

آزمون تأثیر فناوری‌های مهارت محور بر اشتغال نیروی کار ایران^۱

مصطفی عماد زاده^۲

کریم آذربایجانی^۳

سعید صمدی^۴

مسعود صادقی^۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲

چکیده

فناوری‌های مهارت محور، بهره‌وری و بازده تولید را افزایش داده و بدین وسیله از تورم می‌کاهند و بر درآمدها می‌افزایند. از سوی دیگر، مهارت‌های انسانی برای اجرا، تطبیق و استفاده فیزیکی و عملی از فناوری‌های جدید و وارداتی لازم بوده و نقش مکمل آن را دارد.

هدف این مطالعه، ارزیابی رابطه انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و واردات فناوری با نیروی کارماهر و غیرماهر ایران در دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۵۰ می‌باشد. بدین منظور، با به کارگیری تابع هزینه ترانسلوگ و روش رگرسیون‌های ظاهراً نامرتب برآورد لازم صورت پذیرفته است.

بر اساس نتایج به دست آمده، فناوری و سرریز آن مکمل نیروی کارماهر و جانشین نیروی کار غیرماهر می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق بیان‌کننده رابطه مکملی سرمایه با نیروی کارماهر و جانشینی آن با نیروی کار غیرماهر است.

واژگان کلیدی: تابع هزینه، اشتغال، تقاضای نیروی کار ماهر و غیرماهر، واردات فناوری، تحقیق و توسعه

طبقه بندی JEL: O3, J21, J24

۱. این مقاله از پایان نامه دکتری دانشجو با عنوان اثر فناوری بر اشتغال نیروی کارماهر و غیر ماهر ایران استخراج شده است.

emadz@ase.ui.ac.ir

۲. استاد گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان

kazarbayjani@ase.ui.ac.ir

۳. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان

s_samadi@ase.ui.ac.ir

۴. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان

masoud35.ir@yahoo.com

۵. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه اصفهان

۱- مقدمه

یکی از نظریه های مهم اقتصادی در دنیای امروز، فناوری و رابطه آن با رشد اقتصادی و اشتغال می باشد. بر همین اساس، کشورهای در حال توسعه می توانند با جهش از فناوری های پست تر یا با کارایی کمتر، گران تر و آلوده کننده تر، فرایند توسعه را شتاب بخشند و مستقیم به سراغ فناوری های پیشرفته تر بروند؛ لذا تعدادی از این کشورها از طریق گسترش و جذب فعالیت های تحقیق و توسعه داخلی و بین المللی که از طریق تجهیزات و کالاهای دارای فناوری وارد کشور می شوند، به تدریج ظرفیت های اقتصادی خود را به تولید محصولات پیچیده تر و متنوع تر اختصاص داده اند.

همچنین تلاش برای سازی این دسته از فناوری های وارداتی در سرلوحه سیاست گذاری آنان قرار دارد. از طرف دیگر، به کارگیری مطلوب یک فناوری به اندازه خود آن فناوری مهم است و به عبارت دیگر، مهارت های انسانی برای اجرا، بومی سازی و استفاده بهینه از یک فناوری جدید و وارداتی لازم است؛ لذا امروزه دو عامل فناوری های مدرن و مهارت به عنوان مکمل یکدیگر مطرح بوده و موجب افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر گردیده است.^۱

در این تحقیق به منظور بررسی چگونگی رابطه فناوری و سرریز آن با نیروی کار ماهر و غیر ماهر در ایران، از تابع هزینه ترانسلوگ استفاده گردیده است. پس از مروری بر مبانی نظری و پیشینه موضوع، مدل تابع هزینه مناسب ارائه خواهد گردید که ما را در دستیابی به هدف فوق کمک خواهد کرد. سپس به برآورد مدل و تجزیه و تحلیل داده ها پرداخته می شود. در انتها پس از جمع بندی نتایج، پیشنهادهایی ارائه می گردد.

۲- مبانی نظری تحقیق

پیشرفت فناوری بنا به تعریف یعنی ارتقا در فنون و سازمان بنگاه که توسط آن و در آن، کالاها و خدمات تولید، بازاریابی و به بازار ارائه می شوند. در سطح ملی، پیشرفت فناوری از طریق اختراع و نوآوری و از طریق اقتباس و انطباق فناوری هایی که از پیش موجود بوده اند اما برای بازار محلی تازگی دارند، و از طریق انتشار انواع فناوری ها در بین بنگاه ها، افراد و بخش عمومی در سطح کشور محقق می شود. مجموعه این عوامل منجر به افزایش نرخ رشد بهره وری کل عوامل تولید می شود. بنابراین، این گونه می توان استدلال نمود که انگیزه استفاده از فناوری دست یافتن به بهره وری کل بالاتر است؛ یعنی دستیابی به محصول بیشتر در ازای یک واحد نهاده (اعم از کار و سرمایه)؛ لذا محصول بیشتر به ازای یک واحد نهاده باعث کاهش هزینه می شود و این در شرایطی است که هزینه های اضافی ناشی از به کارگیری فناوری جدید، کل منافع حاصل از این به کارگیری را جذب

نمی‌کند و حاشیه سود افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، با انتقال منحنی هزینه متوسط به سمت پایین به دلیل استفاده از فناوری جدید، هزینه نهایی کاهش یافته و این امر سبب تغییر در نقطه تعادل اولیه قیمت و مقدار خواهد شد.

در حالت جدید، ترکیب قیمت - مقدار ($MC=MR$) برای دستیابی به حداکثر سود، قیمت کاهش و مقدار محصول افزایش می‌یابد. تأثیر دوگانه بهره‌وری بالاتر کار (و سرمایه) بر اشتغال، از بررسی تابع تولید کاملاً مشخص می‌شود. اگر $Q=F(N)$ تابع تولیدی باشد که نحوه تغییر مقدار محصول (Q) را در ارتباط با تغییر نیروی کار نهاده شده (N) در شرایط ثبات سایر عوامل تولید، نشان دهد. در این صورت، بهره‌وری بالاتر نیروی کار در نتیجه تغییرات فنی ناشی از به کارگیری فناوری، منحنی تابع تولید را به سمت بالا منتقل می‌کند. در نتیجه، اکنون مقدار محصول اولیه با نیروی کار کمتری تولید می‌شود.

اما از طرف دیگر، کاهش هزینه و قیمت، تقاضای محصول را چنان افزایش می‌دهد که مقدار محصول بیشتری نیاز است و در نتیجه، تابع تولید جدیدی شکل می‌گیرد، به طوری که مقدار محصول و نیروی کار نسبت به گذشته افزایش بیشتری می‌یابد و سطح اشتغال، روند فزاینده تری به خود می‌گیرد. نکته مهم دیگری که باید به آن اشاره نمود، سرمایه اندوز یا کار اندوز بودن فناوری است. اگر فناوری جدید از نوع سرمایه اندوز باشد، برای تولید مقدار معینی محصول، نیروی کار بیشتری لازم است و برعکس، اگر فناوری جدید کار اندوز باشد (یعنی بهره‌وری کار افزایش زیادی داشته باشد)، سطح اشتغال در حد کمتری افزایش خواهد یافت.

با در نظر گرفتن این فرض که فناوری‌های مدرن عمدتاً به سمت کارگران ماهر گرایش دارد و به عنوان دو عامل مکمل مطرح می‌باشند؛ چنانکه برای به کارگیری فناوری، مهارت کافی نیز لازم است و در این صورت، هرگونه پیشرفت در فناوری، تقاضا برای نیروی کارماهر را افزایش داده و موجب افزایش دستمزد آنها می‌گردد. در این شرایط، ممکن است دستمزد کارگران غیرماهر بر اساس کاهش اثرگذاری آنان در بهره‌وری کاهش یابد.

چگونگی این اثرگذاری از طریق بررسی منحنی تولید همسان روشن‌تر می‌گردد. اگر نیروی کار غیرماهر، نیروی کارماهر و دستمزدهای مربوط به آنها به ترتیب با H ، L و W_H در نظر گرفته شود.

قبل از به کارگیری فناوری‌های مهارت محور و در نقطه تعادل اولیه بر روی منحنی تولید همسان، نسبت دستمزد نیروی کار غیرماهر به نیروی کارماهر $\frac{W_L}{W_H}$ و نسبت نیروی کارماهر به نیروی کار غیرماهر $\frac{H}{L}$ می‌باشد. اما زمانی که تغییرات فناوری اتفاق می‌افتد، منحنی تولید همسان

به سمت پایین جابه جا شده و شیب آن کم می‌شود، حال بنگاه توان آن را دارد که همان مقدار محصول را با میزان کمتری از نهاده‌ها تولید کند. اگر این تغییر فناوری، تغییر تکنولوژیک مهارت محور باشد، نسبت نیروی کار غیرماهر به نیروی کارماهر کمتر از قبل می‌شود. پس از تعدیل شدن میزان نیروی کار و سطح دستمزدها، نهایتاً نقطه تعادل جدیدی شکل می‌گیرد که در آن، نسبت نیروی کارماهر به غیرماهر افزایش یافته است $(\frac{H}{L} < \frac{H'}{L'})$ ، درحالی‌که نسبت دستمزد کاهش یافته است $(\frac{W_L}{W_H} > \frac{W'_L}{W'_H})$. تحلیل مذکور بیانگر آن است که با افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر در درون هر بنگاه، سهم دستمزد پرداختی به نیروی کار ماهر نیز در درون آن بنگاه افزایش می‌یابد (Sasaki and Sakura, 2005):

$$\frac{W_H H}{W_L L + W_H H} < \frac{W'_H H'}{W'_L L' + W'_H H'}$$

شکل کلی و عمومی تابع بالا که دربردارنده ارتباط بین نهاده‌ها و ستاده است، از توابع هزینه غیر هموتیک ترانسلوگ گرفته شده است. نیروی کار متخصص و غیرمتخصص به عنوان عوامل متغیر، سرمایه فناوری داخلی (R) و خارجی (M) و سرمایه فیزیکی (K) به عنوان عوامل ثابت در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به کمینه کردن هزینه، باید گفت سهم هزینه دستمزد نیروی کار متخصص از کل هزینه دستمزد، با استفاده از لم شپارد به دست می‌آید. سهم هزینه نیروی کار متخصص (P^W) عبارت است از:

$$P^W = \beta_0 + \beta_1 \ln \left(\frac{W_S}{W_U} \right) + \beta_2 \ln Y + \beta_3 \ln K + \beta_4 \ln R + \beta_5 \ln M + \beta_6 T$$

که در این فرمول، (W_S) نرخ دستمزد نیروی کار متخصص و (W_U) نرخ دستمزد نیروی کار غیر متخصص است. (Y) تولید واقعی، (K) سرمایه فیزیکی، (T) شاخص وضعیت تکنولوژی، (R) تحقیق و توسعه داخلی و (M) فناوری خارجی می‌باشد (Anderton & Brenton, 1999; Taylor, and Driffield, 2005). علامت β_1 بستگی به کشش جانشینی بین نیروی کار متخصص و غیر متخصص (δ) که بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از یک می‌باشد، دارد. β_1 وقتی δ از یک بزرگ‌تر است منفی است. نکته لازم به اشاره آن است که تعدادی از اقتصاددانان β_1 را تخمین نمی‌زنند به این دلیل که از دیدگاه آنان، در برونزا بودن دستمزد نسبی، تردید وجود دارد.

بر اساس نظریه برمن، بوند و گرلیچس (Bermen, Bound, and Griliches, Zvi, 1994) قسمتی از تغییرات دستمزد نسبی به تفاوت‌های مقطعی در بهبود مهارت بستگی دارد و بدین معناست که، تغییرات قیمت وابسته به تغییرات کیفیت است. روی هم رفته تغییراتی - مانند سن و

سواد - که در ترکیب نیروهای کار متخصص و غیر متخصص وجود دارد، اثر زیادی روی دستمزد نسبی می‌گذارد. گذشته از این، یک رابطه مفهومی بین متغیرهای وابسته و برآورد انجام شده از دستمزد نسبی وجود دارد. با تخمین زدن β_2 می‌توان نشان داد که آیا ارتباطی میان رشد تولید و تغییرات دستمزد نیروی کار متخصص وجود دارد یا نه؟ اگر $\beta_2 = 0$ باشد، نمی‌توان هموتتیک بودن تابع تولید را رد کرد. ضریب $\ln K$ نشان می‌دهد که در روند تولید، آیا نیروی کار متخصص مکمل سرمایه فیزیکی ($\beta_3 > 0$) یا جانشین ($\beta_3 < 0$) آن است. معمولاً ماشین آلات و تجهیزات جدید، از آخرین فناوری‌ها برخوردارند و روش‌های نوین تولید در برنامه‌ها و طرح‌هایی که جدیداً ریخته می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فرض دیگر، آن است که ابداعات داخلی و ورود فناوری، تقاضا را به سمت نیروهای آموزش دیده تر، هدایت می‌کند؛ زیرا این نیروها از مهارت و تخصص کافی، در به کارگیری تکنولوژی‌های جدید و وارداتی برخوردارند؛ لذا برآورد کردن β_4 و β_5 نشان خواهد داد که آیا در عمل، نیروی کار ماهر مکمل ($\beta_4 > 0$, $\beta_5 > 0$) فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و فناوری خارجی است یا جانشین ($\beta_4 < 0$, $\beta_5 < 0$) آن محسوب می‌شود.

در بسیاری از کارهای تحقیقاتی انجام شده، به جای مقادیر K ، R و M از داده‌های شدت کاربرد سرمایه فیزیکی، تحقیق و توسعه داخلی و فناوری خارجی استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، سهم تحقیق و توسعه داخلی و فناوری وارداتی به ارزش افزوده، شدت پیشرفت و کاربرد فناوری در تولید را نشان می‌دهد. این موضوع در مورد سرمایه نیز صادق است (Machin, and Van Reenen, 1998). در نهایت، T شامل تغییرات تکنولوژیکی است که بدون در نظر گرفتن تغییرات در موجودی سرمایه مهارت محور یا فیزیکی پدید آمده است.

۳- پیشینه تحقیق

۳-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در خارج

بر اساس مطالعه انجام شده توسط وود (Wood, 1995) بنگاه‌های داخلی در اثر رقابت شدید با شرکت‌های خارجی، مجبور به سرمایه‌گذاری گسترده در فعالیت‌های مربوط به تحقیق و توسعه و یا اتخاذ فناوری‌های جدید و پیشرفته به منظور حفظ سهم خود از بازارهای داخلی و بین‌المللی می‌گردند که این پدیده نوآوری تدافعی^۱ نام دارد. در نتیجه، با توجه به اینکه دو عامل مهارت و فناوری به عنوان دو عامل مکمل مطرح می‌باشند، اتخاذ فناوری مدرن سبب افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر گشته و نرخ دستمزد نیروی کار ماهر را افزایش می‌دهد.

در مطالعه دیگری، جانسون (Johnson, 1997)، تأثیر فناوری بر دستمزدها در امریکا را مورد توجه قرار داده است. یافته های او حاکی از آن است که فناوری های مهارت محور باعث افزایش دستمزد کارکنان ماهر می شود و این افزایش، به میزان کارایی آنها بستگی دارد. در نتیجه، دستمزد کارکنان ماهر به همان اندازه که بهره ورتر می شوند، افزایش می یابد. این امر باعث افزایش دستمزد کارکنان غیرماهر نیز می شود؛ زیرا کارکنان غیرماهر، مکمل کارکنان ماهر هستند؛ لذا تغییرات فناوری و استفاده از فناوری های پیشرفته، دارای تأثیری به صورت افزایش دستمزد نیروی کار به طور کلی است؛ اما تأثیر تغییرات فناوری بر دستمزد نیروی کارماهر، بیش از غیرماهر است و این تأثیر با افزایش تجربه یا با پیچیده تر شدن فناوری مورد استفاده افزایش می یابد.

فیونتس و گیلچریست (Fuentes, and Gilchrist 2005) با به کارگیری یک تابع هزینه ترانسلوگ، به بررسی عوامل تعیین کننده تقاضای نسبی نیروی کارماهر در سطوح کارخانه های شیلی طی دوره ۹۵-۱۹۷۹ پرداختند. نتایج تحقیقات آنان در دوره مذکور که همراه با گسترش آزادسازی تجاری و پاره ای اصلاحات در اقتصاد شیلی همراه است، نشان دهنده افزایش شدید تقاضا برای نیروی کارماهر همزمان با افزایش گسترده در پذیرش و به کارگیری فناوری های جدید است که این موضوع با اندازه گیری ثبت اختراعات استفاده شده در صنعت اندازه گیری شد. آنان در خاتمه چنین نتیجه گیری می کنند که گسترش فناوری های وابسته به مهارت، عامل تعیین کننده ای در تقاضا برای نیروی کار و ساختار دستمزد در اقتصادهای در حال رشد است.

میسچی و تایماز (Taymaz and, Meschi, 2009) در تحقیقی با به کارگیری تابع هزینه ترانسلوگ، به بررسی رابطه بین تجارت باز، واردات فناوری و تقاضا برای نیروی کارماهر با استفاده از داده های ۱۷۴۶۲ شرکت در ترکیه بین سال های ۲۰۰۱-۱۹۸۰ پرداختند. نتایج حاصله نشان دهنده آن بود که در دهه ۱۹۸۰ و همزمان با گسترش روند آزادسازی تجاری در ترکیه، هزینه های تحقیق و توسعه داخلی و واردات فناوری از خارج، روند فزاینده ای داشته و سبب گردیده است، تقاضا برای نیروی کارماهر افزایش یابد و این افزایش منجر به اختلاف درآمدی بین نیروی کارماهر و غیرماهر شده است؛ لیکن در مورد صادرات، نتایج رگرسیونی حاکی از کاهش تقاضای نیروی کارماهر بوده است. محققان در توجیه این موضوع بیان می نمایند که توسعه صادرات تنها زمانی منجر به کاهش تقاضای نیروی انسانی متخصص می شود که مقصد صادرات مستقیماً به کشورهایی باشد که صنعتی ترند (مانند اتحادیه اروپای به عنوان شریک تجاری ترکیه).

۲-۳- مروری بر مطالعات انجام شده در داخل

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

وحیدی (۱۳۷۹) در مطالعه خود به بررسی چگونگی تأثیر علم و فناوری بر سطح اشتغال بخش صنعت پرداخته و بدین منظور از شاخص‌های مختلف علم و فناوری در صنعت، در یک تابع رگرسیونی به روش حداقل مربعات معمولی استفاده کرده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که با ارتقای سطح علم و فناوری، سطح کل اشتغال در بخش صنعت افزایش می‌یابد و ارتباط همسویی بین سطح علم و فناوری و اشتغال متخصصان در ایران وجود دارد.

امینی (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای در دوره ۷۵ - ۱۳۳۸ به بررسی فرضیه مکمل و جانشین بودن نیروی کار و سرمایه می‌پردازد. وی نتیجه می‌گیرد که نیروی کار و سرمایه در تمامی بخش‌های اقتصاد ایران مکمل یکدیگرند. نیروی کارماهر و غیرماهر در بخش‌های تولیدی یعنی کشاورزی و صنعت، جانشین یکدیگر و در بخش‌های خدماتی، مکمل یکدیگر بودند.

باصری و جهانگرد (۱۳۸۵) در ارزیابی این موضوع نقش فناوری بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای کشور را در دوره زمانی ۷۹-۱۳۷۴ با به کارگیری تابع هزینه ترانسلوگ و بر اساس مدل روش حداکثر درستمایی (ML) مورد آزمون قرار دادند که در آن، متغیر معرف فناوری نسبت هزینه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده در فعالیت‌های مختلف صنعتی بود. نتیجه این مطالعه حاکی از آن بود که فناوری جانشین نیروی کار غیرماهر و مکمل نیروی کارماهر در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

۴- روش تحقیق

روش تحقیق این مطالعه، توصیفی و از نوع کاربردی است، که با استفاده از روش اقتصادسنجی رگرسیون‌های ظاهراً نامرتب (SUR) به برآورد تابع هزینه ترانسلوگ پرداخته می‌شود. دلیل اینکه شکل تابعی هزینه ترانسلوگ در این مقاله انتخاب شده است، برتری نسبی آن نسبت به سایر توابع رایج در موضوع تحقیق است. اصولاً به کارگیری هر تابعی دارای مزایا و معایبی است. با این وجود، در بررسی‌های اقتصادسنجی چند معیار برای ارزیابی مدل وجود دارد. از جمله این معیارها می‌توان به مواردی چون انعطاف پذیری، سازگاری با نظریه، قابلیت کاربرد و تأیید واقعیات اشاره کرد. بر این

اساس، یکی از ویژگی‌های توابع هزینه انعطاف پذیر، این است که دارای خواصی مشابه با تابع تولیدی هستند که از آن استخراج شده‌اند.

در تابع تولید کاب-داگلاس، علی‌رغم آسان بودن برآورد پارامترها، از انعطاف لازم برخوردار نیست؛ زیرا در این مدل، مراحل سه‌گانه تولید نئوکلاسیک‌ها نشان داده نمی‌شود و کشش‌های جزئی‌جانشینی بین دو نهاده برای تمام مقادیر یکسان است، در حالی که توابع ترانسندنتال و ترانسلوگ محدودیت یاد شده را ندارند. همچنین تابع ترانسلوگ به جهت در نظر گرفتن اثر متقابل بین نهاده‌ها، بر تابع ترانسندنتال برتری دارد. در عین حال، تعداد پارامترهای موجود در آن به اندازه‌ای است که تمامی اثرات مختلف اقتصادی از قبیل کشش‌های جانشینی، کشش‌های قیمتی، کشش مقیاس، نرخ تغییر فنی، بهره‌وری کل عوامل تولید و ... قابل برآورد و محاسبه می‌باشند و تحت شرایط خاص و اعمال محدودیت‌هایی قابل تبدیل به توابع دیگر هزینه هستند. با توجه به مطالب مذکور، چنین به نظر می‌رسد که تابع ترانسلوگ از لحاظ معیار انعطاف پذیری، مناسب‌ترین الگو باشد (Greene 2002: 12).

اما از لحاظ معیار سازگاری با نظریه و قابلیت کاربرد، باز تابع ترانسلوگ مناسب‌تر است. دلیل این ادعا، مطالعات تجربی انجام گرفته مرتبط با تقاضای نیروی کار ماهر می‌باشد، به طوری که در همه مطالعات مورد بررسی، از تابع هزینه ترانسلوگ استفاده شده است. از جمله این موارد می‌توان به مطالعات چنلس و ون رنن (Chennells, and Van Reenen, 1999)، هالندرز- ویل (Hollanders and Weel, 2002)، ساساکی و ساکورا (Sasaki and Sakura, 2005)، فیونتس و گیلچریست (Fuentes and Gilchrist, 2005)، شولر (Schöller, 1999)، کونته و ویوارلی (Conte & Vivarelli, 2007)، میسچی و تایماز (Meschi and Taymaz, 2009)، یو-می-سی (YU Mei-ci, 2010)، سنزس (Senses, 2010) و سریواستوا و ماتثور (Srivastava and Mathur, 2011) اشاره نمود. بنابراین می‌توان گفت برای مدل‌های مرتبط با موضوع تحقیق، تابع هزینه ترانسلوگ مناسب‌تر از سایر توابع است.

از طرفی، با توجه به اینکه در دنیای واقعی کلیه فعالیت‌های اقتصادی با یکدیگر در تعامل بوده و با نهادها از طریق خرید و فروش نهاده‌ها و کالاها و خدمات در ارتباط می‌باشند، برای بررسی دقیق‌تر و کامل‌تر فرضیه‌ها و تئوری‌های مورد نظر باید تعاملات کلیه فعالیت‌ها و نهادها با یکدیگر که شامل بازار کالا و خدمات، بازار عوامل تولید و دنیای خارج می‌باشد، لحاظ شوند؛ لذا بررسی واقعیات اقتصادی در این تابع ملموس‌تر است. اما محدودیت تابع ترانسلوگ آن است که وقتی تعداد نهاده‌ها افزایش می‌یابد، پارامترهای مدل به نسبت بیشتری افزایش می‌یابد و بروز مشکل درجه آزادی پایین در چنین مواردی حتمی است. بدین لحاظ یکی از مسائل بسیار مهم در حل این گونه مدل‌ها

که تأثیر فراوانی بر نتایج حاصله دارد، روش برآورد پارامترهای موجود در مدل است. فرم کلی تابع هزینه ترانسلوگ به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \alpha_Y \ln Y + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln W_i + \frac{1}{2} a_{YY} (\ln Y)^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln W_i \ln W_j \\ & + \sum_{i=1}^n \gamma_{iy} \ln Y \ln W_i + \theta_i T + \frac{1}{2} \theta_{ii} T^2 + \theta_{iY} T \ln Y + \sum_{j=1}^1 \theta_{it} T \ln W_i \end{aligned}$$

در این تابع، W_i ها قیمت عوامل، Y مقدار تولید و T نماد فناوری است. البته این تابع به دلیل تعداد زیاد پارامترهای آن به تنهایی قابل تخمین نیست و از طرفی، برای اینکه به آن قیدی تحمیل شود تا ضرایب آن به صورت آزاد برآورد نشوند، معادلات سهم تقاضای عوامل به آن اضافه می‌کنند که فرم کلی این سهم‌ها به صورت زیر است:

$$S_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \frac{\partial C}{\partial W_i} \cdot \frac{W_i}{C} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln W_j + \gamma_{iy} \ln Y + \theta_{it} T$$

و با توجه به اینکه $\sum_j S_j = 1$ می‌شود، پس ضرایب به صورت مقید و در قالب یک سیستم

برآورد می‌شوند. برای اینکه این سیستم نسبت به قیمت‌های نهاده‌ها همگن از درجه یک باشد و به آن شرایط خوش رفتاری حاکم باشد، محدودیت‌های زیر به سیستم اعمال می‌شود.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \alpha_i &= 1 \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} &= \sum_{i=1}^n \gamma_{iy} = \sum_{j=1}^1 \theta_{it} = 0 \end{aligned}$$

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 می‌شود و به جای n سهم $n-1$ سهم به همراه تابع هزینه ترانسلوگ تخمین می‌خورد. سپس با فرض وجود ارتباط بین عوامل اختلال در معادلات، از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب که یکی از کاربردهای جالب روش رگرسیون خطی تعمیم یافته (GLS) می‌باشد، در برآورد سیستم استفاده می‌شود؛ زیرا معمولاً در روابط اقتصادی عواملی وجود دارند که در متغیرهای توضیحی منظور نشده‌اند و در عین حال تمامی معادلات را متأثر می‌کنند و در نتیجه، بین عوامل اختلال معادلات یک رابطه و همبستگی به وجود می‌آید که در این شرایط، تخمین برآوردهای روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و (2SLS) کارآیی لازم را برای تخمین بین پارامترهای مدل ندارد.

روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب با در نظر گرفتن واریانس نابرابر بین معادلات و ارتباط عوامل اختلال آنها، طی دو مرحله برآوردهای کارآیی برای ضرایب دستگاه معادلات ارائه می‌دهد. به این ترتیب که در مرحله اول، عناصر ماتریس کواریانس عوامل اختلال را برآورد کرده و سپس با استفاده از روش GLS پارامترهای سیستم را تخمین می‌زند. در مطالعه حاضر جهت دستیابی به برآوردهای کارا و به منظور افزایش کارآیی پارامترهای تخمین زده شده، روش مذکور مورد استفاده قرار گرفته است.

۵- ارائه الگو و توصیف داده‌ها

الگوی مورد مطالعه در این تحقیق، برآیندی از مطالعات هور- ریانتو (Hur. and Riyanto, 2009)، شولر (Schöller, 2007) و سریواستوا و ماثور (Srivastava and Mathur, 2011) می‌باشد. شکل ضمنی تابع هزینه به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$C = C(W_H, W_L, P_K, Y, \frac{K}{Y}, RDY, MTY, T)$$

که در آن:

| | |
|--------------------------------------|---|
| $\frac{K}{Y}$: نسبت سرمایه به تولید | W_H : دستمزد نیروی کارماهر (L_H) |
| RDY : نسبت تحقیق و توسعه به تولید | W_L : دستمزد نیروی کار غیر ماهر (L_L) |
| MTY : نسبت واردات فناوری به تولید | P_K : قیمت سرمایه |
| T : متغیر روند زمانی | Y : تولید |

در این مقاله، برای بررسی اثرات فناوری‌های مهارت محور بر اشتغال نیروی کارماهر و غیرماهر، از دو شاخص نسبت تحقیق و توسعه (RDY) و واردات فناوری به تولید (MTY) استفاده گردیده و تابع هزینه ترانسلوگ در بلندمدت با لحاظ قیود همگنی و تقارن، به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \ln C = & a_0 + a_H \ln \frac{W_H}{P_K} + a_L \ln \frac{W_L}{P_K} + \gamma_{LH} l \ln \frac{W_L}{P_K} \ln \frac{W_H}{P_K} + \frac{1}{2} \gamma_{HH} \ln \left(\frac{W_H}{P_K} \right)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{LL} \left(\frac{W_L}{P_K} \right)^2 \\ & + \beta_K \ln \frac{K}{Y} + \phi_{HK} \ln \frac{W_H}{P_K} \ln \frac{K}{Y} + \phi_{LK} \ln \frac{W_L}{P_K} \ln \frac{K}{Y} + \frac{1}{2} \delta_{KK} \left(\ln \frac{K}{Y} \right)^2 + \beta_Y \ln Y + \phi_{HY} \ln \frac{W_H}{P_K} \ln Y \\ & + \phi_{LY} \ln \frac{W_L}{P_K} \ln Y + \delta_{KY} \ln K \ln Y + \frac{1}{2} \delta_{YY} (\ln Y)^2 + \beta_R \ln RDY + \phi_{HR} \ln \frac{W_H}{P_K} \ln RDY \\ & + \phi_{LR} \ln \frac{W_L}{P_K} \ln RDY + \frac{1}{2} \delta_{RR} (\ln RDY)^2 + \delta_{RK} \ln RDY \ln \frac{K}{Y} + \delta_{RY} \ln RDY \ln Y + \beta_M \ln MTY \\ & + \phi_{HM} \ln \frac{W_H}{P_K} \ln MTY + \phi_{LM} \ln \frac{W_L}{P_K} \ln MTY + \frac{1}{2} \delta_{MM} (\ln MTY)^2 + \delta_{MK} \ln MTY \ln \frac{K}{Y} \\ & + \delta_{MY} \ln MTY \ln Y + \delta_{MR} \ln MTY \ln RDY + \beta_T \ln T + \phi_{HT} \ln \frac{W_H}{P_K} \ln T + \phi_{LT} \ln \frac{W_L}{P_K} \ln T \\ & + \frac{1}{2} \delta_{TT} (\ln T)^2 + \delta_{TK} \ln T \ln K + \delta_{TY} \ln T \ln Y + \delta_{TR} \ln T \ln RDY + \delta_{TM} \ln T \ln MTY \end{aligned}$$

از لم شفارد، معادلات سهم هزینه نهاده های نیروی کارماهر (S_H) و غیرماهر (S_L), با مشتق

گیری از تابع هزینه مقید نسبت به قیمت نهاده‌ها (به صورت لگاریتمی) به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} S_H = \frac{W_H L_H}{C} = & a_H + \gamma_{LH} l \ln \frac{W_L}{P_K} + \gamma_{HH} \ln \frac{W_H}{P_K} + \phi_{HK} \ln \frac{K}{Y} + \phi_{HY} \ln Y \\ & + \phi_{HR} \ln RDY + \phi_{HM} \ln MTY + \phi_{HT} \ln T \\ S_L = \frac{W_L L_L}{C} = & a_L + \gamma_{LH} l \ln \frac{W_H}{P_K} + \gamma_{LL} \ln \frac{W_L}{P_K} + \phi_{LK} \ln \frac{K}{Y} + \phi_{LY} \ln Y \\ & + \phi_{LR} \ln RDY + \phi_{LM} \ln MTY + \phi_{LT} \ln T \end{aligned}$$

برای تخمین مدل به روش SUR و به منظور افزایش کارایی پارامترهای تخمین زده شده، تابع هزینه همراه با معادلات تقاضا برای نیروی کارماهر و غیرماهر سیستم معادلاتی را تشکیل می‌دهد که باید هم زمان برآورد شود... زیرا معادلات سهم از معادله هزینه به دست آمده اند و ممکن است جزء اخلال آن‌ها باهم ارتباط داشته باشند. لذا بهتر است باهم تخمین زده شوند.

در توابع S_L و 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 کارماهر و غیرماهر تأثیر دارند. در این الگو با تخمین زدن ϕ_{LY} و ϕ_{HY} می‌توان نشان داد که آیا ارتباطی میان رشد تولید و تغییرات دستمزد نیروی کارماهر و غیرماهر وجود دارد یا نه. همچنین می‌توان مکمل یا جانشین بودن فناوری و سرمایه فیزیکی با نیروی کار را مورد آزمون قرارداد. در صورتی که ضریب سرمایه $\phi_{HK} > 0$ و $\phi_{LK} < 0$ باشد سرمایه فیزیکی مکمل نیروی کارماهر و جانشین نیروی کار غیرماهر است؛ لذا پیش بینی می‌شود که ضریب سرمایه بالاتر S_H را افزایش دهد. از دیدگاه متغیر فناوری، اگر ضرایب $(\phi_{HR} > 0, \phi_{HM} > 0)$ و $(\phi_{LR} > 0, \phi_{LM} > 0)$ باشد،

می‌توان گفت که فناوری کاربر است. اما اگر $(\phi_{HR} > 0, \phi_{HM} > 0)$ و $(\phi_{LR} < 0, \phi_{LM} < 0)$ باشد، فناوری مورد استفاده در فرآیند تولید مهارت بر است. بعد از تخمین مدل تابع هزینه ترانسلوگ، کشش‌های مربوط به نهاده نیروی کار مطابق روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$\varepsilon_{ij} = \beta_{ij} / S_j \quad \text{کشش متقاطع تقاضا:}$$

$$\varepsilon_{ij} = \beta_{ii} / S_i + S_i - 1 \quad \text{کشش خود قیمتی تقاضا:}$$

$$\varepsilon_{iy} = \beta_{iy} / S_i \quad \text{کشش‌های تولیدی:}$$

$$\varepsilon_{it} = \frac{\partial i}{\partial t} \frac{1}{i} = \alpha_{it} / S_i \quad \text{کشش‌های پیشرفت فنی:}$$

منظور از α و β ضرایب مربوط به متغیری است که کشش آن محاسبه می‌شود. کشش قیمتی تغییرات تقاضای نهاده‌ها را در واکنش به تغییرات قیمت نهاده‌ها نشان می‌دهد و کشش‌های تولید و پیشرفت فنی بیانگر این است که تقاضای نیروی کار ماهر چه واکنشی نسبت به تغییرات تولید و تغییرات تکنولوژیکی دارد. با توجه به متفاوت بودن سهم عوامل تولید در هزینه کل، انتظار می‌رود که برای سال‌های مختلف، مقدار کشش‌های متفاوتی به دست آید، که با میانگین گیری مقدار مطلق واحدی برای کشش‌ها به دست می‌آید.

برای برآزش مدل در ایران، لازم است اندازه‌های عددی پارامترهای مدل را در اختیار داشته باشیم. اطلاعات مورد نیاز برای تشکیل مدل، عبارت از تعداد و دستمزد نیروی کار ماهر و غیرماهر، قیمت سرمایه، حجم تولید، موجودی سرمایه فیزیکی، انباشت تحقیق و توسعه داخلی، واردات فناوری، هزینه کل و سهم هزینه‌های نهاده‌ها می‌باشد.

در تهیه آمار مربوط به متغیرهای نیروی کار ماهر و غیرماهر، واردات فناوری، حجم تولید و موجودی سرمایه فیزیکی از حساب‌های ملی بانک مرکزی، سالنامه‌های آماری مربوط به مرکز آمار ایران، سالنامه آمار بازرگانی خارجی گمرک جمهوری اسلامی در سال‌های مختلف، سری‌های زمانی بانک اقتصادی و اجتماعی موسسه عالی پژوهش در برنامه ریزی و توسعه، آمار نامه‌های مرکز پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی و برآوردهای دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، استفاده شده است. اما سایر متغیرها از طریق محاسبه و یا مراجعه به مطالعات دیگران به دست آمده است. بدین ترتیب، متغیرهای مورد استفاده در تحقیق به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- سرمایه فیزیکی: موجودی سرمایه فیزیکی توسط فرمول زیر محاسبه گردیده است:

$$K_t = K_0 + \sum_{i=1}^t (I_G - D_E)_i$$

که در آن، K_t ارزش خالص موجودی سرمایه در سال t ، K_0 ارزش موجودی سرمایه اولیه در ابتدای دوره، I_G سرمایه گذاری ناخالص در دوره t ، D_E نیز ارزش میزان استهلاک در دوره t می‌باشد.

- شدت تحقیق و توسعه داخلی: انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی از طریق انباشت هزینه های R&D داخلی تهیه شده است که بودجه های تحقیقاتی دولت را شامل می‌شود. در این مقاله، شدت متغیر مذکور که شدت پیشرفت و کاربرد فناوری در تولید را نشان می‌دهد، به صورت نسبت مخارج تحقیق و توسعه به تولید معرفی می‌شود.

- شدت واردات فناوری: 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 (Bernstein and Mohnen, 1998) و وانگ (Wang, 2010) روش‌های انتقال و سرریز دانش و فناوری بین‌المللی را از طریق وارد کردن کالاهای سرمایه ای و واسطه ای، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و از این قبیل می‌داند. کو و هلپمن (Coe and Helpman, 2005) نیز عقیده دارند سودمندی‌های غیر مستقیم از واردات کالاها و خدمات ایجاد شده به وسیله‌ی شرکای تجاری به وجود می‌آید. ویزر (Wieser, 2001) معتقد است که اطلاعات کافی برای تفکیک دانش غیر ملموس و ملموس وجود ندارد و بنابراین، بیشتر محققان فرض می‌کنند که همه دانش انتقال یافته بین کشورها، دانش ملموس (کالاهای سرمایه ای - واسطه ای مبادله شده) است. به عنوان مثال، آق قویونلو و همکاران (Akkoyunlu et al., 2006) واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای را به عنوان دانش انتقال یافته در نظر گرفته‌اند و بنابراین، در این پژوهش با استفاده از مطالعات انجام شده، از مجموع ارزش واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای به تولید، به عنوان شاخص شدت فناوری که منجر به سرریز فناوری به داخل کشور می‌گردد، بهره گرفته شده است.

- قیمت نیروی کار ماهر و غیرماهر: 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؛ چرا که جبران خدمات که تمام مزایا، دستمزد و حقوق کارکنان را در بر می‌گیرد، پراکسی مناسبی برای جایگزینی دستمزد است. در این تحقیق، از داده های جبران خدمات توسط بانک مرکزی و مرکز آمار ایران استفاده شده است. برای تفکیک دستمزد افراد ماهر و غیرماهر 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 و سپس قیمت نیروی کار از تقسیم پرداختی برای جبران خدمات شاغلان دانشگاهی و غیردانشگاهی بر تعداد آنها به دست آمده و برای محاسبه قیمت نیروی کار، از مطالعه قویدل (۱۳۸۵) استفاده شده است.

- نیروی کارماهر و غیرماهر: در اقتصاد ایران، داده های آماری سری زمانی، به تفکیک نیروی کارماهر و غیرماهر وجود ندارد؛ لذا در این مقاله با توجه به محدودیت آماری، نهاد نیروی کارماهر و غیرماهر را برابر با تعداد شاغلان دارای آموزش عالی و فاقد آموزش عالی تعریف می‌نماییم. هرچند که تعریف مهارت در متون مختلف، تنها تحصیلات دانشگاهی نیست و تجربه کاری نیز یکی از عوامل ایجاد مهارت در نیروی کار است، اما بر اساس طرح آماری "آمارگیری از ویژگی‌های اشتغال و بیکاری خانوار" توسط مرکز آمار ایران، مشخص می‌گردد که اغلب متخصصان و کارآفرینان دارای تحصیلات عالی دانشگاهی هستند، لذا تعریف مهارت مترادف با تحصیلات عالی که در این تحقیق در نظر گرفته شده، با کمی خطا توجیه پذیر است.

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

- قیمت سرمایه: آمارهای مربوط به قیمت سرمایه به روش زیر محاسبه شده است:

$WL =$ کل جبران خدمات کارکنان

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

$1 - \alpha =$ سهم سرمایه از تولید

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

قیمت سرمایه برابر است با جبران خدمات که از ارزش افزوده کسر و سپس بر ارزش موجودی سرمایه تقسیم شده است. هزینه سرمایه با استفاده از این رابطه برای تمام عوامل تولیدی غیر از نیروی کار است و به عبارت دیگر، فرض کرده‌ایم که هزینه های تولید بجز هزینه نیروی کار، مربوط به هزینه سرمایه است. در این تحقیق، از روش گرلیخز (Griliches, 1969) 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 نهاد نیروی کارماهر، نیروی کار غیرماهر و سرمایه در نظر گرفته شده است.

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

۶- یافته‌ها و تفسیر مدل

پس از استخراج آمار و اطلاعات لازم، ضرایب مدل در قالب یک سیستم معادلات ظاهراً نامرتب تخمین زده می‌شود. در این روش، می‌توان پارامترهای مربوط به تابع هزینه ترانسلوگ و نیز معادله سهم نیروی کارماهر و غیرماهر را به دست آورد. بعد از تخمین، تعدادی از پارامترها از لحاظ آماری بی معنا بودند که بر اساس دارا بودن کمترین آماره t حذف شده و سپس مدل برآورد گردیده است. همچنین می‌باید توجه نمود که میزان R^2 و آماره $D.W$ به دست آمده برای معادلات سیستم، حکایت از قدرت توضیح دهی بالا و برازش مناسب مدل دارد. جدول ۱ پارامترهای برآورد شده تابع هزینه ترانسلوگ در بلندمدت را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقادیر ضرایب برآورد شده تابع هزینه ترانسلوگ

| پارامتر | ضریب | آماره t | احتمال | پارامتر | ضریب | آماره t | احتمال |
|---------------|-------|-----------|--------|--|--------|-----------|--------|
| α_0 | ۲۹/۵۳ | ۷/۲۸ | ۰/۰۰۰ | δ_{RK} | -۰/۱۶ | -۲/۷۹ | ۰/۰۰۶ |
| a_H | -۲/۷۹ | -۱۸/۲۲ | ۰/۰۰۰ | δ_{RY} | ۰/۱۷ | ۴/۳۸ | ۰/۰۰۰ |
| a_L | ۳/۸۳ | ۲۰/۶۱ | ۰/۰۰۰ | β_M | -۱/۶۹ | -۳/۳۸ | ۰/۰۰۱ |
| γ_{LH} | -۰/۲۶ | -۲۲/۲۹ | ۰/۰۰۰ | θ_{HM} | ۰/۰۰۴ | ۱/۹۲ | ۰/۰۵۸ |
| γ_{HH} | ۰/۲۰ | ۱۲/۵۶ | ۰/۰۰۰ | θ_{LM} | -۰/۰۰۹ | -۳/۵۳ | ۰/۰۰۰ |
| γ_{LL} | ۰/۲۸ | ۲۲/۴۹ | ۰/۰۰۰ | δ_{MM} | ۰/۰۷ | ۴/۱۹ | ۰/۰۰۰ |
| β_K | -۱/۹۹ | -۳/۱۶ | ۰/۰۰۲ | δ_{MK} | ۰/۰۷ | ۱/۶۳ | ۰/۱۰۶ |
| θ_{HK} | ۰/۱۶ | ۴/۸۲ | ۰/۰۰۰ | δ_{MY} | ۰/۱۵ | ۳/۷۸ | ۰/۰۰۰ |
| θ_{LK} | -۰/۰۹ | -۲/۴۶ | ۰/۰۱۶ | D_{WAR} | -۰/۰۴ | -۶/۷۰ | ۰/۰۰۰ |
| β_Y | -۱/۵۲ | -۳/۶۱ | ۰/۰۰۰ | β_T | -۴/۸۹ | -۵/۰۲ | ۰/۰۰۰ |
| θ_{HY} | ۰/۲۵ | ۱۲/۵۶ | ۰/۰۰۰ | θ_{HT} | ۰/۰۶ | ۴/۲۳ | ۰/۰۰۰ |
| θ_{LY} | -۰/۲۱ | -۹/۳۳ | ۰/۰۰۰ | θ_{LT} | -۰/۱۱ | -۷/۶۵ | ۰/۰۰۰ |
| β_R | -۲/۱۷ | -۴/۰۸ | ۰/۰۰۰ | δ_{TT} | ۰/۰۷ | ۱/۸۲ | ۰/۰۷۳ |
| θ_{HR} | ۰/۰۳ | ۵/۶۴ | ۰/۰۰۰ | δ_{TK} | ۰/۱۳ | ۲/۳۳ | ۰/۰۲۳ |
| θ_{LR} | -۰/۰۲ | -۳/۷۴ | ۰/۰۰۰ | δ_{TY} | ۰/۴۵ | ۵/۷۹ | ۰/۰۰۰ |
| δ_{RR} | -۰/۰۱ | -۰/۴۹ | ۰/۶۲۵ | $D.W = ۲/۰۲, R^2 = ۰/۹۹۸, \bar{R}^2 = ۰/۹۹۶$ | | | |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج این جدول، ضرایب مربوط به تغییرات تکنولوژیکی مهارت محور و متغیر روند، منفی و معنی دار است. ضرایب لگاریتم فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی برابر با $۰/۱۷-۲$ و معنا است که با افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، هزینه تولید کاهش می‌یابد. در این راستا، ضرایب مربوط به توان اول و دوم لگاریتم واردات فناوری برابر با $۰/۶۹-۱$ و $۰/۰۷-۰$ ، به این معنی که با افزایش فناوری‌های وارداتی از طریق تجارت خارجی هزینه تولید کاهش می‌یابد و این کاهش فزاینده است. همچنین ضرایب توان اول و دوم مربوط به تغییرات تکنولوژیکی (زمان) برابر با $۴/۸۹-۰$ و $۰/۰۷-۰$ بوده که نشان می‌دهد در طول زمان و همراه با تغییرات تکنولوژیکی، هزینه تولید کاهش می‌یابد و این کاهش فزاینده است. ضرایب لگاریتم تولید و نسبت سرمایه به تولید به ترتیب برابر با $۱/۵۲-۱$ و $۱/۹۹-۱$ است، یعنی در بلندمدت با افزایش به کارگیری سرمایه فیزیکی که معمولاً با فناوری‌های مدرن تجهیز شده است و گسترش فعالیت‌های تولیدی که صرفه جویی‌های ناشی از مقیاس را به همراه دارد، هزینه کاهش می‌یابد. ضریب مربوط به لگاریتم قیمت نهاده نیروی کار غیرماهر مثبت و معنی دار بوده و بنابراین، با افزایش دستمزد نیروی کار غیرماهر، هزینه تولید افزایش می‌یابد. اما ضریب دستمزد نیروی کار ماهر منفی است؛ به گونه ای که تاثیرکاهنده بر هزینه تولید دارد. با توجه به اینکه قیمت نسبی نیروی کار ماهر طی دوره مورد مطالعه بخصوص در دوران پس از انقلاب سیر نزولی داشته، لذا کاهش قیمت نسبی آن باعث کاهش هزینه ها شده و علامت این ضریب منفی است.

یکی دیگر از کاربردهای مهم تابع هزینه، به دست 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. جداول ۲ و ۳ نتایج حاصل از برآورد معادله تقاضای سهم نیروی کارماهر و غیرماهر را نشان می‌دهد.

جدول ۲. معادله تقاضای سهم نیروی کارماهر

$$S_H = \alpha_H + \gamma_{LH} \ln \frac{W_L}{P_K} + \gamma_{HH} \ln \frac{W_H}{P_K} + \phi_{HK} \ln \frac{K}{Y} + \phi_{HY} \ln Y + \phi_{HR} \ln RDY + \phi_{HM} \ln MTY + \phi_{HT} \ln T$$

| α_H | γ_{LH} | γ_{HH} | ϕ_{HK} | ϕ_{HY} | ϕ_{HR} | ϕ_{HM} | ϕ_{HT} |
|---|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| -۲/۷۹ | -۰/۲۶ | ۰/۲۰ | ۰/۱۶ | ۰/۲۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۶ |
| (-۱۸/۲۲) | (-۲۲/۲۹) | (۱۲/۵۶) | (۴/۸۲) | (۱۲/۵۶) | (۵/۶۴) | (۱/۹۲) | (۴/۲۳) |
| $D.W = ۱/۷۲, R^2 = ۰/۹۹ \quad \bar{R}^2 = ۰/۹۸$ | | | | | | | |

مأخذ: یافته های پژوهش اعداد داخل پرانتز آماره t-statistics می باشد

جدول ۳. معادله تقاضای سهم نیروی کار غیر ما هر

$$S_L = \alpha_L + \gamma_{LH} \ln \frac{W_L}{P_K} + \gamma_{LL} \ln \frac{W_H}{P_K} + \phi_{LK} \ln \frac{K}{Y} + \phi_{LY} \ln Y + \phi_{LR} \ln RDY + \phi_{LM} \ln MTY + \phi_{LT} \ln T$$

| α_L | γ_{LH} | γ_{LL} | ϕ_{LK} | ϕ_{LY} | ϕ_{LR} | ϕ_{LM} | ϕ_{LT} |
|--|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ۳/۸۳ | -۰/۲۶ | ۰/۲۸ | -۰/۰۹ | -۰/۲۱ | -۰/۰۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۱۱ |
| (۲۰/۶۱) | (-۲۲/۲۹) | (۲۲/۴۹) | (-۲/۴۶) | (-۹/۳۳) | (-۳/۷۴) | (-۳/۵۳) | (-۷/۶۵) |
| $D.W = ۲/۰۱, R^2 = ۰/۹۹, \bar{R}^2 = ۰/۹۸$ | | | | | | | |

مأخذ: یافته های پژوهش اعداد داخل پرانتز آماره t-statistics می باشد

همچنین نتایج حاصل از برآورد کشش های جانشینی، قیمتی، کشش تولیدی و پیشرفت فنی در سطح میانگین داده ها در جداول ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده اند.

جدول ۴. کشش های جانشینی آلن در سطح میانگین داده ها

| $\lambda_{ij}, \lambda_{ii}$ | L_H | L_L |
|------------------------------|-------|-------|
| L_H | ۰/۱۳ | -۰/۳۳ |
| L_L | -۰/۰۹ | ۰/۱۲ |

مأخذ: یافته های پژوهش

جدول ۵. کشش های قیمتی و متقاطع در سطح میانگین داده ها

| $\lambda_{ij}, \lambda_{ii}$ | L_H | L_L |
|------------------------------|-------|-------|
| L_H | ۰/۷۷ | -۰/۴۲ |
| L_L | -۰/۴۲ | ۰/۱۶ |

مأخذ: یافته های پژوهش

جدول ۶. کشش های سرمایه، تولید و پیشرفت تکنولوژیکی

| کشش پیشرفت تکنولوژیکی | کشش تولیدی | کشش سرمایه | نهادها | |
|-----------------------|------------|------------|---------------|-------------------|
| | | | تحقیق و توسعه | واردات فناوری |
| ۰/۰۷ | ۴/۰۹ | ۲/۶۴ | ۰/۵۲ | نیروی کارماهر |
| -۰/۰۵ | -۱/۲۹ | -۰/۵۵ | -۰/۱۴ | نیروی کار غیرماهر |

مأخذ: یافته های پژوهش

در تفسیر نتایج، می توان گفت با گسترش فعالیت های تولیدی، تقاضای نیروی کار ماهر افزایش و برای غیرماهر کاهش می یابد. این موضوع به کمک ضرایب $\phi_{HY} = ۰/۲۵$ و $\phi_{LY} = -۰/۲۱$ در معادله سهم نهاده ها و همچنین کشش تولید تأیید می شود. همین نتیجه، در مورد شدت به کارگیری سرمایه در تولید و سهم آن در هزینه کل صادق است؛ بدان معنا که با فرض ثابت بودن سایر عوامل، افزایش نسبت سرمایه به تولید موجب افزایش سهم اشتغال نیروی کارماهر شده و فرضیه مکمل بودن سرمایه-تخصص مورد تأیید قرار می گیرد. از آنجا که برخی سرمایه گذاری های جدید با تجهیزات دارای فناوری صورت می گیرد، علامت ضریب مذکور به مفهوم ارتباط معقول بین تقاضا برای نیروی کارماهر و سرمایه است. در عین حال، با افزایش نسبت سرمایه به تولید، تقاضا برای نیروی کار غیرماهر کاهش یافته و سرمایه جانشین نیروی غیرماهر می گردد. تأثیر ضریب دستمزد، به عنوان یکی از متغیرهای تقاضا در این برآورد مثبت و معنادار است که این موضوع در خصوص نیروی کارماهر نشان دهنده حساسیت کمتر بنگاه های اقتصادی نسبت به افزایش دستمزد آن در قبال گسترش تجارت بین الملل و واردات فناوری که نیازمند به کارگیری بیشتر مهارت است، می باشد.

از طرف دیگر، دولت به دلیل وسعت حجم فعالیت های خود از قدرت انحصاری قابل توجهی در تعیین قانون حداقل دستمزد که به طور عمده سطح دستمزد نیروی کار غیرماهر را تحت تأثیر قرار می دهد برخوردار است. بر اساس قانون کار، میزان حداقل مزد کارگران با توجه به درصد تورم بدون آنکه کیفیت کار محول شده را مورد توجه قرار دهد، تعیین می گردد. همچنین کشش های جانشینی متقاطع میان نیروی انسانی ماهر و غیرماهر در سطح میانگین داده ها دارای علامت منفی هستند که

بیانگر وجود رابطه مکملی بین این عوامل است. اما این رابطه در طول دوره مورد مطالعه، به سرعت سیر نزولی داشته و تضعیف شده است.

نکته حائز اهمیت دیگری که از مدل‌های برآورد شده مقاله و کشش پیشرفت فنی نیروی کار می‌توان استنباط کرد، این است که تغییرات فناوری ناشی از دو عامل تحقیق و توسعه داخلی و واردات فناوری به عنوان متغیرهایی که ابداعات داخلی و انتقال بین‌المللی فناوری را اندازه‌گیری می‌کند، ارتباط مثبت و معناداری با سهم هزینه‌های نیروی ماهر دارد و موجب افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر و کاهش آن برای نیروی غیرماهر می‌شود؛ لذا بین نیروی کار ماهر و فناوری‌های مهارت محور، رابطه مکملی برقرار است.

از سوی دیگر، فناوری بر اساس نتایج این تحقیق جانشین نیروی کار غیرماهر می‌باشد. این یافته‌ها با این ایده سازگار است که تحقیق و توسعه، به بنگاه‌های اقتصادی در دسترسی به فناوری‌های جدید، کاهش هزینه محصولات و دسترسی به بازارهای جدیدتر کمک می‌کند و نهایتاً، نهادینه شدن واحدهای تحقیق و توسعه، موجب می‌شود تا کالاهای جدید با فناوری‌های جدید به بازارهای داخلی و بین‌المللی عرضه شود. همچنین واردات از کشورهای صنعتی، انتقال فناوری‌هایی را در بردارد که تخصص گراتر از فناوری‌هایی هستند که قبلاً در بازارهای داخلی استفاده می‌شدند و بنابراین، منجر به تقاضای بیشتری برای نیروی انسانی متخصص می‌گردد.

۷- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

۷-۱- نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، مطالعات گسترده‌ای در خصوص بررسی رابطه بین فناوری‌های مهارت محور و اشتغال در سطح بین‌المللی و در کشورهای در حال توسعه از جمله مالزی، ترکیه، چین و هند انجام شده است که در کلیه آنها با به کارگیری تابع هزینه ترانسلوگ به آزمون اقتصادسنجی نظریه رشد درونزا پرداخته‌اند، که در بسیاری از آنها، رابطه مذکور تأیید و در مواردی نیز، این رابطه رد شده، اما آنچه مهم است، اینکه، در ایران الگویی که بتواند تبیین‌کننده تعامل بین فناوری‌های مدرن و اشتغال از طریق تابع مذکور باشد، مورد بررسی کامل قرار نگرفته است.

البته باصری و جهانگرد (۱۳۸۵) با استفاده از الگوی رشد درونزا و به کارگیری تابع ترانسلوگ وضعیت اشتغال در صنعت کشور را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفته‌اند که تحقیق و توسعه داخلی بر اشتغال نیروی کار ماهر اثر مثبت دارد اما در مطالعه آنها مدل مزبور به صورت کامل برآزش نشده است. به عبارت دیگر، در مطالعه آنها واردات فناوری به عنوان شاخص مهم دیگر فناوری در وضعیت اشتغال کشورهای در حال توسعه که در عین حال اثر تعاملی در گسترش فعالیت‌های

تحقیق و توسعه داخلی ایفا می‌کند، مورد مطالعه واقع نشده است. در واقع، می‌توان اظهار داشت انتقال فناوری از خارج به داخل کشورهای در حال توسعه می‌تواند موجب افزایش شدت تحقیق و توسعه داخلی در راستای بومی سازی آنان گردد و در نتیجه، متغیر واردات فناوری به طور مثبت با شدت تحقیق و توسعه داخلی همبسته است و حذف این عامل مهم و مؤثر بر اشتغال، ضرایب مدل را به صورت تورش دار برآورده نموده و تفسیر آنها را زیر سؤال می‌برد.

در مطالعه حاضر، تلاش شده با استنتاج از مطالعات خارجی، از جنبه نظری و تجربی - از طریق تابع هزینه ترانسلوگ - به بررسی سیاستی اثر تحقیق و توسعه داخلی و واردات فناوری همراه با سایر عوامل مؤثر بر تقاضای نیروی کار ماهر و غیرماهر ایران، پرداخته شود. نتایج به دست آمده از این تحقیق عبارت است از:

۱- برآورد بلندمدت تابع هزینه ترانسلوگ در این مطالعه، نشان دهنده آن است که، تحقیق و توسعه و واردات فناوری تأثیر منفی بر هزینه‌ها داشته و این امر، بیانگر نزولی بودن تابع هزینه نسبت به پیشرفت‌های تکنولوژیکی است.

۲- کشش‌های تولیدی و سرمایه در دوره زمانی مورد مطالعه، نشان دهنده آن است که با گسترش فعالیت‌های تولیدی و شدت به کارگیری سرمایه، تقاضای نهاده نیروی کار ماهر افزایش و غیرماهر کاهش می‌یابد.

۳- با توجه به اینکه به کارگیری فناوری‌های جدید نیاز به افزایش نیروی کار بامهارت دارد، و دستمزد نیروی کار غیرماهر نیز بدون در نظر گرفتن کارآیی توسط دولت تعیین می‌گردد، لذا قیمت این نهاده‌ها تأثیر چندانی برای تقاضای آن ندارد.

۴- از محاسبه معادله سهم تقاضا و کشش پیشرفت فنی، این نتیجه حاصل شد که پیشرفت‌های فنی (تحقیق و توسعه و واردات فناوری) با تقاضا برای نیروی کار ماهر رابطه مستقیم و با غیرماهر رابطه معکوس دارد، که با توجه مکمل بودن نیروی کار ماهر با فناوری از یک طرف و تلاش بنگاه‌های اقتصادی برای کاهش هزینه محصولات، افزایش بهره‌وری و تولید کالاهای جدید با فناوری بالاتر دور از انتظار نیست.

۲-۷- ارائه پیشنهادها

بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهادات ذیل ارائه می‌گردد:

۱- شاخص اعتبارات تحقیقاتی، به عنوان نیروی محرکه موتور تحقیقات کشور، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سهم پژوهش از تولید ناخالص ملی در سال ۱۳۸۴، ۰/۶۷ درصد بود که طبق برنامه

چهارم توسعه می باید به ۱/۲ درصد از تولید ناخالص ملی می‌رسید که این امر تحقق نیافت؛ لذا ضروری است جایگاه ارزشمندی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه در داخل کشور داده شود و سهم اندک تحقیق و توسعه در تولید ناخالص ملی افزایش یابد تا بدین وسیله، شاهد تحول تکنولوژیکی در کشور باشیم.

۲- هرگونه استفاده مؤثر و کارا از فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، و بومی کردن فناوری وارداتی و بهبود کیفیت تولیدات داخلی، مستلزم آموزش و جذب و نگهداری نیروهای کیفی با تحصیلات عالی است. اما در راستای تحقق این هدف، موانعی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به نبود انگیزه های مالی کافی بخصوص در سازمان‌های دولتی، اشاره نمود و همان گونه که در این تحقیق هم به آن اشاره رفت، روند دستمزد نیروی کارماهر - جز در مقاطعی اندک - سیر نزولی طی کرده است؛ لذا در سیاستگذاری‌های کشور در کنار آموزش، تأمین مالی این نیروها نیز باید مورد توجه جدی و اساسی قرار گیرد.

۳- در انتخاب شرکای تجاری کشور، باید تجدید نظر و بازنگری شود. زیرا در سال‌های بعد از انقلاب، سهم واردات از کشورهایی که دارای حداقل فعالیت‌های R&D می‌باشند، افزایش یافته است؛ لذا باید با انتخاب شرکای تجاری با دانش انباشته شده بالا، امکان استفاده بیشتر و زمینه بومی نمودن فناوری‌های وارداتی خارجی فراهم گردد.

۴- باید نرخ تعرفه کالاهای وارداتی دارای فناوری، به طور متناسب کاهش یابد و در این فاصله کمک‌های لازم به بنگاه های اقتصادی در داخل کشور را فراهم نمود تا ضمن تلاش برای رقابت در سطح بین‌الملل، سهم بیشتری از بازار داخلی را نیز همچنان برای خود حفظ کنند.

منابع و مآخذ

- امینی، علیرضا (۱۳۸۰) آزمون تجربی فرضیه مکمل بودن سرمایه - مهارت؛ رساله دکتری، تهران: واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.
- باصری، بیژن و جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۵) نقش فناوری در اشتغال صنایع کارخانه ای ایران؛ فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۸.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (سال‌های مختلف) گزارش اقتصادی ترازنامه بانک مرکزی، اداره حساب‌های اقتصادی.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، قانون بودجه سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۴.
- عیسی زاده، سعید (۱۳۷۸) تحول تقاضای نیروی کار در بخش‌های مختلف اقتصادی ۷۵-۱۳۳۵؛ معاونت امور اقتصادی وزارت اقتصاد و دارایی.
- قویدل، صالح (۱۳۸۵) تأثیر آزادسازی بر بازار کار و اشتغال در ایران»، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال ششم، شماره اول، بهار، ۱۳۸۵ صص ۳۴-۱۸.
- کمنا، یان، مبانی اقتصادسنجی، ترجمه منصور رنجبر، انتشارات مشهد، چاپ اول، ۱۳۸۶.
- گمرک جمهوری اسلامی ایران (سال‌های مختلف) آمار بازرگانی خارجی ایران.
- مرکز آمار ایران (سال‌های مختلف) سرشماری عمومی نفوس و مسکن کل کشور.
- موسسه عالی پژوهش در برنامه ریزی و توسعه، سری‌های زمانی بانک اقتصادی و اجتماعی کشور (PDS)
- وحیدی، پریدخت (۱۳۷۹) رابطه علم، فناوری و اشتغال در بخش صنعت ایران؛ مجله برنامه و بودجه، شماره ۵۴ و ۵۵.
- یحیایی، فریبا (۱۳۷۹) تحول روند شاخص‌های تحقیقاتی؛ مجله رهیافت، شماره ۲۲، بهار و تابستان.
- 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.
- Anderton, B. and Brenton, P. (1999) Outsourcing and low skilled workers in the UK; Bulletin of Economic Research, Vol. 51, pp. 267-85.
- Berman, E., Bound, J. and Giliches, Z. (1994) Changes in the Demand for Skilled Labor within US Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures; Quarterly Journal of Economics, May, 109: 367-97.
- 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: 315-338.
- Chennells, L. and Van Reenen, J. (1999) Has Technology Hurt Less Skilled Workers? An econometric survey of the effects of technical change on the

- structure of pay and jobs; IFS Working Paper, N: 27, Institute for Fiscal Studies (IFS), London.
- Coe, D.T. & E. Helpman (1995) International R&D spillovers, NBER Working Paper, No. W4444, (<http://ssrn.com/abstract=227321>).
- Conte, A. and Vivarelli, M. (2007) Globalization and employment: Imported skill biased technological change in developing countries; Jena Economic Research Paper.
- Fuentes, O. and Gilchrist, S. (2005) Trade Orientation and Labor Market Evolution: Evidence from Chilean Plant-level Data; in Labor Markets and Institutions, edited by J. Restrepo and A. Tokman, Central Bank of Chile.
- Görg, H. and Strobl, E. (2002) Relative Wages, Openness and Skill-Biased Technological Change; IZA Discussion Papers No. 596, Institute for the Study of Labor (IZA), Bonn.
- Greene, W. H. (2002) *Econometric Analysis*, Prentice-Hall Inc., Fifth Edition.
- Griffiths, A. and Wall, S. (ed). (1991) *Applied Economics, An Introductory Course*.
- Griliches, Z. (1969) Capital-Skill Complementarity; *Review of Economics and Statistics*; Vol. 51: 405-468.
- Hollanders, H. and Weel, B. (2002) Technology, knowledge spillovers and changes in employment structure: evidence from six OECD countries; *Journal of Labour Economics*, 9: 579-599.
- Hur, J. and Riyanto, Y. E. (2009) Outsourcing Types, Relative Wages, and The Demand for Skilled Workers: New Evidence from U.S. Manufacturing; *Economic Inquiry*, Vol. 47; 18-33.
- Johnson, G. E. (1997) Changes in Earnings Inequality: The Role of Demand Shifts; *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 11, No. 2.
- Machin, S. and Van Reenen, J. (1998) Technology and changes in skill structure: Evidence from seven OECD countries; *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, pp. 1215-44.
- 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.
- Sasaki, H. and Sakura, K. (2005) Changes in the Demand for Skilled Labor within Japan's Manufacturing Sector: Effects of Skill-Biased Technological Change and Globalization; Bank of Japan Working Paper Series.
- Schöller, D. (2007) Service Offshoring and the Demand for Less-Skilled Labor: Evidence from Germany; Discussion Paper.
- Senses, M. Z. (2010) The effects of offshoring on the elasticity of labor demand; *Journal of International Economics*, 81: 89-98.

- 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: 1-15.
- 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.
- Wieser, R. (2001), R&D and Productivity: Empirical Evidence at the Firm Level; WIFO Working Paper, and No. 158.
- Wood, A. (1995) How trade hurt unskilled workers; *Journal of Economic Perspectives*, 9 (3): 57–80.