

Learning Curve and Technology Levels of New Firms in Iranian Manufacturing Industries

چکیده

در ادبیات اقتصاد صنعتی، ارتباط بین مقدار تولید و هزینه‌هایی که برای تولید آن میزان محصول صرف می‌شود را می‌توان تحت عنوان منحنی یادگیری بیان نمود. این در حالی است که بر اساس ادبیات موجود، یادگیری در میان صنایع متفاوت بوده و علاوه بر آن، می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر سطح تکنولوژی صنعتی قرار گیرد. بر این اساس و با توجه به عدم وجود چنین مطالعاتی در ایران، این پژوهش می‌کوشد تا تاثیر سطوح مختلف تکنولوژی را بر یادگیری در صنایع تولیدی ایران مورد بررسی قرار دهد. با تلفیق دو مدل Log-Linear و تابع هزینه Cobb Douglas و نیز تعریف ارائه شده توسط OECD در طبقه‌بندی صنایع بر حسب سطوح تکنولوژی، نتایج این پژوهش نشان‌دهنده آن است که بیشترین یادگیری متعلق به صنایع با تکنولوژی برتر است. از نظر سیاست‌گذاری، این یافته نیز لزوم توجه به صنایعی با تکنولوژی برتر را آشکار نموده و نشان می‌دهد نرخ یادگیری بالاتر در این صنایع قادر است برخی از هزینه‌های اولیه آن‌ها را پوشش داده و از این رو توجه به آن‌ها لازمه سیاست‌گذاری توسعه صنعتی است.

واژگان کلیدی: منحنی یادگیری، صرفه‌های ناشی از مقیاس، سطوح تکنولوژی، صنایع تولیدی، ایران

JEL Classification: D22, L0, O14

Abstract

In industrial economics literature, the relationship between production value and production costs can be expressed as “learning curve”. Based on the existing literature on learning curve, learning is not uniform across industries and can be influenced by other factors such as technology. This paper is the first attempt on recognizing the impact of learning on reducing the cost as well as on technology levels, as industries with various technology levels have different performances. Combining Log-linear model and Cobb Douglas cost function and also based on the OECD classification in terms of technology levels, the findings indicate that the highest learning is belong to industries with High-Tech. From policy point of view, these findings clarify the necessity of attention to High-Tech industries and also indicate that higher learning rates in these industries are able to cover some of the initial costs. Therefore, attention towards learning is required for industrial development policy.

Keywords: Learning Curve, Economies of Scale, Technology Levels, Manufacturing Industries, Iran.

^۱-محمد علی فیض پور، مرجان حبیبی

۱- مقدمه

در ادبیات اقتصاد صنعتی، یادگیری فرآیندی است که طی آن اشخاص مهارت، دانش و توانایی لازم را به دست می‌آورند. در واقع، در ابتدای فرآیند تولید، عملکرد کارگر در حداقل خود قرار دارد و با کسب تجربه بیشتر پدیده یادگیری رخ می‌دهد. بنابراین، هرچه تجربه بیشتری کسب می‌شود، عملکرد کارگر بهبود می‌یابد، زمان مورد نیاز برای تولید هر واحد کاهش می‌یابد و بنابراین بهره‌وری کارگران در نتیجه تأثیر یادگیری افزایش می‌یابد. به طور کلی، منحنی یادگیری نشان‌دهنده کاهش هزینه در اثر انجام عمل تکراری توسط نیروی کار است. هرچه عمل مشابه‌ای به طور فزاینده‌ای تکرار شود، میزان کاهش در هر واحد تولید شده کمتر و کمتر خواهد شد و هرچه واحدهای بیشتری تولید شود، افراد دیگر در تولید کاراتر از قبل می‌شوند. به عبارتی، هر واحد اضافی، زمان کمتری را برای تولید به خود اختصاص می‌دهد. این میزان یادگیری یا تجربه کسب شده در کاهش هزینه یا تعداد ساعات کاری منعکس یافته است. در واقع، منحنی یادگیری به عنوان ابزاری کارا برای نمایان ساختن عملکرد کارگران در انجام وظایف و کارهای تکراری بر شمرده شده و آن را برای تحلیل و کنترل فعالیت‌ها، تخصیص وظایف به کارگران بر اساس یادگیری آن‌ها، اندازه‌گیری هزینه‌های تولید کارگران همگام با تجربه اندوزی و یادگیری و برآورد هزینه‌های اجرای تکنولوژی معین مفید دانسته‌اند (آنزالنو و فوگلیاتو^۱، ۲۰۱۱).

ادبیات موجود در این زمینه نشان داده‌اند که این میزان یادگیری در صنایع مختلف متفاوت بوده و به عبارتی یادگیری در هر صنعت منحصر به فرد است. با این وجود، منحنی یادگیری با همه اهمیت، در اقتصاد ایران به طور کلی و در بخش صنعت به طور ویژه مورد غفلت قرار گرفته و تنها مطالعات اندکی موضوع منحنی یادگیری را مورد بررسی قرار داده‌اند. بر اساس دانسته‌های محققین این مطالعه، مطالعه‌ای منسجم و جامع که به بررسی منحنی یادگیری و برآورد آن در بخش صنایع تولیدی ایران بپردازد، وجود نداشته و از این‌رو، این پژوهش در مرحله نخست می‌کوشد تا موضوع یادگیری را در صنایع تولیدی ایران و در سطوح کدهای دو، سه و چهار رقمی ISIC مورد ارزیابی قرار داده و علاوه بر آن، ارتباط یادگیری در این صنایع را با سطوح

^۱Anzanello and Fogliatto

تکنولوژی بررسی نماید. در این راستا، مطالب این مقاله در شش بخش سازماندهی شده است. پس از مقدمه، بخش دوم به بیان پیشینه تحقیق پرداخته و در بخش سوم مدل نظری تحقیق ارائه گردیده است. بخش چهارم نیز به بیان داده‌های مورد استفاده و متغیرهای پژوهش اختصاص یافته است. بخش پنجم، با استفاده از مدل اقتصاد سنجی داده‌های تلفیقی، به برآورد نرخ یادگیری در میان صنایع و بررسی رابطه آن با تکنولوژی می‌پردازد. بخش پایانی جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه راهکارهای سیاستی است.

۲- منحنی یادگیری: مروری بر پیشینه تحقیق

بررسی و تحلیل منحنی یادگیری اگرچه در ادبیات اقتصاد ایران تقریباً به فراموشی سپرده شده است، اما این موضوع از دیرباز در ادبیات این حوزه از توجه بسیاری برخوردار بوده و اولین کوشش در این حوزه را می‌توان به مطالعات رایت (۱۹۳۶)^۱ نسبت داد. رایت مطالعات خود را طی یک دهه در مقاله‌ای با عنوان "عوامل مؤثر بر هزینه ساخت هواپیماها" در سال ۱۹۳۶ منتشر نموده است. پس از آن، اگرچه بررسی منحنی یادگیری برای حدود سه دهه صرفاً در مباحث نظامی و هوا و فضا مورد بررسی و استفاده قرار گرفته، اما با شروع دهه هفتاد مطالعات گسترده‌ای در این حوزه و سایر رشته‌ها آغاز شده است. در این زمان، توجه به منحنی یادگیری در بخش صنعت نیز کانون مطالعات این حوزه بوده و پژوهش‌های متعددی کوشیده‌اند تا این موضوع را در صنایع تولیدی به کار گیرند.

با تأکید بر مطالعات انجام شده در رابطه با برآورد نرخ یادگیری در صنایع مختلف، می‌توان مطالعات هنگ و لو^۲ (۱۹۹۵)، پرامونگی، شوپان و سیریناواکول^۳ (۲۰۰۰)، بالاسوبرامانین و لیبرمن^۴ (۲۰۱۰)، هنگ و (۲۰۱۰)^۵ و تاکاهاشی^۶ (۲۰۱۳) را به عنوان مهم‌ترین مطالعات این حوزه قلمداد نمود. در این میان، هنگ و لو (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای به برآورد و مقایسه منحنی‌های یادگیری در سه اقتصاد منتخب آسیایی شامل کره، ژاپن و سنگاپور پرداخته و با به کارگیری تابع تولید نئوکلاسیک و با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۹۱-

^۱ Wright (۱۹۳۶)

^۲ Mun Heng & Low (۱۹۹۵)

^۳ Pramongki, Shawyan and Sirinaovakul (۲۰۰۰)

^۴ Balasubramanian and Liberman (۲۰۱۰)

^۵ Heng (۲۰۱۰)

^۶ Takahashi (۲۰۱۳)

۱۹۶۱، منحنی یادگیری را برای ۲۰ صنعت تولیدی سنگاپور برآورد نموده‌اند. در این راستا، آن‌ها صنایع تولیدی را به صنایع قدیمی و جدید تقسیم‌بندی کرده که منظور از صنایع قدیمی در این پژوهش، صنایعی هستند که از زمان شروع صنعتی سازی در دهه ۱۹۵۰ در کشور سنگاپور راه‌اندازی شده و به تدریج توسعه یافته‌اند. از سوی دیگر، صنایع جدید نظیر الکترونیک و تولید ابزارآلات و وسایل دقیق شامل صنایعی هستند که پس از نصب و استفاده از تکنولوژی و خطوط تولید جدید در این کشور شکل گرفته‌اند. نتایج برآورد منحنی یادگیری برای کشور سنگاپور نشان می‌دهد که میزان اثر یادگیری در بین بیست صنعت مذکور متفاوت است، به طوری که بیشترین اثر یادگیری متعلق به صنایع تولید ابزارآلات دقیق بوده است. در واقع، در این صنعت همراه با دوبرابر شدن تجربه، سرانه نیروی کار مورد نیاز برای تولید به نصف مقدار اولیه خود کاهش داشته است. پایین‌ترین اثر یادگیری نیز مربوط به صنعت تولید ماشین‌آلات بوده است که در این صنعت نیز با دو برابر شدن مقدار تجربه نیروی کار، میزان نیروی کار مورد نیاز تنها تا ۹ درصد کاهش نشان داده است. مقایسه نتایج به دست آمده از تجربه یادگیری در صنایع تولیدی سنگاپور با کشورهای کره جنوبی و ژاپن نشان می‌دهد که اثرات منحنی یادگیری در سنگاپور بیشتر از ژاپن به کره جنوبی شبیه است. همچنین، شیب منحنی یادگیری در صنایع ژاپن بیشتر بوده که این نشان از برتری یادگیری در صنایع تولیدی ژاپن نسبت به کشورهای کره جنوبی و سنگاپور می‌باشد.

پرامونگکی، شوپان و سیریناواکول (۲۰۰۰) به بررسی منحنی یادگیری در بین صنایع تولیدی بر اساس کدهای سه رقمی ISIC در کشور تایلند پرداخته‌اند. در راستای دستیابی به این هدف در این پژوهش از تابع تولید نئوکلاسیکی استفاده شده و سپس، همانند بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه منحنی یادگیری نظیر موریشیما^۱ (۱۹۸۲)، یوهانسون^۲ (۱۹۸۲)، لینکولن^۳ (۱۹۸۸) و لو^۴ (۱۹۹۷) از شکل رایج منحنی یادگیری که توسط رایت ارائه شده، استفاده گردیده است. با استفاده از داده‌های مربوط به ۲۰ صنعت تولیدی کشور تایلند طی سال‌های ۹۵-۱۹۹۰، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اثر یادگیری بین صنایع

^۱ Morishima (۱۹۸۲)

^۲ Johnson (۱۹۸۲)

^۳ Lincoln (۱۹۸۸)

^۴ Low (۱۹۹۷)

مورد بررسی یکسان نبوده و دارای منحنی یادگیری متفاوتی نسبت به یکدیگر می‌باشند. در واقع، بیشترین اثر و کشش یادگیری به ترتیب متعلق به صنایعی نظیر صنایع تولیدات غیر فلزی، ساخت ماشین آلات و صنایع چاپ بوده است. همچنین، بر اساس محاسبات انجام شده صنایع سنگین که نیاز به سرمایه گذاری زیاد اولیه و تکنولوژی پیشرفته‌تری دارند، در مقایسه با صنایع سبک دارای منحنی یادگیری با شیب بیشتر و در نتیجه اثر یادگیری بیشتری می‌باشند.

بالاسوبرامانین و لیبرمن (۲۰۱۰) در مطالعه خود با استفاده از داده‌های بخش تولیدی آمریکا در سطح کارخانه به این نتیجه دست یافته‌اند که نرخ‌های یادگیری در میان صنایع متفاوت بوده و در واقع این نرخ‌های یادگیری در صنایع با R&D، تبلیغات و شدت سرمایه بیشتر، بالاتر می‌باشد.

هنگ (۲۰۱۰) نرخ یادگیری ۲۰ صنعت سنگاپور را در طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ مورد بررسی قرار داده و یافته‌های این محقق حاکی از آن است که تأثیر یادگیری در میان این صنایع یکسان نیست. در واقع، در صنعت تجهیزات حمل و نقل، با دو برابر شدن تجربه، به کارگیری نیروی کار تا ۳۰ درصد مقدار اولیه کاهش یافته، در حالی که این میزان در صنعت پلاستیک در حدود ۲ درصد است.

در پژوهشی دیگر، تاکاهاشی (۲۰۱۳) صحت همسانی نرخ‌های یادگیری را در سطوح مختلف صنعت و بنگاه و برای محصولات متنوع بررسی نموده است. وی اذعان می‌نماید اگرچه منحنی تجربه به عنوان یک قانون سرانگشتی در نظریه مدیریت استراتژیک کاربرد دارد، اما تقریباً ۸۰ درصد منحنی‌های یادگیری با شکل خطی - لگاریتمی دارای این ویژگی می‌باشند. بر اساس نتایج این مطالعه با پیشرفت تکنولوژی دیگر کالای جدیدی به طور کامل وجود نداشته و بنابراین، نرخ پیشرفت و در نتیجه نرخ یادگیری برای کالاهای مختلف متفاوت بوده و هر کالا دارای نرخ یادگیری منحصر به فرد می‌باشد. بر این اساس، تاکاهاشی برابری نرخ یادگیری را برای محصولات مختلف، فارغ از سطوح صنعت یا بنگاه، چیزی شبیه به خرافه تلقی نموده که به اعتقاد وی هنوز هم در مطالعات مربوط به منحنی یادگیری به چشم می‌خورد.

علاوه بر مطالعات حوزه برآورد نرخ یادگیری، مطالعات بسیاری نیز در این حوزه تلاش نموده‌اند تا ارتباط بین

یادگیری و عوامل مختلفی را مورد تحلیل و بررسی قرار دهند که در این میان می‌توان به مطالعات لیبرمن^۱ (۱۹۸۷)، کِلنو^۲ (۱۹۹۸)، صدرایی جواهری^۳ (۲۰۰۷) و کلارک^۴ (۲۰۰۸) اشاره کرد. لیبرمن (۱۹۸۷) به بررسی تأثیر نرخ یادگیری و انتشار اطلاعات بر موانع ورود بنگاه، سود و پویایی قیمت پرداخته است. با استفاده از معادله ارائه شده توسط فاندنبرگ و تیرو^۵، نتایج این مطالعه حاکی از آن است که چنانچه یادگیری تنها مختص بنگاه باشد، انگیزه برای افزایش یادگیری وجود خواهد داشت. برعکس، زمانی که یادگیری بین بنگاه‌ها مشترک است، جمله استراتژیک باعث ایجاد انگیزه برای کاهش تولید توسط بنگاه مورد نظر خواهد شد. زیرا تولید بیشتر توسط بنگاه کاهش هزینه‌های آینده بنگاه‌های دیگر را به دنبال خواهد داشت. با انتشار اطلاعات ناشی از یادگیری بنگاه، قیمت‌های تعادلی بنگاه به موازات کاهش هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد که این امر باعث کاهش رقابت بین رقبا شده و سود بنگاه‌ها افزایش می‌یابد.

کِلنو (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از منحنی یادگیری به بررسی رفتار چرخه‌ای صنایع تولیدی پرداخته است. نتایج این مطالعه که در آن از مدل بروز رسانی تکنولوژی برون‌زا استفاده شده، نشان می‌دهد همراه با افزایش سرعت پیشرفت تکنولوژی‌های پیش‌تاز میزان دفعات بروز رسانی تکنولوژی نیز افزایش می‌یابد. به طوری که با افزایش نرخ رشد تکنولوژی از $\frac{2}{5}$ درصد به $\frac{3}{5}$ درصد، دوره بروز رسانی تکنولوژی که معادل با مدت زمان مساوی در پرداخت دستمزد است، توسط بنگاه از ۲۳ دوره به ۱۹ دوره کاهش می‌یابد. همچنین با بروز رسانی مداوم بنگاه میزان افت بهره‌وری نیز کاهش می‌یابد که این میزان نسبت به زمانی که مدت بروز رسانی طولانی‌تر است کمتر است. همچنین، با افزایش میزان یادگیری لازم برای هر سطح تکنولوژی که به نرخ پیشرفت موسوم است، تمایل بنگاه برای بروز رسانی تکنولوژی کاهش می‌یابد، به طوری که با افزایش نرخ پیشرفت از ۲ به $\frac{2}{5}$ واحد برای یک محصول، میزان بروز رسانی از ۳۲ به ۲۳ دوره کاهش می‌یابد. در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که هنگام بروز رسانی تکنولوژی جدید در ابتدا بهره‌وری به شدت کاهش می‌یابد. همچنین، بنگاه‌ها اغلب در زمان رونق و نه در زمان رکود اقدام به

^۱ Lieberman (۱۹۸۷)

^۲ Klenow

^۳ Sadraei Javaheri (۲۰۰۷)

^۴ Clarke (۲۰۰۸)

^۵ Fundenberg and Tirole

بروز رسانی سطح تکنولوژی خود نموده که این خود ناشی از بالا بودن مقدار تقاضا و تولید در این دوره است بنابراین، بنگاه قادر است تا یادگیری خود از تکنولوژی جدید را با سرعت بیشتری شکل دهد.

صدراپی جواهری (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه نرخ یادگیری و نرخ تمرکز در ۲۰ صنعت از صنایع تولیدی کشور هندوستان در طی سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۱ پرداخته است. نتایج این مطالعه حاکی از آن است هر دو گروه از صنایع با نرخ تمرکز بالا و پایین از صرفه‌های ناشی از یادگیری بهره برده‌اند. اما، این میزان برای این دو گروه متفاوت است، به طوری که در صنایع دارای تمرکز بالاتر برابر ۱۴ درصد و در بین صنایع دارای تمرکز پایین‌تر برابر ۴ درصد بوده است. در مجموع می‌توان ادعان داشت که اثر صرفه‌های ایستای ناشی از مقیاس برای هر دو گروه تقریباً برابر بوده، اما صنایع متمرکزتر بیشتر از مزایای صرفه‌های ناشی از یادگیری برخوردار بوده‌اند.

کلارک (۲۰۰۸) در پژوهش خود با بهره‌گیری از یک مدل ساختاری منحنی یادگیری را بر اساس داده‌های صنعتی ارائه شده توسط بانک اطلاعاتی NBER مورد ارزیابی قرار داده است. در این پژوهش برخلاف مطالعات پیشین به جای استفاده از تابع تولید، از یک مدل ساختاری و از طریق برآورد شرایط مرتبه اول برای این مدل استفاده نموده است. این نیز برای ۴۵۹ صنعت تولیدی در سطح کدهای ۴ رقمی ISIC طی سال‌های ۱۹۹۶-۱۹۵۸ صورت گرفته و نتایج این مطالعه حاکی از آن است که پویایی‌های مدل ساختاری تنها برای صنایع دانش محور موضوعیت داشته است. این در حالی است که برای صنایع دیگر این موضوع صادق نیست. بنابراین بهره‌گیری از مزایای منحنی‌های یادگیری برای تمام گروه‌های صنعتی امکان‌پذیر نیست.

بر این اساس و با توجه به مطالعات انجام شده در این حوزه، می‌توان به این نکته اشاره نمود که تاکنون هیچ مطالعه‌ای در برآورد نرخ یادگیری در صنایع تولیدی ایران صورت نپذیرفته و همچنین در کمتر مطالعه‌ای به اهمیت توجه به ارتباط بین تکنولوژی و نرخ یادگیری پرداخته شده است. از این رو، این مطالعه می‌تواند به عنوان گامی نخست در این راستا قلمداد گردد.

۳- ساختار مدل

به طور کلی، اولین مدل منحنی یادگیری مدل Wright یا به عبارتی مدل Log-linear است که بیان ریاضی

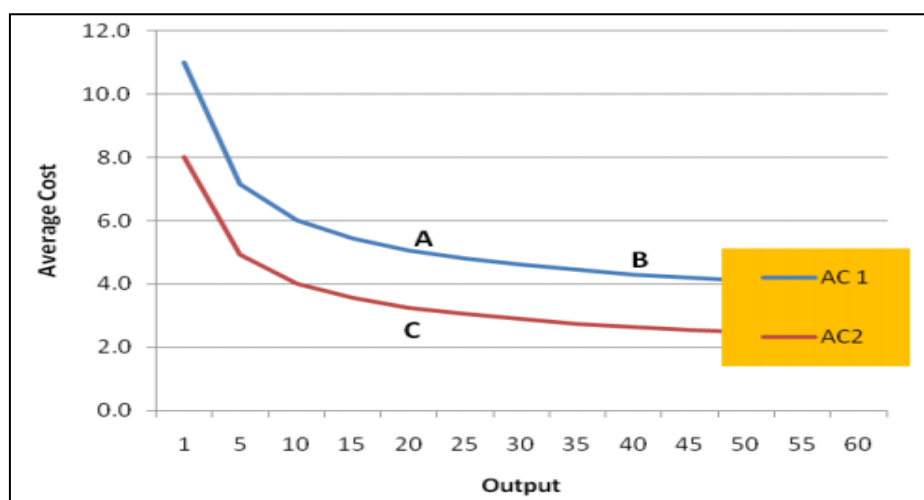
آن به صورت معادله (۱) بوده و فرم خطی آن نیز برای تخمین تأثیرات یادگیری به صورت معادله (۲) است:

$$c_t = c_0 Q_t^\lambda \quad (1)$$

$$\ln c_t = \ln c_0 + \lambda \ln Q_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

که در آن c_t هزینه تولید در زمان t ، c_0 هزینه تولید در اولین دوره و Q_t تعداد تجمعی واحدهای تولید شده (به عنوان شاخصی برای تجربه) است. پارامتر λ کشش یادگیری و به عبارتی درصد تغییر در هر واحد به ازای درصد تغییر در تولید تجمعی می‌باشد. مقدار λ معمولاً منفی ($-1 < \lambda < 0$) و هر چه مقادیر به -1 نزدیکتر، نرخ یادگیری بالاتر و انجام کار سریع‌تر است (آنزائلو و فوگلیاتو، ۲۰۱۱). این معادله بیانگر آن است که نیروی کار از تجربه کسب شده در طی فرآیند تولید یاد می‌گیرد که این تجربه منجر به کاهش هزینه می‌شود. اگرچه معادله (۲) نشان‌دهنده منحنی یادگیری است، با این وجود، برای بررسی دقیق نرخ یادگیری دو جنبه پویا و ایستا از مزایای هزینه از یکدیگر تفکیک می‌گردند. در واقع، صرفه‌های مقیاس و صرفه‌های یادگیری به ترتیب نشان‌دهنده جنبه ایستا و پویای مزایای هزینه می‌باشند. تفاوت بین تأثیر یادگیری و صرفه‌های مقیاس در شکل شماره (۱) به تصویر کشیده شده است.

شکل شماره ۱- صرفه‌های مقیاس در مقابل صرفه‌های یادگیری



منبع: (Heng ۲۰۱۰)

در این شکل، AC_1 بیانگر هزینه متوسط بلندمدت یک بنگاه است که از صرفه‌های مقیاس در فرآیند تولید بهره می‌برد. اگر منحنی یادگیری وجود داشته باشد، فرآیند یادگیری منحنی هزینه متوسط در شکل شماره (۱). را از AC_1 به AC_2 و به سمت پایین و مقدار هزینه از A به C انتقال می‌دهد. از طرف دیگر، هزینه‌های پایین‌تر به دلیل بازده فزاینده نسبت به مقیاس منجر به حرکت از A به B بر روی منحنی AC_1 می‌گردد (هنگ، ۲۰۱۰). براین اساس، در این مطالعه از مدل معرفی شده توسط صدراپی جواهری (۲۰۰۷) که از ترکیب مدل Log-linear و تابع هزینه Cobb Douglas به دست آمده، برای تفکیک اثر بازده نسبت به مقیاس و تأثیرات یادگیری استفاده شده است. در واقع، مدل Log-linear بر جنبه پویا و تابع هزینه Cobb Douglas بر جنبه ایستای مزایای هزینه تأکید دارد. تابع تولید Cobb Douglas برای هر صنعت به صورت معادله (۳) است:

$$\ln Y = \ln A + \beta \ln K + \alpha \ln L \quad (3)$$

که در آن Y تولید، K سرمایه و L نیروی کار می‌باشد. بنابراین، نرخ بازده نسبت به مقیاس (σ) برابر با $\beta + \alpha$ است. معادله (۴) تابع هزینه استخراج شده از تابع تولید Cobb Douglas را نشان می‌دهد به طوری که، C هزینه کل اسمی، r قیمت سرمایه و W قیمت نیروی کار در نظر گرفته شده است. معادله

$$(4) \text{ را می‌توان به صورت معادله (5) در نظر گرفت که در آن } h \text{ برابر است با } (\alpha + \beta) [A \alpha^\alpha \beta^\beta]^{-1/\sigma}$$

$$C = (\alpha + \beta) [A \alpha^\alpha \beta^\beta]^{-1/\sigma} Y^{1/\sigma} r^{\beta/\sigma} W^{\alpha/\sigma} \quad (4)$$

$$C = h Y^{1/\sigma} r^{\beta/\sigma} W^{\alpha/\sigma}$$

Error! No text of specified style in)
(document.

فرم خطی معادله (۵) از تبدیل آن به شکل لگاریتمی، به صورت معادله (۶) به دست می‌آید:

$$\ln C = \ln h + 1/\sigma \ln Y + \beta/\sigma \ln r + \alpha/\sigma \ln W + \varepsilon_t \quad (6)$$

برای تبدیل تابع هزینه اسمی به تابع هزینه واقعی فرض می‌شود که وزن‌ها در تعدیل‌کننده قیمت تولید ناخالص ملی ($GNPD$) استفاده از (L, K) توسط بنگاه‌ها را منعکس می‌نماید. بنابراین داریم:

$$\ln GNP D_t = \frac{\beta}{\sigma} \ln r_t + \frac{\alpha}{\sigma} \ln W_t \quad (7)$$

همچنین، هزینه‌های کل به ارزش پول ثابت (C') بر حسب هزینه‌های کل به ارزش پول جاری (C_t) و تعدیل‌کننده قیمت تولید ناخالص ملی ($GNPD$) تعیین می‌شوند. بنابراین خواهیم داشت:

$$c'_t = \frac{C_t}{GNPD_t} \Rightarrow \ln C'_t = \ln C_t - \ln GNP D_t \quad (8)$$

با جایگزینی طرف راست معادله (۶) برای $\ln C_t$ و سمت راست معادله (۷) برای $\ln GNP D_t$ در معادله (۸)، معادله (۹) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\ln C' = \ln h + \frac{1}{\sigma} \ln Y + \varepsilon_t \quad (9)$$

دو تفاوت اصلی بین مدل Log-linear (معادله ۲) و تابع هزینه Cobb Douglas (معادله ۸) وجود دارد:

Q_t در تابع هزینه Cobb Douglas و A در مدل Log-linear وجود ندارد.

در تابع هزینه Cobb Douglas، هزینه کل به عنوان متغیر وابسته است؛ در حالی که در مدل Log-linear هزینه متوسط این نقش را ایفا می‌نماید.

تعدیلاتی برای حذف تفاوت‌ها وجود دارد که برای مورد اول می‌توان تجربه را مرتبط با تکنولوژی دانست. به عبارت دیگر، از آنجایی که پیشرفت در دانش مرتبط با یادگیری می‌باشد، می‌توان تجربه (Q_t) و تکنولوژی (A) را مشابه یکدیگر دانست. بنابراین، می‌توان معادله (۱۰) را در نظر گرفت:

$$A_t = Q_t^{(-\lambda)} \quad (10)$$

معادله (۱۰) سطح دانش در زمان t را معادل تولید تجمعی در زمان t به توان $(-\lambda)$ بیان می‌کند. با

جایگزینی $Q_t^{(-\lambda)}$ به جای A در معادله (۸)، تابع هزینه Cobb Douglas خطی به صورت معادله (۱۱) بیان

می‌شود که در آن $h' = \sigma [\alpha^\alpha \beta^\beta]^{-1/\sigma}$ و در واقع همان h است که تأثیرات A از آن حذف شده است.

$$\ln C'_t = \ln h' + \frac{\lambda}{\sigma} \ln Q_t + \frac{1}{\sigma} \ln Y_t + \varepsilon_t \quad (11)$$

برای حل تفاوت دوم در ارتباط با مفهوم هزینه، هزینه کل در تابع هزینه Cobb Douglas به هزینه متوسط تبدیل می‌گردد. بنابراین می‌توان هزینه متوسط را به صورت $c = C'/Y \Rightarrow \ln c = \ln C' - \ln Y$ در نظر گرفت که در آن c هزینه متوسط، C' هزینه کل و Y تولید می‌باشد. با جایگزینی $\ln h' + \frac{\lambda}{\sigma} \ln Q_t + \frac{1}{\sigma} \ln Y_t$ به جای $\ln C'$ در تعریف بالا از هزینه متوسط معادله (۱۲) به دست می‌آید.

$$\ln c_t = \ln h' + \frac{\lambda}{\sigma} \ln Q_t + \frac{1-\sigma}{\sigma} \ln Y_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

برای تخمین ضرایب، می‌توان معادله خطی (۱۳) را مورد استفاده قرار داد که در آن c_t هزینه واقعی تولید در زمان t ، Q_t تعداد تجمعی واحدهای تولید شده تا زمان t (شاخصی برای تجربه) و Y_t تولید در زمان t می‌باشد. علامت مورد انتظار β_1 منفی و β_2 مثبت است.

$$\ln c_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Q_t + \beta_2 \ln Y_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

همان‌طور که پیشتر بیان شد، λ و σ به ترتیب تخمین‌هایی از جنبه‌های پویا و ایستا مزایای هزینه هستند که از طریق روابط ذیل به دست می‌آیند.

$$\sigma = \frac{1}{1+\beta_2} \quad \& \quad \lambda = \frac{\beta_1}{1+\beta_2} \quad (14)$$

۴- داده‌ها و توصیف متغیرها

این مطالعه کوشیده است تا نرخ یادگیری را در صنایع تولیدی ایران و در سطح کدهای چهار رقمی ISIC بررسی نماید. در این خصوص، متغیرهای متعددی برای تخمین مدل ذکر شده در بخش پیشین به کار گرفته می‌شود. در مطالعات انجام شده در حوزه یادگیری از شاخص‌های متفاوتی برای تجربه به عنوان عامل یادگیری و هزینه استفاده نموده‌اند. تولید تجمعی به عنوان مهم‌ترین شاخص برای تجربه اولین بار توسط رایت در سال ۱۹۳۶ معرفی گردیده که پس از آن در بسیاری از مطالعات بعدی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. با این وجود، متغیرهای دیگری نیز در این حوزه معرفی شده‌اند. به عنوان مثال، نرخ تولید در مطالعات

هرچلیفر^۱ (۱۹۶۲) و آلکیان^۲ (۱۹۶۳) و سرمایه‌گذاری تجمعی به عنوان جایگزینی برای تولید تجمعی در مطالعه ششینسکی^۳ (۱۹۶۷) به عنوان شاخص تجربه در نظر گرفته شده و شاخص زمان نیز در مطالعاتی هم‌چون کوپر و چارنز^۴ (۱۹۵۴)، فلنر^۵ (۱۹۶۹) و استوباق و تونسند^۶ (۱۹۷۵) معرفی گردیده است. زمان تولید هر واحد، تعداد واحدهای تولید شده در یک فاصله زمانی و هزینه تولید هر واحد نیز به عنوان شاخص‌های مورد استفاده به عنوان هزینه در مدل منحنی یادگیری معرفی شده‌اند (فرانسسچینی و گلتو^۷، ۲۰۰۲). با این وجود و همسو با مطالعه رایت (۱۹۳۶)، در این مطالعه نیز از تولید تجمعی به عنوان شاخصی برای تجربه استفاده شده است. علاوه بر آن، از آنجایی که تولید در کوتاه‌مدت تابعی از تنها یک متغیر و عموماً نیروی کار می‌باشد، در این مطالعه فرض شده است که همه هزینه‌های یک بنگاه تنها شامل مزد و حقوق پرداختی سالانه به شاغلان و سایر پرداختی‌های سالانه به شاغلان می‌باشد. بنابراین، متغیر هزینه در این مطالعه به صورت مزد و حقوق پرداختی سالانه به شاغلان و سایر پرداختی‌های سالانه به شاغلان تعیین شده است. از تعدیل‌کننده دستمزد و تعدیل‌کننده قیمت نیز به ترتیب برای تبدیل مزد و حقوق اسمی به مزد و حقوق واقعی و تولید اسمی به واقعی استفاده شده است. دوره مورد مطالعه در این پژوهش نیز در طی سال‌های ۸۴-۱۳۷۶ می‌باشد که در این خصوص تنها بنگاه‌هایی که در سال ۱۳۷۶ شروع به فعالیت نموده و تا انتهای سال ۱۳۸۴ هم‌چنان به فعالیت خود ادامه داده‌اند، در نظر گرفته شده است.

از سوی دیگر، برای بررسی تکنولوژی از طبقه‌بندی صنایع بر اساس تعریف OECD استفاده گردیده است، چرا که این طبقه‌بندی از جامعیت بسیاری در سطح جهانی برخوردار می‌باشد. لازم به یادآوری است که طبقه‌بندی OECD بر اساس شدت R&D، صنایع را در گروه‌های چهارگانه با تکنولوژی برتر (HT)، تکنولوژی متوسط برتر (MHT)، تکنولوژی متوسط به پایین (MLT) و تکنولوژی پایین (LT) جای داده

^۱ Hirschleifer (۱۹۶۲)

^۲ Alchian (۱۹۶۳)

^۳ Sheshinski (۱۹۶۷)

^۴ Cooper and Charnes (۱۹۵۴)

^۵ Fellner (۱۹۶۹)

^۶ Stobaugh and Townsend (۱۹۷۵)

^۷ Franceschini and Galetto (۲۰۰۲)

است که در جدول شماره (۱) طبقه‌بندی بر اساس کدهای چهار رقمی ISIC به تصویر کشیده شده است.

جدول شماره ۱- طبقه‌بندی OECD از صنایع در سطح کدهای چهار رقمی ISIC بر حسب سطح تکنولوژی

تکنولوژی پایین (LT)	تکنولوژی متوسط به پایین (MLT)	تکنولوژی متوسط برتر (MHT)	تکنولوژی برتر (HT)
۱۵۱۲-۱۵۱۴-۱۵۱۵	۲۳۲۰-۲۳۱۰-۲۳۳۰	۲۴۱۱-۲۴۱۲-۲۴۱۳	۲۴۲۳-۳۰۰۰-۳۲۱۰
۱۵۱۶-۱۵۱۷-۱۵۱۸	۲۵۱۱-۲۵۱۹-۲۵۲۰	۲۴۲۱-۲۴۲۲-۲۴۲۴	۳۲۲۰-۳۲۳۰-۳۳۱۱
۱۵۱۹-۱۵۲۰-۱۵۳۱	۲۶۱۱-۲۶۱۲-۲۶۹۱	۲۴۲۹-۲۴۳۰-۲۹۱۱	۳۳۱۲-۳۳۱۳-۳۳۲۰
۱۵۳۲-۱۵۳۳-۱۵۴۲	۲۶۹۲-۲۶۹۴-۲۶۹۵	۲۹۱۲-۲۹۱۳-۲۹۱۴	۳۳۳۰-۳۵۳۰
۱۵۴۳-۱۵۴۴-۱۵۴۵	۲۶۹۶-۲۶۹۷-۲۶۹۸	۲۹۱۵-۲۹۱۹-۲۹۲۱	
۱۵۴۶-۱۵۴۷-۱۵۴۸	۲۶۹۹-۲۷۱۰-۲۷۲۱	۲۹۲۲-۲۹۲۳-۲۹۲۴	
۱۵۵۱-۱۵۵۲-۱۵۵۳	۲۷۲۲-۲۷۲۳-۲۷۳۱	۲۹۲۵-۲۹۲۶-۲۹۲۷	
۱۵۵۵-۱۵۵۶-۱۶۰۰	۲۷۳۲-۲۸۱۱-۲۸۱۲	۲۹۲۹-۲۹۳۰-۳۱۱۰	
۱۷۱۱-۱۷۱۲-۱۷۲۱	۲۸۱۳-۲۸۹۱-۲۸۹۲	۳۱۲۰-۳۱۳۰-۳۱۴۰	
۱۷۲۳-۱۷۲۴-۱۷۲۵	۲۸۹۳-۲۸۹۹-۳۵۱۱	۳۱۵۰-۳۱۹۰-۳۴۱۰	
۱۷۲۶-۱۷۲۹-۱۷۳۱	۳۵۱۲	۳۴۲۰-۳۴۳۰-۳۵۲۰	
۱۷۳۲-۱۸۱۰-۱۸۲۰		۳۵۳۰-۳۵۹۱-۳۵۹۲	
۱۹۱۱-۱۹۱۲-۱۹۲۰		۳۵۹۹	
۲۰۱۰-۲۰۲۱-۲۰۲۲			
۲۰۲۳-۲۰۲۹-۲۱۰۱			
۲۱۰۲-۲۱۰۹-۲۲۱۱			
۲۲۱۲-۲۲۱۳-۲۲۱۹			
۲۲۲۱-۲۲۲۲-۲۲۳۰			
۳۶۱۰-۳۶۹۱-۳۶۹۲			
۳۶۹۳-۳۶۹۴-۳۶۹۹			
۳۷۱۰-۳۷۲۰			

منبع: (۲۰۰۵)، OECD

۵- نتایج تحقیق

ماهیت داده‌های مورد استفاده در این پژوهش ایجاب می‌کند تا از روش رگرسیون داده‌های تابلویی (پانل دیتا) برای تعیین نرخ یادگیری در صنایع تولیدی ایران استفاده گردد. در این خصوص، ابتدا لازم است تا مانایی تمام متغیرهای مورد استفاده در تخمین مورد بررسی قرار گیرند، چرا که نامانایی چه در مورد داده‌های سری زمانی و چه در مورد داده‌های تابلویی باعث بروز رگرسیون کاذب می‌گردد. نتایج حاصل از

آزمون‌های لوین، لین و چو^۱ (۲۰۰۲) و ایم، پسران و شین^۲ (۲۰۰۳) نشان داده است که فرضیه صفر برای همه صنایع در سطح ۵ درصد رد شده است. علاوه بر آن، نتایج حاصل از آزمون نسبت درست‌نمایی^۳ بیان‌کننده رد فرضیه وجود همسانی واریانس است و بنابراین، بهترین راه برای تخمین مدل روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS) می‌باشد. بر این اساس، نتایج حاصل از برآورد ضرایب معادله (۱۳) در جدول شماره (۲) نشان داده شده و لازم به ذکر است این نتایج تنها برای مدل‌ها و ضرایب معنی‌دار به تصویر کشیده شده است.

جدول شماره ۲- تخمین ضرایب مدل

کد صنعت	نام صنعت	β_0	β_1	β_2
۱۵۱۶	عمل آوری و حفاظت گوشت و فرآورده‌های گوشتی از فساد	۴,۷۱	-۰,۱۵	-۰,۵۸
۱۵۳۱	آماده‌سازی و آردکردن غلات و حبوب	۱,۶۵	-۰,۳۷	-۰,۱۳
۱۵۳۲	تولید نشاسته و فرآورده‌های نشاسته‌ای	-۰,۶۲	-۰,۸۱	۰,۵۱
۱۵۳۳	تولید خوراک دام و حیوانات	۴,۳۴	-۰,۳۹	-۰,۳۲
۱۵۴۴	تولید رشته و ماکارونی و ورمیشل و محصولات آردی مشابه	۴,۲۶	-۰,۴۲	-۰,۲۸
۱۵۴۶	تولید نان شیرینی و بیسکویت و کیک	۱,۸۱	-۰,۱۱	-۰,۴۷
۱۵۴۷	چای‌سازی	۹,۹۱	-۰,۳۲	-۰,۷۱
۱۵۴۸	تولید سایر محصولات غذایی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲,۲۶	-۰,۲۶	-۰,۲۸
۲۲۱۲	انتشار روزنامه و مجله و نشریات ادواری	۱,۳۷	-۰,۲۹	-۰,۲۰
۲۳۲۰	تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه‌شده	-۳,۸۳	-۰,۴۵	۰,۲۶
۲۴۱۳	تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه و ساخت لاستیک مصنوعی	۰,۰۹	-۰,۲۵	-۰,۱۸
۲۴۲۳	تولید دارو و مواد شیمیایی مورد استفاده در پزشکی و محصولات دارویی گیاهی	-۴,۱۴	۰,۱۶	-۰,۳۴
۲۴۲۹	تولید سایر محصولات شیمیایی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۰,۸۱	-۰,۲۱	-۰,۲۶
۲۵۱۱	تولید لاستیک رویی و تویی و روکش مجدد و بازسازی لاستیک‌های رویی	-۲,۸۷	-۰,۵۴	۰,۳۳
۲۵۱۹	تولید سایر محصولات لاستیکی	-۰,۵۸	-۰,۱۳	-۰,۲۶
۲۵۲۰	محصولات پلاستیکی به جز کفش	-۰,۷۵	-۰,۱۴	-۰,۲۶
۲۶۱۱	تولید شیشه جام	۱۰,۹۵	-۰,۴۹	-۰,۳۶
۲۶۹۱	تولید کالاهای سرامیکی غیر نسوز غیر ساختمانی	-۸,۸۵	-۰,۴۲	۰,۵۴
۲۶۹۵	تولید محصولات ساخته‌شده از بتن و سیمان و گچ	۲,۶۵	-۰,۳۴	-۰,۲۶
۲۶۹۶	بریدن و شکل‌دادن و تکمیل سنگ	۱,۰۶	-۰,۳۴	-۰,۱۷

^۱ Lin and Chu (۲۰۰۲)

^۲ Im, Pesaran and Shin (۲۰۰۳)

^۳ Likelihood Ratio (LR)

کد صنعت	نام صنعت	β_0	β_1	β_2
۲۶۹۷	تولید آجر	-۲,۲۸	-۰,۵۶	۰,۳۳
۲۶۹۸	تولید سایر محصولات گلی و سرامیکی غیر نسوز ساختمانی	-۱,۹۰	۰,۶۴	۰,۳۹
۲۶۹۹	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۰,۳۶	-۰,۲۸	-۰,۱۶
۲۷۳۱	ریخته‌گری آهن و فولاد	۱,۵۸	-۰,۲۸	-۰,۲۴
۲۸۱۲	تولید مخازن و انباره‌ها و ظروف فلزی مشابه	-۶,۹۱	-۰,۶۵	۰,۶۹

کد صنعت	نام صنعت	β_0	β_1	β_2
۳۱۲۰	تولید دستگاه‌های توزیع و کنترل نیروی برق	۱۱,۳۴	-۰,۵۴	-۰,۴۹
۳۱۵۰	تولید لامپ‌های الکتریکی و تجهیزات روشنایی	-۶,۰۶	-۰,۲۶	۰,۲۶
۳۳۱۱	تولید تجهیزات پزشکی و جراحی و وسایل ارتوپدی	۰,۵۳	-۰,۱۷	-۰,۲۹
۳۳۱۲	تولید وسایل ویژه اندازه‌گیری و کنترل و آزمایش و دریاوردی و مقاصد دیگر به جز تجهیزات کنترل عملیات صنعتی	-۳,۶۴	-۰,۳۷	۰,۲۱
۳۳۲۰	تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی	۱۶,۹۶	-۰,۶۳	-۰,۷۷
۳۵۲۰	تولید و تعمیر تجهیزات راه‌آهن	۷,۰۴	-۰,۵۰	-۰,۲۶
۳۱۲۰	تولید دستگاه‌های توزیع و کنترل نیروی برق	۱۱,۳۴	-۰,۵۴	-۰,۴۹
۳۱۵۰	تولید لامپ‌های الکتریکی و تجهیزات روشنایی	-۶,۰۶	-۰,۲۶	۰,۲۶
۳۳۱۱	تولید تجهیزات پزشکی و جراحی و وسایل ارتوپدی	۰,۵۳	-۰,۱۷	-۰,۲۹

منبع: یافته‌های محقق

بر اساس ضرایب به دست آمده از تخمین‌ها در جدول (۲)، مقادیر λ و σ از طریق روابط (۱۴) محاسبه گردیده و سپس جنبه‌های پویا و ایستای مزایای هزینه و یا به عبارتی نرخ یادگیری (LR) و صرفه‌های مقیاس (ES) بر اساس معادلات $LR = 1 - 2^\lambda$ و $ES = \sigma - 1$ محاسبه شده‌اند. نتایج این محاسبات برای صنایع ذکر شده در جدول شماره (۳) ارائه گردیده است. همان‌گونه که مشهود است، تأثیر یادگیری در میان ۳۱ صنعت مورد بررسی یکسان نمی‌باشد و در واقع نرخ یادگیری در این صنایع در دامنه ۱۱ تا ۸۶ درصد قرار دارد. بالاترین نرخ یادگیری به صنعت تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی (کد ۳۳۲۰) و پایین‌ترین جایگاه به صنعت تولید سایر محصولات لاستیکی (کد ۲۵۱۹) تعلق داشته است. این نتایج در واقع بیان‌کننده آن است که با دو برابر شدن تجربه، هزینه واحد بر اساس نرخ‌های ذکر شده در جدول شماره

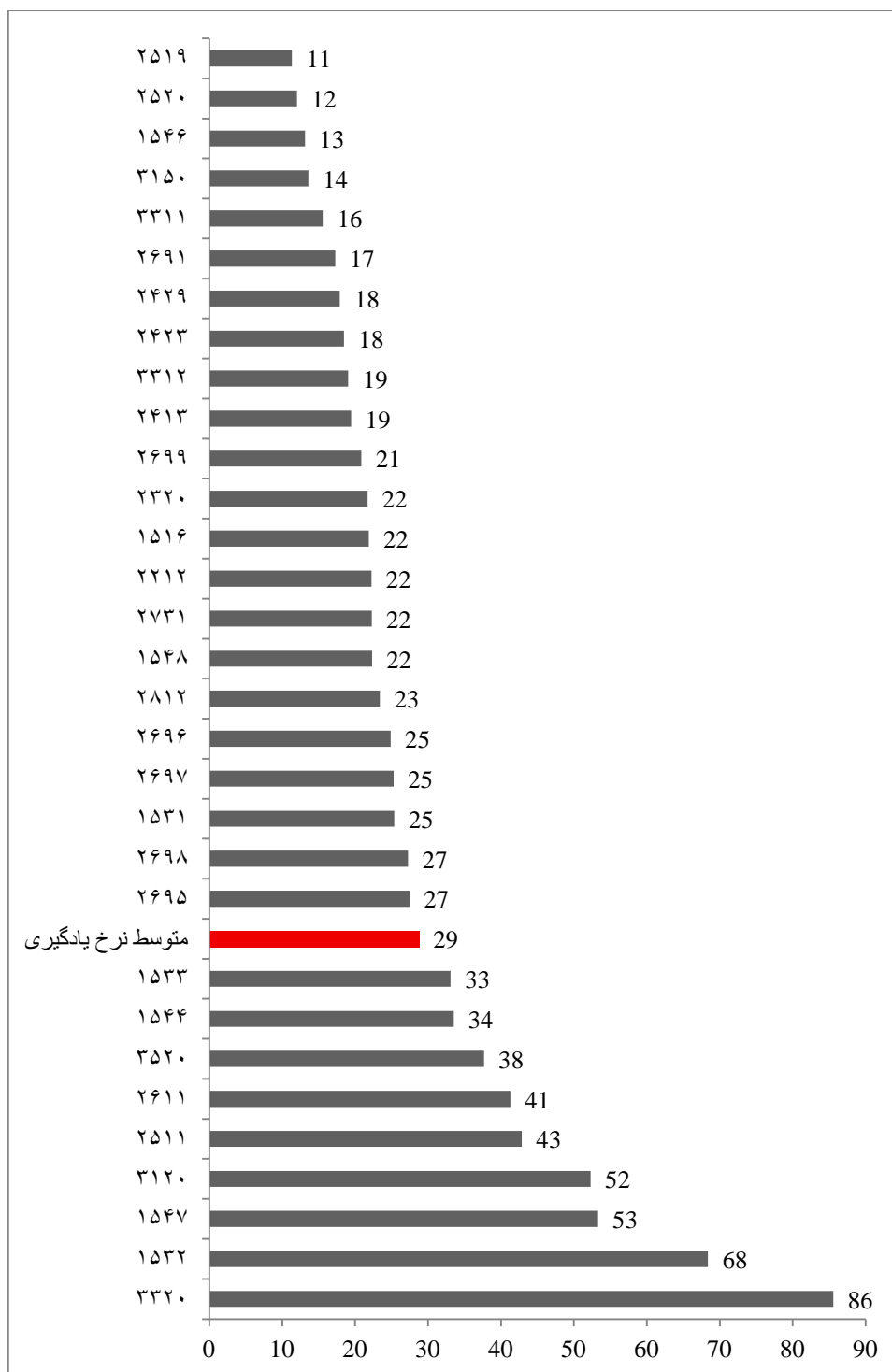
(۳) کاهش می‌یابد. نمودار شماره (۱) نرخ یادگیری و صرفه‌های مقیاس در این صنایع به تصویر کشیده است.

جدول شماره ۳- نرخ یادگیری و صرفه‌های مقیاس در سطح کدهای چهار رقمی ISIC

ES	LR	نام صنعت	کد صنعت
۱۳۵,۸	۲۱,۹	عمل آوری و حفاظت گوشت و فرآورده‌های گوشتی از فساد	۱۵۱۶
۱۴,۹	۲۵,۴	آماده‌سازی و آردکردن غلات و حبوب	۱۵۳۱
۱۰۴,۵	۶۸,۴	تولید نشاسته و فرآورده‌های نشاسته‌ای	۱۵۳۲
۴۶,۶	۳۳,۱	تولید خوراک دام و حیوانات	۱۵۳۳
۳۸,۹	۳۳,۵	تولید رشته و ماکارونی و ورمیشل و محصولات آردی مشابه	۱۵۴۴
۸۹,۴	۱۳,۱	تولید نان شیرینی و بیسکویت و کیک	۱۵۴۶
۲۴۱,۳	۵۳,۳	چای‌سازی	۱۵۴۷
۳۹,۵	۲۲,۳	تولید سایر محصولات غذایی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۵۴۸
۲۵,۶	۲۲,۲	انتشار روزنامه و مجله و نشریات ادواری	۲۲۱۲
-۲۰,۹	۱۷,۹	تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه‌شده	۲۴۲۹
۲۲,۷	۴۲,۹	تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه و ساخت لاستیک مصنوعی	۲۵۱۱
-۱۳,۶	۱۱,۳	تولید دارو و مواد شیمیایی مورد استفاده در پزشکی و محصولات دارویی گیاهی	۲۵۱۹
۳۴,۲	۱۲,۰	تولید سایر محصولات شیمیایی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۵۲۰
۴۹,۵	۱۷,۳	تولید لاستیک رویی و تویی و روکش کردن مجدد و بازسازی لاستیک‌های رویی	۲۶۹۱
۳۵,۳	۲۴,۹	تولید سایر محصولات لاستیکی	۲۶۹۶
۳۴,۶	۲۵,۳	محصولات پلاستیکی به جز کفش	۲۶۹۷
۵۵,۵	۲۷,۲	تولید شیشه جام	۲۶۹۸
-۳۵,۲	۲۰,۸	تولید کالاهای سرامیکی غیر نسوز غیر ساختمانی	۲۶۹۹
۳۵,۳	۲۲,۳	تولید محصولات ساخته‌شده از بتن و سیمان و گچ	۲۷۳۱
۲۰,۹	۲۳,۴	بریدن و شکل دادن و تکمیل سنگ	۲۸۱۲
-۲۴,۷	۵۲,۳	تولید آجر	۳۱۲۰
-۲۸,۴	۱۳,۶	تولید سایر محصولات گلی و سرامیکی غیر نسوز ساختمانی	۳۱۵۰
۱۹,۲	۸۵,۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۳۲۰
۳۱,۲	۳۷,۷	ریخته‌گری آهن و فولاد	۳۵۲۰
-۴۱,۰	۲۱,۹	تولید مخازن و انباره‌ها و ظروف فلزی مشابه	۱۵۱۶
۹۸,۴	۲۵,۴	تولید دستگاه‌های توزیع و کنترل نیروی برق	۱۵۳۱
-۲۰,۸	۶۸,۴	تولید لامپ‌های الکتریکی و تجهیزات روشنایی	۱۵۳۲
۴۱,۰	۳۳,۱	تولید تجهیزات پزشکی و جراحی و وسایل ارتوپدی	۱۵۳۳
-۱۷,۴	۳۳,۵	تولید وسایل ویژه اندازه‌گیری و کنترل و آزمایش و درینوردی و مقاصد دیگر ...	۱۵۴۴

ES	LR	نام صنعت	کد صنعت
۳۴۲,۵	۱۳,۱	تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی	۱۵۴۶
۳۵,۳	۵۳,۳	تولید و تعمیر تجهیزات راه آهن	۱۵۴۷
۴۴,۹	۲۸,۷		متوسط

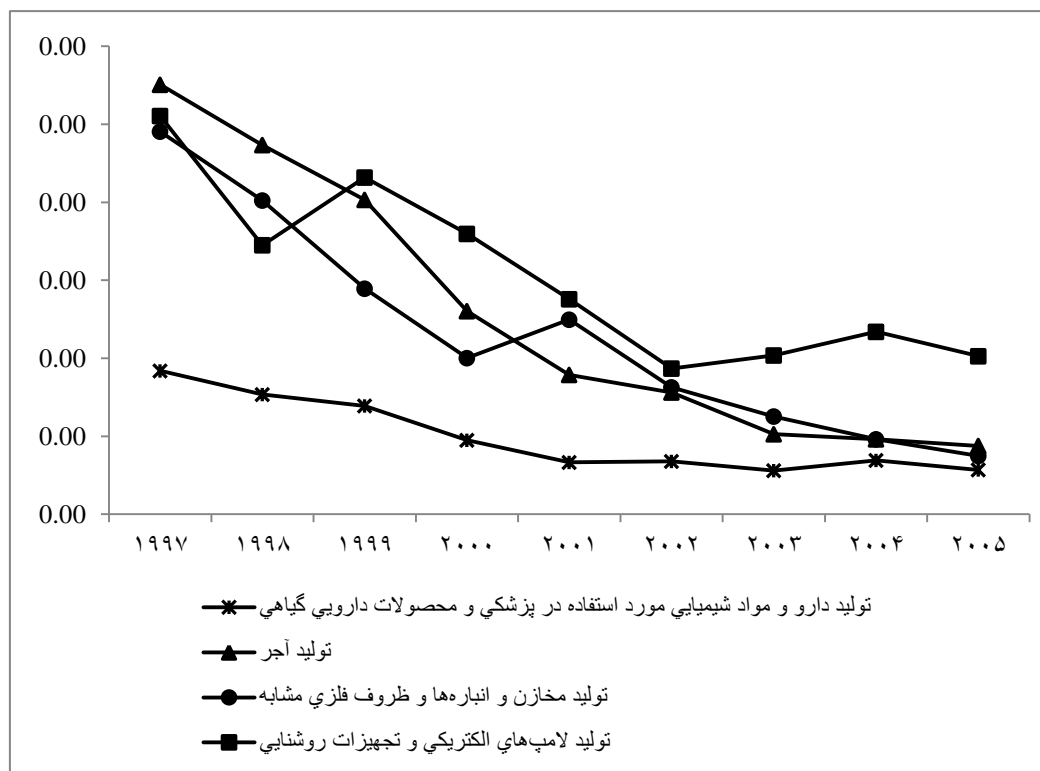
منبع: یافته‌های محقق



نمودار شماره ۱- رتبه‌بندی نرخ یادگیری بنگاه‌های جدیدالورود صنایع تولیدی ایران در سطح کدهای چهار رقمی ISIC

جدول شماره (۳) همچنین جنبه ایستا از مزایای هزینه یعنی صرفه‌های مقیاس را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشهود است، صرفه‌های مقیاس در هشت صنعت (شامل صنایع با کدهای ۲۳۲۰، ۲۴۲۳، ۲۶۹۱، ۲۶۹۷، ۲۶۹۸، ۲۸۱۲، ۳۱۵۰ و ۳۳۱۲) منفی است و به عبارتی بازده کاهنده نسبت به مقیاس را تجربه نموده‌اند. با

این وجود، از آن جایی که نرخ یادگیری در این صنایع مثبت می باشد می توان نتیجه گرفت کاهش در هزینه مرتبط با تأثیر یادگیری می باشد. این مسئله در شکل شماره (۲) برای چهار صنعت منتخب نشان داده شده و در واقع علی رغم وجود بازده کاهنده نسبت به مقیاس، در اثر یادگیری هزینه واحد در این صنایع کاهش یافته است.



شکل ۲- روند هزینه در صنایع منتخب با بازده کاهنده نسبت به مقیاس

بالاترین میزان صرفه‌های مقیاس نیز همانند نرخ یادگیری به صنعت تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی (کد ۳۳۲۰) اختصاص دارد. مقایسه نرخ یادگیری و صرفه‌های مقیاس در این صنایع حاکی از آن است که یازده صنعت نرخ یادگیری بالاتر از صرفه‌های مقیاس را تجربه نموده‌اند و به عبارتی یادگیری در این صنایع تأثیر بیشتری بر کاهش هزینه‌ها نسبت به صرفه‌های مقیاس داشته است. با این وجود، با محاسبه متوسط یادگیری در سطح کدهای چهار رقمی ISIC، همان‌طور که در جدول شماره (۳) مشهود است، یافته‌ها حاکی از آن است که متوسط یادگیری از متوسط صرفه‌های مقیاس کمتر می باشد. بنابراین، به طور کلی می توان بیان نمود که یادگیری در سطح کدهای چهار رقمی ISIC تأثیر کمتری بر کاهش هزینه‌ها

نسبت به صرفه‌های مقیاس گذاشته و به عبارت دیگر، صرفه‌های مقیاس نقش مهم‌تری را در کاهش هزینه‌ها نسبت به یادگیری ایفا می‌نماید.

برای بررسی تاثیر سطوح تکنولوژی بر یادگیری در این پژوهش از طبقه‌بندی OECD استفاده شده و این طبقه‌بندی صنایع را به چهار سطح تکنولوژی پایین (LT)، تکنولوژی متوسط به پایین (MLT)، تکنولوژی متوسط برتر (MHT) و تکنولوژی برتر (HT) تقسیم نموده است. مقایسه نرخ یادگیری در این گروه از صنایع در جداول شماره (۴) تا (۷) ارائه گردیده است.

جدول شماره ۴- ارتباط بین صنایع با تکنولوژی بالا (HT) و نرخ یادگیری در سطح کدهای چهار رقمی ISIC

کد صنعت	نام صنعت	LR
۲۴۲۳	تولید دارو و مواد شیمیایی مورد استفاده در پزشکی و محصولات دارویی گیاهی	۱۸,۵
۳۳۱۱	تولید تجهیزات پزشکی و جراحی و وسایل ارتوپدی	۱۵,۶
۳۳۱۲	تولید وسایل ویژه اندازه‌گیری و کنترل و آزمایش و دریاوردی و مقاصد دیگر به جز ...	۱۹,۱
۳۳۲۰	تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی	۸۵,۶
متوسط		۳۴,۷

منبع: یافته‌های محقق

جدول شماره ۵- ارتباط بین صنایع با تکنولوژی متوسط برتر (MHT) و نرخ یادگیری در سطح کدهای چهار

رقمی ISIC

کد صنعت	نام صنعت	LR
۲۴۱۳	تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه و ساخت لاستیک مصنوعی	۱۹,۴
۲۴۲۹	تولید سایر محصولات شیمیایی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۷,۹
۳۱۲۰	تولید دستگاه‌های توزیع و کنترل نیروی برق	۵۲,۳
۳۱۵۰	تولید لامپ‌های الکتریکی و تجهیزات روشنایی	۱۳,۶
۳۵۲۰	تولید و تعمیر تجهیزات راه‌آهن	۳۷,۷
متوسط		۲۸,۲

منبع: یافته‌های محقق

جدول شماره ۶- ارتباط بین صنایع با تکنولوژی متوسط به پایین (MLT) و نرخ یادگیری در سطح کدهای چهار

رقمی ISIC

LR	نام صنعت	کد صنعت
۲۱,۷	تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده	۲۳۲۰
۴۲,۹	تولید لاستیک رویی و تویی و روکش کردن مجدد و بازسازی لاستیک‌های رویی	۲۵۱۱
۱۱,۳	تولید سایر محصولات لاستیکی	۲۵۱۹
۱۲,۰	محصولات پلاستیکی به جز کفش	۲۵۲۰
۴۱,۳	تولید شیشه جام	۲۶۱۱
۱۷,۳	تولید کالاهای سرامیکی غیر نسوز غیر ساختمانی	۲۶۹۱
۲۷,۴	تولید محصولات ساخته شده از بتن و سیمان و گچ	۲۶۹۵
۲۴,۹	بریدن و شکل دادن و تکمیل سنگ	۲۶۹۶
۲۵,۳	تولید آجر	۲۶۹۷
۲۷,۲	تولید سایر محصولات گلی و سرامیکی غیر نسوز ساختمانی	۲۶۹۸
۲۰,۸	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۲۶۹۹
۲۲,۳	ریخته‌گری آهن و فولاد	۲۷۳۱
۲۳,۴	تولید مخازن و انبارها و ظروف فلزی مشابه	۲۸۱۲
۲۴,۴	متوسط	

منبع: یافته‌های محقق

جدول شماره ۷- ارتباط بین صنایع با تکنولوژی پایین (LT) و نرخ یادگیری در سطح کدهای چهار رقمی ISIC

LR	نام صنعت	کد صنعت
۲۱,۹	عمل آوری و حفاظت گوشت و فرآورده‌های گوشتی از فساد	۱۵۱۶
۲۵,۴	آماده‌سازی و آرد کردن غلات و حبوب	۱۵۳۱
۶۸,۴	تولید نشاسته و فرآورده‌های نشاسته‌ای	۱۵۳۲
۳۳,۱	تولید خوراک دام و حیوانات	۱۵۳۳
۳۳,۵	تولید رشته و ماکارونی و ورمیشل و محصولات آردی مشابه	۱۵۴۴
۱۳,۱	تولید نان شیرینی و بیسکویت و کیک	۱۵۴۶
۵۳,۳	چای‌سازی	۱۵۴۷
۲۲,۳	تولید سایر محصولات غذایی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۱۵۴۸
۲۲,۲	انتشار روزنامه و مجله و نشریات ادواری	۲۲۱۲
۳۲,۶	متوسط	

منبع: یافته‌های محقق

همان گونه که مشاهده می‌شود یافته‌ها حاکی از آن است که بیشترین میزان یادگیری بر اساس متوسط یادگیری صنایع متعلق به طبقه تکنولوژی برتر و کمترین آن متعلق به طبقه تکنولوژی متوسط به پایین

می‌باشد. با این وجود، مقایسه سطوح تکنولوژی پایین و تکنولوژی متوسط برتر حاکی از آن است که یادگیری در سطوح تکنولوژی متوسط برتر کمتر از تکنولوژی پایین می‌باشد. به عبارت دیگر، میزان یادگیری در این سطح از صنایع به ترتیب در طبقه تکنولوژی برتر، تکنولوژی پایین، تکنولوژی متوسط برتر و تکنولوژی متوسط به پایین از متوسط یادگیری بالاتری برخوردار می‌باشند.

۶- جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

توجه به مسئله یادگیری در صنایع به ویژه در دهه‌های اخیر از توجه و اهمیتی دو چندان برخوردار بوده و این در حالی است که این موضوع تا کنون در ایران مورد بررسی قرار نگرفته است. بر این اساس، این پژوهش با هدف دستیابی دیدگاهی کلی نسبت به نرخ یادگیری در صنایع تولیدی ایران (به عنوان محور توسعه اقتصادی) در سطح کدهای چهار رقمی ISIC و بررسی تاثیر سطوح تکنولوژی بر آن صورت پذیرفته است. این در حالی است که اگرچه مدل‌های متفاوتی در ادبیات اقتصاد صنعتی برای تخمین منحنی یادگیری وجود دارد، اما همسو با مطالعات این حوزه و برای تفکیک جنبه‌های ایستا (صرفه‌های مقیاس) و پویای مزایای هزینه (صرفه‌های یادگیری)، از تلفیق دو مدل Log-linear و تابع هزینه Cobb Douglas سود جسته است. یافته‌های این پژوهش به طور کلی نشان‌دهنده آن است که اگرچه در دوره میان‌مدت مورد بررسی در اکثر صنایع پدیده یادگیری رخ داده، اما نسبت به صرفه‌های مقیاس، نرخ یادگیری تأثیر کمتری بر کاهش هزینه‌ها داشته و به عبارتی، تأثیر صرفه‌های مقیاس بر کاهش هزینه‌ها بیشتر از یادگیری است. بر این اساس و در فضای بخش صنعت، جهت‌دهی به استفاده از مزایای یادگیری و نیز توجه به صنایعی که از نرخ یادگیری پایین‌تری برخوردارند از الزامات سیاست‌گذاری در صنایع تولیدی ایران است. با تاکید بر سطوح تکنولوژی و بر اساس طبقه‌بندی OECD، نتایج این پژوهش مبین آن است که بنگاه‌های فعال در صنایعی با تکنولوژی بالا از نرخ یادگیری بالاتری نیز برخوردارند. از نظر سیاست‌گذاری، این یافته نیز لزوم توجه به صنایعی با تکنولوژی برتر را آشکار نموده و نشان می‌دهد نرخ یادگیری بالاتر در این صنایع قادر است برخی از هزینه‌های اولیه آن‌ها را پوشش داده و از این رو توجه به آن‌ها لازمه سیاست‌گذاری توسعه

صنعتی است.

پژوهش حاضر و نتایج آن با این وجود دارای محدودیت‌هایی است که دقت در تفسیر نتایج آن را دوچندان نموده و از این رو انجام مطالعات بیشتر در این راستا را پیشنهاد می‌نماید. به عنوان مثال، تابع تولید تنها تابع نیروی کار در نظر گرفته شده و این موضوع می‌تواند در دوره میان مدت هشت ساله مورد بررسی قابل تردید باشد. علاوه بر آن، طبقه بندی صنایع بر حسب سطح تکنولوژی در این مطالعه بر اساس تعریف OECD صورت گرفته و این در حالی است که ممکن است این تفکیک با ساختار صنایع تولیدی ایران سازگاری چندانی نداشته باشد. همچنین، امکان به روز رسانی نتایج این مطالعه با توجه به محدودیت داده‌های بنگاه‌های جدیدالورد در صنایع تولیدی مقدور نبوده است. با این وجود، این مطالعه به عنوان گام‌هایی نخستین در ادبیات اقتصاد صنعتی در ایران می‌تواند به عنوان آغازی برای مطالعات این حوزه قلمداد شود.

منابع و مأخذ

- Alchian, A. (۱۹۶۳). Reliability of process curves in airframe production. *Econometrica*, ۳۱, ۶۷۹-۶۹۳.
- Anzanello, M. J., & Fogliatto, F. S. (۲۰۱۱). Selecting the best clustering variables for grouping mass-customized products involving workers' learning. *International Journal of Production Economics*, ۱۳۰(۲), ۲۶۸-۲۷۶.
- Balasubramanian, N., & Lieberman, M. B. (۲۰۱۰). Industry learning environments and the heterogeneity of firm performance. *Strategic Management Journal*, ۳۱(۴), ۳۹۰-۴۱۲.
- Clarke, A. (۲۰۰۸). *Learning-by-doing and productivity dynamics in manufacturing industries*: Department of Economics, University of Melbourne.
- Co-operation, Organisation for Economic, & Development. (۲۰۰۵). *OECD fact book: economic, environmental and social statistics*: OECD.
- Fellner, W. (۱۹۶۹). Specific interpretations of learning by doing. *Journal of Economic Theory*, ۱(۲), ۱۱۹-۱۴۰.
- Franceschini, F., & Galetto, M. (۲۰۰۲). Asymptotic defectiveness of manufacturing plants: an estimate based on process learning. *International Journal of Production Research*, ۴۰(۳), ۵۳۷-۵۴۵.

- Heng, T. M. (2000). *Learning curves & productivity in Singapore manufacturing industries*. Paper presented at the Second Annual Conference of the Academic Network for Development in Asia (ANDA), Phnom Penh, Cambodia.
- Hirshleifer, J. (1962). The firm's cost function: A successful reconstruction? *Journal of Business*, 35(3), 230-250.
- Im, K. S., Pesaran, M H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74.
- Johnson, C. (1982). *MITI and the Japanese miracle: the growth of industrial policy: 1925-1975*: Stanford University Press.
- Klenow, P. J. (1998). Learning curves and the cyclical behavior of manufacturing industries. *Review of Economic Dynamics*, 1(2), 331-350.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, 107(1), 1-25.
- Lieberman, M. B. (1987). The learning curve, diffusion, and competitive strategy. *Strategic management journal*, 8(5), 441-452.
- Lincoln, E. J. (1988). *Japan, facing economic maturity*: Brookings Institution Press.
- Morishima, M. (1982). *Why has Japan succeeded?: Western technology and the Japanese ethos*: Cambridge University Press.
- Pramongkit, P., Shawyun, T., & Sirinaovakul, B. (2000). Analysis of technological learning for the Thai manufacturing industry. *Technovation*, 20(5), 189-190.
- Javaheri, A. S. (2007). The source of cost advantage in selected INDIAN manufacturing industries. *Iranian Economic Review*(19), 89-104.
- Sheshinski, E. (1967). Tests of the "learning by doing" hypothesis. *The review of Economics and Statistics*, 49(1), 57-68.
- Stobaugh, R. B., & Townsend, P. L. (1970). Price forecasting and strategic planning: the case of petrochemicals. *Journal of Marketing Research*, 7(1), 19-29.
- Takahashi, N. (2003). Jumping to hasty experience curves. *Annals of Business Administrative Science*, 12(2), 71-87.
- Wright, T. P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences (Institute of the Aeronautical Sciences)*, 3(3), 122-128.