Doi: 10.22034/IAES.2023.1975755.1961

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۷/شماره۱/صفحه های ۱۳۰-۱۰۵

ارزیابی صرفه‌جویی هزینه‌ای در صنایع تبدیلی کشاورزی: تاکید بر دو رویکرد تجربه نیروی‌کار و یادگیری تولیدی

سمانه نورانی آزاد*، ابراهیم بهرامی‌نیا، سید حسین ایزدی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۹

چکیده

صنایع تبدیلی و فرآوری تولیدهای کشاورزی به‌دلیل اینکه در تامین نیازهای مصرفی خانوار و زنجیره غذایی مردم جامعه اهمیت راهبردی دارد از جمله مهم‌ترین گروه‌های صنعتی مؤثر بر رشد اقتصادی کشورهای درحال توسعه بشمار می‌رود؛ تجربه کشورهای جهان نشان داده که ساختار هزینه در بخش‌های مختلف اقتصاد متأثر از توسعه مهارت و دانش نهادینه شده در نیروی خلاق و نوآور است؛ بنابراین این تحقیق با هدف محوری سنجش میزان صرفه‌جویی هزینه‌ای صنایع تبدیلی کشاورزی با توجه به تجربه نیروی‌کار و میزان پیشروی دانش انجام شده است. بدین‌منظور از داده‌های تلفیقی ۱۸ زیربخش صنعتی کشاورزی در بازه زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۱ و الگوی پویای خودرگرسیون با وقفه توزیعی پانلی (*PARDL*) برای برآورد مدل استفاده شد. نتایج صرفه‌جویی هزینه‌ای با منشأ یادگیری تولیدی دلالت برآن دارد که در هر دو دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت فرایند یادگیری با نرخ ۰/۸۳ و سرعت تعدیل به تعادل بلندمدت بالا نقش چشمگیری در پیشرفت تجربه و توسعه دانش داشته و ضمن تحقق صرفه مقیاس منجر به کاهش هزینه متوسط هر واحد تولید شده است. از سوی دیگر نتایج برآورد صرفه‌جویی هزینه نیروی‌کار گویای آن است که با توسعه تجربه و مهارت نیروی‌کار بازدهی نسبت به مقیاس ثابت است و میزان صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی‌کار در بلندمدت نسبت به دوره کوتاه‌مدت بیشتر بوده و در هر دوره فعالیت نیروی‌کار ۴۴/۶ درصد از شکاف بین تعادل کوتاه‌مدت و بلندمدت کاهش می‌یابد؛ به‌طور کلی در هر دوره با دو برابر شدن تولید تراکمی به‌طور متوسط صرفه‌جویی هزینه‌ای تولید ۳۲ درصد و میانگین هزینه هر واحد نیروی‌کار به میزان ۲۰ درصد سطح پیش از آن کاهش می‌یابد. از این‌رو شناسایی منبع‌های موثر در تحقق یادگیری، رشد استارت‌آپ‌های فناوری محور، ارتقای مهارت شاغلان از طریق آموزش، برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های ضمن خدمت پیشنهاد و تأکید می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: Q13، Q16، L66، O32، O33.

واژگان کلیدی: صرفه‌جویی هزینه‌ای، یادگیری تولیدی، تراکم دانش، پیشرفت تجربه.

۱ به ترتیب: استادیاران (*نویسنده مسئول) گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
*Email:noraniazad@pnu.ac.ir

مقدمه

صنایع تبدیلی کشاورزی به‌عنوان محرک توسعه با برقراری پیوند میان کشاورزی و صنعت مورد تأکید صاحب نظران توسعهٔ کشاورزی است؛ زیرا استفاده از ظرفیت‌های موجود در این بخش می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد فرصت‌های اشتغال، ارزش افزوده بیشتر، تامین نیازهای کشور به بسیاری از کالاهای ضروری و راهبردی، رونق صادرات غیرنفتی و افزایش توان ارزی کشور باشد (*Batov, 2006*). از آنجایی‌که پویایی بسیاری از کشورهای در حال توسعه به تولید محصول‌های کشاورزی آنها بستگی دارد ایران نیز در تولید بیش از ۲۲ محصول مهم کشاورزی جزء تولیدکنندگان عمده در بین هفت کشور برتر قرار دارد و جایگاه سیزدهم را در خاورمیانه و آفریقای شمالی به خود اختصاص داده و حدود ۱۶ درصد از اشتغال کشور، ۲۰/۷ درصد ارزش کل صادرات غیرنفتی و ۸۵ درصد نیاز غذایی کشور را تامین می‌کند (*Iran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture ,2020*)؛ بنابر آخرین برآوردها، حدود ۱۶ درصد از محصول‌های زراعی و ۲۸ درصد از تولیدهای باغی در مرحله‌های مختلف تولید تا مصرف از بین می‌رود، که این رقم حدود ۶ برابر میانگین جهانی است. (*Bani Asadi, et al., 2019*). از جمله چالش‌های اساسی کشورهای درحال توسعه هدر رفتن نزدیک به یک چهارم از محصول‌های کشاورزی به دلیل کمبود صنایع تبدیلی و تکمیلی، بی توجهی به فناوری، دانش و بهره‌وری به نسبت پایین عامل‌های تولیدی است که این امر باعث تحمیل هزینه سهمگین بر اقتصاد جامعه‌ها شده است. با کاهش ضایعات افزون بر بازگرداندن حجم قابل توجهی از محصول‌ها بـه چرخه مصرف می‌توان گام‌های موثری در راستای صرفه‌جویی هزینه و افزایش بهره‌وری برداشت (*Asian Productivity Organization,2022*)؛ از جمله کارآمدترین راهکارهای اساسی و پایدار برای حل مشکل ضایعات و صرفه‌جویی هزینه‌ای، استفاده از منبع‌های تولید صنعتی، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه تولید با به‌کارگیری نیروی‌کار ماهر و توسعه فناوری‌های به روز در صنایع تبدیلی کشاورزی است؛ زیرا افزایش نیروی‌کار ماهر و آموزش‌دیده تأثیر زیادی بر رشد تولید و صرفه‌جویی هزینه‌ای خواهد داشت و توسعه مطلوب این صنایع مستلزم سیاست‌گذاری در چارچوب اقتصاد دانش‌بنیان با محوریت نیروی انسانی خلاق و نوآور است.

اهمیت این موضوع به حدی است که در اسناد بالادستی و برنامه ششم توسعه اقتصادی ایران میانگین رشد سالیانه ارزش افزوده، اشتغال و بهره‌وری کل عامل‌های تولید به‌ترتیب به میزان ۰/۸، ۳/۹ و ۳/۲ درصدی بخش کشاورزی اشاره و در برنامه چهارم توسعه نیز به حمایت و گسترش

صنایع تبدیلی، تکمیلی، افزایش دو برابری محصول‌های فرآوری شده کشاورزی و کاهش ۵۰ درصدی ضایعات تاکید شده‌است (*Mirmajidi Hashtjin et al., 2016*). بررسی‌های آماری صنایع تکمیلی و فرآوری تولیدهای کشاورزی در سال ۱۳۹۸ موید وجود شمار ۵۸۰۳ بنگاه معادل ۱۹/۹درصد از بنگاه‌های با ظرفیت بیش از ۱۰ نفر کارکن صنعتی در این بخش است که از مجموع ۳۳۸۰۲ نفر شاغلان ۷۲ درصد در فعالیت تولیدی و ۲۸ درصد در فعالیت غیرتولیدی فعال بوده و از نظر سطح تحصیلات ۲ درصد آنان بی‌سواد و ۹۸ درصد دارای تحصیلات دیپلم به بالاتر هستند. لازم به یادآوری است که این زیربخش از کل فروش بخش صنعت سهم ۱۱/۳ درصدی، از نظر ارزش افزوده سهم ۱۴/۵ درصد و موجودی سرمایه ۱۴ درصد را به خود اختصاص داده و ۱۸/۸ درصد از اشتغال کل صنعت را در برمی‌گیرد از مجموع سهم ۹۸ درصدی هزینه‌ها تنها ۲ درصد برای تحقیق و توسعه و ۱۶/۶ درصد صرف تبلیغات شده است (*Census plan for workshops with 10 or more workers, 2019*). هر چند صنایع تبدیلی کشاورزی از نظر اشتغال، فروش و ارزش افزوده حدود یک پنجم تولیدهای صنعتی کشور را در برمی‌گیرد اما از نظر مخارج تحقیق و توسعه و سطح بهره‌وری عامل‌های تولیدی از جمله نیروی‌کار وضعیت نامطلوبی دارد. بنا بر گزارش سازمان ملی بهره‌وری، سطح بهره‌وری نیروی‌کار در این بخش ۴۲ درصد کمتر از میانگین بهره‌وری پنج کشور پیشروی آسیایی و اقیانوسیه است (*National Productivity Organization, 2017: 114*).

در زمینه اهمیت موضوع باستناد گزارش سازمان بهره‌وری آسیا می‌توان اذعان کرد که کمبود صنایع تبدیلی کشاورزی، روند افزایش ملایم بهره‌وری نیروی‌کار، بی‌توجهی به فناوری‌های پیشرفته، توجه کمتر به توسعه دانش و بهره‌وری سرمایه و نبود زمینه استفاده بهینه از بهره‌وری کل عامل‌های تولید هزینه‌های گزافی بر تامین نیازهای مصرفی خانوارها تحمیل کرده است (*Nomura & Kimura, 2021*). از آنجا که بهبود بهره‌وری عوامل و گسترش تولید، صرفه‌جویی هزینه‌ای را در بخش‌های مختلف اقتصاد بدنبال دارد، توجه به یادگیری تولیدی[1] و یادگیری ضمن انجام‌کار[2] می‌تواند مهم‌ترین مسیرهای توسعه بهره‌وری و صرفه‌جویی هزینه‌ای در این بخش تلقی شود؛ زیرا یادگیری در مفهوم عام، فرآیندی پرهیزناپذیر و مرتبط با انباشت تجربه و مهارت در تولید است و بنگاه‌ها از طریق آن مهارت و دانش خود را افزایش و به روش‌های مستقیم و

[1] Production Learning
[2] Learning By Doing

نامستقیم به رشد بهره‌وری و صرفه‌جویی هزینه‌ای کمک می‌کنند (*Mishina, 1999*). در توضیح این فرایند ارو (*Arrow, 1962*) اصطلاح یادگیری ضمن انجام‌کار (*LBD*) را بکار برد و با ارائه نظریه رشد درون‌زا[1] استدلال کرد که سرمایه‌گذاری در نیروی‌انسانی، دانش و نوآوری نقش مهمی در رشد اقتصادی دارد و رشد پایدار بهره‌وری و صرفه‌جویی هزینه‌ای در«اثر هورندال[2]» را تنها می‌توان به یادگیری از طریق تجربه نسبت داد (*Handel & Spiegel, 2014*). در حقیقت، یادگیری ضمن انجام‌کار *LBD(L)* بر این اصل استوار است که افراد از طریق آموزش، دستیابی به تجربه و انجام مکرر یک فعالیت توانایی و مهارت خود را افزایش داده و می‌آموزند که چگونه با صرفه‌جویی در زمان، عملکرد بهتری داشته باشند در این فرایند، دانش و مهارت نهادینه شده در نیروی‌انسانی از طریق تجربه به‌شکل کلاس‌های آموزشی و بازپروری یا فناوری تبلوریافته در ماشین‌ها و ادوات، سرمایه و دیگر عامل‌ها موجب دگرگونی سریع فناوری، گسترش ظرفیت جذب فناوری جدید و تشدید صرفه‌جویی هزینه‌ای نهاده‌های تولیدی می‌شود (*Jaber, 2016*). درحالی‌که در فرایند یادگیری تولیدی *LBD(Y)* یا فناورانه[3] تجربه یا توسعه دانش که با ابداع، نوآوری و بهبود کیفیت تولید مرتبط است به‌صورت فناوری خنثی[4] و عامل برون‌زا در تابع تولید وارد و ضمن کاهش هزینه هر واحد تولید با نرخ کاهنده متضمن رقابت‌پذیری صنعتی است (*Bukša Tezzele., 2022; Epple, et al., 1991*). یلی با جداسازی فرایند یادگیری، به دو گروه یادگیری سازمانی و نیروی‌کار استدلال کرد که اگر با افزایش تجربه کارگران، بهره‌وری ثابت باشد و تغییر نکند یعنی یادگیری به‌طورکامل در سازمان تبلوریافته که همان یادگیری تولیدی است؛ درحالی‌که اگر با افزایش یادگیری وضعیت سازمان تغییر نکند به‌منزله تحقق یادگیری در نیروی‌کار خواهد بود (*Yelle, 1979*)؛ در حالت میانی که با عنوان یادگیری حاصل از تجربه دیگران ظهور می‌یابد، بهبود سازمان ظرفیت و توان بالقوه لازم برای بهره‌وری بالاتر را فراهم کرده و کارگران با تجربه می‌بایست از آن به بهترین نحو استفاده کنند که این امر موجب تبلور دانش در هر دو فرد و سازمان می‌شود. این فرایند به‌طور همزمان منبعی از تغییرپذیری‌های فنی ارائه می‌دهد که به‌طور شهودی قابل قبول و مستعد مداخله سیاستی مناسب است (*Thomson, 2010;*

---

1 Endogenous Growth Theory

2 Horndal Effect

این اثر نشان‌دهنده روند افزایش تدریجی تولید با وجود کمبود سرمایه‌گذاری که منجر به کاهش هزینه‌ای هر واحد تولید خواهد شد و توسط لوندبرگ (۱۹۶۱) ارائه شد.

3 Learning By Technology

4 Neutral Technology

(*Dmitrova, 2018*). با توجه به اهمیت صرفه‌جویی هزینه‌ای در افزایش رفاه مصرف‌کنندگان، درآمد تولیدکنندگان، بهبود بهره‌وری عامل‌ها و تامین نیاز مصرفی خانوار در کوتاه‌مدت و بلندمدت، هدف محوری این پژوهش، سنجش میزان یادگیری در صنایع تبدیلی و فرآوری غذایی کشاورزی و تاثیر آن بر میزان کاهش هزینه متوسط تولید و نهاده نیروی‌کار در چارچوب الگوی پویا است.

بررسی‌های مختلفی در بخش‌های مختلف اقتصاد به ارزیابی شدت یادگیری پرداخته‌اند که در ادامه به نتایج برخی اشاره شده است. (*Aduba & Izawa, 2021*) با استفاده از منحنی یادگیری پویای تاثیر تجربه بر هزینه، کارایی بانک‌های تجاری ژاپن در بازه ۲۰۱۷-۲۰۰۱ بررسی و ارزیابی کردند. نتایج گویای صرفه‌جویی هزینه‌ای حاصل از تولید تراکمی وام، سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده ناخالص و نبود زمینه کاهش هزینه بر اثر افزایش ارزش اقتصادی است. (*Çalmaşur, et al., 2021*) فرایند یادگیری را در ۲۴ زیربخش صنعت کارخانه‌ای ترکیه در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۳ با فرم تابعی درجه سه بررسی کردند. نتایج کاهش هزینه متوسط را با توسعه تولید تراکمی نشان می‌دهد و کمترین یادگیری در سال ۲۰۰۹ تحقق یافته است. (*Tian, et al., 2021*) به بررسی میزان تغییرپذیری‌های بهره‌وری پنبه و محصول‌های گندم، برنج و ذرت پرداختند. نتایج ارزیابی آنان گویای فرایند یادگیری با انتشار فناوری در چین بوده و پس از تحقق یادگیری و توسعه دانش کشاورزان استفاده از آفت‌کش‌ها کاهش و کارایی فنی بهبود یافته است (*Yang & Shumway, 2020*) به ارزیابی نقش سرمایه‌گذاری، تحقیق و توسعه و یادگیری ضمن انجام‌کار در بهبود بهره‌وری بخش کشاورزی ایالات متحده پرداختند. نتایج نشان داد هنگامی‌که تحقیق و توسعه و یادگیری در فرایند تولید گنجانده شود بازدهی فزاینده تحقق یافته و دو متغیر یاد شده در کاهش هزینه مکمل یکدیگرند. (*Okoli et.al, 2018*) به بررسی ضرورت کسب مهارت و تجربه نیروی‌کار بر رشد اقتصادی در جنوب آفریقا با رویکرد Ardl کرانه‌ای در دوره ۲۰۱۶-۱۹۸۰ پرداختند. نتایج نبود تاثیر تجربه نیروی‌کار بر رشد کوتاه مدت و اثر مثبت و معنی‌دار آن در بلندمدت با سرعت تعدیل ۲۳ درصدی را نشان می‌دهد. (*Girgin, 2011*) به بررسی اثرگذاری‌های توسعه دانش بر بهره‌وری نیروی‌کار بخش کشاورزی بنگاه‌های روستایی ترکیه طی سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۲۷پرداخت. نتایج دلالت بر رابطه مثبت بین توسعه دانش و بهره‌وری نیروی‌کار برای تولید گندم داشته و با افزایش تولید به دلیل یادگیری هزینه هر واحد تولید کاهش می‌یابد. (*Alene & Manyoung, 2007*) به تحلیل تاثیر یادگیری بر بهره‌وری نیروی‌کار در بخش کشاورزی

منطقه شمال نیجریه پرداختند. نتایج موید افزایش ۲۵/۶ درصد بهره‌وری نیروی‌کار بر اثر یادگیری در کشاورزی پیشروی امروزی بوده، اما هیچ تأثیری بر کشاورزی سنتی ندارد. (*Ortega & Lederman, 2004*) تاثیر یادگیری بر بهره‌وری بخش کشاورزی کشورهای درحال‌توسعه برزیل، مکزیک، آرژانتین و کشورهای پیشرفته دانمارک و فنلاند در سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۰ بررسی کردند. نتایج دلالت برآن دارد که توسعه مهارت و یادگیری باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه هر واحد نیروی کار در بخش کشاورزی خواهد شد. افزون براین، در بیشتر بررسی‌های تجربی مانند بررسی (*Wright, 1936*) در صنعت ساخت بدنه هواپیما در ایالت متحده، (*Heng & Low, 2000*) برای ۲۰ صنعت تولیدی کد چهاررقمی *ISIC* کشور سنگاپور، (*Jarkas & Horner, 2011*) در ۴۵ پروژه ساختمانی کشور کویت (*Balasubramanian & Lieberman, 2010; 2011*) در صنایع با کدهای *ISIC* سه و چهاررقمی کشور آمریکا از تولید تراکمی، سرمایه‌گذاری یا زمان انباشته برای انجام فعالیت به‌عنوان متغیر جانشین تجربه و کسب مهارت استفاده کردند. (*Khodadad kashi et al., 2021*) به تحلیل تاثیر یادگیری ضمن انجام کار بر صادرات صنعت ایران در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۰ پرداختند. آنان در بررسی خود دریافتند که یادگیری ضمن انجام کار، تاثیر مثبت و معناداری بر عرضه صادرات دارد. (*Norani Azad & Khodadad Kashi, 2021*) شدت یادگیری و تحقق صرفه مقیاس در بخش سلامت کشورهای جهان را ارزیابی کردند. نتایج تحقیق آنان فرض بازدهی ثابت به مقیاس در کشورهای توسعه‌یافته را تایید کرد و با دو برابر شدن تولید تراکمی هزینه متوسط نسبت به سطح پیشین ۲۸ درصد کاهش می‌یابد. (*Hajian, et al., 2021*) شدت یادگیری صنعت بانکداری ایران در دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ را ارزیابی کردند. آنان دریافتند که منحنی یادگیری شیب منفی داشته و به مثابه آن است که در صنعت بانکداری یادگیری محقق شده اما شدت آن کم است. (*Zahed, 2020*) تأثیر یادگیری بر صرفه‌جویی در هزینه نیروی‌کار در بخش کشاورزی ایران درسال‌های ۱۳۹۶-۱۳۷۰ را بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان داد با گذر زمان در بخش کشاورزی یادگیری نیروی‌کار افزایش‌یافته است. از سویی شدت یادگیری اندک و به میزان ۰/۰۴ محقق شده است و با دو برابر شدن تجربه، هزینه هر واحد نیروی‌کار نسبت به گذشته ۹۲٪ کاهش یافته است. (*Faizpour & Habibi, 2017*) یادگیری در صنایع تولیدی با سطح‌های مختلف فناوری را در بازه ۱۳۸۴-۱۳۷۶ بررسی نمودند. در این پژوهش آنان نتیجه گرفتند که بیشترین یادگیری متعلق به صنایع با فناوری برتر است و نرخ یادگیری بالاتر در این صنایع می‌تواند برخی از هزینه‌های اولیه را پوشش دهد.

در مجموع بررسی پیشینه پژوهش گویای آن است که تحقق یادگیری، صرفه‌جویی هزینه‌ای را بدنبال دارد؛ با وجود آنکه این ارتباط در ایران در بخش‌های صنعت، بانکداری، کشاورزی و سلامت بررسی شده اما به‌دلیل ماهیت منحصر به فرد این پدیده در صنایع مختلف، نخست اینکه نقش این اثرگذاری‌ها به‌طور جزء در صرفه‌جویی هزینه‌ای صنایع تبدیلی و فراوری غذایی کشاورزی ایران بررسی نشده است. دوم اینکه در بررسی‌های پیشین پویایی متغیرهای یادشده در کوتاه‌مدت و بلندمدت و نحوه تعدیل آن مدنظر قرار نگرفته است. در نهایت از نسخه‌های پیشین (ویرایش سوم) داده کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار استفاده شده است؛ بنابراین، این تحقیق می‌تواند جزء محدود تحقیقاتی در این زمینه قلمداد شود و از این جنبه‌ها نسبت دیگر تحقیقات انجام شده متمایز است.

مواد و روش‌ها

ساختارالگو

با توجه به هدف محوری این پژوهش لازم است منحنی یادگیری ضمن انجام کار و یادگیری تولیدی را استخراج کرد؛ بدین‌منظور برای سنجش صرفه‌جویی هزینه‌ای بدست آمده از تجربه نیروی‌کار *LBD(L)* باالهام از مدل پرامنگکیت و همکاران (*Peramongkit, et al., 2002*) از فرم کلی تابع تولید کاب-داگلاس تصریح‌شده به‌صورت رابطه (۱) استفاده می‌شود:

$$y = Ax_i^{\propto_i} \qquad x_i = L, K, M \qquad (۱)$$

که در آن y میزان ستاده، x_i نهاده‌های تولیدی(L نیروی‌کار، K سرمایه و M مواد اولیه و واسطه‌ای) $\propto_i$ کشش نهاده‌های تولیدی می‌باشند. ویژگی این تابع آن‌است که بازدهی از مجموع کشش نهاده‌ها $r = \sum_i^3 \propto_1$ به‌دست می‌آید. لازم به یادآوری است که در فرایند یادگیری توسعه دانش از طریق کسب مهارت و فناوری تبلوریافته در هر کدام از نهاده‌های تولیدی می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی هزینه‌ای آن نهاده شود؛ بنابراین فناوری که بیانگر میزان توسعه و افزایش ذخیره دانش است با متغیر تولید تراکمی $A_t = f(n_t) = (x_{it}n_t)^{\propto_c}$ مرتبط خواهد بود، به‌طوری‌که $\acute{f} > 0$ و $n_t = \sum_{t-1} y_\tau$ برابر با مجموع ستاده تولیدی به‌دست آمده از آغاز فرایند تولید تا زمان t-1 است (*Peramongkit, et al., 2000; Aduba & Asgari, 2020*). حال اگر متغیر توسعه دانش و تجربه در تابع تولید جایگزین و نسبت هر نهاده به تولید محاسبه شود فرم لگاریتمی میزان صرفه‌جویی در هزینه هر نهاده به صورت زیر خواهد بود.

$$\frac{x_i}{y} = n_t^{-\propto_c} x_i^{1-\propto_i} \xrightarrow{ln} ln\left(\frac{x_i}{y}\right) = -\propto_c ln(n_t) + (1-\propto_i) ln(x_i)$$
$$ln(c_i) = -\propto_c ln(n_t) + (1-\propto_i) ln(x_i) \quad i = 1,2,3 \qquad (۲)$$

در واقع رابطه بالا ارتباط بین میزان هزینه هر واحد نهاده در زمان t و تراکم دانش به‌عنوان معیار تجربه را نشان می‌دهد. حال اگر نهاده نیروی‌کار به‌عنوان عامل کاهش هزینه بر اثر انجام کار تکراری در نظر گرفته شود تابع میزان صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی‌کار به صورت رابطه (۳) خواهد بود.

$$ln(c_L) = \propto_0 - (\propto_c) ln(n_t) + (1-\propto_L) ln(x_L) \qquad (۳)$$

به‌طوری‌که c_L هزینه نیروی‌کار در تولید هر واحد ستاده، $\propto_0$ هزینه نخستین واحد نیروی‌کار، n_t تولید تراکمی و $\propto_c$ کشش هزینه نسبت به تولید تراکمی (نرخ یادگیری) را نشان می‌دهد. ضریب $\propto_c$ در این معادله بیانگر میزان شدت یادگیری طی زمان است به‌گونه‌ای که هرچه این میزان بزرگ‌تر باشد شدت یادگیری بیشتری محقق می‌شود. شایان یادآوری است که مدل هزینه بالا در صورتی به معادله یادگیری تبدیل می‌شود که بازدهی نسبت به مقیاس ثابت باشد یعنی برای منحنی یادگیری نیروی‌کار بایستی ضریب $\mathrm{Lnx_L}$ از نظر آماری معنی‌دار نباشد.

از سویی برای استخراج منحنی هزینه ناشی از یادگیری تولیدی *LBD(y)* با الهام از مدل برندنت (*Brendt, 1996*) تابع هزینه دوگان تابع تولید رابطه (۱) از کمینه‌سازی تابع هزینه نسبت به قید تولید به‌دست می‌آید.

$$\mathrm{Min}\ C = \sum_{i=1}^{3} p_i x_i \qquad S.t \qquad y = A x_i^{\propto_i} \qquad (۴)$$

که با تشکیل تابع لاگرانژ کمینه‌سازی هزینه نسبت به تولید خواهیم داشت:

$$Min\ \mathcal{L} = \sum_{i=1}^{3} p_i x_i + \lambda\left[y - A x_i^{\propto_i}\right] \qquad (۵)$$

در رابطه بالا p_i بیانگر قیمت نهاده‌های x_i و λ ضریب لاگرانژ است که با مشتق‌گیری از تابع لاگرانژ نسبت به نهاده‌های تولیدی (نیروی کار، سرمایه و مواد اولیه و واسطه‌ای) و مرتب سازی شرط مرتبه نخست میزان هر نهاده تولیدی به صورت زیر خواهد بود.

$$x_i = \lambda y . \frac{\propto_i}{P_i} \qquad i = 1,2,3 \qquad (۶)$$

با محاسبه نسبت نهاده‌های تولیدی $\frac{x_3}{x_1}, \frac{x_2}{x_1}$ از رابطه بالا می‌توان تقاضا برای هر نهاده را به‌دست آورده و آنگاه با جایگذاری در تابع هزینه هدف و ساده‌سازی آن خواهیم داشت:

$$C = r\left[A \propto_i^{\propto_i}\right]^{\frac{-1}{r}}\left[yp_i^{\propto_i}\right]^{\frac{1}{r}} \rightarrow C = kr\left[A \propto_i^{\propto_i}\right]^{\frac{-1}{r}} * \left[yp_i^{\propto_i}\right]^{\frac{1}{r}} = K * \left[yp_i^{\propto_i}\right]^{\frac{1}{r}} \qquad (۷)$$

با توجه به اینکه رابطه (۷) رابطه‌ای غیر خطی است با Ln گرفتن از دو طرف رابطه می‌توان به فرم خطی تبدیل کرد. همان‌طوری‌که پیشتر بیان شد تجربه که در فناوری تبلور می‌یابد به‌گونه‌ای است که با تجربه تجمعی دوره پیش سنجیده می‌شود؛ بنابراین سطح فناوری برابر $A_t =$ $f(n_t) = n_t^{\propto_c}$ که در آن n_t جمع ستاده در آغاز تولید تا دوره t-1 است (*Bahk & Gort, 1993; Baffoe-Bonnie; 2016*). حال با جایگذاری سطح فناوری در رابطه (۷)، فرم لگاریتمی تابع هزینه اسمی تجربه در تولید با سه نهاده متغیر در زمان t به صورت زیر خواهد بود.

$$\begin{aligned} LnC_t = Ln\acute{k} + (\propto_c/r)Lnn_t + (1/r)Lny_t + (\propto_1/r)Lnp_{1t} \\ + (\propto_2/r)Lnp_{2t} + (\propto_3/r)Lnp_{3t} + \varepsilon_t \\ \acute{k} = r\left[\propto_1^{\propto_1}\propto_2^{\propto_2}\propto_3^{\propto_3}\right]^{\frac{-1}{r}} \end{aligned} \qquad (۸)$$

برای استخراج تابع هزینه واقعی باید تابع هزینه اسمی با استفاده از شاخص تورم‌زدای تولید ناخالص ملی[1] تعدیل شود، که در این صورت تابع هزینه کاب‌داگلاسی تعدیل شده که اثرگذاری‌های یادگیری درآن گنجانده شده به فرم زیر تبدیل می‌شود:

$$Ln\acute{C}_t = Ln\acute{k} + (\propto_c/r)Lnn_t + (1/r)Lny_t + \varepsilon_t \qquad (۹)$$

ازآنجا که در منحنی‌های یادگیری هزینه متوسط واقعی به‌عنوان متغیر وابسته است با کسر Lny_t از دو طرف رابطه (۹) و ساده‌سازی تابع هزینه متوسط به‌صورت زیر تصریح می‌شود.

$$Ln\acute{C}_t - Lny_t = Lnc_t = Ln\acute{k} + (\propto_c/r)Lnn_t + ((1-r)/r)Lny_t + \varepsilon_t \qquad (۱۰)$$

بنابر رابطه (۱۰) اگر نرخ بازدهی نسبت به مقیاس ثابت $(r = 1)$ باشد، ضریب تولید برابر صفر است یعنی مدل هزینه بالا در صورتی به معادله یادگیری تبدیل می‌شود که ضریب Lny_t از نظر آماری معنی‌دار نباشد اما اگر فرضیه بازدهی ثابت به مقیاس تایید نشود قادر به سنجش یادگیری تولیدی نخواهیم بود؛ بنابراین میزان یادگیری از رابطه (۱۰) برآورد شده و آنگاه ضریب

[1] GNP-Deflator $\quad \acute{C}_t = \frac{C_t}{GNPD} = LnC_t = Ln\acute{C}_t + LnGDPD \;, LnGDPD = \sum_i(\propto_i/r)Lnp_{it}$

$\frac{1-r}{r}=0$ آزمون می‌شود که اگر این آزمون تایید شود $\propto_c/r$ بیانگر کشش منحنی تجربه است. در این منحنی زمانی‌که تراکم دانش (ذخیره دانش) دو برابر شود هزینه هر واحد ستاده نسبت به سطح پیشین آن به میزان $d = 1 - 2^{-\propto_c}$ درصد کاهش می‌یابد (*Yelle, 1979; Aduba & Izawa, 2021*).

روش برآورد

در سال‌های اخیر پویایی، ناهمگنی بالقوه، تغییرپذیری فراسنجه‌ها و وابستگی مقطع‌ها باعث تمرکز ادبیات داده‌های ترکیبی بر الگوهای پویا با دوره زمانی T و مقطع‌ها N بزرگ شده است. در این میان الگوی خودرگرسیون با وقفه توزیعی (*PARDL*)[1] الگوی پویایی است که با استفاده از برآوردگرهای میانگین گروهی (*MG*)[2] و میانگین گروهی تلفیقی (*PMG*)[3] اثرگذاری‌های کوتاه‌مدت، بلندمدت و سرعت تعدیل را برآورد می‌کند. درواقع، درمدل (*MG*) معادله‌های جداگانه برای هرگروه از مقطع‌ها برآورد شده و ضمن بررسی توزیع ضریب‌های بین گروه‌ها، میانگین حسابی از ضریب‌ها ارائه می‌کند؛ هر چند این روش برآورد سازگاری از میانگین فراسنجه‌ها ارائه می‌دهد اما این واقعیت که برخی فراسنجه‌ها ممکن است برای گروه‌ها یکسان باشد را در نظر نمی‌گیرد. درحالی‌که در برآوردگر (*PMG*) با داشتن دو ویژگی تلفیقی و میانگین‌گیری، عرض ازمبدا، ضریب‌های کوتاه‌مدت و واریانس خطا برای مقطع‌ها متفاوت است اما ضریب‌های بلندمدت برای هر مقطع ثابت می‌باشد. این دو برآوردگر براساس روش حداکثر راستنمایی و محاسبه ناهمگنی پویا از فرایند تعدیل، ضریب‌های کوتاه و بلندمدت مدل را برآورد می‌کنند؛ در این رویکرد صرفنظر از مانایی یا نامانایی متغیرها، فراسنجه برآوردی سازگار و به‌طور مجانبی دارای توزیع نرمال هستند. افزون براین روش اثرگذاری‌های ثابت پویا[4] (*DFE*) رویکرد دیگری است که برای هر مقطع عرض از مبدا متغیر و فراسنجه شیب ثابت است. برای برآورد این الگو در آغاز بایستی طول وقفه بهینه با کمترین کاهش درجه آزادی و بیشترین کارایی انتخاب و سپس مناسب‌ترین مدل مشخص شود؛ بدین منظور می‌توان با آماره شوارتز بیزین[5] (*BIC*) وقفه بهینه و آزمون هاسمن بهترین برآوردگر را تعیین کرد؛ فرضیه صفر این آزمون بیانگر نبود تفاوت

---

[1] .Panel Autoregressive Distribution Regression Model
[2] Mean Groop
[3] Pool Mean Groop
[4] Dynamic Fixed Effect
[5] Schuwarz Criterion

ضریب‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت در مدل‌های (*MG*)، (*PMG*) و (*DFE*) است. در واقع این آزمون با مقایسه مدل‌های مختلف مدل کارا و سازگار را انتخاب می‌کند (*Pesaran, 2016*). به‌دنبال مدل نظری بالا، روش برآورد و آنکه توسعه تجربه و مهارت فرایندی پویاست که در طول زمان حاصل می‌شود و با توجه پویایی متغیرهای تولید و هزینه با در نظر گرفتن یک وقفه بهینه برای متغیرهای تحقیق تصریح تجربی الگوی تصحیح خطای پویا[1] برای معادله‌های هزینه هر واحد تولید و صرفه‌جویی هزینه‌ای هر واحد نهاده نیروی‌کار به شرح زیر خواهد بود.

$$\Delta Lnc_{it} = \theta_i\left(Lnc_{it-1} - Ln\acute{k} - (\propto_c/r)_{1i}Lnn_{it} - ((1-r)/r)_{2i}Lny_{it}\right) + (\propto_c/r)_{11i}\Delta Lnn_{it} + ((1-r)/r)_{21i}\Delta Lny_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (۱۱)$$

در رابطه (۱۱) که منحنی یادگیری ناشی از تولید LBD(y) در حالت پویا را نشان می‌دهد اندیس i بیانگر صنعت مورد نظر، t زمان، θ_i میزان تصحیح خطا، y_{it} میزان تولید، n_{it} تولید تراکمی (تجربه)، r بازدهی نسبت به مقیاس، $\propto_c$ نرخ یادگیری ناشی از تولید، Lnc_{it} لگاریتم هزینه متوسط، $((1-r)/r)_{2i}$، $(\propto_c/r)_{1i}$ و $(\propto_c/r)_{11i}$، $((1-r)/r)_{21i}$ به‌ترتیب فراسنجه‌های بلند و کوتاه مدت مدل و ε_{it} جمله خطا می‌باشند. همچنین معادله صرفه‌جویی هزینه‌ای هر واحد نهاده نیروی‌کار LBD(L) به فرم تابعی پویای زیر خواهد بود.

$$\Delta Lnc_{it} = \varphi_i\left(Lnc_{it-1} - Ln\acute{k} - (\propto_c)_{1i}Lnn_{it} - (1-\propto_L)_{2i}Lnx_{Lit}\right) + (\propto_c)_{11i}\Delta Lnn_{it} + (1-\propto_L)_{21i}\Delta LnL_{it} + \vartheta_{it} \qquad (۱۲)$$

به‌طوری‌که φ_i فراسنجه تصحیح خطا، Lnc_{it} لگاریتم هزینه نیروی‌کار، x_{Lit} شمار شاغلان در صنایع تبدیلی کشاورزی، n_{it} تولید تراکمی (متغیر جانشین تجربه)، $1-\propto_L$ بازدهی نهاده نیروی‌کار، $\propto_c$ شدت یادگیری شاغلان صنایع تبدیلی و فراوری غذایی و ϑ_{it} جمله خطا است (*Pesaran., 1999*). در الگوهای تصحیح خطای پویا میزان ضریب‌های تصحیح خطا می‌تواند میزان‌های ۲ تا ۲- را اختیار کند به‌گونه‌ای که میزان‌های صفر تا ۲ بیانگر واگرایی مدل است و همگرایی به سمت مسیر تعادل بلندمدت رخ نمی‌دهد؛ در حالی‌که میزان‌های صفر تا ۲- مؤید همگرایی مدل به‌سمت تعادل بلندمدت است و هنگامی‌که مقدار این میزان در بازه ۱- تا ۲- قرار گیرد بدین معناست که جمله تصحیح خطا نوسان‌های ضعیفی را روی متغیر وابسته ایجاد کرده و در مسیر تعادل بلندمدت به جای همگرایی یکنواخت و مستقیم، حول میزان بلندمدت به

[1] Daynamic Error Correction

صورت میرایی نوسان می‌کند. به‌عبارت دیگر سازوکار تعدیل نوسانی و پیش از رسیدن به تعادل به سمت جلو درحال نوسان است (*Hatmanu, et al., 2022; Moutinho and Madaleno, 2020*).

داده‌ها

در این پژوهش برای بررسی میزان صرفه‌جویی هزینه‌ای صنایع کشاورزی تحت تاثیر تجربه، توسعه دانش نیروی‌کار و یادگیری تولیدی از داده‌های کد چهاررقمی *ISIC* مرکز آمار ایران طی سال‌های ۹۸-۱۳۸۱ در ۱۸ زیربخش صنعتی تکمیلی و فرآوری کشاورزی در قالب چهارمین ویرایش طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی[1] (*I.S.I.C, Rev.4*) استفاده شد. داده‌های این تحقیق شامل متغیر هزینه به ازای هر واحد تولید (هزینه متوسط) از نسبت ارزش هزینه کل[2] به تولید کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر فعال در فرآوری تولیدهای کشاورزی و هزینه هر واحد نیروی‌کار از نسبت جبران خدمات کارکنان به تولید شاغلان در یک سال تولیدی محاسبه و سپس با شاخص قیمت تولیدات صنعتی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ واقعی شد. افزون براین، میزان تولید برمبنای ارزش ستاده و تولید تراکمی بر حسب میزان تولید تجمعی از ابتدای دوره تا سال t-1 عملیاتی شده است (*Steffen, 2020*). از آنجایی‌که (*Pesaran et al., 1999*) برآورد مناسب برآوردگرها را در مدل ترکیبی ناهمگن پویا[3] به اندازه نسبی N و T (N>10 و T>17) و تامین شرایطی مانند نبود خودهمبستگی جمله‌های خطا، نامانایی متغیر وابسته و هم انباشتگی متغیرها از درجه‌های صفر یا یک نسبت می‌دهند؛ ازاین‌رو آزمون‌ها و برآورد مدل‌ها با نرم‌افزارهای *Stata17.0* , *Eviews 12.0* انجام و مناسب‌ترین و کاراترین برآوردگر انتخاب شد.

نتایج و بحث

در این بخش مقاله قبل از برآورد مدل تجربی لازم است که برای جلوگیری از وجود رگرسیون ساختگی[4] ایستایی متغیرها بررسی شود. بدین منظور از آزمون‌های ایم، پسران و شین (*IPS*)، لوین، لین و چو (*LLC*) و آزمون فیشر (*Fisher-Type*) استفاده شده که نتایج آنها در جدول (۱) ارائه شده است.

---

[1] International Standard Industrial Classification

[۲] هزینه کل از مجموع ارزش نهاده‌ها، جبران خدمات کارکنان، ارزش فعالیت غیرصنعتی و مالیات نامستقیم و عوارض پرداختی به‌دست می‌آید.

[3] Dynamic Heterogenous Panel Models

[4] Spurious Regression

جدول (۱) نتایج آزمون ایستایی متغیرها

Table (1) The results of the stationarity test of the variables

آماره آزمون فیشر دیکی فولر تعمیم یافته Test statistics of type Fisher-ADF	آماره آزمون ایم، پسران و شین Test statistics of Im-Pesaran-Shin	آماره آزمون لوین، لین و چو Test statistics of Levin-Lin-Chu	نام متغیر Name Variable
معادله منحنی یادگیری ناشی از تولید *LBD(Y)* و صرفه جویی هزینه نیروی کار *LBD(L)* The equation of production learning curve & labor cost savings			
24.92(0.807)	0.501(0.692)	-1.62(0.052)	لگاریتم هزینه هر واحد تولید Lc Log of Average cost in the intial production time period
4.09(1.000)	7.59(1.000)	3.55(0.999)	لگاریتم تولید Ly Log of production in any time period
15.73 (0.993)	3.35 (0.999)	0.41 (0.659)	لگاریتم تولید تجمعی Ln Log of Cumulative number of units of output produced up to t-1 time period
0.980(1.000)	9.16(1.000)	4.60(1.000)	لگاریتم هزینه هر واحد نیروی‌کار Lc Log of per unit labor's cost
31.62(0.436)	0.103 (0.541)	-0.74 (0.229)	لگاریتم نیروی‌کار LL Log of the number of labor
15.73 (0.993)	3.35 (0.999)	0.41 (0.659)	لگاریتم تولید تجمعی Ln Log of Cumulative number of units of output produced up to t-1 time period

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

نتایج جدول (۱) برای هر دو معادله یادگیری تولیدی و تجربه نیروی‌کار بیانگر نامانا بودن متغیرها در سطح بوده که با یکبار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند؛ بنابراین متغیرهای تحقیق انباشته از مرتبه I(1) هستند. افزون براین با استفاده از آماره شوارتز بیزین طول وقفه بهینه برابر یک تعیین شد که این امر شرایط لازم برای برآورد الگوی (۱و۱و۱) *PARDL* و ارزیابی مدل تصحیح خطا به‌عنوان بهترین مدل را فراهم می‌کند. همچنین نتایج آزمون هاسمن نیز برای مقایسه و انتخاب مدل کارا و سازگار برای هر دو منحنی یادگیری *LBD(Y), LBD(L)* در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲) آزمون تشخیصی هاسمن در انتخاب مدل‌های *MG*، *PMG* و *DFE*

Table (2) Hausman's diagnostic test in selecting MG, PMG and DFE models

مدل نهایی Final Model	نتیجه انتخاب مدل The result of model selection	آزمون هاسمن انتخاب Hausman's test to select PMG, DFE	نتیجه انتخاب مدل The result of model selection	آزمون هاسمن انتخاب Hausman's test to select PMG, MG	آزمون و انتخاب مدل Test and model selection
PMG	PMG	$\chi^2 = 11.68^{***}$	PMG	$\chi^2 = 0.15$	معادله منحنی یادگیری تولیدی LBD(Y) The equation of production learning curve

جدول (۲) آزمون تشخیصی هاسمن در انتخاب مدل‌های *MG*، *PMG* و *DFE*

Table (2) Hausman's diagnostic test in selecting MG, PMG and DFE models

مدل نهایی Final Model	نتیجه انتخاب مدل The result of model selection	آزمون هاسمن انتخاب Hausman's test to select PMG, DFE	نتیجه انتخاب مدل The result of model selection	آزمون هاسمن انتخاب Hausman's test to select PMG, MG	آزمون و انتخاب مدل Test and model selection
MG	MG	$\chi^2 = 4.47$	MG	$\chi^2 = 9.55^{***}$	معادله یادگیری و صرفه‌جویی هزینه نیروی‌کار LBD(L) The equation of learning and labor cost savings

منبع: یافته‌های تحقیق (علامت ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصدی است)

Source: Research findings

نتایج جدول (۲) موید آن است که در معادله یادگیری تولیدی مدل PMG و در معادله یادگیری ضمن انجام‌کار مدل MG بر دیگر مدل‌ها برتری دارد؛ بنابراین در ادامه مدل‌های یاد شده در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت برازش شده که نتایج آن در جداول (۳) و (۴) ارائه شده است.

بنا بر نتایج جدول (۳) ملاحظه می‌شود که ضمن معناداری کل مدل رگرسیون، نبود معناداری ضریب تولید از نظر آماری در دوره کوتاه‌مدت و بلند مدت تایید می‌شود؛ به‌عبارتی دیگر ضریب تولید که معادل $(1-r)/r$ بوده تفاوت معنی‌داری با صفر ندارد پس می‌توان نتیجه گرفت که در زیر بخش‌های صنعت تبدیل و فرآوری تولیدهای کشاورزی، یادگیری ناشی از تولید با نرخ بالایی محقق شده و بازدهی ثابت به مقیاس برقرار است؛ یعنی صنایع در سطح تولید بهینه فعالیت کرده از صرفه‌های مقیاس نیز برخوردارند. در حقیقت، در این مدل شدت یادگیری با نرخ ۰/۸۳ و ۱/۰۶ در دوره بلندمدت و کوتاه مدت تحقق یافته است؛ به‌عبارت دیگر با دو برابر شدن تجربه در تولید و ذخیره دانش، هزینه متوسط در دوره کوتاه مدت به میزان ۴۳ درصد و در بلندمدت به میزان ۵۲ درصد نسبت به دوره پیشین آن کاهش می‌یابد و نرخ پیشرفت تجربه به‌ترتیب به میزان ۵۶ و ۴۷ درصد می‌رسند. افزون براین، میزان *ECT* در مدل کوتاه‌مدت با ضریب ۱/۱- ظاهر شده است که نشان می‌دهد به‌جای همگرایی مستقیم و یکنواخت به مسیر تعادل، فرایند تصحیح خطا حول میزان بلندمدت به صورت میرایی نوسان می‌کند و پس از یک‌دوره تعدیل به تعادل بلندمدت همچنان سرعت همگرایی در مسیر تعادل بلندمدت با شدت بالایی صورت می‌گیرد.

جدول (۳) برآورد معادله منحنی یادگیری تولیدی *LBD(y)* به‌روش *PMG*

Table 3 Estimation of the equation of the learning curve resulting from the production of LBD(y) by the PMG method

سطح معناداری Prob	آماره t T-statistics	انحراف معیار standard deviation	ضریب Coefficient	نام متغیر Variable name
ضریب‌های بلندمدت در منحنی یادگیری ناشی از تولید Long-term coefficients in learning curve by production				
(0.930)	-0.09	0.252	-0.022	لگاریتم تولید Ly Log of production in any time period
(0.000)	3.50	0.237	-0.831	لگاریتم تولید تجمعی Ln Log of Cumulative output
ضریب‌های کوتاه‌مدت در منحنی یادگیری ناشی از تولید Short-term coefficients in learning curve by production				
(0.000)	-20.17	0.055	-1.103	پارامتر تصحیح خطا ECT Error correction term
(0.000)	10.56	0.120	1.260	جمله ثابت C Constant
(0.232)	1.20	0.301	0.359	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید D(Ly) The first order's difference of log production
(0.000)	5.53	0.192	-1.059	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید تجمعی D(Ln) The first order's difference of the log cumulative production
$\chi^2 = 141.55$ (0.000)	*Wald Test Prob*	$F = 2.36$ (0.145)	*Autocorrelation prob*	آماره تشخیصی Diagnostic statistics

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۴) نیز دلالت برآن دارد که ضمن معناداری کل مدل رگرسیون، در دو دوره کوتاه و بلندمدت ضریب نیروی‌کار شاغل در بخش کشاورزی از نظر آماری بی‌معنا است؛ یعنی ضمن آنکه صرفه مقیاس در این زیر بخش صنعتی به‌کلی تخلیه شده فرایند یادگیری به ترتیب با نرخ‌های ۰/۶۲ و ۰/۲۶ در بلندمدت و کوتاه مدت در این بخش تحقق یافته که این امر منجر به کاهش و صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی‌کار در بخش فرآوری کشاورزی شده است. این بدین معناست که با دو برابر شدن تجربه و ذخیره دانش نیروی‌کار، هزینه هر واحد استخدام کارگر در دوره کوتاه‌مدت به میزان ۱۶/۵ درصد و در بلندمدت به میزان ۳۵ درصد نسبت به دوره پیشین کاهش می‌یابد. افزون بر این ضریب *ECT* با مقدار ۰/۴۴۶- بیانگر آن است که همگرایی به سمت تعادل بلندمدت با سرعت ۴۴/۶ درصد صورت می‌گیرد یعنی در هر دوره زمانی ۴۴/۶ درصد شکاف بین تعادل کوتاه مدت و بلندمدت کاهش می‌یابد.

جدول (۴) برآورد معادله منحنی یادگیری و صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی کار *LBD(L)* به روش *MG*

Table (4) Estimating the learning curve equation and cost savings of LBD (L) labor by MG method

سطح معناداری Prob	آماره t T- statistics	انحراف معیار standard deviation	ضریب Coefficient	نام متغیر Variable name
ضریب‌های بلندمدت در منحنی یادگیری ضمن انجام کار Long-term coefficients of learning and labor cost savings				
(0.622)	-0.49	0.358	-0.177	لگاریتم نیروی‌کار شاغلان LL Log of employes labor in any time period
(0.001)	3.30	0.189	-0.623	لگاریتم تولید تجمعی Ln Log of Cumulative output
ضریب‌های کوتاه‌مدت در منحنی یادگیری ضمن انجام کار Short-term coefficients of learning and labor cost savings				
(0.000)	-5.25	0.085	-0.446	فراسنجه تصحیح خطا ECT Error correction term
(0.000)	-4.39	0.648	-2.848	جمله ثابت C Constant
(0.618)	-0.50	0.056	-0.028	تفاضل مرتبه اول لگاریتم نیروی‌کار شاغل D(LL) The first order's difference of log of the employed labor
(0.005)	-2.80	0.059	-0.259	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید تجمعی D(Ln) The first order's difference of the log cumulative production
$\chi^2 = 869.62$ (0.000)	*Wald Test* *Prob*		$F = 1.598$ (0.226)	*Autocorrelation* *prob*	آماره تشخیصی Diagnostic statistics

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه بحث به‌منظور بررسی‌های تکمیلی، با برآورد ضریب‌های شناور برای هر یک از صنایع تبدیلی و فرآوری تولیدهای کشاورزی با کد چهاررقمی *ISIC* در دوره کوتاه‌مدت، مقایسه‌ای بین ۱۸ زیربخش صنعتی از منظر شدت یادگیری و نسبت پیشروی تجربه برای آن دسته از صنایع فعال کشاورزی که بیشترین میانگین فروش و اشتغال را به‌خود اختصاص داده‌اند در جداول (۵) و (۶) بررسی شد.

جدول (۵) وضعیت یادگیری و نسبت پیشروی تجربه در صنایع تبدیلی کشاورزی با بیشترین فروش
Table (5) The state of production learning in agricultural transformation industries by top-selling

درصد متوسط فروش Average Sales percentage	میانگین ارزش فروش Averag Sales (billion rials)	میزان پیشرفت تجربه Exprience Progres	شدت یادگیری Learning Intensity	نام صنعت Industry Name	کد آیسیک ISIC Code
18.35	1.1	0.47	-0.92	تولید فرآورده‌های لبنی Manufacture of dairy products	1050
13.40	0.83	0.21	-0.33	تولید روغن‌ها و چربی گیاهی و حیوانی بجز روغن ذرت Manufacture of vegetable and animal oils and fats	1040
13.01	0.80	0.22	-0.36	تولید کودشیمیایی و ترکیب‌های نیتروژن Manufacture of fertilizers and nitrogen compounds	2012
7.80	0.48	0.43	-0.81	فراوری و نگهداری میوه و سبزی‌ها Processing and preserving of fruit and vegetables	1030
7.80	0.48	0.33	-0.57	فرآوری و نگهداری گوشت Processing and preserving meat	1010
7.53	0.46	0.05	-0.08	تولید فراورده‌های آسیاب غلات Manufacture of grain mill products	1061
7.36	0.52	0.29	-0.49	تولید قند و شکر Manufacture of sugar	1072
–	-	0.32	-0.56	میانگین یادگیری تولیدی در صنایع تکمیلی و فرآوری کشاورزی Average production learning in complementary industries and agricultural processing	
$\chi^2 = 448.17$ (0.000)		*Wald Test Prob*		آماره تشخیصی Diagnostic statistics	

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طوری‌که در جدول (۵) مشخص است در صنایع با بالاترین میزان میانگین فروش، شدت یادگیری تولیدی که بیانگر کشش هزینه میانگین تولید نسبت به تولید تراکمی است در برخی از زیر بخش‌های صنعتی کشاورزی از میانگین صنایع تبدیلی و فرآوری موادغذایی با میزان ۰/۵۶ فراتر است؛ به‌گونه‌ای که صنعت تولید فراورده‌های لبنی (۱۰۵۰)، فرآوری و نگهداری میوه و سبزی‌ها (۱۰۳۰) و صنعت فرآوری و نگهداری گوشت (۱۰۱۰) از شدت یادگیری به نسبت بالایی برخوردارند. میزان پیشرفت یادگیری (تجربه) که دلالت بر مقدار کاهش هزینه متوسط هر واحد تولید و صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی‌کار با دو برابر شدن سطح تولید دارد به‌ترتیب کاهشی معادل ۰/۴۷، ۰/۴۳ و ۰/۳۳ را برای صنایع یاد شده نشان می‌دهد؛ به‌عبارت دیگر با گسترش تجربه و

توسعه دانش هنگامی‌که تولید تراکمی دو برابر شود سطح هزینه متوسط نسبت به هزینه اول دوره در این زیر بخش‌های صنعتی کشاورزی به میزان ۴۷، ۴۳ و ۳۳ درصد کاهش یافته است.

جدول (۶) وضعیت یادگیری و نسبت پیشروی تجربه در صنایع تبدیلی کشاورزی با بیشترین اشتغال

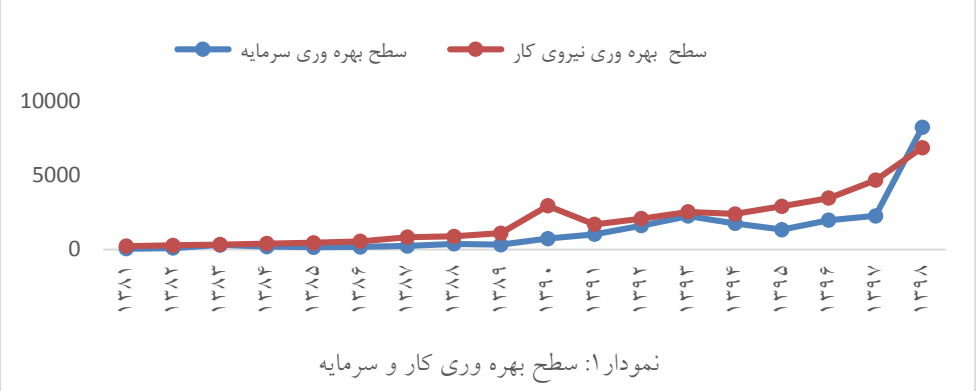
Table (5) The state of learning and cost saving in agricultural transformation industries by top-employment

کد آیسیک ISIC Code	نام صنعت Industry Name	شدت یادگیری Learning Intensity	میزان پیشرفت تجربه Exprience Progres	میانگین شمار شاغلان (۱۰۰۰نفر) Average employees (1000 people)	درصد متوسط اشتغال Average employment percentage
1050	تولید فرآورده‌های لبنی Manufacture of dairy products	-0.53	0.30	35.9	16.5
1071	تولید فراورده‌های غذایی Manufacture of other food product	-0.31	0.19	26.7	12.2
1010	فرآوری و نگهداری گوشت Processing and preserving meat	-0.44	0.26	22.4	10.3
1072	تولید قند و شکر Manufacture of sugar	-0.46	0.27	21.8	10.0
1030	فراوری و نگهداری میوه و سبزی‌ها Processing and preserving of fruit and vegetables	-0.22	0.14	19.2	8.82
1040	تولید روغن‌ها و چربی گیاهی و حیوانی به‌جز روغن ذرت Manufacture of vegetable and animal oils and fats	-0.26	0.16	12.5	5.73
1104	تولید نوشابه‌های بدون الکل، آب معدنی و دیگر آب‌های پرشده در بطری Manufacture of soft drinks; production of mineral waters and other bottled waters	-0.23	0.15	12.4	5.69
میانگین یادگیری انجام کار در صنایع تکمیلی و فرآوری کشاورزی Average production learning in complementary industries and agricultural processing		-0.33	0.21	-	-
آماره تشخیصی Diagnostic statistics	*Wald Test Prob*			$\chi^2 = 594.56$	

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۶) نیز نشان می‌دهد که در بین صنایع با اشتغال بالا، فرایند یادگیری یکسان نبوده و میانگین شدت یادگیری نیروی‌کار میزان ۰/۳۳ را نشان می‌دهد. در این میان در صنعت تولید فرآورده‌های لبنی (۱۰۵۰)، تولید قند و شکر (۱۰۷۲)، فرآوری و نگهداری گوشت (۱۰۱۰) و تولید فراورده‌های غذایی (۱۰۷۱) امکان تحقق یادگیری با شدت ۰/۵۳، ۰/۴۶، ۰/۴۴ و ۰/۳۱ فراهم است که این امر منجر به صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی‌کار به میزان ۰/۳۰، ۰/۲۷، ۰/۲۶ و

۰/۱۹ خواهد شد؛ یعنی با دو برابر شدن تولید تراکمی و افزایش تجربه نسبت به سطح پیشین آن هزینه هر واحد به‌کارگیری نیروی‌کار در این صنایع به میزان ۳۰، ۲۷، ۲۶ و ۱۹ درصد کاهش می‌یابد. از سویی به‌استناد گزارش‌های آماری صنایع تبدیلی کشاورزی در ایران از منظر سطح تحصیلات، مهارت نیروی‌کار، سرمایه‌گذاری تجهیزات، سطح بهره‌وری نیروی‌کار و سرمایه به‌عنوان منبع‌های اصلی توسعه تجربه و یادگیری به‌طور نسبی از روند رو به رشد ملایم برخوردارند که در ادامه برای اعتبارسنجی نتایج، میزان بهره‌وری نیروی‌کار و سرمایه در نمودار (۱) ارائه شده است.



نمودار۱: سطح بهره وری کار و سرمایه

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

بنا بر نتایج نمودار (۱) و جداول (۵ و۶) کاهش هزینه هر واحد تولید و صرفه‌جویی هزینه‌ای نیروی‌کار با توسعه تجربه و فرایند یادگیری در بازه زمانی بررسی مورد انتظار است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش صرفه‌جویی هزینه‌ای در صنایع تبدیلی و فرآوری تولیدهای کشاورزی با توجه به تجربه نیروی‌کار و یادگیری تولیدی بررسی شد. نتایج تحقیق گویای آن است که فرایند یادگیری با شدت بالایی تحقق یافته و سرعت تعدیل به حدی شدید است که با وجود یک دوره تعدیل همچنان سرعت همگرایی به سمت مسیر بلندمدت بالاست. افزون براین بازدهی ثابت به مقیاس موید تخلیه کامل صرفه‌های مقیاس و تولید در سطح بهینه است؛ دلیل آن می‌تواند به بهره‌برداری رسیدن برخی از واحدهای تولیدی صنایع تبدیلی تولیدهای کشاورزی، افزایش ظرفیت سرمایه‌گذاری شرکت شهرک‌های کشاورزی، گسترش ظرفیت اسمی و شمار سردخانه صنایع تبدیلی و غذایی کشاورزی، بومی‌سازی تولید برخی از محصول‌ها، نظارت بر فرآورده‌های خام دامی و افزایش ظرفیت اسمی تولید آن‌ها، ارائه خدمات حمایتی مانند توسعه سامانه جامع بیمه

کشاورزی، رصد و پایش نهاده‌ها از واردکننده تا مصرف‌کننده نهایی، اجرای طرح تدوین برنامه آموزشی سلامت غذا در این بخش باشد (*Productivity Improvement Projects of Agriculture Jihad Ministry, 2021*). درزمینه صرفه هزینه‌ای نیروی‌کار می‌توان اذعان کرد که توسعه تجربه مهم‌ترین عامل کاهش هزینه نیروی‌کار بوده و میزان صرفه‌جویی هزینه‌ای در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت است؛ زیرا با افزایش سهم ۹۴ درصدی شاغلان و به‌ویژه نرخ رشد ۸۹ درصدی نیروی‌کار ماهر، کاردان و مهندسان در صنایع تبدیلی و فرآوری تولیدهای کشاورزی از کل صنایع تولیدی در دوره مطالعه (*Census plan of industrial workshops with 10 and more workers, 2019*) بستر توسعه تجربه و دانش در برابر سیاست‌های مصوب در جهت ارتقاء کیفی تولید فراهم کرده است. برمبنای گزارش موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، برگزاری دوره‌های آموزشی مروجان بهره‌وری، دوره‌های کاردانی و کارشناسی پودمانی آموزشی، افزایش شمار برگزاری دوره‌های آموزش کوتاه‌مدت و ضمن خدمت کارکنان بخش‌های مختلف معاونت جهادکشاورزی و تعلیم کارکنان در لایه‌های مختلف صنایع تکمیلی و فرآوری تولیدی کشاورزی دلایلی مزید برعلت برخورداری از مزیت صرفه‌جویی هزینه‌ای نشات گرفته از توسعه تجربه نیروی‌کار و یادگیری تولیدی خواهد بود. با عنایت به نتایج پژوهش و نکات یاد شده که یادگیری کاهش هزینه را در پی داشته است پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

به مدیران شناسایی منبع‌های موثر در تحقق یادگیری تاکید می‌شود تا با مدیریت علمی، استفاده از ظرفیت‌های موجود و ایجاد کارگاه‌های تعاونی کوچک زودبازده برای کاهش هزینه‌های تولیدی در صنایع تبدیلی کشاورزی اقدام کنند. به‌منظور افزایش صرفه‌جویی هزینه‌ای گسترش دانش نهادینه شده در سرمایه انسانی و افزایش تجربه نیروی‌کار از طریق برگزاری کارگاه، کلاس آموزشی و بازپروری، افزایش برگزاری دوره‌های آموزش ضمن خدمت، آموزش‌های مهارتی، آموزش زنان روستایی و برنامه‌هایی برای ارتقای مهارت و توان لایه‌های مختلف شاغلان این زیر بخش صنعتی می‌بایستی برنامه‌ریزی و اجرا شود. استفاده از فناوری پیشرفته با دانش فنی جدید، به‌کارگیری تجهیزات فناورانه، رشد استارت‌آپ‌های فناوری‌محور بخش کشاورزی برای کاهش هزینه‌های تولید نیز تاکید می‌شود.

منبع‌ها

Aduba, J. J., & Asgari, B. (2020). Productivity and technological progress of the Japanese manufacturing industries, 2000–2014: estimation with data envelopment analysis and log-linear learning model. *Asia-Pacific Journal of Regional Science, 4*(2), 343-387. https://doi.org/10.1007/s41685-019-00131-w.

Aduba Jr, J., & Izawa, H. (2021). Impact of learning through credit and value creation on the efficiency of Japanese commercial banks. *Financial Innovation, 7*(1), 1-37. https://doi.org/10.1186/s40854-021-00268-8.

Agricultural Jihad Productivity Committee (2021), *Periodic report of national productivity improvement projects of Agriculture Jihad Ministry*. (In Persian). https://bahrevari.areeo.ac.ir/fa-IR/bahrevari.areeo.ac/33939/page

Alene, A. D., & Manyong, V. M. (2007). The effects of education on agricultural productivity under traditional and improved technology in northern Nigeria: an endogenous switching regression analysis. *Empirical economics, 32*(1), 141-159. https://doi.org/10.1007/s00181-006-0076-3.

APO Productivity Data: Quick Facts (2021). *First edition published in Japan by the Asian Productivity Organization*, 1-24-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan, www.apo-tokyo.org.

Arrow, K. J. (1971). The economic implications of learning by doing. In *Readings in the Theory of Growth* (pp. 131-149): Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-349-15430-2_11.

Baffoe-Bonnie, J. (2016). Productivity growth and input demand: the effect of learning by doing in a gold mining firm in a developing economy. *International Economic Journal, 30*(4), 550-570. https://doi.org/10.1080/10168737.2016.1204341

Bani Asadi N., Samari D., Farajullah Hosseini J., and Omid Najafabadi M. (2019) Development strategies of date conversion and complementary industries with an entrepreneurial approach in rural areas (case study: villages of Bam city, Kerman province). *Rural Development Strategies*, 6(4), 445-462. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22048/rdsj.2020.189742.1807.

Bahk B.H., and Gort M. 1993, "Decomposing learning by doing in new plants", *Journal of political Economy*, 101(4): 561-583.

Balasubramanian, N., & Lieberman, M. B. (2010). Industry learning environments and the heterogeneity of firm performance. *Strategic Management Journal, 31*(4), 390-412. https://doi.org/10.1002/smj.816.

Balasubramanian, N., & Lieberman, M. B. (2011). Learning- by- doing and market structure. *The Journal of Industrial Economics, 59*(2), 177-198. https://doi.org/10.1111/j.1467-6451.2011.00450.x

Batov, G. (2006). Development of Rural Industrial Enterprises :(The Example of Kabardino-Balkaria). *Problems of Economic Transition, 48*(10), 63-69. https://doi.org/10.2753/PET1061-1991481004.

Berndt, E. (1996). Costs, Learning Curves, and Scale Economies: From Simple to Multiple Regression. *The Practice of Econometrics: Classical and Contemporary*.

Bukša Tezzele, R. (2022). Innovation and Productivity: Is Learning by Doing Over? *Economic and Business Review, 24*(1), 4. https://www.ebrjournal.net/home/vol24/iss1/4/.

Çalmaşur, G., Daştan, H., & Karaca, Z. (2021). The Learning Curve: An Application in Turkish Manufacturing Industry. *Innovative Issues and Approaches in Social Sciences*. http://www.iiass.com

Dimitrova, M. (2018). Opportunities for implementing "learningby-doing" approach in formal educational setting. The case of French camp Academy, USA. *Yearbook of Varna University of Management*, 77-86. https://books.google.com/books?hl=en&lr=lang_en&id=msRhDwAAQB AJ

Epple, D., Argote, L., & Devadas, R. (1991). Organizational learning curves: A method for investigating intra-plant transfer of knowledge acquired through learning by doing. *Organization science, 2*(1), 58-70 https:// doi.org /10.1287/orsc.2.1.58.

Faizpour M.A., and Habibi M. (2017). Learning curve and technology levels in new companies in Iran's manufacturing industries, *Journal of Industrial Economy Research*, 2(3): 22-7. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.30473/indeco.2019.18408.1022.

Girgin, A. (2011). The role of education in agricultural productivity: the case of Village Institutes in Turkey, 1940-1966.

Hajian M., Pajouyan J., Khodadad Kashi F., and Ghaffari F. (2020). Learning Curve and Its Intensity Effect on Cost in The Iranian Banking Industry (2001-2017), *Journal of Industrial Economy Research*, 4(14): 41- 54. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.30473/indeco.2020.7423.

Hatmanu, M., Cautisanu, C., & Iacobuta, A. O. (2022). On the relationships between CO2 emissions and their determinants in Romania and Bulgaria. An ARDL approach. *Applied Economics, 54*(22), 2582-2595. https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1998328.

Hendel, I., & Spiegel, Y. (2014). Small steps for workers, a giant leap for productivity. *American Economic Journal: Applied Economics, 6*(1), 73-90. https://doi.org/10.1257/app.6.1.73.

Heng, T. M., & Low, L. (2000). Estimating and comparing learning curves in three Asian economies. *Asia Pacific Journal of Management, 12*(1), 21-35. https://doi.org/10.1007/BF01733969

Jaber, M. (2016). *Learning curves*: *Theory, Models, and Applications*. CRC Press Taylor & Francis Group: 3-12.

Jarkas, A., & Horner, M. (2011). Revisiting the applicability of learning curve theory to formwork labour productivity. *Construction Management and Economics*, *29*(5), 483-493. https://doi.org/10.1080/01446193.2011.562911.

Khodadadkashi F., Mirzababazadeh S., Shah Hosseini S., and Jani, S., (2021). Analysis of learning while doing work in the industrial sector and its impact on Iran's industrial exports. Iran Economic Research, 26(89): 9-35. (In Persian with English abstract). http://dx.doi.org/10.22054/IJER.2020.52861.873

Mirmjidi Hashtjin, A., Famil Momen, R., & Gudarzi, F. (2016). *Reducing the waste of agricultural products is the main strategy in improving food security,* Research planning and monitoring office, Agricultural Research, Education and Promotion Organization Agricultural Engineering and Technical Research Institute (In Persian). http://www.aeri.ir/WebFiles/WebGenerator/Files/9712.pdf

Mishina, K. (1999). Learning by new experiences: Revisiting the flying fortress learning curve. In *Learning by doing in markets, firms, and countries* (pp. 145-184): University of Chicago Press.

Moutinho, V., & Madaleno, M. (2020). Economic growth assessment through an ARDL approach: The case of African OPEC countries. *Energy Reports, 6*, 305-311. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.11.253

National Organization of Productivity (2017). *Executive Guide of Clause A, Section 5, Law of the Sixth National Development Plan of Iran*.

Norani Azad S., and Khodadad Kashi F. (2021). Evaluating the effect of learning and economies of scale in the health sector of developed and developing countries. *Economic Research and Policy Quarterly*, 29(99): 277-309. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.52547/qjerp.29.99.277

Newsroom Iran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture (2020). *The Report of Iran Economy, Agriculture and Enviroment*, (In Persian). https:// otaghiranonline.ir/News/3372.

Nomura, K., & Kimura, F. (2022). *APO Productivity databook*, Keio University Press Inc., Tokyo. https://www.apo-tokyo.org/publications/apo-productivity-databook-2022.

Okoli, T. T., Tewari, D. D., & No, E. G. (2018). Assessing the Impact of Skilled Labor on Output Growth in South Africa: An ARDL Bound Testing Approach. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, *10*(2 (J)), 209-218. https://doi.org/10.22610/jebs.v10i2(J).2230.

Ortega, C. B., & Lederman, D. (2004). Agricultural productivity and its determinants: revisiting international experiences. *Estudios de economía, 31*(2), 133-163. https://www.redalyc.org/pdf/221/22131202.pdf

Pesaran, M. H. (2016). *Time series and panel data econometrics*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198736912.001.0001

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American statistical Association*, *94*(446), 621-634. . https://doi.org/10.1080/01621459.1999.10474156.

Pramongkit, P., Shawyun, T., & Sirinaovakul, B. (2000). Analysis of technological learning for the Thai manufacturing industry. *Technovation, 20*(4), 189-195. https://doi.org/10.1016/S0166-4972(99)00125-X.

Pramongkit, P., Shawyun, T., & Sirinaovakul, B. (2002). Productivity growth and learning potentials of Thai industry. *Technological Forecasting and Social Change*, *69*(1), 89-101. https://doi.org/10.1016/S0040-1625(99)00088-8.

Statistical center of Iran (2019). *The Census Plan for Workshops with 10 or More Workers*, Presidency of I.R.I Plan and Budjet Organization, (In Persian). https://www.amar.org.ir/english/Statistics-by-Topic/Industry#2878185-statistical-survey.

Steffen, B., Beuse, M., Tautorat, P., & Schmidt, T. S. (2020). Experience curves for operations and maintenance costs of renewable energy technologies. *Joule*, *4*(2), 359-375. https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.11.012.

Thompson, P. (2010). Learning by doing. *Handbook of the Economics of Innovation*, *1*, 429-476. https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01010-5.

Tian, G., Du, X., Qiao, F., & Trujillo-Barrera, A. (2021). Technology Adoption and Learning-by-Doing: The Case of Bt Cotton Adoption in China. *Journal of Risk and Financial Management,* 14(11), 524. https://doi.org/10.3390/jrfm14110524.

Wright, T. P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of the aeronautical sciences*, *3*(4), 122-128. https://doi.org/10.2514/8.155

Yang, S., & Shumway, C. R. (2020). Knowledge accumulation in US agriculture: research and learning by doing. *Journal of Productivity Analysis*, *54*(2), 87-105. https://doi.org/10.1007/s11123-020-00586-6

Yelle, L. E. (1979). The learning curve: Historical review and comprehensive survey. *Decision sciences*, 10(2), 302-328. https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1979.tb00026.x.

Zahed E. (2020). Studying the effects of learning on saving labor costs (a case study of Iran's agricultural sector), Master's thesis, Payam Noor University, Yazd Center. (In Persian with English abstract).

Doi: 10.22034/IAES.2023.1975755.1961

Agricultural Economics/Volume 17/Issue 2/1402

Assessing Cost Savings in Agricultural Transformation and Processing Industries: Emphasis on Two Approaches of Labor Experience and Production Learning

Samaneh Noraniazad*, Ebrahim Bahraminia, Seyed Hosein Ezadi [1]

Received: 1 Dec.2022 **Accepted:8 Feb.2023**

Extended Abstract

Introduction

Agricultural transformation and processing industries, with their strategic importance in providing the consumption needs and the food chain of society, are considered one of the most important industrial groups effective in the economic growth of developing countries. The experience of the world's countries shows that the learning process with the knowledge development and training of a creative workforce affects the sectors of the economy's cost structure. In general, the learning process is argued in three fields: labor force learning, embodied technical progress, and management. In the learning-by-doing (LBD(L)) process, where people acquire the necessary skills and abilities through experience, the workers' performance is at a minimum in the beginning of production, and by doing repetitive work and gaining experience, the time or average cost of using each unit of labor is reduced. In the field of technology, theorists consider technological changes to be neutral or a kind of embodied change in capital input, which leads to the realization of learning by increasing investment and using technology or exerting a new production process. Accordingly, production-learning (LBD(y)) is a result of production or investment the benefits of which are spilled over to other companies and industries as an external consequence. Meanwhile, in the discussion of management learning, the brushing up on the knowledge of the upper managers of an organization can play a role in increasing the power of the organization and performing efficient work by the employees.

Materials and Methods

This section sought to extract two different learning curves and investigating its effect on the cost savings of agricultural processing industries. So, in one

[1] Respectively: Assistant Professors of Economics (*Author Corresponding), Faculty of Management and Economics, Payame Noor Univetsity, Tehran, Iran
*Email: noraniazad@pnu.ac.ir

approach the general form of Cobb-Douglas production is used and another approach dual cost of the production function is obtained by minimizing the cost function with respect to the production constraint. Owing to in learning process the development of knowledge through the acquisition of skills and embodied technology in each of the production inputs leads to the cost saving this article sought to measure its by emphasis on labor experience and production learning. To meet these ends, the data of 18 industrial sub-sectors of food processing for 2002-2020 were used. The data extracted from the census plan of the workshops of 10 workers and more in the statistics center. Moreover, The Panel Autoregressive Distributed Lag and Error Correction methods were used to estimate learning by doing and production learning curves. It is to be noted that the cost model becomes a learning equation only if the scale economies is constant.

Results and Discussions

This section is dedicated to the estimation of the learning equations in the dynamic error correction model. The research findings confirm the superiority of the PMG model in the production-learning and the MG model in the learning-by-doing equations. Moreover, the results indicate that the production-learning has been achieved at a high rate and the scale economies was constant. This means that these industries operate at an optimal production level. In fact, the intensity of learning has been come off with the rate of 0.83 and 1.06 in the long-term and short-term period, respectively. Furthermore, the results of the learning by doing curve specify that in both short-term and long-term periods, the coefficient of the labor force used in the agricultural sector is insignificant. That is, while the learning process realized with a rate of 0.62 in the long term and 0.26 in the short term, the economy of scale has been completely exhausted, which has led to the lessening and saving of labor costs in the agricultural sector.

Suggestion

The results recommended to identify the effective resources in the realization of learning, the growth of technology-oriented start-ups, and the improvement of the skills and abilities of the different layers of employees in this sector through training, holding workshops, and non-academic courses.

JEL Classification: Q13 ،Q16 ،L66 ،O32 ،O33.
Keywords: Cost saving, production learning, Knowledge Accumulation, experience progress.