

# تجارت بین‌الملل، واردات فن آوری و تقاضای مهارت در ایران

مسعود صادقی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۲

## چکیده

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، گسترش تجارت بین‌الملل با افزایش تقاضای مهارت و نابرابری در دستمزد همراه بوده، که این موضوع مغایر با تئوری استاپلر – ساموئلسون است. بررسی‌های صورت گرفته در این خصوص بیان کننده آن است که فن آوری نهفته در کالاهای وارداتی سرمایه‌ای و واسطه‌ای از طریق تجارت بین‌الملل، مهارت محور بوده و باعث افزایش تقاضای نسبی نیروی کار ماهر می‌گردد. در چنین شرایطی شناسایی اثرات این گونه کالاها بر نیروی کار ماهر ایران، از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مقاله، از تابع هزینه ترانسلوگ و روش رگرسیون‌های ظاهرأ نامرتب، برای تخمین توابع هزینه و تقاضا در کوتاه‌مدت و بلندمدت ایران در بازه زمانی ۹۲-۱۳۵۵ استفاده شده است. نتایج کوتاه‌مدت و بلندمدت، همگی انتظارات نظری را مورد تأیید قرار می‌دهند. اما سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی، تنها در بلندمدت بر روی اشتغال نیروی کار ماهر اثرگذار بوده است و در کوتاه‌مدت معنادار نمی‌باشد.

**واژگان کلیدی:** تجارت بین‌الملل، فن آوری، کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای، تابع

---

۱. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه اصفهان. Email: masoud35ir@yahoo.com

۱۷۶ □ فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی شماره ۱۹ بهار ۹۴

هزینه ترانسلوگ، تقاضای مهارت.

طبقه بندی JEL: O33, L26, E24, J24

## ۱. مقدمه

در کشورهای در حال توسعه، اکتساب و واردات فن‌آوری در مراحل اولیه‌ی توسعه اقتصادی نقش بسیار مهمی بازی کرده و باعث بهبود بهره‌وری، رقابتی شدن بازار کار و تخصیص بهینه منابع می‌گردد، و در مراحل بعدی بومی‌سازی فن‌آوری وارداتی از طریق گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی حرکت به سوی توسعه پایدار را تسهیل می‌نماید؛ لذا سیاست‌هایی که کسب پیشرفت‌هایی از دانش و فن‌آوری جهانی را مد نظر قرار می‌دهند، به اندازه‌ی سیاست‌هایی که فعالیت‌های تحقیق و توسعه را تشویق می‌کنند، اهمیت و ضرورت دارند. با توجه به مطالب فوق‌الذکر، می‌توان گفت که علاوه بر نهادهای سنتی تولید (نیروی کار و موجودی سرمایه)، واردات فن‌آوری و مخارج R&D داخلی می‌تواند از طریق توسعه‌ی تکنولوژی، تولید بنگاه‌ها و توسعه اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهند. از طرف دیگر بر اساس تئوری تجارت سنتی، آزادسازی تجاری در کشورهای در حال توسعه با وجود فراوانی نیروی کار غیر ماهر، باید سبب افزایش اشتغال این گروه از نیروی کار به واسطه رشد صنایع کاربر‌گردد، اما برخی از شواهد تجربی در خصوص اثرات تجارت بین‌الملل، روی سطح اشتغال کشورهای در حال توسعه، مانند مکزیک، برزیل و چین، نتایج غیر منتظره‌ای را نشان می‌دهند و این مسئله با تئوری استاپلر-سامونلسون مغایرت دارد (فاجنزیلبر و فرناندز<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

مطالعات اخیر در این زمینه، تغییر تقاضا برای نیروی کار ماهر در کشورهای در حال توسعه را به افزایش واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای کشورهای صنعتی از طریق تجارت بین‌الملل و شدت تحقیق و توسعه داخلی در راستای بومی‌سازی آنان مربوط می‌داند. زیرا این دو عامل با آن بخش از نیروی کار ترکیب می‌شود که دارای سطح تحصیلات بالاتر است و این امر نشان‌دهنده این نکته مهم است که سرعت پذیرش و تطبیق فن‌آوری از خارج به سرمایه انسانی موجود در کشورهای در حال توسعه بستگی دارد؛ لذا

---

1. Fajnzylber and Fernandes

بر نقش سرمایه انسانی به عنوان ابزاری که به کارگیری فن آوری را آسان می‌کند تاکید می‌نماید (پیساریدز<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷) و (مایر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). مجموع این نتایج در کشورهایی مانند ایران که با بیکاری فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها مواجه هستند، می‌تواند مفید و قابل کاربرد بوده و نقش قابل توجهی در رشد اشتغال این گروه از نیروی کار ایفا کند. بنابراین با توجه به نقش و اهمیتی که دو مقوله فن آوری وارداتی و تحقیق و توسعه داخلی بر تقاضای نیروی کار ماهر در اقتصاد ایران دارند، ضرورت ایجاد می‌کند که به بررسی و تجزیه و تحلیل این دو مقوله پرداخته شود. بر این اساس، مقاله حاضر، یک بررسی نظری، تجربی و کمی است که در آن بعد از مقدمه، مطالعات تجربی معرفی گردیده است. در بخش سوم، به تحلیل مبانی نظری نقش فن آوری وارداتی (سرمایه‌ای و واسطه‌ای) و R&D بر تقاضای نیروی کار ماهر پرداخته می‌شود و در بخش چهارم، الگوی نظری ارائه گردیده. در بخش پنجم، روش تحقیق و داده‌ها توصیف گردیده‌اند و در بخش ششم با استفاده از داده‌های سری زمانی که از منابع آماری فراهم شده، اثرات واردات کالاهای دارای فن آوری (واسطه‌ای و سرمایه‌ای) در کنار سایر عوامل مؤثر بر تقاضای نسبی نیروی کار ماهر، بر اساس رویکرد اقتصاد سنجی، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. در بخش پایانی نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه شده است.

## ۲. مروری بر مطالعات تجربی

اهم مطالعات صورت گرفته در ارتباط با موضوع پژوهش، در دو بخش مطالعات خارجی و مطالعات داخلی، به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

### ۲-۱. مطالعات خارجی

بر اساس مطالعه انجام شده توسط ریورا باتیز و رومر<sup>۳</sup> (۱۹۹۱)، انتقال دانش و فن آوری از دو مسیر انتقال ایده‌ها که به صورت جداگانه از کالا مبادله می‌شود و تجارت کالاهای

- 
1. Pissarides
  2. Mayer
  3. Rivera-Batiz&Romer

تخصصی از طریق واردات ماشین‌آلات و تجهیزات دارای فن‌آوری صورت می‌گیرد. همچنین بیان می‌دارند که؛ یکی از خصیصه‌های مهم نقش تجارت خارجی در برخی از کشورهای در حال توسعه از لحاظ فن‌آوری‌های وارداتی آن است که نشان داده است تغییرات فن‌آوری و سرمایه‌انسانی حکم مکمل را دارند و سرمایه‌انسانی به طور جدی برای تطابق و پذیرش ماشین‌آلات وارداتی دارای فن‌آوری لازم می‌باشد.

در این راستا به عقیده وود<sup>۱</sup> (۱۹۹۵)، آزادسازی تجاری منجر به بروز پدیده‌ای به نام نوآوری تدافعی می‌گردد. به طوری که بنگاه‌های داخلی در اثر رقابت شدید با شرکت‌های خارجی مجبور به سرمایه‌گذاری گسترده در فعالیت‌های مربوط به تحقیق و توسعه و یا اتخاذ فن‌آوری‌های جدید و پیشرفته به منظور حفظ سهم خود از بازارهای داخلی و بین‌المللی می‌گردند. در نتیجه، با توجه به این که دو عامل مهارت و فن‌آوری به عنوان دو عامل مکمل مطرح می‌باشند؛ لذا اتخاذ فن‌آوری مدرن سبب افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر گشته و نرخ دستمزد نیروی کار ماهر را افزایش می‌دهد.

ایسماگلو<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) نیز در مطالعه‌ای در این خصوص، اثر افزایش کالاهای وارداتی سرمایه‌ای به دنبال آزادسازی تجاری و تاثیر آن بر افزایش تقاضای نیروی کار ماهر در کشورهای در حال توسعه را مورد بررسی قرار داد. با توجه به اینکه به کارگیری کالاهای سرمایه‌ای وارداتی نیازمند بهره‌مندی از نیروی کار ماهر می‌باشد، لذا نتیجه مطالعه حاکی از افزایش دستمزد نیروی کار ماهر در کشورهای در حال توسعه به دنبال آزادسازی تجاری و ورود کالاهای وارداتی سرمایه‌ای است.

به عقیده فینسترا و هانسن<sup>۳</sup> (۲۰۰۳)، آزادسازی تجاری و سرمایه‌گذاری خارجی باعث انتقال فرایند تولید برخی از کالاهای واسطه‌ای از کشورهای توسعه یافته به کشورهای کمتر توسعه یافته می‌گردد و از آنجا که تولید بسیاری از کالاهای واسطه‌ای مذکور در کشورهای کمتر توسعه یافته شدت‌پذیر از نیروی کار ماهر می‌باشند، لذا تولید این کالاها

- 
1. Wood
  2. Acemoglu
  3. Feenstra and Hanson

در کشورهای کمتر توسعه یافته سبب افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر در آن کشورها گشته و افزایش نرخ دستمزد نیروی کار ماهر نسبت به نیروی کار غیر ماهر را به همراه دارد.

کنت و ویوارلی<sup>۱</sup> (۲۰۰۷)، با استفاده از نمونه‌ای از کشورهای با درآمد کم و متوسط، متوجه تأثیر قطعی واردات فن آوری در این کشورها شده‌اند که عامل تعیین کننده‌ای در مورد شکاف رو به افزایش بین نیروی کار ماهر و غیر ماهر در این کشورها می‌باشد. همچنین نشان دادند که انتقال تولید برخی از کالاها از کشورهای شمال به جنوب، در راستای دسترسی کشورهای جنوب به فن آوری بالا انجام می‌گردد که زمینه‌ساز افزایش نبرابری دستمزدها در این کشورها می‌باشد. به عبارتی، تغییرات فن آوری مبتنی بر مهارت در اثر آزادسازی تجاری در کشورهای در حال توسعه، منجر به افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر و در نتیجه سبب افزایش نرخ دستمزد نیروی کار ماهر می‌گردد.

های یانگ و هانگ آ لین<sup>۲</sup> (۲۰۰۸)، تأثیر نوآوری و فن آوری را بر اشتغال با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی و مدل تقاضا برای کشور تایوان برآورد نمودند. آنان با به‌کارگیری متغیرهای جانشین فن آوری و نوآوری شامل مخارج تحقیق و توسعه، واردات فن آوری و حق ثبت اختراع و متغیرهای کنترل شامل دستمزد و سرمایه دریافتند که گسترش فن آوری بر رشد اشتغال تأثیر مثبت و معناداری داشته است. بعلاوه به‌کارگیری فن آوری منجر به تغییر نیروی کار به نفع نیروی کار ماهر با تحصیلات بالاتر می‌شود.

میسچی و تایماز<sup>۳</sup> (۲۰۰۹)، با به‌کارگیری یک تابع هزینه ترانسلوگ، به بررسی رابطه بین تجارت باز، واردات فن آوری و تقاضا برای نیروی کار ماهر با استفاده از داده‌های ۱۷۴۶۲ شرکت در ترکیه بین سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۱ پرداختند. نتایج حاصله در این تحقیق نشان‌دهنده نقش کلیدی فناوری و تجارت باز (هزینه‌های داخلی تحقیق و توسعه و واردات فن آوری از خارج)، در گرایش بیشتر به سمت نیروی کار ماهر بوده و منجر به افزایش

---

1. Conte and Vivarelli  
2. HaiYang and Hung A.Lin  
3. Meschi and Taymaz

اختلاف درآمدی بین نیروی کار ماهر و غیرماهر شده است.

## ۲-۲. مطالعات داخلی

عیسی زاده (۱۳۷۸) تقاضای نیروی کار را در بخش‌های عمده اقتصاد ایران بررسی کرده و نشان داده در کلیه بخش‌های اقتصاد نرخ رشد تولید، انباشت سرمایه و تکنیک تولید تأثیری مثبت بر تقاضای اشتغال در بازار کار ایران داشته است. نکته قابل توجه در این مطالعه، تأثیر فن‌آوری تولید است که اثری مثبت بر اشتغال در اقتصاد ایران به جا گذاشته است.

وحیدی (۱۳۷۹)، در تحقیقی به بررسی چگونگی تأثیر علم و فن‌آوری بر سطح اشتغال بخش صنعت در دوره زمانی ۱۳۵۰-۷۵ پرداخته، و بدین منظور از شاخص‌های مختلف علم و فن‌آوری در صنعت، و توابع رگرسیونی استفاده کرده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که با ارتقاء سطح علم و فن‌آوری، سطح کل اشتغال در بخش صنعت افزایش می‌یابد و ارتباط هم‌سویی بین سطح علم و فن‌آوری و اشتغال متخصصان وجود دارد.

باصری و جهانگرد (۱۳۸۵)، با به‌کارگیری تابع هزینه ترانسلوگ و بر اساس مدل روش حداکثر درستی به بررسی نقش فن‌آوری بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای کشور در دوره‌ی زمانی ۱۳۷۹-۱۳۷۴ پرداختند، که در آن متغیر معرف فن‌آوری نسبت هزینه‌ی تحقیق و توسعه به ارزش افزوده در فعالیت‌های مختلف صنعتی بود. نتیجه‌ی این مطالعه حاکی از آن بود که فن‌آوری جانشین نیروی کار غیر ماهر و مکمل نیروی کار ماهر در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

## ۳. مبانی نظری تحقیق

به پیروی از مدل رشد درون‌زا توسط رومر<sup>۱</sup> (۲۰۰۶)، مدل زیر در سه بخش، در یک اقتصاد باز برای کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته می‌شود که شامل بخش کالاهای

---

1. Romer

نهایی به طور رقابتی، بخش کالاهای واسطه‌ای به طور انحصاری و بخش R&D است.<sup>۱</sup> در این اقتصاد، سه عامل نیروی کار ماهر (H)، نیروی کار ساده (L) و سرمایه فیزیکی (K) وجود دارد. این مدل بر پایه فرض زیر بنا شده است: اول؛ وقتی یک کشور در حال توسعه، تجارت خارجی خود را گسترش می‌دهد، سرریز فن آوری بیشتری را نسبت به قبل تجربه می‌کند. در این شرایط آموختن فن آوری جدید و آماده سازی آن برای استفاده، تقاضا برای نیروی کار ماهر و پاداش مهارت را افزایش می‌دهد. دوم؛ عرضه کل عوامل H و L ثابت فرض شده است. نیروی کار ماهر تنها در بخش کالاهای نهایی ( $H_y$ ) و برای تولید کالاهای نهایی (y) استخدام نشده اند، بلکه هم در این بخش و هم در بخش R&D یعنی ( $H_R$ ) به منظور یادگیری فن آوری به کار گرفته شده است. این بدان معنی است که این تساوی‌ها وجود دارند:

$$H = \bar{H} = H_y + H_R, L = \bar{L}$$

در بخش کالای نهایی، از نیروی کار، سرمایه انسانی و مجموعه کالاهای بادوام برای تولید کالاهای نهایی استفاده کرده و محصول تولیدی این بخش، مصرف و یا به عنوان سرمایه جدید ذخیره می‌شود. تابع تولید در بخش کالاهای نهایی در شکل تابع کاب-داگلاس به صورت زیر است:

$$Y = H_y^\alpha L^B \left[ \int_0^N x_i^{1-\alpha-\beta} d_i + \int_0^{N^*} x_j^{1-\alpha-\beta} d_j \right] \quad (1)$$

$$0 < \alpha, \beta < 1$$

جایی که L نیروی کار، H سرمایه انسانی اختصاص یافته به بخش تولید نهایی، X سرمایه فیزیکی و تابع تولید همگن از درجه یک است. فن آوری تولید در داخل سرمایه فیزیکی مدنظر است و سرمایه خود از انواع نامحدودی از تولیدات بادوام تشکیل شده ولی در هر زمان تعداد محدودی از این کالاها برای تولید کالاهای نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. دو نوع داده واسطه‌ای به وسیله بنگاه تولیدی نمونه که محصول نهایی تولید

---

1. YU Mei-ci



می‌کند استفاده می‌شود. داده‌های واسطه‌ای داخلی ( $x_i$ ) و داده‌های واسطه‌ای خارجی که از کشورهای صنعتی وارد شده‌اند ( $x_j$ ).  $N$  تنوع داده‌های فیزیکی داخلی را مشخص می‌کند که سطح انباشت R&D دریافتی کشور را نشان می‌دهد، و  $N^*$  تنوع داده‌های واسطه‌ای خارجی را مشخص می‌کند. اگر فرض شود یک بنگاه تولیدی نمونه در یک اقتصاد در حال توسعه  $\eta_1$  واحد (و یک بنگاه تولیدی نمونه در یک اقتصاد توسعه یافته  $\eta_2$  واحد) از سرمایه‌ی فیزیکی را برای تولید یک واحد از هر نوع کالای با دوام به کار گیرد و  $0 < \eta_1 < \eta_2$  باشد، می‌توان نوشت:

$$K_s = \eta_1 \int_0^N x_i d_i, \quad K_n = \eta_2 \int_0^{N^*} x_j d_j \quad (2)$$

در بخش R&D مربوط به یک اقتصاد در حال توسعه، محصول از نیروی کار ماهر اختصاص یافته به این بخش و موجودی دانش قابل دسترس اقتصاد به دست می‌آید. انباشت دانش از دو مسیر قابل حصول است. اول R&D داخلی و دیگری جذب و تقلید از دانش موجود کشورهای صنعتی که با مشارکت در تجارت بین‌المللی به دست می‌آید. بنابراین، تابع تولید برای بخش R&D به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\dot{N} = \delta H_R (N + sN^*) \quad \delta > 0, \quad S > 0 \quad (3)$$

$\dot{N}$  انباشت کل R&D حاصل را مشخص می‌کند.  $\delta$  پارامتر بهره‌وری بخش R&D در یک کشور در حال توسعه است و  $S$  پارامتر سرریز فن‌آوری است که قابلیت تقلید دانش را برای کشورهای در حال توسعه منعکس می‌کند. به منظور انجام تحلیل تعادل رقابتی، فرض می‌کنیم که بازار کالاهای نهایی، بازار سرمایه و بازار کار کاملاً رقابتی هستند. همچنین، فرض می‌کنیم بازار کالاهای واسطه‌ای رقابت انحصاری است. وقتی یک بنگاه در بخش داده‌های واسطه‌ای طرحی را از بخش R&D خریداری می‌کند، به طور انحصاری کالاها را تولید و عرضه خواهد کرد. یک بنگاه تولیدی نمونه در بخش کالاهای نهایی از کالاهای واسطه‌ای  $x_i$  و  $x_j$  استفاده می‌کند و تعدادی نیروی کار ماهر ( $H_y$ ) و نیروی کار ساده (L) به منظور حداکثرسازی سود خود به کار می‌گیرد.

$$\text{Max } \pi_1 = Y \{H_y, L, x_i, x_j\} - W_{H_y} H_y - W_L L - \int_0^N P_{x_i} x_i d_i - \int_0^{N^*} P_{x_j} x_j d_j \quad (۴)$$

در بخش کالاهای نهایی بر می‌گردند. از معادله (۴) شرط مرتبه اول را به دست می‌آوریم:

$$W_{H_y} = \alpha y / H_y \quad (۵)$$

$$W_L = \alpha y / L \quad (۶)$$

$$P_{x_i} = (1 - \alpha - \beta) H_y^\alpha L^\beta x_i^{-\alpha - \beta} \quad (۷)$$

$$P_{x_j} = (1 - \alpha - \beta) H_y^\alpha L^\beta x_j^{-\alpha - \beta} \quad (۸)$$

از معادله‌های ۷ و ۸ مقدار تعادلی داده‌های واسطه‌ای را به دست می‌آوریم:

$$x_j / x_i = (P_{x_i} / P_{x_j})^{1/(\alpha + \beta)} \quad (۹)$$

حداکثر سود تولیدکنندگان کالاهای واسطه‌ای در یک اقتصاد در حال توسعه از این

قرار است.

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi_2 &= \text{Max} (P_{x_i} x_i - r \eta_1 x_i) \\ &= \text{Max} [(1 - \alpha - \beta) H_y^\alpha L^\beta x_i^{1 - \alpha - \beta} - r \eta_1 x_i] \end{aligned} \quad (۱۰)$$

که در آن  $r$  اجاره سرمایه‌ی فیزیکی است. از شرط مرتبه اول، قیمت بهینه‌ی کالاهای واسطه‌ای داخلی را به دست می‌آوریم.

$$P_{x_i} = r \eta_1 / (1 - \alpha - \beta) \quad (۱۱)$$

بنابراین، در یک اقتصاد در حال توسعه، حداکثر سود عرضه‌کنندگان خدمات

واسطه‌ای به صورت زیر اندازه‌گیری می‌شود.

$$\pi_2 = (P_{x_i} - r \eta) x_i = (\alpha + \beta) P_{x_i} x_i \quad (۱۲)$$

به طور مشابه، حداکثر سود تولیدکنندگان کالاهای واسطه‌ای در یک اقتصاد توسعه

یافته به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi_2^* &= \text{Max}(P_{x_j} x_j - r \eta_2 x_j) \\ &= \text{Max}[(1 - \alpha - \beta) H_y^\alpha L^\beta x_j^{1-\alpha-\beta} - r \eta_2 x_j] \end{aligned} \quad (13)$$

از شرط مرتبه اول، قیمت بهینه‌ی کالاها‌ی واسطه‌ای خارجی را به دست می‌آوریم.

$$P_{x_j} = r \eta_2 / (1 - \alpha - \beta) \quad (14)$$

از معادلات (۱۱) و (۱۴) خواهیم داشت  $P_{x_i} / P_{x_j} = \eta_1 / \eta_2$ . فرض می‌کنیم در تعادل

داریم  $x_i = \bar{x}$ ,  $P_{x_i} = \bar{P}$ ، سپس می‌توانیم دریابیم که  $x_j = (\eta_1 / \eta_2)^{1/(\alpha+\beta)} \bar{x}$  و  $P_{x_j} = (\eta_2 / \eta_1) \bar{P}$ . با جانشین‌سازی این‌ها در معادله (۱) می‌توانیم محصول تعادلی را در بخش کالاها‌ی نهایی به دست آوریم:

$$\bar{y} = H_y^\alpha L^\beta [N + N^* (\eta_1 / \eta_2)^{1/(\alpha+\beta)}] \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (15)$$

در بخش R&D، فرض می‌شود قیمت طرح یا حق مالکیت به وسیله‌ی  $P_R$  که با ارزش حال تنزیل شده‌ی جریان سودآوری R&D برابر است، مشخص شده است. بنابراین می‌توان  $P_R$  را به صورت زیر نوشت:

$$P_R(t) = \int_t^\infty \exp[-\int_t^s r(s) ds] \pi(s) dt \quad (16)$$

دیفرانسیل‌گیری نسبت به زمان  $t$ ، به دست می‌دهد.

$$\pi(t) - r(t) \int_t^\infty \exp[-\int_t^s r(s) ds] \pi(s) dt = 0$$

با جانشین‌سازی عبارت  $P_R$  از معادله (۱۶) خواهیم داشت  $\pi(t) = r(t) P_R(t)$ ، که به صورت زیر است:

$$P_R(t) = \frac{\pi(t)}{r(t)} = \frac{\alpha + \beta}{r} \bar{P} \bar{x} = \frac{\alpha + \beta}{r} (1 - \alpha - \beta) H_y^\alpha L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (17)$$

تعیین شرایط مربوط به تخصیص نیروی کار ماهر بین بخش محصول نهایی و بخش R&D بیانگر این است که دستمزد پرداخت شده به نیروی کار ماهر در هر بخش باید مشابه باشد. در بخش محصول نهایی و تحقیق، دستمزد نیروی کار ماهر تولید نهایی آن است که به این صورت خواهد بود.

$$W_{H_y} = \frac{\partial y}{\partial H_y} = \alpha H_y^{\alpha-1} L^\beta [N + N^* (\eta_1 / \eta_2)^{1/(\alpha+\beta)}] \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (18)$$

$$W_{H_R} = \delta P_R (N + sN^*) = \delta (N + sN^*) \frac{\alpha + \beta}{r} (1 - \alpha - \beta) H_y^\alpha L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (19)$$

از  $W_{H_y} = W_{H_R}$  خواهیم داشت:

$$H_y = \frac{\alpha r [N + (\eta_1 / \eta_2)^{1/(\alpha+\beta)} N^*]}{\delta (\alpha + \beta) (1 - \alpha - \beta) [N + sN^*]} \quad (20)$$

اگر  $0 < K < 1$ ،  $\phi > 0$  و  $k = (\eta_1 / \eta_2)^{1/(\alpha+\beta)}$ ،  $\phi = \alpha / \delta (\alpha + \beta) (1 - \alpha - \beta)$

باشد، پس  $H_y$  و  $H_R$  می‌تواند به صورت زیر نوشته شوند.

$$H_y = \phi r \left( \frac{N + kN^*}{N + sN^*} \right) \quad (21)$$

$$H_R = H - H_y = \frac{(H - \phi r)N + (sH - \phi r k)N^*}{N + sN^*} \quad (22)$$

از معادله (۱۵) می‌توان دستمزد تعادلی را برای نیروی کار غیر ماهر به دست آورد:

$$W_L = \frac{\partial y}{\partial L} = \beta H_y^\alpha L^{\beta-1} [N + N^* (\eta_1 / \eta_2)^{1/(\alpha+\beta)}] \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (23)$$

بنابراین، درآمد نسبی نیروی کار ماهر در تعادل می‌تواند به صورت زیر نوشته شود.

$$\omega = \frac{W_H}{W_L} = \frac{\alpha L}{\beta H_y} = \frac{\alpha L (N + sN^*)}{\beta \phi r (N + kN^*)} \quad (24)$$

دیفرانسیل معادله (۲۴) نسبت به  $N^*$  دست می‌دهد که اگر  $k < s$ ،

$\partial W / \partial N^* > 0$ . نتیجه‌ی کلیدی این رابطه آن است که هر چه کسر مربوط به فن آوری

اقتصادهای صنعتی که کشور در حال توسعه آن را وارد و تقلید می‌کنند، بزرگ‌تر باشد،

نسبت در آمد نیروی کار ماهر بزرگ‌تر است. این نتیجه به این دلیل است که واردات و تقلید فن‌آوری، به نیروی کار ماهر بیشتر از نیروی کار ساده متکی است. بنابراین، اگر کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای در اقتصادهای صنعتی به وسیله‌ی یک کشور در حال توسعه، بیشتر وارد شود، افزایش در تقاضای نسبی برای نیروی کار ماهر ایجاد می‌شود که منجر به درآمد بیشتر نیروی کار ماهر می‌شود و این یعنی پاداش مهارت افزایش می‌یابد. به تدریج وقتی در واردات کالاهای سرمایه‌ای و قابلیت قوی‌تر برای تقلید دانش، افزایش ایجاد شود، تولیدکنندگان در اقتصاد در حال توسعه، متغیرهای سرمایه‌ای را بیشتر بسط خواهند داد و تقاضای نسبی برای استخدام نیروی کار ماهر در بخش R&D افزایش می‌یابد. در بیشتر مطالعات تجربی همچون مطالعات گوکس و مارین<sup>۱</sup> (۲۰۰۰)، برمن و ماچین<sup>۲</sup> (۲۰۰۱)، هلاندر و ویل<sup>۳</sup> (۲۰۰۲)، تیلور و درفیلد<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) و اکسو و لی<sup>۵</sup> (۲۰۰۸)، به منظور بررسی تقاضای نیروی کار ماهر از تابع ترانسلوگ استفاده گردیده است که در آن سهم اشتغال گروه S به صورت تابعی از  $S = f(\ln x_1, \ln x_2, \dots, \ln x_q)$  در نظر گرفته می‌شود. سپس با گسترش این تابع بر اساس بسط تیلور، رابطه زیر به دست می‌آید.

$$s = \beta_0 + \sum_{q=1}^q \beta_q \ln x_q + \frac{1}{2} \sum_{q=1}^q \sum_{r=1}^q \gamma_{qr} \ln x_q \ln x_r + \varepsilon$$

در این معادله، S سهم اشتغال نیروی کار ماهر و X می‌تواند شامل انباشت سرمایه، ارزش افزوده، دستمزد نسبی نیروی کار ماهر و مقیاسی از تکنولوژی مانند شدت R&D، و فناوری وارداتی از کشورهای صنعتی به کشورهای در حال توسعه باشد. به طور مشخص، تابع زیر سهم اشتغال نیروی کار ماهر در زمان t را شرح می‌دهد:

$$s_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln Y_{it} + \beta_3 TECH_{it} + \beta_4 \ln(w^s / w^u)_{it}$$

- 
1. Goux and Maurin
  2. Berman and Machin
  3. Hollander and Weel
  4. Taylor and Driffield
  5. Xu and Li

در اینجا،  $K_{it}$  انباشت سرمایه‌ی فیزیکی،  $Y_{it}$  ارزش افزوده،  $TECH_{it}$  میزان انباشت فن آوری و  $(w^s/w^u)$  نسبت دستمزد کارگر ماهر به غیر ماهر است.

#### ۴. ارائه الگوی نظری

در این بخش، ضمن معرفی توابع هزینه ترانسلوگ در کوتاه‌مدت و بلندمدت، به استخراج توابع تقاضای نهاده‌های تولیدی مرتبط با آن‌ها پرداخته می‌شود. فرض می‌کنیم تابع تولید را به این صورت داریم:

$$Y = F(K, L_H, L_L, T)$$

که  $Y$  تولید،  $K$  موجودی سرمایه،  $L_H$  نیروی کار ماهر،  $L_L$  نیروی کار غیرماهر و  $T$  پیشرفت فنی است. قیمت نهاده‌ها به ترتیب  $P_H, P_K, P_L$  می‌باشد. با فرض پیوستگی تابع تولید می‌توان تابع هزینه را از آن استخراج کرد. طبق اصل همزادی، برای هر تابع تولیدی یک تابع هزینه نیز وجود دارد، که با در نظر گرفتن موجودی سرمایه به صورت یک نهاده شبه ثابت در کوتاه‌مدت به صورت زیر مشخص شده است:

$$C = C(Y, K, P_H, P_L, T)$$

تابع هزینه برگرفته از تابع تولید در قالب تابع هزینه ترانسلوگ به شرح زیر می‌باشد.

$$\begin{aligned} \ln CV = & \alpha_0 + \alpha_Y \ln Y + \sum_{j=1}^m \alpha_j \ln P_j + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln Z_j + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \gamma_{jk} \ln P_j \ln P_k \\ & + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \delta_{jk} \ln Z_j \ln Z_k + \sum_{j=1}^m \zeta_{Yj} \ln Y \ln P_j + \\ & \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \zeta_{jk} \ln P_j \ln Z_k + \sum_{j=1}^m \eta_{Yj} \ln Y \ln Z_j \\ & + \theta_T T + \frac{1}{2} \theta_{TT} T^2 + \theta_{TY} T \ln Y + \sum_{j=1}^m \theta_{Tj} T \ln P_j + \sum_{j=1}^m P_{Tj} T \ln Z_j \end{aligned} \quad (1)$$

در این الگو، متغیرها به صورت لگاریتمی هستند.  $P_j$  قیمت عوامل تولید،  $Z_j$  عوامل تولید ثابت و  $t$  شاخص تغییرات فنی در نظر گرفته شده‌اند. در رابطه بالا شاخص تغییرات فنی، با نهاده‌ها و سطح محصول و نیز به طور مستقل در نظر گرفته شده‌اند. به همین دلیل این شاخص را می‌توان به دو صورت تعبیر نمود. اول آنکه تغییرات فنی می‌تواند موجب کاهش سطح به کارگیری نهاده‌ها برای مقدار ثابتی از تولید شود. دوم که، سطح محصول را برای مقدار ثابتی از نهاده‌ها افزایش دهد. در یک چارچوب کوتاه‌مدت، قیمت دو نهاده متغیر نیروی کار ماهر و غیرماهر به صورت  $P_1 = W_H$ ،  $P_2 = W_L$  و سرمایه به صورت نهاده شبه ثابت تولید در فرم  $Z_1 = \frac{K}{Y}$  در نظر گرفته می‌شود. همچنین، در این مقاله برای بررسی اثرات فن‌آوری بر اشتغال نیروی کار ماهر از دو شاخص نسبت تحقیق و توسعه ( $RDY$ ) و واردات فن‌آوری به تولید ( $MTY$ ) استفاده گردیده است. در نتیجه تابع به صورت زیر قابل بیان خواهد بود:

$$\begin{aligned} \ln CV = & \alpha_0 + \alpha_Y \ln Y + \alpha_H \ln w_H + \alpha_L \ln w_L + \beta_K \ln \frac{K}{Y} + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \\ & \frac{1}{2} \gamma_{HL} \ln w_H \ln w_L + \frac{1}{2} \gamma_{LH} \ln w_L \ln w_H + \frac{1}{2} \gamma_{LL} (\ln w_L)^2 + \frac{1}{2} \delta_{KK} (\ln \frac{K}{Y})^2 \\ & + \zeta_{YH} \ln Y \ln w_H + \zeta_{YL} \ln Y \ln w_L + \zeta_{HK} \ln w_H \ln \frac{K}{Y} \\ & + \zeta_{LK} \ln w_L \ln \frac{K}{Y} + \eta_{YK} \ln Y \ln \frac{K}{Y} + \theta_R \ln RDY + \phi_{HR} \ln w_H \ln RDY \\ & + \phi_{LR} \ln w_L \ln RDY + \frac{1}{2} \theta_{RR} (\ln RDY)^2 + \theta_{MR} \ln MTY \ln RDY \\ & + \theta_{RK} \ln RDY \ln \frac{K}{Y} + \theta_{RY} \ln RDY \ln Y + \theta_M \ln MTY \\ & + \phi_{HM} \ln w_H \ln MTY + \theta_{MY} \ln MTY \ln Y \\ & + \phi_{LM} \ln w_L \ln MTY + \frac{1}{2} \theta_{MM} (\ln MTY)^2 + \theta_{MK} \ln MTY \ln \frac{K}{Y} \end{aligned}$$

برای تخمین مدل به روش SUR و به منظور افزایش کارایی پارامترهای تخمین زده شده، معادله تابع هزینه با معادلات سهم تقاضا همزمان تخمین زده می‌شود. زیرا معادلات سهم تقاضا از معادله هزینه به دست آمده‌اند و ممکن است جزء اخلاص آنها با هم ارتباط

داشته باشند؛ لذا بهتر است با هم تخمین زده شوند (سرویاستاوا و مادور<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱) و (ارکیلا<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰). بدین منظور معادلات سهم هزینه را با استفاده از لم شفارد به صورت زیر استخراج می‌کنیم.

$$S_H = \frac{\partial \text{Ln} CV}{\partial \text{Ln} w_H} = \alpha_H + \frac{1}{2} \gamma_{HL} \ln w_L + \frac{1}{2} \gamma_{LH} \ln w_L + \gamma_{HH} \ln w_H + \zeta_{HK} \ln \frac{K}{Y} + \phi_{HR} \ln RDY + \phi_{HM} \ln MTY + \zeta_{YH} \text{Ln} Y + \varepsilon_t \quad (۳)$$

تمام پارامترهای موجود در معادله (۳)، در معادله (۲) نیز وجود دارد. برآورد این تعداد پارامتر با استفاده از مشاهدات ۳۹ سال امکان‌پذیر نیست. بنابراین، محدودیت‌های زیر را اعمال می‌کنیم که باعث می‌گردد، تعداد پارامترها کاهش یابد (مورتی و راثو<sup>۳</sup>، ۱۹۹۳).

$$\gamma_{jk} = \gamma_{kj} \text{ and } \delta_{jk} = \delta_{kj} \quad (۴)$$

$$\sum_j \alpha_j = 1$$

$$\sum_j \gamma_{jk} = \sum_j \gamma_{kj} = \sum_j \zeta_{jk} = 0$$

$$\sum_j \zeta_{yj} = \sum \theta_{Tj} = 0$$

از طرف دیگر، چون مجموع سهم‌های هزینه برابر واحد است ( $\sum_j S_j = 1$ )، لذا به منظور جلوگیری از صفر شدن ماتریس واریانس، کواریانس اجزاء اخلاص یکی از معادلات سهم هزینه حذف می‌شود که تحمیل این شرایط به سیستم موجب نسبی شدن هزینه و قیمت‌ها در کل سیستم می‌شود. یعنی با اعمال شرایط بالا سهم یکی از نهاده‌ها حذف

- 
1. Srivastava and Mathur
  2. Erkkila
  1. Murty & Rao



می‌شود و به جای  $n$  سهم،  $n-1$  سهم به همراه تابع هزینه ترانسلوگ تخمین می‌خورد. بنابراین، شکل قابل برآورد تابع هزینه به صورت زیر خلاصه می‌شود.

(۵)

$$\begin{aligned} \ln CV = & \alpha_o + \alpha_Y \ln Y + \alpha_H \ln(w_H/w_L) + \beta_K \ln \frac{K}{Y} + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \\ & + \frac{1}{2} \gamma_{HH} \ln(w_H/w_L)^2 + \frac{1}{2} \delta_{KK} (\ln \frac{K}{Y})^2 + \zeta_{YH} \ln Y \ln(w_H/w_L) \\ & + \zeta_{HK} \ln(w_H/w_L) \ln \frac{K}{Y} + \eta_{YK} \ln Y \ln \frac{K}{Y} \\ & + \theta_R \ln RDY + \phi_{HR} \ln(w_H/w_L) \ln RDY \\ & + \frac{1}{2} \theta_{RR} (\ln RDY)^2 + \theta_{MR} \ln MTY \ln RDY + \theta_{RK} \ln RDY \ln \frac{K}{Y} \\ & + \theta_{RY} \ln RDY \ln Y + \theta_M \ln MTY + \theta_{HML} \ln(w_H/w_L) \ln MTY \\ & + \frac{1}{2} \theta_{MM} (\ln MTY)^2 + \theta_{MK} \ln MTY \ln \frac{K}{Y} + \mathcal{E}_t \\ S_H = & \alpha_H + \\ & \gamma_{WH} \ln \frac{W_H}{W_L} + \zeta_{KH} \ln \frac{K}{Y} + \theta_{RH} \ln RDY + \theta_{MH} \ln MTY + \zeta_{YH} \ln Y + \mathcal{E}_t \end{aligned}$$

بر اساس این رابطه، هر گونه افزایش در  $S_H$  باعث افزایش در  $w_H$  یا  $L_H$  خواهد شد. بنابراین  $S_H$  می‌تواند به عنوان تقاضای نسبی نیروی کار ماهر در نظر گرفته شود. در تابع  $S_H$ ؛ دستمزدهای نسبی، تولید و شدت به کارگیری سرمایه فیزیکی در تولید در کنار نسبت‌های سرمایه تکنولوژیکی به تولید از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که بر سهم اشتغال نیروی کار ماهر تأثیر دارند. در این الگو با تخمین زدن  $\zeta_{YH}$  می‌توان نشان داد که آیا ارتباطی میان رشد تولید و تغییرات تقاضای نیروی کار ماهر وجود دارد یا نه. همچنین، می‌توان مکمل یا جانشین بودن فن‌آوری و سرمایه فیزیکی با نیروی کار را مورد آزمون قرار داد. در صورتی که ضریب سرمایه  $\zeta_{KH}$  بزرگتر از صفر باشد، سرمایه فیزیکی مکمل نیروی کار ماهر است؛ لذا پیش‌بینی می‌شود که ضریب سرمایه بالاتر  $S_H$  را افزایش دهد. این موضوع در مورد فن‌آوری نیز صادق است.

علی‌رغم آن که به طور معمول از تابع هزینه کوتاه‌مدت در مقالات تحقیقی استفاده می‌شود، اما حفظ محدودیت‌های ثابت سرمایه‌ای باعث محدود نمودن آنالیز و تجزیه و تحلیل تغییرات در کشش تقاضای نیروی کار خواهد شد. زمانی که در بلندمدت، سرمایه به عنوان نهاده متغیر در نظر گرفته می‌شود، کشش احتمالاً بیشتر است، زیرا بنگاه‌های اقتصادی می‌توانند سطح عامل‌های دیگر تولید، نظیر سرمایه را در پاسخ به تغییر در دستمزد نیروی کار تنظیم کنند. در بلندمدت، معادله سهم هزینه نهاده‌های نیروی کار ماهر ( $S_H$ ) عبارت است از:

$$S_H = \frac{W_H L_H}{C} = a_H + \gamma_{LH} \ln \frac{W_L}{P_K} + \gamma_{HH} \ln \frac{W_H}{P_K} +$$

$$\theta_{RH} \ln RDY + \theta_{MH} \ln MTY + \zeta_{YH} \ln Y + \varepsilon_t$$

## ۵. روش تحقیق و داده‌ها

روش تحقیق این مطالعه توصیفی و از نوع کاربردی است، که با استفاده از روش اقتصادسنجی رگرسیون‌های ظاهراً نامرتبط<sup>۱</sup> به برآورد تابع هزینه ترانسلوگ پرداخته می‌شود. دلیل اینکه شکل تابعی هزینه ترانسلوگ انتخاب شده است، انعطاف پذیر بودن این تابع است. یکی از ویژگی‌های توابع هزینه انعطاف پذیر، داشتن خواصی مشابه با تابع تولیدی است که از آن استخراج شده‌اند و هر سه ناحیه تولید را در بر می‌گیرد. در عین حال تعداد پارامترهای موجود در آن به اندازه‌ای است که تمامی اثرات مختلف اقتصادی از قبیل کشش‌های جانشینی، کشش‌های قیمتی، نرخ تغییر فنی و ... قابل برآورد و محاسبه می‌باشند و تحت شرایط خاص و اعمال محدودیت‌هایی قابل تبدیل به توابع دیگر هزینه هستند (گرین<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲). در تهیه آماری مربوط به متغیرهای مورد نیاز ایران از نشریات مختلف حساب‌های ملی، بانک مرکزی، سالنامه‌های آماری مربوط به مرکز آمار ایران، سالنامه‌ی آمار بازرگانی خارجی گمرک جمهوری اسلامی در سال‌های مختلف، سری‌های

---

1. Seemingly Unrelated Regression  
2. Greene

زمانی بانک اقتصادی و اجتماعی موسسه‌ی عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه و آمارنامه‌های مرکز پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی استفاده شده است. اطلاعات موجود برای هزینه تحقیق و توسعه داخلی، از قانون بودجه کل کشور و گزارش‌های اقتصادی سازمان برنامه و بودجه در سال‌های مختلف به دست آمده است. همچنین در اقتصاد ایران، داده‌های آماری سری زمانی، به تفکیک نیروی کار ماهر و غیرماهر وجود ندارد؛ لذا در این مقاله با توجه به محدودیت آماری، نهاده نیروی کار ماهر و غیرماهر را برابر با تعداد شاغلین دارای آموزش عالی و فاقد آموزش عالی تعریف می‌نماییم. این آمار از دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور اخذ گردیده است. دیگر متغیرهای بکار رفته در این تحقیق عبارت است از:

- نسبت واردات فن‌آوری به تولید: اثر فناوری بر اشتغال نیروی کار در صورت نبود تجارت بین‌الملل فقط توسط تغییرات انباشت تحقیق و توسعه داخلی توضیح داده می‌شود. اما در صورت وجود تجارت بین‌الملل، تغییرات در اشتغال توسط انباشت تحقیق و توسعه داخلی و واردات فناوری بیان می‌گردد. یک کشور به چندین روش می‌تواند به دانش و فناوری بین‌المللی دسترسی داشته باشد. برنستین و موهنن<sup>۱</sup> (۱۹۹۸) و وانگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۰)، روش‌های انتقال دانش و فن‌آوری بین‌المللی را از طریق وارد کردن کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ... می‌داند. کو و هلپمن<sup>۳</sup> (۱۹۹۵) نیز عقیده دارند سودمندی‌های غیر مستقیم از واردات کالاها و خدمات ایجاد شده به وسیله‌ی شرکای تجاری به وجود می‌آید. آق قویونلو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۶)، واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای را به عنوان دانش انتقال یافته در نظر گرفته‌اند. در این پژوهش با استفاده از مطالعات انجام شده نسبت واردات فن‌آوری به تولید برابر با کل ارزش واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای به تولید در نظر گرفته شده که معرف کاربرد فناوری در تولید کالاها و خدمات در کشور است.

1. Bernstein and Mohnen
2. Wang.
3. Coe and Helpman
4. Akkoyunlu

- قیمت نیروی کار: منظور از قیمت نیروی انسانی، کل مزد و حقوق و مزایای پرداختی سالانه است که به طور متوسط به هر یک از افراد شاغل پرداخت می‌شود. به همین منظور در این تحقیق نیز اطلاعات مربوط به جبران خدمات کارکنان برای جایگزینی آمار دستمزد انتخاب شده است. برای تفکیک دستمزد افراد ماهر و غیر ماهر از سهم درآمد سرپرست خانوار، به تفکیک مدارک دانشگاهی و غیردانشگاهی که در طرح آمارگیری از هزینه و درآمد خانوار توسط مرکز آمار ایران انجام شده استفاده گردیده است. سپس قیمت نیروی کار از تقسیم پرداختی برای جبران خدمات شاغلان دانشگاهی و غیردانشگاهی بر تعداد آنها بدست آمده است<sup>۱</sup>.

- تولید: برابر با ارزش محصولات تولید شده در نظر گرفته شده است.

- قیمت سرمایه: قیمت سرمایه برابر است با جبران خدمات که از ارزش افزوده کسر شده و سپس بر ارزش موجودی سرمایه تقسیم شده است.

$$WL = \text{کل جبران خدمات کارکنان}$$

$$\frac{WL}{Q} = \alpha = \text{سهم نیروی کار از تولید}$$

$$1 - \alpha = \text{سهم سرمایه از تولید}$$

$$P_K = \frac{(1 - \alpha)Q}{K} = \text{قیمت سرمایه}$$

هزینه سرمایه با استفاده از این رابطه برای تمام عوامل تولیدی غیر از نیروی کار است. به عبارت دیگر، فرض شده که هزینه های تولید به جز هزینه نیروی کار مربوط به هزینه سرمایه است. در این تحقیق از روش گریلیخز<sup>۲</sup> (۱۹۶۹) و امینی (۱۳۸۰) برای محاسبه قیمت سرمایه استفاده شده است.

- هزینه کل: در بلندمدت برابر با مجموع ارزش مصرف شده (قیمت ضرب در مقدار) سه نهاده نیروی کار ماهر، نیروی کار غیرماهر و سرمایه در نظر گرفته شده است.

- سهم هزینه‌ای نهاده‌ها: برابر با ارزش مصرف شده (حاصل ضرب قیمت در مقدار) هر نهاده تقسیم بر هزینه کل در نظر گرفته شده است.

۱. در این تحقیق برای محاسبه قیمت نیروی کار از مطالعه قویدل (۱۳۸۵) استفاده شده است.

2. Griliches.

## ۶. تخمین مدل

نتایج حاصل از تخمین تابع هزینه کوتاه‌مدت و بلندمدت در جدول (۱) آمده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در هر دو مدل کوتاه‌مدت و بلندمدت، ضرایب تشخیص و آماره‌های دوربین واتسون رضایت بخش‌اند. در کوتاه‌مدت ضرایب توان اول و دوم لگاریتم واردات فن‌آوری به ترتیب برابر با  $۲/۳۴$  - و  $۰/۰۵$  است، به این معنی که با افزایش واردات فن‌آوری هزینه تولید کاهش می‌یابد و این کاهش فزاینده است. همچنین ضریب لگاریتم تحقیق و توسعه داخلی برابر با  $۱/۴۲$  - است، که از لحاظ آماری معنا دار نمی‌باشد. این نتیجه می‌تواند بیانگر یک سری نکات باشد. در واقع در کشورهای توسعه‌یافته با ورود فن‌آوری از سرریز دانش آن بهره‌گرفته و این امر سبب افزایش شدت تحقیق و توسعه در آنان شده است. به عبارت دیگر، کشورهای توسعه‌یافته توانسته‌اند از سرریز دانش ناشی از واردات کالاهای سرمایه‌ای با کاربرد پژوهش‌های گوناگون از طریق گروه‌های R&D بهره‌مند شوند و به محصولی جدید دست یابند، یا کالای سرمایه‌ای وارداتی را بومی نموده و در بنگاه‌های داخلی خود به تولید برسانند. اما در ایران با انتقال فن‌آوری از خارج، شدت تحقیق و توسعه کاهش یافته است. این موضوع می‌تواند دلایل بسیاری داشته باشد، اما یک دلیل مهم در این رابطه شاید همان نکته قابل تأملی باشد که لیدرمن و مالونی<sup>۱</sup> با نام بردن از ایران به آن اشاره می‌کنند. آنان بیان می‌دارند: در کشورهایی نظیر ایران که منابع طبیعی فراوان دارند، دولت از راه درآمدهایی که از اجاره و حق امتیاز انحصاری آن‌ها بدست می‌آورد سبب شده که در کوتاه‌مدت وضع خوبی داشته باشند و بر خلاف کشورهایی نظیر فنلاند، هلند و سوئد که از منابع طبیعی محروم هستند، برای اختراع و نوآوری تلاش کمتری نمایند. بنابراین، با ورود فن‌آوری خارجی بنگاه‌ها خود را بی‌نیاز از انجام پژوهش دانسته و از فن‌آوری وارداتی تا زمان مستهلک شدنش بهره‌می‌برند. البته این موضوع که بنگاه‌ها خود را ملزم به انجام تحقیق و توسعه در بسیاری از صنایع نمی‌دانند، می‌تواند ناشی از مسائل کلان اقتصادی از جمله انحراف قیمت‌ها به نفع سرمایه

---

1. Lederman and Maloney

فیزیکی به ویژه سرمایه فیزیکی وارداتی نیز باشد.

جدول ۱. مقادیر ضرائب برآورد شده تابع هزینه ترانسلوگ

| پارامترها                      | مدل اول (کوتاه‌مدت) |         |                                 | مدل دوم (بلندمدت) |         |        |
|--------------------------------|---------------------|---------|---------------------------------|-------------------|---------|--------|
|                                | ضریب                | آماره t | احتمال                          | ضریب              | آماره t | احتمال |
| $\alpha_0$                     | ۳۰/۵۲               | ۷/۱۴    | ۰/۰۰۰                           | ۲۸/۸۹             | ۷/۲۱    | ۰/۰۰۰  |
| $a_H$                          | -۲/۵۳               | -۲۰/۳۵  | ۰/۰۰۰                           | -۲/۰۱             | -۲۸/۴۳  | ۰/۰۰۰  |
| $a_L$                          | -                   | -       | -                               | ۳/۰۳              | ۴۳/۱۹   | ۰/۰۰۰  |
| $\gamma_{LH}$                  | -                   | -       | -                               | -۰/۱۷             | -۱۲/۹۷  | ۰/۰۰۰  |
| $\gamma_{HH}$                  | ۰/۲۶                | ۱۶/۴۳   | ۰/۰۰۰                           | ۰/۱۶              | ۱۲/۱۸   | ۰/۰۰۰  |
| $\gamma_{LL}$                  | -                   | -       | -                               | ۰/۱۷              | ۱۳/۰۴   | ۰/۰۰۰  |
| $\beta_K$                      | -۱/۱۳               | -۵/۴۴   | ۰/۰۰۰                           | -                 | -       | -      |
| $\beta_Y$                      | -۱/۱۴               | -۳/۳۵   | ۰/۰۰۱                           | -۱/۰۷             | -۳/۳۶   | ۰/۰۰۱  |
| $\beta_R$                      | -۱/۴۲               | -۱/۴۳   | ۰/۱۵                            | -۲/۳۷             | -۲/۳۶   | ۰/۰۲   |
| $\delta_{RK}$                  | ۰/۲۳                | ۲/۰۴    | ۰/۰۴                            | -                 | -       | -      |
| $\theta_{RH}$                  | ۰/۰۰۹               | ۱/۱۲    | ۰/۲۶                            | ۰/۰۳              | ۸/۳۹    | ۰/۰۰۰  |
| $\delta_{MK}$                  | ۰/۰۹                | ۱/۴۲    | ۰/۱۵                            | -                 | -       | -      |
| $\beta_M$                      | -۲/۳۴               | -۵/۲۴   | ۰/۰۰۰                           | -۱/۲۷             | -۳/۰۲   | ۰/۰۰۳  |
| $\theta_{MM}$                  | ۰/۰۵                | ۲/۹۸    | ۰/۰۰۴                           | ۰/۱۰              | ۶/۳۹    | ۰/۰۰۰  |
| $\theta_{RR}$                  | ۰/۰۳                | ۰/۵۴    | ۰/۵۸                            | ۰/۰۶              | ۱/۲۲    | ۰/۲۲   |
| $\theta_{KK}$                  | ۱/۱۶                | ۳/۸۶    | ۰/۰۰۰                           | -                 | -       | -      |
| $\theta_{MH}$                  | ۰/۰۱                | ۳/۵۲    | ۰/۰۰۱                           | ۰/۰۰۸             | ۳/۴۸    | ۰/۰۰۵  |
| $\beta_T$                      | -۷/۹۱               | -۶/۳۲   | ۰/۰۰۰                           | -۷/۱۴             | -۵/۹۸   | ۰/۰۰۰  |
| $\theta_{RY}$                  | ۰/۰۹                | ۱/۲۶    | ۰/۲۱                            | ۰/۱۷              | ۲/۳۰    | ۰/۰۲   |
| $\theta_{YY}$                  | ۰/۰۹                | ۱/۳۹    | ۰/۱۶                            | ۰/۱۰              | ۱/۴۳    | ۰/۱۲   |
| $\theta_{TH}$                  | ۰/۱۴                | ۱۶/۱۲   | ۰/۰۰۰                           | ۰/۱۲              | ۲۳/۴۰   | ۰/۰۰۰  |
| $\theta_{KH}$                  | ۰/۱۰                | ۳/۷۰    | ۰/۰۰۰                           | -                 | -       | -      |
| $\theta_{MY}$                  | ۰/۱۸                | ۵/۶۲    | ۰/۰۰۰                           | ۰/۱۲              | ۳/۶۳    | ۰/۰۰۰  |
| $\theta_{TY}$                  | ۰/۶۵                | ۶/۴۶    | ۰/۰۰۰                           | ۰/۶۰              | ۶/۲۷    | ۰/۰۰۰  |
| $\theta_{YH}$                  | ۰/۱۵                | ۱۷/۰۸   | ۰/۰۰۰                           | ۰/۱۴              | ۲۳/۳۰   | ۰/۰۰۰  |
| $D_{WAR}$                      | -۰/۰۵               | -۶/۴۸   | ۰/۰۰۰                           | -۰/۰۶             | -۵/۴۶   | ۰/۰۰۰  |
| D.W=۱/۸۶, R <sup>2</sup> =۰/۹۸ |                     |         | D.W= ۱/۸۱, R <sup>2</sup> =۰/۹۸ |                   |         |        |

منبع: یافته‌های پژوهش

اما در بلندمدت، بر اساس نتایج این جدول، ضرایب مربوط به تغییرات تکنولوژیکی مهارت محور، منفی و معنی‌دار است. ضریب لگاریتم فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی برابر با ۲/۳۷- است، این بدان معنا است که با افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، هزینه تولید کاهش می‌یابد و این تأثیرگذاری در بلندمدت مشهود گردیده است. در این راستا ضرایب مربوط به توان اول و دوم لگاریتم واردات فن‌آوری برابر با ۱/۲۷- و ۰/۱۰+ است، به این معنی که فن‌آوری‌های وارداتی از طریق تجارت خارجی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت اثر کاهنده بر هزینه تولید دارد و این کاهش فزاینده است. ضریب مربوط به لگاریتم قیمت نهاده نیروی کار غیر ماهر مثبت و معنی‌دار بوده بنابراین با افزایش دستمزد نیروی کار غیر ماهر هزینه تولید افزایش می‌یابد. اما ضریب دستمزد نیروی کار ماهر منفی است، به گونه‌ای که تأثیر کاهنده بر هزینه تولید دارد. دلیل این موضوع آن است که قیمت نسبی نیروی کار ماهر در طی دوره مورد مطالعه به خصوص در دوران پس از انقلاب سیر نزولی داشته است؛ لذا کاهش قیمت نسبی آن باعث کاهش هزینه‌ها شده و علامت این ضریب منفی است.

## ۶-۱. آزمون فروض مربوط به جملات باقیمانده

الف: آزمون نرمال بودن جملات باقیمانده (جاک-براً)<sup>۱</sup>

آزمون فوق برای معادله هزینه ترانسلوگ و معادلات سهم تقاضا انجام گرفته که نتایج حاصل از آن در جدول (۲) آمده است.

---

1. Jarque-Bera Normality Test

جدول ۲. نتایج حاصل از آزمون نرمال بودن جملات باقیمانده  
توابع هزینه ترانسلوگ و معادلات سهم تقاضا

| Kurtosis | Skewness  | Pvalue   | مقدار آماره JB | نوع تابع                            |           |
|----------|-----------|----------|----------------|-------------------------------------|-----------|
| ۲/۶۵۵۹۳۹ | ۰/۳۱۰۵۱۱  | ۰/۶۷۰۹۶۷ | ۰/۷۹۸۰۷۲       | تابع هزینه ترانسلوگ                 | کوتاه‌مدت |
| ۲/۳۴۲۵۱۵ | -۰/۱۷۶۱۴۱ | ۰/۶۴۳۷۳۱ | ۰/۸۸۰۹۴۸       | معادله سهم تقاضای<br>نیروی کار ماهر |           |
| ۲/۶۱۰۴۰۰ | ۰/۱۲۹۰۹۵  | ۰/۴۷۵۰۷۷ | ۱/۴۸۸۵۵۵       | تابع هزینه ترانسلوگ                 | بلندمدت   |
| ۲/۶۲۹۹۲۲ | -۰/۳۰۴۱۳۰ | ۰/۶۶۹۴۳۲ | ۰/۸۰۲۶۵۲       | معادله سهم تقاضای<br>نیروی کار ماهر |           |

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج جدول (۲)، فرض نرمال بودن جملات خطا را در مورد معادلات مذکور نمی‌توان رد کرد.

ب: آزمون همسان بودن واریانس جملات خطا (الگوی ARCH)

ناهمسانی واریانس اثرات زیانباری در تخمین‌زنده‌ها دارد. اگرچه در حالت وجود ناهمسانی تخمین‌زنده‌ها هنوز بدون تورش هستند، ولی دارای حداقل واریانس نیستند، بنابراین بهترین نبوده و از نظر کارایی کامل نخواهند بود.<sup>۱</sup> آزمون ناهمسانی برای معادلات فوق انجام گرفته و نتایج حاصل از آن در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از آزمون همسانی واریانس از نوع ARCH توابع هزینه

| تعداد وقفه‌ها | Pvalue  | مقدار آماره F | نوع تابع                            |           |
|---------------|---------|---------------|-------------------------------------|-----------|
| یک وقفه       | ۰/۵۷۶۹  | ۰/۵۵۹۳۴۵      | تابع هزینه ترانسلوگ                 | کوتاه‌مدت |
| دو وقفه       | ۰/۵۶۵۹  | ۰/۷۵۰۲۰۴      |                                     |           |
| یک وقفه       | ۰/۵۲۷۵  | ۰/۶۵۲۰۰۷      | معادله سهم تقاضای<br>نیروی کار ماهر | بلندمدت   |
| دو وقفه       | ۰/۶۱۵۴  | ۰/۶۷۳۷۸۷      |                                     |           |
| یک وقفه       | ۰/۸۳۵۰  | ۰/۱۸۱۳۳۲      | تابع هزینه ترانسلوگ                 | بلندمدت   |
| دو وقفه       | ۰/۹۲۱۲  | ۰/۲۲۶۷۷۴      |                                     |           |
| یک وقفه       | ۰/۴۱۹۶  | ۰/۸۹۱۷۲۵      | معادله سهم تقاضای<br>نیروی کار ماهر | بلندمدت   |
| دو وقفه       | ۰/۹۱۶/۰ | ۸۳۵۴۲۰/۶      |                                     |           |

منبع: یافته‌های پژوهش

۱. گجراتی، دامودار و کمپتا، یان



با توجه به نتایج جدول (۳)، فرض ناهمسان بودن جملات خطا در مورد معادلات مذکور را می‌توان رد کرد.

## ۲-۶. کشش‌های جانشینی آلن و قیمتی تقاضا

بعد از تخمین مدل تابع هزینه ترانسلوگ، کشش‌های جانشینی جزئی آلن مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + s_i s_j}{s_i s_j}, i \neq j \quad \sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + s_i^2 - s_i}{s_i^2}, i = j$$

و در نهایت کشش‌های قیمتی تقاضا مطابق روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$\varepsilon_{ij} = \sigma_{ij} s_j, i \neq j \quad \varepsilon_{ii} = \sigma_{ii} s_i, i = j$$

که در آن  $\varepsilon_{ij}$  کشش قیمتی متقاطع نهاده  $i$  در مقابل تغییرات قیمتی نهاده  $j$  می‌باشد. به عبارت دیگر یک درصد تغییر قیمت عامل  $j$  به اندازه  $\varepsilon_{ij}$  درصد تقاضا برای نهاده  $i$  ام را تغییر می‌دهد.  $\varepsilon_{ij}$  کشش خود قیمتی تقاضا برای نهاده  $i$  می‌باشد. کشش‌های جانشینی  $\sigma_{ij}$  متقاطع هستند، به این معنی که کشش جانشینی بین نیروی کار ماهر و غیرماهر با کشش جانشینی میان نیروی کار غیرماهر و ماهر برابر است، ولی کشش‌های قیمتی تقاضا از این خاصیت برخوردار نیستند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کشش‌های جانشینی آلن در طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۲ میان نیروی کار ماهر و غیرماهر، در محدوده ۰/۸۲- تا ۰/۰۱- قرار گرفته که بیانگر وجود رابطه مکملی بین این عوامل است. اما این رابطه مکملی در طول دوره به خصوص از سال ۱۳۶۷ به بعد تضعیف شده است که دلیل آن را می‌توان در استفاده بیشتر از نیروی کار ماهر در طول این دوره دانست.

جدول ۴. کشش‌های جانبی آلن

|      | $\sigma_{wskwsk}$ | $\sigma_{wuskwusk}$ | $\sigma_{wskwusk}$ |
|------|-------------------|---------------------|--------------------|
| ۱۳۵۵ | ۲/۱۰۳۶۱۱          | ۰/۱۷۸۶۶۹            | -۰/۸۲۰۶۶           |
| ۱۳۶۰ | ۱/۰۵۰۸۴۷          | ۰/۱۶۳۱۶۲            | -۰/۶۰۷۶۸           |
| ۱۳۶۷ | -۰/۰۷۰۸۷          | ۰/۱۱۵۲۶۷            | -۰/۲۴۱۳۶           |
| ۱۳۶۸ | -۰/۱۶۹۳۱          | ۰/۱۰۱۳۵۳            | -۰/۱۷۸۲۴           |
| ۱۳۷۰ | -۰/۱۷۸۵۴          | ۰/۰۹۹۵۶۴            | -۰/۱۷۱۰۲           |
| ۱۳۷۳ | -۰/۲۲۸۷۵          | ۰/۰۸۶۲۶۱            | -۰/۱۲۲۳۷           |
| ۱۳۷۶ | -۰/۲۴۹۷۵          | ۰/۰۷۵۳۵۶            | -۰/۰۸۸۳۶           |
| ۱۳۷۷ | -۰/۲۵۳۸۱          | ۰/۰۷۱۰۶۵            | -۰/۰۷۶۱۶           |
| ۱۳۸۲ | -۰/۲۴۶۹۱          | ۰/۰۵۶۹۵۷            | -۰/۰۳۹۳۹           |
| ۱۳۸۵ | -۰/۲۲۵۹۱          | ۰/۰۵۱۰۴۵            | -۰/۰۲۱۲۹           |
| ۱۳۸۸ | -۰/۲۱۵۹۷          | ۰/۰۵۳۱۹۸            | -۰/۰۱۸۷۰           |
| ۱۳۹۲ | -۰/۱۹۱۱۷          | ۰/۰۵۸۰۵۶            | -۰/۰۱۸۶۷           |

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول (۵)، کشش‌های خود قیمتی و متقاطع نشان داده شده است. این کشش‌ها درصد تغییر تقاضا در قبال یک درصد تغییر قیمت هر یک از عوامل نیروی کار ماهر و غیرماهر را نشان می‌دهد. بررسی کشش‌های خود قیمتی نیز ما را به این نتیجه می‌رساند که حساسیت تقاضا برای نیروی انسانی از سال ۱۳۶۷ کاهش یافته و می‌توان آن را به واسطه وفور منابع انسانی و همچنین ارزان بودن این نهاده دانست، که مهم‌ترین دلیل آن نیز نرخ بیکاری بالا در اقتصاد ایران می‌تواند باشد. بنابراین نسبت به تغییرات قیمت عکس‌العمل چندانی ندارد. از طرف دیگر، دولت به دلیل وسعت حجم فعالیت‌های خود از قدرت انحصاری قابل توجهی در تعیین قانون حداقل دستمزد که به طور عمده سطح دستمزد نیروی کار غیرماهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد، برخوردار است. بر اساس قانون کار میزان حداقل مزد کارگران با توجه به درصد تورم بدون آنکه کیفیت کار محول شده رامورد توجه قرار دهد، تعیین می‌گردد. در واقع قانون کار به جای حمایت از کار کارگر از خود او حمایت کرده است و این امر سبب ایجاد تنگناهای شدید در جهت تعدیل نیروی انسانی

می‌شود. در بسیاری از مواقع، حمایت از کارگران غیرماهر موجود به قیمت حذف امکان توسعه مشاغل جدید شده و اختیارات بنگاه‌ها در توسعه واحدها و تغییر در فن‌آوری را محدود کرده است.

جدول ۵. کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع

|      | €sksk     | €uskusk   | €usksk   | €skusk   |
|------|-----------|-----------|----------|----------|
| ۱۳۵۵ | ۰/۳۵۳۳۲   | ۰/۱۴۸۶۵۹  | -۰/۱۳۷۸۴ | -۰/۶۸۲۸۲ |
| ۱۳۶۰ | ۰/۲۰۷۱۴۷  | ۰/۱۳۰۹۹۹  | -۰/۱۱۹۷۹ | -۰/۴۸۷۸۹ |
| ۱۳۶۷ | -۰/۰۲۰۴   | ۰/۰۸۲۱    | -۰/۰۶۹۴۶ | -۰/۱۷۱۹  |
| ۱۳۶۸ | -۰/۰۵۳۴۱  | ۰/۰۶۹۳۷۹  | -۰/۰۵۶۲۳ | -۰/۱۲۲۰۱ |
| ۱۳۷۰ | -۰/۰۵۶۹۸  | ۰/۰۶۶۷۷۹۴ | -۰/۰۵۴۵۸ | -۰/۱۱۶۴۴ |
| ۱۳۷۳ | -۰/۰۷۹۴۶  | ۰/۰۵۶۲۹۸  | -۰/۰۴۲۵۱ | -۰/۰۷۹۸۷ |
| ۱۳۷۶ | -۰/۰۹۳۰۷  | ۰/۰۴۷۲۷۴  | -۰/۰۳۲۹۳ | -۰/۰۵۵۴۳ |
| ۱۳۷۷ | -۰/۰۹۷۳۵  | ۰/۰۴۳۸۰۹  | -۰/۰۲۹۲۱ | -۰/۰۴۶۹۵ |
| ۱۳۸۲ | -۰/۰۹۹۳۲۱ | ۰/۰۳۱۲۴۶  | -۰/۰۱۵۱۱ | -۰/۰۲۱۴۸ |
| ۱۳۸۵ | -۰/۱۰۶۳۲  | ۰/۰۲۷۰۲۲  | -۰/۰۱۰۰۲ | -۰/۰۱۱۲۷ |
| ۱۳۸۸ | -۰/۱۰۲۳۶  | ۰/۰۲۶۷۴۹  | -۰/۰۰۸۵۵ | -۰/۰۰۸۹۵ |
| ۱۳۹۲ | -۰/۰۹۸۴۳  | ۰/۰۲۸۱۶۴  | -۰/۰۰۸۴۱ | -۰/۰۰۸۶۱ |

منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین از نتایج کشش‌های جانشینی در طول دوره مذکور مشخص می‌شود که؛ شدت مکملی بین نهاده نیروی کار ماهر و غیرماهر با توجه به سیاست‌های اعمال شده در بازار کار و همچنین راهبردهای تجاری کشور در بعد از انقلاب، کاهش یافته است. بر اساس برنامه‌های توسعه اقتصادی اول تا چهارم، با هدف تعامل فعال با اقتصاد جهانی بر راهبردها و خط‌مشی‌های تجاری مختلفی به منظور نوسازی و روان‌سازی تجارت خارجی، افزایش سهم کشور در تجارت بین‌المللی، توسعه کالاهای صادرات غیر نفتی و خدمات، تصویب رقابت محصولات صادراتی کشور در بازارهای بین‌المللی، بازرگانی و تجارت خارجی در قالب سند ملی بازرگانی کشور تاکید شده است. به همین جهت در طول این برنامه‌ها بیشترین سهم از واردات به کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای اختصاص یافته است<sup>۱</sup>.

۱. فرجادی (۱۳۷۶) و محمود زاده (۱۳۸۴).

در خصوص تحقیق و توسعه داخلی باید بیان نمود که در سال‌های قبل از پیروزی انقلاب اسلامی حداکثر میزان نسبت اعتبارات تحقیقاتی بخش دولتی به تولید ناخالص ملی ۰/۳۴ درصد برای سال ۱۳۴۹ و حداقل میزان آن ۰/۲۲ در صد برای سال ۱۳۵۱ بوده است. در سال‌های برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی رشد این شاخص تداوم یافته و به ۰/۴۴ در صد در سال ۱۳۷۲ رسید که تا سال ۱۳۸۰ بالاترین مقدار شاخص را دارا می‌باشد. اعتبارات تحقیقاتی کل کشور در لایحه بودجه سال ۱۳۸۷ حدود ۰/۶۵ درصد از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص داده. اما نسبت مزبور در لایحه بودجه سال ۱۳۸۸، به ۰/۵۹. و برای سال ۱۳۹۲ به ۰/۵۵ کاهش یافته است<sup>۱</sup>. این در حالی است که در بازار کار، عدم تعادل بین مهارت نیروی کار و واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای از کشورهای صنعتی که انتقال فناوری‌هایی را در برداشت، تخصص‌گراتر از فناوری‌هایی هستند که قبلاً در بازارهای داخلی استفاده می‌شدند. این مساله سبب شد میزان جمعیت شاغل با سطوح تحصیلی آموزش عالی یا جمعیت شاغل متخصص کشور که به نوعی میزان دانش‌بُری تولید را نشان می‌دهد، روند صعودی داشته باشد. نسبت نیروی انسانی متخصص شاغل به کل شاغلان کشور در سال ۱۳۴۵ بالغ بر ۱/۰۴ درصد بوده که با روند افزایش خود در طول دوره مورد نظر به ۹/۶ درصد در سال ۱۳۷۵، ۱۴/۲ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۲۰/۶ درصد در سال ۱۳۹۲ رسیده است. مجموع این عوامل یعنی اصلاحات صورت گرفته در بازار کار به همراه سیاست به‌کارگیری فن آوری‌های نوین در افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر و افزایش نابرابری دستمزد موثر بوده و در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی نقش تعیین‌کننده‌ای داشته‌اند. بنابراین منجر به تقاضای بیشتری برای نیروی انسانی متخصص گردیده‌اند.

یکی دیگر از کاربردهای مهم تابع هزینه، بدست آوردن معادلات تقاضای نهاده‌هاست که در توابع تولید به دلیل عدم وجود قیمت نهاده‌ها استخراج این معادلات کار دشواری است، درحالی‌که در تابع هزینه با استفاده از لم شفارد این معادلات قابل حصول است. جدول (۶) نتایج حاصل از برآورد معادله تقاضای سهم نیروی کار ماهر را نشان می‌دهد.

۱. عرب مازار، عباس (۱۳۸۸) و بیحیایی، فریبا (۱۳۷۹).

نتایج این جدول در کوتاه‌مدت حاکی از آن است که کلیه ضرایب تخمین زده شده به استثنای ضریب تحقیق و توسعه داخلی، از لحاظ آماری مورد تایید و معناداری باشد.

جدول ۶. معادله تقاضای سهم نیروی کار ماهر

| (کوتاه‌مدت)             |         |              |       | (بلند مدت)              |         |              |       | نام متغیر        |
|-------------------------|---------|--------------|-------|-------------------------|---------|--------------|-------|------------------|
| احتمال                  | آماره t | انحراف معیار | ضریب  | احتمال                  | آماره t | انحراف معیار | ضریب  |                  |
| ۰/۰۰۰                   | -۲۰/۳۹  | ۰/۱۲         | -۲/۵۴ | ۰/۰۰۰                   | -۱۹/۹۸  | ۰/۱۰         | -۲/۱۳ | C                |
| ۰/۰۰۱                   | ۳/۶۲    | ۰/۰۲         | ۰/۱۰  | -                       | -       | -            | -     | Lnk/y            |
| ۰/۰۰۰                   | ۴/۶۹    | ۰/۰۰۶        | ۰/۰۳  | ۰/۰۰۰                   | ۳/۸۳    | ۰/۰۲         | ۰/۰۸  | LnW <sub>s</sub> |
| ۰/۲۵                    | ۱/۱۵    | ۰/۰۰۸        | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۰                   | ۵/۱۲    | ۰/۰۰۶        | ۰/۰۳  | lnRDY            |
| ۰/۰۰۰                   | ۳/۸۳    | ۰/۰۰۳        | ۰/۰۱  | ۰/۰۰۲                   | ۲/۳۶    | ۰/۰۰۳        | ۰/۰۰۸ | lnMTY            |
| ۰/۰۰۰۰                  | ۱۷/۰۷   | ۰/۰۰۸        | ۰/۱۵  | ۰/۰۰۰                   | ۲۹/۲۲   | ۰/۰۰۴        | ۰/۱۴  | lnY              |
| ۰/۰۰۲                   | -۳/۳۹   | ۰/۰۱         | -۰/۰۳ | ۰/۰۰۳                   | -۲/۲۱   | ۰/۰۰۹        | -۰/۰۲ | D <sub>w</sub>   |
| -                       | -       | -            | -     | ۰/۰۰۲                   | -۳/۴۷   | ۰/۰۲         | -۰/۰۷ | lnP <sub>K</sub> |
| $R^2 = ۰/۹۸$ D.W = ۱/۸۷ |         |              |       | $R^2 = ۰/۹۸$ D.W = ۱/۸۰ |         |              |       |                  |

منبع: یافته‌های پژوهش

در ادامه تفسیر نتایج می‌توان گفت؛ با گسترش فعالیت‌های تولیدی، تقاضای نیروی کار ماهر افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که یک درصد تغییر در تولید با فرض ثابت ماندن سایر شرایط (۰/۱۴) و (۰/۱۵) درصد تقاضا برای نیروی کار ماهر را در کوتاه‌مدت و بلندمدت افزایش می‌دهد. این بدان معنا است که در اقتصاد ایران، ارزش افزوده بیشترین تأثیر بر تقاضا برای نیروی کار ماهر را دارد. همچنین تأثیر ضریب دستمزد به عنوان یکی از متغیرهای تقاضا در این برآورد مثبت و معنادار است. دلیل این امر حساسیت کمتر بنگاه‌های اقتصادی نسبت به افزایش دستمزد نیروی کار ماهر در قبال گسترش تجارت بین‌الملل و واردات فن‌آوری که نیازمند به کارگیری بیشتر نیروی کار ماهر است، می‌باشد. به بیان دیگر برای یک کارفرمای اقتصادی، مولد بودن و بازدهی نیروی کار شاغل اهمیت بیشتری نسبت به دستمزد آن عامل دارد.

از سوی دیگر تمرکز بر متغیرهایی که ابداعات داخلی و انتقال بین‌المللی فن آوری را اندازه‌گیری می‌کند، نشان می‌دهد که در بلندمدت، واردات فن آوری و تحقیق و توسعه داخلی ارتباط مثبت و معناداری با سهم هزینه‌های نیروی ماهر دارد و ۱٪ تغییر در متغیرهای مذکور با فرض ثابت ماندن سایر شرایط به ترتیب (۰/۰۸) و (۰/۰۳) درصد تقاضا برای نیروی کار ماهر را افزایش می‌دهد. این یافته‌ها با این ایده سازگار است که گسترش تحقیق و توسعه داخلی و به کارگیری فن آوری وارداتی از یک سو سبب کاهش هزینه و افزایش سود بنگاه‌ها و از سوی دیگر هم جهت با مهارت بوده است. بنابراین، منجر به تقاضای بیشتری برای نیروی انسانی متخصص می‌گردد. اما در کوتاه‌مدت متغیر تحقیق و توسعه داخلی از سطح معناداری برخوردار نیست و می‌توان نتیجه گرفت این متغیر تعیین‌کننده ضعیفی بر اشتغال نیروی کار ماهر در کوتاه‌مدت است. این موضوع می‌تواند دلایل بسیاری داشته باشد. از جمله می‌تواند به خاطر در حاشیه بودن فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی باشد. دریک مقایسه تطبیقی از نتیجه بدست آمده با الگوی ارائه شده توسط یومی - سی<sup>۱</sup> که در قسمت مبانی نظری تحقیق به آن پرداخته شد، این گونه می‌توان استدلال کرد که در بلندمدت، به تدریج با افزایش واردات کالاهای سرمایه‌ای و قابلیت قوی‌تر برای تقلید دانش، تقاضای نسبی برای استخدام نیروی کار ماهر در بخش R&D افزایش می‌یابد؛ لذا به نظر می‌رسد در کوتاه‌مدت، افزایش اشتغال نیروی کار ماهر ناشی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی نبوده و صرفاً مبتنی بر فن آوری وارداتی است، از این‌رو جانشین R&D داخلی می‌گردد. از طرف دیگر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی یک پروسه زمان‌بر است و نتایج آن در بلندمدت آشکار می‌شود.

ارتباط تقاضای نیروی کار با قیمت سرمایه، بستگی به رابطه جانشین و یا مکملی بین نیروی کار و سرمایه دارد. اگر سرمایه و نیروی کار مکمل باشند، تقاضای نیروی کار رابطه‌ای معکوس با قیمت سرمایه دارد و در حالتی که نیروی کار و سرمایه جانشین هستند، رابطه مستقیم بین تقاضای نیروی کار و قیمت سرمایه وجود خواهد داشت. بنابراین

---

1. YU Mei-ci

در صورتی که سرمایه و نیروی کار مکمل باشند؛ رابطه تقاضای نیروی کار با قیمت واقعی سرمایه منفی و در حالتی که سرمایه و نیروی کار جانشین باشند، این رابطه مثبت می‌شود. در این تحقیق در بلندمدت، متغیر قیمت سرمایه در تابع تقاضا برای نیروی کار ماهر دارای ضریب منفی و معنی دار است (۰/۰۷-). منفی بودن ضریب قیمت سرمایه در تابع تقاضا برای نیروی کار ماهر نشانه مکمل بودن نیروی کار ماهر و سرمایه در اقتصاد ایران است. بنابراین، افزایش سرمایه منجر به افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر در اقتصاد ایران و در بلندمدت می‌شود، به عبارت دیگر، در اقتصاد ایران نیز سرمایه، مهارت بر بوده و یا به عبارت دیگر مهارت و تحصیلات، مکمل سرمایه‌اند. از طرف دیگر متغیر مجازی  $D_w$  برای سال‌های ۶۷-۱۳۵۹ در نظر گرفته شده که دلیل انتخاب آن جنگ و تحریم‌های اقتصادی است که باعث کاهش شدید در سرمایه گذاری در کل کشور گردید. با توجه به مطالب گفته شده در خصوص رابطه مکملی سرمایه با نیروی کار ماهر بروز جنگ باعث تأثیر منفی بر تقاضای مهارت شده است.

## ۷. نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه بر اساس برآورد بلندمدت صورت گرفته، از تابع هزینه ترانسلوگ و تقاضای سهم نیروی کار ماهر، بیانگر نزولی بودن تابع هزینه و مکمل بودن نیروی کار ماهر نسبت به پیشرفت‌های تکنولوژیکی است که این مطلب با توجه به تلاش بنگاه‌های اقتصادی برای کاهش هزینه محصولات، افزایش بهره‌وری و تولید کالاهای جدید با فن‌آوری بالاتر دور از انتظار نیست. اما در کوتاه‌مدت، تحقیق و توسعه در مقایسه با دیگر عوامل محرک اشتغال نیروی کار ماهر از جمله واردات فن‌آوری، بخش غیر معنادر آن به شمار می‌آیند. این امر ممکن است بدان خاطر باشد که صنایع در کشورهای در حال توسعه و ایران، عمدتاً فن‌آوری‌های مورد نیاز خود را وارد می‌کنند و چون در زمینه تحقیق و توسعه پرورش کافی نیافته‌اند و عملاً همان‌طور که پیش‌تر بیان گردید بنگاه‌ها خود را بی‌نیاز از فعالیت‌های تحقیقاتی می‌یابند؛ لذا به نظر می‌رسد در کوتاه‌مدت، افزایش

اشتغال نیروی کار ماهر ناشی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی نبوده و صرفاً مبتنی بر فن آوری وارداتی است. از این رو جانشین R&D داخلی می‌گردد. از طرف دیگر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی یک پروسه زمان‌بر است و نتایج آن در بلندمدت آشکار می‌شود و گسترش آن در کشور به شدت وابسته به حمایت‌های دولتی است که به دلیل درآمدهای نفتی دولت در کوتاه‌مدت، این حمایت کمتر صورت می‌گیرد. همچنین نتایج تجربی بدست آمده از معادله سهم تقاضا در دوره زمانی مورد مطالعه، نشان دهنده آن است که با گسترش فعالیت‌های تولیدی و شدت به کارگیری سرمایه که در برگیرنده تجهیزات دارای فن آوری می‌باشد، تقاضای نهاده نیروی کار ماهر افزایش می‌یابد. این امر به این مفهوم است که سرمایه فیزیکی مکمل نیروی کار ماهر است. بر اساس نتایجی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، پیشنهادات ذیل ارائه می‌گردد:

۱- به منظور کاهش هزینه های تولید، باید سطح تولید را تا سطح ظرفیت اسمی بنگاه‌های اقتصادی به منظور بهره‌گیری از صرفه‌های ناشی از مقیاس افزایش داد. به دیگر سخن افزایش ظرفیت در بنگاه‌های اقتصادی یعنی این که؛ زمان‌های گمشده را کم نمود، این خود بستگی به مهارت افراد واحداث خطوط تولید جدید با استفاده از فن آوری مدرن تر دارد. زیرا شرط اساسی برای گسترش تولید، وجود محصولات قابل تجارت با کیفیت مطلوب و فن آوری بالا می‌باشد که در صورت عدم توجه به این امر، با توجه به گسترش علاقمندی مصرف‌کنندگان به مصرف محصولات دانش‌بر، تقاضای داخلی نیز به تدریج از مصرف محصولات داخلی منحرف شده و محصولات داخلی مشتریان خود را از دست می‌دهد. از سوی دیگر به دلیل سیاست‌های نادرست آموزشی و نبود ارگان‌های حساس نسبت به نیازمندی‌های بازار کار در نظام آموزش عالی، واردات کالا‌های سرمایه‌ای و واسطه‌ای تاثیر مورد انتظار را در کاهش هزینه‌های تولید و افزایش نرخ رشد تولید نداشته است. لذا ضروری است سیاست‌های پذیرش و آموزش در سطح عالی برای ایجاد مهارت‌های عمومی و خاص مورد نیاز در این گونه صنایع اصلاح گردد. همچنین پرداخت یارانه توسط دولت به کارفرمایان بنگاه‌ها که مهارت کارکنان را ارتقاء می‌دهند،



پیشنهاد می‌شود. این برنامه قسمتی از هزینه‌های دستمزد و هزینه‌های آموزش حرفه‌ای کارکنان بنگاه را جبران می‌کند و شامل آموزشهای حرفه‌ای داخل و یا خارج از محل کار است و هدف از آن توسعه مهارت‌های کاری است. این امر برای بکارگیری کارآتر فن‌آوری‌های وارداتی ضروری است.

۲- تحقیق در سایه رقابت پیشرفت می‌کند، عدم وجود رقابت و تضمین سودهای طولانی مدت شرکت‌هایی که به صورت انحصاری، به تولید و ارائه کالا و خدمات می‌پردازند، انگیزه آنان را برای صرف هزینه‌های گزاف برای پژوهش کاهش داده است. لذا با توجه به سهم اندک پژوهش از تولید ناخالص ملی که به عنوان نیروی محرکه موتور تحقیقات کشور شناخته می‌شود، ضروری است جایگاه و بهای ارزشمندی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه در داخل کشور داده شود و با اتخاذ سیاست‌های صحیح، سعی در ایجاد انگیزه برای بخش خصوصی در فعالیت‌های تحقیق و توسعه نمود. زیرا سرمایه‌انسانی و انباشت تحقیق و توسعه داخلی مهم‌ترین عامل در جذب فن‌آوری وارداتی است. لذا توصیه می‌شود فعالیتهای تحقیق و توسعه داخلی واحدهای اقتصادی بزرگ کشور توسط دولت مورد حمایت قرار گیرد. دولت به شیوه‌های مختلف می‌تواند فعالیتهای واحدهای اقتصادی را مورد حمایت قرار دهد که از آن جمله می‌توان به مشوق‌های مالی مستقیم (کمک‌های مالی مستقیم دولت مثل یارانه‌ها و اعطای وام) و مشوق‌های مالی غیر مستقیم (بخشش مالیاتی) اشاره کرد. همچنین گسترش رقابت در فعالیتهای اقتصادی و محدود کردن انحصارات باید جزو سیاست‌های دولت قرار گیرد. در همین راستا ضروری است کلیه تخفیف‌ها و ترجیحات و معافیت‌های مالیاتی و حقوق گمرکی کلیه دستگاه‌های دولتی و مؤسسات، نهادهای انقلابی و عمومی نیز لغو گردد. با لغو انحصارات و معافیت‌های خاص دستگاه‌های دولتی و شبه دولتی همراه با اصلاح تعرفه‌های گمرکی به منظور ایجاد شرایط رقابت بین‌المللی و به کارگیری استانداردهای جهان در تولیدات، فضای لازم برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نیز در فعالیتهای تحقیق و توسعه و گسترش تقاضای نیروی کارماهر در این بخش فراهم می‌گردد.

۳- اثر مثبت واردات سرمایه ای - واسطه ای بر تقاضای نیروی کار ماهر و کاهش در هزینه های تولید واحدهای اقتصادی بزرگ ایران، مبین لزوم افزایش مناسبات تجاری واحدهای صنعتی کشورمان با کشورهای صنعتی است. چرا که ورود کالاهای واسطه ای و سرمایه ای وارداتی سبب دریافت فن آوری های پیشرفته تولید و افزایش قدرت رقابت پذیری و شکاف فن آوری می گردد. اما به رغم اینکه حجم قابل توجهی از واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای از کشورهای توسعه یافته با فن آوری بالا صورت گرفته، نتوانسته نقش جدی در افزایش اشتغال نیروی کار ماهر، ایفا نماید. این موضوع را می توان مربوط به کم توجهی به فعالیتهای تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه انسانی دانست. زیرا به نظر می رسد زمانی فن آوری از طریق واردات می تواند موجب پرکردن شکاف فن آوری و افزایش رشد بهره وری کل عوامل گردد؛ که آن بخش دارای سطحی از فعالیتهای تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه انسانی برای جذب باشند. به عبارت دیگر، تاثیر فن آوری وارداتی بر اشتغال به درجه درونی شدن فناوری و میزان سرمایه گذاری بر روی نیروی کار ماهر به عنوان عامل کلیدی در فرایند نوآوری مربوط می شود و آثار ایجاد تقاضا و اشتغال در صنایع عرضه کننده کالاهای سرمایه ای و واسطه ای را چند برابر کرده و تاثیر اولیه کاراندوز بودن فناوری را جبران می کند. لذا پیشنهاد می شود دولت به نحوی اقدام کند که شرکت های خارجی ملزم به انتقال دانش فنی و آموزش نیروی انسانی باشند و از طرف دیگر دستگاههای اجرایی دولتی جهت افزایش بهره وری و استفاده از تکنولوژی های پیشرفته، بخشی از اعتبارات خود را در راستای کمک به نمونه سازی ماشین آلات و تجهیزات صنعتی و ایجاد و تجهیز مراکز آزمایش و تحقیق و آموزش نیروی انسانی اختصاص دهد.

۴- یافته های این تحقیق بیانگر آن است که روند دستمزد نیروی کار ماهر جز در مقاطعی اندک سیر نزولی طی کرده است و همانگونه که اشاره شد برای بومی سازی و گسترش فعالیت های تحقیق و توسعه، جذب نیروی کار متخصص و ماهر لازم است و در صورت عدم جذب نیروی کار مذکور بدلیل انعطاف ناپذیری دستمزدها که به صورت

اداری توسط دولت تعیین می‌شود عملاً توسعه فن‌آوری با اختلال وعدم موفقیت روبرو شده که در این صورت یا به فعالیت‌های غیر فنی و غیر تخصصی مشغول می‌گردند و یا به دلیل دستمزد بالا درخارج از کشور و برای انجام تحقیقات، جذب بنگاه‌های خارجی می‌شوند. لذا ایجاد انعطاف‌پذیری در دستمزد از طریق ایجاد ارتباط بین دستمزد و مهارت از جمله سیاست‌هایی است که لازم است با اصلاح قوانین و مقررات مورد عنایت ویژه قرار گیرد و سطح دستمزدها در بازار کار به صورت آزادانه بر اثر تغییرات عرضه و تقاضای نیروی کار و اجزای آن از نظر مهارت‌ها و رشته‌های تخصصی و سطح آموزش تعیین شود. در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته نظام پرداخت حقوق بر مبنای پرداخت برای مهارت است نه پرداخت برای شغل، این امر موجب ارتقاء کارآیی و انگیزه شده و از طرف دیگر اتحادیه‌های کارگری نیز از نظام ارتقاء پرداخت مذکور به دلیل آنکه آنرا مبتنی بر عدل و انصاف می‌دانند حمایت می‌کنند.

## منابع و مآخذ

- امینی، علیرضا. (۱۳۸۰). «آزمون تجربی فرضیه مکمل بودن سرمایه-مهارت»، رساله دکتری، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
- باصری، بیژن. جهانگرد، اسفندیار. (۱۳۸۵). «نقش فناوری در اشتغال صنایع کارخانه‌ای ایران»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۸، صص ۸۵-۶۱.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (سال‌های مختلف). گزارش اقتصادی ترانزنامه بانکی مرکزی، اداره حساب‌های اقتصادی.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، دفتر اقتصاد کلان، آمارنهایی جمعیت شاغلین عالی و غیر عالی به تفکیک تفصیلی بخش‌های اقتصادی، تهران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماع و فرهنگی کشور (۱۳۶۸-۷۲)، تهران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماع و فرهنگی کشور (۱۳۷۴-۷۸)، تهران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماع و فرهنگی کشور (۱۳۷۹-۸۳)، تهران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماع و فرهنگی کشور (۱۳۸۴-۸۸)، تهران.
- عرب مازار، عباس و جمشیدی، محمدتقی و صالحیان عمران، ابوالفضل (۱۳۸۸). «آسیب شناسی تحقیق و توسعه در سازمان‌های دولتی». فصلنامه تدبیر، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، شماره ۲۰۷، صص ۴۹-۵۵.
- عیسی زاده، سعید. (۱۳۷۸). «تحول تقاضای نیروی کار در بخش‌های مختلف اقتصادی ۱۳۳۵-۷۵». معاونت امور اقتصادی وزارت اقتصاد و دارایی.
- فرجادی، غلامعلی و لعلی، محمد رضا (۱۳۷۶). «تأثیر واردات کالاهای سرمایه‌ای - واسطه‌ای بر رشد اقتصادی»، پژوهش‌نامه بازرگانی، شماره ۴، صص ۲۸-۱.
- قویدل، صالح. (۱۳۸۵). «تأثیر آزادسازی بر بازار کار و اشتغال در ایران»، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال ششم، شماره اول، بهار، ۱۳۸۵، صص ۱۸-۳۴.

- کمنتا، یان، «مبانی اقتصادسنجی»، ترجمه منصور رنجبر، انتشارات مشهد، چاپ اول، ۱۳۸۶.
- گجراتی، دامودار (۱۳۷۸). «مبانی اقتصادسنجی». چاپ دوم، ترجمه حمید ابریشمی، جلد دوم، تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- گمرک جمهوری اسلامی ایران. (سال‌های مختلف). آمار بازرگانی خارجی ایران.
- محمود زاده، محمود و محسنی، رضا (۱۳۸۴)، «بررسی تأثیر تکنولوژی وارداتی بر رشد اقتصادی در ایران»، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی، سال پنجم، شماره ۱۶، صص ۱۲۹ - ۱۰۳.
- وحیدی، پریدخت. (۱۳۷۹). «رابطه علم، فناوری و اشتغال در بخش صنعت ایران»، مجله برنامه و بودجه، شماره ۵۴ و ۵۵، صص ۳۸ - ۳.
- یحیایی، فریبا. (۱۳۷۹). «تحول روند شاخص‌های تحقیقاتی»، فصل‌نامه‌ی رهیافت، شماره ۲۲، صص ۳۷ - ۲۹.
- Acemoglu, D. (2003). "Patterns of skill premia". *Review of Economic Studies*, 70, 199-230.
- Akkoyunlu, A., S. Mihci, and H. Arsalan (2006), "The Custom Union with EU and Impact on Turkey's Economic Growth", 8th ETSG Annual Conference-Vienna.
- Berman, E. and Machin, S. (2001). "Skill-biased technology transfer around the world". *Oxford Review of Economic Policy*, 2000, 16(3) :12-22.
- Bernstein, J.I. & P. Mohnen (1998). "International R&D Spillovers between U.S. and Japanese R&D Intensive Sectors", *Journal of International Economics*, Vol.44, No.2, PP.315-338.
- Coe, D.T. and Helpman, E. (1995). "International R&D Spillovers", *European Economic Review*, vol.pp. 859-887.
- Conte, A. and Vivarelli, M. (2007). "Globalization and employment: Imported skill biased technological change in developing countries". *Jena Economic Research Paper*.
- Erkkila, J. (1990). "Economic information about ironmaking. *Applied Economic*". Vol. 27, PP. 1335 - 1353 .
- Fajnzylber, P. and Fernandes, M. (2004). "International technology diffusion and the demand for skilled labour: Evidence from East Asia and Latin America[R]". *World Bank Working Paper*.

- Feenstra, A. D., & Hanson, G. H. (2003). " Global production sharing and rising inequality: a survey of trade and wages. In E. Choi, & J.Harrigan (Eds.) ", Handbook of international trade (pp. 146–185). Malden, MA: Blackwell.
- Goux, D. and Maurin, E.. (2000), "The decline in demand for nskilled labour: An empirical analysis method and its application to France".. Review of Economics and Statistics, 82:596-607.
- Greene, W.H. (2002), "Econometric Analysis ", Prentice-Hall Inc., Fifth Edition.
- Griliches, Z. (1969). "Capital-Skill Complementarity". Review of Economics and Statistics. Vol.51, PP. 405-468.
- HaiYang,C. and Hung A.Lin,C.,(2008).,"Developing employment effects of innovations: Microeconometric evidence from Taiwan". Journal of Developing Economies. No.1-2, PP. 109-134.
- Hollander, H. and Weel. B. , (2002). "Technology, knowledge spillovers and changes in employment structure: Evidence from six OECD countries". Labour Economics, 9:579-599.
- Lederman, D. and Maloney, W.F. (2003). "R & D and Development". Office of the Chief Economist Latin America and Caribbean Word Bank.
- Mayer, J.,(2001). "Technology diffusion, human capital and economic growth in developing countries". Discussion Paper, No. 154. UNCTAD, June
- Meschi, E and Taymaz,E. (2009). " Trade, Technology and Skills: Evidence from Turkish Microdata". Jena Economic Research Papers.
- Murty, M. & Rao, B. (1993)., " Analysis of technological chang, factor substitution and economics of scale in manufacturing industries in india". Applied Economics. Vol. 25,PP. 1337-1343.
- Pissarides ,C. A.(1997)." Learning by trading and the returns to human capital in developing countries[J] ". The World Bank Economic Review, , 11(1):17-32.
- Rivera-Batiz LA and Romer P (1991). " Economic integration and economic growth ". Quarterly Journal of Economics, 106: 531–556.
- Romer, D. (2006) , " Advanced Macroeconomics ", McGraw-Hill Companies, USA, Third Edition.
- Srivastava, A. and Mathur, S.K. (2011). " Rising Wage Inequality in India: A Translog Cost Function Analysis". Journal of Business and Policy Research. Vol. 6. No. 1,PP. 1-15.
- Stolper, W., & Samuelson, P. (1941). "Protection and real wages". Review of Economic Studies, 9: 58–73.
- Taylor, K. and Driffield, N. (2005)., " Wage inequality and the role of multinationals: evidence from UK panel data". Journal of Labour Economics. 12: 223–249.

- Wang, E.C., (2010). "Determinants of R&D Investment: The Extreme-Bounds-Analysis Approach Applied to 26 OECD Countries", *Research Policy*, 39(1), pp. 103–116.
- Wood, A. (1995). " How trade hurt unskilled workers". *Journal of Economic Perspectives*, 9 (3) , 57–80.
- Xu, B. and W. Li. (2008) , " Trade, technology, and China's rising skill demand". *Economics of Transition*, 16(1) :59-84.
- YU Mei-ci (2010) , "International Trade,Technology Spillover,and Skill Demand in Developing Countries".International Conference on Management Science & Engineering, Melbourne, Australia.