف با پایان جنگ تحمیلی و عمده تلاش برای بازسازی کشور است ترکیب تقاضا یا تولید طوری است که بیشتر به نیروی کار غیرتحصیل‌کرده احتیاج است در نتیجه استفاده نکردن از عامل نیروی کار تحصیل‌کرده، هزینه فرصتی ندارد. اگر یک نفر به نیروی کار تحصیل‌کرده اضافه شود در سال ۱۳۶۷ تقاضای نهایی داخلی تغییری نمی‌کند درحالی‌که در سال ۱۳۷۸ تقاضای نهایی داخلی ۵۶ میلیون و ۳۰ هزار ریال افزایش می‌یابد؛ همچنین اگر یک نفر به نیروی کار غیرتحصیل‌کرده اضافه شود در سال ۱۳۶۷ تقاضای نهایی داخلی ۱۸ میلیون و ۶۸۰ هزار ریال و در سال ۱۳۷۸ یک میلیون و ۳۷۰ هزار ریال افزایش می‌یابد و این نیاز بیشتر به نیروی کار غیرتحصیل‌کرده را در سال ۱۳۶۷ آشکار می‌کند.

قیمت سایه‌ای ارز یا بدهی خارجی از ۷/۵۲ در سال ۱۳۶۷ به ۰/۱۵ در سال ۱۳۷۸ کاهش یافته است. این نشان می‌دهد که در سال ۱۳۶۷ با افزایش یک میلیون ریال کسری تجاری (واردات منهای صادرات)، تقاضای نهایی داخلی به اندازه ۷ میلیون و ۵۲۰ هزار ریال می‌توانست افزایش یابد درحالی‌که در سال ۱۳۷۸ این عدد به ۱۵۰ هزار ریال کاهش می‌یابد. این موضوع نیاز بیشتر به واردات و کاهش صادرات را در سال ۱۳۶۷ به دلیل شرایط خاص آن سال (خرابی‌های بعد از جنگ و نیاز به بازسازی) نشان می‌دهد. در واقع در سال ۱۳۶۷ کاهش درآمدهای نفتی به دلیل کاهش قیمت نفت و بدین ترتیب کمبود ارز باعث افزایش ارزش ارز می‌شود. همچنین به این دلیل که واردات نیاز به ارز دارد در این سال قیمت سایه‌ای ارز بیشتر از سال ۱۳۷۸ است. در سال ۱۳۷۸ افزایش درآمدهای نفتی به دلیل افزایش قیمت نفت، ارز بیشتری را برای کشور فراهم می‌کند و به دنبال آن ارزش ارز و نیاز به واردات در این سال کاهش و قدرت خرید افزایش یافته است. پس تأثیر و اهمیت ارز یا بدهی خارجی به‌عنوان یکی از عوامل تولید در ترکیب تقاضای نهایی داخلی یا تولید، طی این دوره کاهش یافته است. جدول (۳) نتایج تجزیه رشد بهره‌وری‌های کل عوامل تولید به بهره‌وری‌های جزئی عوامل را نشان می‌دهد.

همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، رشد TFP در هر دو حالت یکی است و اختلاف ناچیزی دارد (علت این اختلاف می‌تواند وجود خطاهای آماری در حساب‌های ملی، ساختار متفاوت روش‌های اندازه‌گیری و گرد شدن اعداد و خطای اندازه‌گیری باشد). در این تجزیه، عامل اصلی رشد TFP ذخیره سرمایه است. سهم ذخیره سرمایه، نیروی کار و کسری تجاری به ترتیب معادل ۹۸، ۶- و ۱۰- درصد است یعنی این عوامل به ترتیب ۲۳۴، ۱۱۱- و ۲۴- درصد از رشد TFP را توجیه می‌کنند. البته اگر تفکیک‌های انجام شده برای ذخیره سرمایه و نیروی کار را نیز در نظر بگیریم، اصلی‌ترین عامل، ذخیره سرمایه ساختمان با سهم ۲۳۴ درصد می‌باشد.

جدول (۳): تجزیه رشد TFP به رشد بهره‌وری ذخیره سرمایه، نیروی کار و کسری تجاری

رشد عامل رشد	رشد بهره‌وری ذخیره سرمایه		رشد بهره‌وری نیروی کار		رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)	رشد
	رشد	رشد	رشد	رشد		
رشد	۰/۴۱۸۳	۰	۰/۰۹۸۰۵	۰/۴۷۴۳	۰/۹۳۹	۰/۰۹۸

منبع: محاسبات محقق

عوامل تأثیرگذار بعد از این عامل به ترتیب عبارتند از: نیروی کار غیرتحصیل‌کرده، نیروی کار تحصیل‌کرده، کسری تجاری و در آخر ذخیره سرمایه ماشین‌آلات. سهم این عوامل به ترتیب به ترتیب ۲۲۴-، ۱۱۳، ۲۴- و ۰ درصد است. بدین ترتیب عواملی که بیشترین تأثیر مثبت را در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید داشته‌اند ذخیره سرمایه ساختمان و نیروی کار تحصیل‌کرده هستند. عوامل نیروی کار غیرتحصیل‌کرده و کسری تجاری تأثیر منفی و ذخیره سرمایه ماشین‌آلات هیچ تأثیری نداشته است. این مسأله نشانگر سرمایه‌گذاری زیاد در ماشین‌آلات، بیکاری زیاد در نیروی کار سرمایه و زیاد بودن کسری تجاری یا بدهی خارجی در قیمت‌های جهانی در سال ۱۳۷۸ و همین‌طور کمبود ذخیره ساختمان و نیروی کار تحصیل‌کرده، با احتساب سطوح بهینه، قیمت‌ها و ارزش‌های واقعی

عوامل می‌باشد که قیمت‌های سایه‌ای پائین و همین‌طور رشد بهره‌وری‌های نهایی پائین و حتی منفی را به این عوامل اختصاص داده است. این مسأله ضرورت توجه بیشتر به این عوامل را در ایران مشخص می‌کند چرا که اگر بهره‌وری‌های این عوامل (به خصوص نیروی کار عادی که سهم بسیار زیادی در کاهش رشد بهره‌وری کل عوامل تولید داشته است) از حالت منفی و صفر خارج شود می‌تواند تأثیر فوق‌العاده زیادی روی رشد TFP داشته باشد.

## ۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شد تا رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران با استفاده از الگوی تلفیقی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی به عوامل تغییرات فنی، تغییرات کارآیی و اثرات رابطه مبادله، تجزیه شود. مزیت اصلی این الگوی تلفیقی، وجود چارچوب تعادل عمومی و تکیه بر ارزش‌های واقعی و درونزای عوامل تولید (قیمت‌های سایه‌ای) در یک اقتصاد کوچک باز است. یعنی در این روش علاوه بر اینکه باقیمانده سولو آن هم در قیمت‌های سایه‌ای کشف می‌شود آثار رابطه مبادله و تغییرات کارآیی هم آشکار می‌شود و بدین ترتیب بر سایر روش‌ها مزیت دارد. بدین منظور در این مقاله از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و مطالعه تن‌را و موهن (۲۰۰۲) برای اندازه‌گیری رشد TFP و تجزیه آن به سه عامل ذکر شده و همچنین تجزیه آن به بهره‌وری‌های نهایی جزئی عوامل تولید، استفاده شد. در این روش تقاضای نهایی داخلی در یک برنامه خطی حداکثرسازی براساس محدودیت‌های تعادل کالایی، ذخیره سرمایه، نیروی کار و کسری تجاری، حداکثر شد و بهره‌وری‌های جزئی عوامل معادل ضرایب لاگرانژ این برنامه که نمایانگر قیمت‌های سایه‌ای آنها نیز هست، قرار داده شد.

نتایج نشان می‌دهد که از میان سه عامل تغییرات فنی، اثرات رابطه مبادله و تغییرات کارآیی، عامل اصلی رشد TFP در ایران، «تغییرات فنی» بوده است بنابراین سؤال اصلی مطرح شده اینگونه پاسخ داده می‌شود که عامل اصلی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران در دوره ۱۳۶۷-۱۳۷۸، تغییرات فنی (در سطوح فعالیت بهینه و قیمت‌های سایه‌ای) با سهم ۹۱ درصد بوده است. همچنین می‌توان گفت که با توجه به سهم بالای تغییرات فنی و سهم پائین تغییرات کارآیی در این دوره نتیجه می‌شود که باید به عامل کارآیی در ایران از طریق ایجاد ارتباط بین دستمزدها و بهره‌وری به منظور ارتقاء انگیزه نیروی کار در

کار بیشتر و مفیدتر، کاهش عدم انطباق شغل و مهارت نیروی کار از طریق ایجاد بانک اطلاعاتی سراسری بازار کار، استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای و ظرفیت‌های موجود، استفاده از روش‌های نوین مدیریت، ارتقاء دانش مدیریتی و بهبود شیوه انتخاب مدیران و ارزیابی عملکرد آنها، ارتقاء کارآیی سرمایه‌گذاری و تخصیص بهینه منابع با اولویت دادن به سرمایه‌گذاری‌های مولد با بهره‌وری بالا، توجه بیشتری شود. بدین ترتیب در مقایسه با تحلیل‌های سنتی، اولاً دو عامل دیگر یعنی تغییرات کارآیی و رابطه مبادله نیز کشف شد و به رشد TFP نسبت داده شد هرچند که سهم این دو عامل اندک بود. ثانیاً تغییرات فنی یعنی آن بخش از رشد تولید که نمی‌توان به رشد عوامل تولید معمول (نیروی کار، سرمایه و انرژی) نسبت داد، در ارزش‌های واقعی به دست آمد. نتایج تجزیه دیگر رشد TFP نشان می‌دهد که با توجه به تأثیر تقریباً زیاد و مثبت سهم ذخیره سرمایه ساختمان و نیروی کار تحصیل‌کرده در رشد TFP، برای افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران باید به سایر عوامل تولید که بهره‌وری‌های نهایی منفی یا صفر داشته‌اند توجه بیشتری شود. این سه مفهوم استفاده بهینه از موجودی ماشین‌آلات، بهبود اشتغال نیروی کار عادی (دیپلم و زیر دیپلم) و کاهش کسری تجاری است. البته باید توجه کرد که سال پایه مطالعه حاضر جدول داده‌سازنده ۱۳۶۷ بوده و کشور در آستانه پایان جنگ بوده و بسیاری از ظرفیت‌های تولیدی بیکار بوده و باعث شده بعد از پایان جنگ، منابع در خدمت تولید قرار بگیرند و رقم بهره‌وری رشد بالاتری را نسبت به حالت طبیعی نشان دهد که می‌تواند محور مطالعات بعدی با جداول جدید تر نیز قرار بگیرد.

## کتابنامه

- امینی، علیرضا (۱۳۸۴). اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران. مجله برنامه و بودجه. شماره ۹۳. صص ۷۳-۱۱۰.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. گزارش اقتصادی و ترازنامه سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. جداول داده - ستانده اقتصاد ایران سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸.
- بزازان، فاطمه (۱۳۹۰) مقیاس بهره‌وری کل عوامل تولید - رویکرد داده ستانده، سیاست گذاری اقتصادی، دوره ۳، شماره ۵، صص 143-168
- تهامی‌پور، مرتضی و مهدی کاظم نژاد و سعیده موذنی (۱۳۸۶). مقایسه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی ایران. مقایسه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی ایران. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۰). تحلیل بهره‌وری تولید، ناشی از تغییر فن‌آوری واسطه‌ای و عوامل اولیه فعالیت‌های اقتصاد ایران. *مجله برنامه و بودجه*. شماره ۶۴. ص ۳۹-۵۹.
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۹۳). تحلیل‌های داده-ستانده: فناوری، برنامه ریزی توسعه، نشر آماره
- جهانگرد، اسفندیار و حبیبه منصوری (۱۳۸۸). منابع رشد بهره‌وری نیروی کار ایران: یک روش تجزیه ساختاری. *سومین همایش داده-ستانده*. دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.
- جهانگرد، اسفندیار و نادری، مزگان (۱۳۹۰). شناسایی بخش‌های محرک بهره‌وری و عوامل مؤثر بر آنها در اقتصاد ایران. *پژوهشها و سیاستهای اقتصادی*. شماره ۵۷.
- علیرضایی، محمدرضا و محسن افشاریان (۱۳۸۶). ارائه مدلی تلفیقی برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص ترنکوئیست و محاسبه رشد بهره‌وری شرکت ملی ایران. *فصلنامه مدرس علوم انسانی*. دوره ۱۱. شماره ۳. ص ۱۳۷-۱۵۶.
- گلکار، بهزاد (۱۳۷۷). تعیین مزیت نسبی بخش‌های اقتصادی کشور. *رساله کارشناسی ارشد*. دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.

- Comin, Diego (2008). Total Factor Productivity. The New Palgrave Dictionary of Economics. Second Edition.
- Diewert, W. Erwin and Catherine J. Morrison (1986). Adjusting Output and Productivity Indexes for Changes in the Terms of Trade. *Economic Journal*. Vol 94. p 659-679.
- Fare, Rolf and others (1994). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*. Vol 84. No 1. p 66-83.
- Fox, Kevin and Ulrich Kohli (1998). GDP Growth, Terms of Trade Effects and Total Factor Productivity. *Journal of International Trade and Economic Development*. Vol 7. Issue 1. p 87-110.
- Ghali, Sofiane and Pierre Mohnen (2002). TFP and Economic Potential of the Tunisian Economy. Working Papers from Economic Research Forum. No 225.
- Ghali, Sofiane and Pierre Mohnen (2010). Economic Restructuring and Total Factor Productivity Growth: Tunisia Over the Period 1983- 2001. CIRANO working papers. No 26.
- <https://mpb.mporg.ir/Portal/View/Page.aspx?PageId=4d3104d1-e942-44c1-bae0-9c1be77f5a01>
- Jorgenson, D.W and Z. Griliches (1967). The Explanation of Productivity Change. *The Review of Economic Studies*. Vol 34. No 3. p 249-283.
- Kehoe, Timothy and Kim J. Ruhl (2008). Are Shocks to the Terms of Trade Shocks Productivity? *Review of Economic Dynamics*. Vol 11. Issue 4. p 804-819.
- Shestalova, Victoria (2001). A General Equilibrium Analysis of International TFP Growth Rates. *Economic Systems Research Taylor and Francis Journals*. Vol 13. p 391- 404.
- Solow, Robert (1957). Technical Change and Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*. Vol 39. Issue 3. p 312-320.

- Ten Raa, Thijs and Pierre Mohnen (1999). Sources of Productivity Growth: Technology, Terms of Trade, and Preference Shifts. CIRANO Working Papers. No 21.
- Ten Raa, Thijs and Pierre Mohnen (2000). A General Equilibrium Analysis of the Evolution of the Canadian Productivity. Structural Change and Economic Dynamics. No 11. P 491- 506.
- Ten Raa, Thijs and Pierre Mohnen (2002). Neoclassical Growth Accounting and Frontier Analysis: A Synthesis. Journal of Productivity Analysis. No 18. p 111- 128.
- Ten Raa, Thijs and Pierre Mohnen (2008). Competition and Performance: The Different Roles of Capital and Labor. Journal of Economic Behavior and Organization. Vol 65. P 573- 584.
- Ten Raa, Thijs and Victoria Shestalova (2006). Alternative Measures of Total Factor Productivity Growth. Discussion Paper from Tilburg University Center for Economic Research. No 54.