

تعیین کارایی اقتصادی و نسبت فراتکنولوژی در صنایع ایران

(کاربرد روش فرامرزی)

دکتر همایون رنجبار

استادیار گروه اقتصاد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

hranjbar@khuif.ac.ir

زهرا منتظری^۱

دانشجوی کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

Montazerizahra86@yahoo.com

دکتر مجید صامتی

دانشیار گروه اقتصاد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

majidsameti@ase.ui.ac.ir

چکیده

با توجه به اهمیت کارایی در رشد و توسعه اقتصادی کشور، اندازه‌گیری کارایی برای کشورهای در حال توسعه نظیر ایران، که مراحل اولیه فرآیند صنعتی شدن خود را طی می‌کند از اهمیت بیشتری برخوردار است. از این رو این مقاله با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی (SFA) و رویکرد فرامرزی، به تعیین کارایی اقتصادی (هزینه) و نسبت فراتکنولوژی (یعنی شکاف بین تکنولوژی هر صنعت با تکنولوژی متناسب با بهترین عملکرد صنعت که فعالیت‌های صنعتی ایران توانایی رسیدن به آن را دارند) صنایع مختلف در قالب سه گروه با سطوح تکنولوژی متفاوت در بازه زمانی ۱۳۷۴-۱۳۸۹ می‌پردازد. نتایج حاکی از آن است که متوسط کارایی اقتصادی برای صنایع مورد بررسی در محدوده (۴۲/۴۲) و (۹۶/۱۵) درصد، متوسط کارایی فرامرزی در محدوده (۲۰) و (۸۹/۱۲) درصد و متوسط نسبت فراتکنولوژی نیز در محدوده (۰/۴۷۱۱) و (۰/۹۷۶۵) می‌باشد. همچنین گروه وابسته به صنعت و ماشین‌آلات به لحاظ درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی و متوسط نسبت فراتکنولوژی، نسبت به گروه‌های وابسته به کشاورزی و وابسته به معدن، انرژی و سوخت عملکرد بهتری دارد. از طرفی روند بهبود و رشد نسبت فراتکنولوژی و تغییرات کارایی، در گروه وابسته به معدن، انرژی و سوخت در طول دوره مورد بررسی بیشتر و ملموس‌تر می‌باشد.

^۱ نویسنده مسئول

واژه‌های کلیدی: کارایی هزینه^۱، تحلیل مرزی تصادفی^۲، تابع فرامرزی^۳، نسبت فرا تکنولوژی^۴

۱- مقدمه

موضوع کارایی و بهره‌وری مهم‌ترین ساز و کار برای ارزیابی عملکرد یک بنگاه اقتصادی محسوب می‌شود. صنایع از جمله نهادهایی هستند که به دلیل به کارگیری عوامل تولید از جمله نیروی کار و سرمایه، چنانچه در سطح پایین بهره‌وری و کارایی فعالیت نمایند، باعث اتلاف بیشتر منابع اقتصادی گشته و چنانچه در همین شرایط به فعالیت خود ادامه دهند منجر به اشتغال ناقص و تحمیل هزینه‌های بالاتری به جامعه می‌گردند. در این تحقیق ۲۳ گروه فعالیت صنعتی ایران بر اساس کد^۵ ISIC های دورقمی به سه دسته فعالیت تفکیک گردیده‌اند، به گونه ای که با فرض متفاوت بودن سطوح تکنولوژی این سه دسته فعالیت، هر یک از این گروه فعالیت‌ها درون یکی از این دسته فعالیت‌ها شامل دسته اول^۶ فعالیت‌های وابسته به کشاورزی، دسته دوم^۷ فعالیت‌های وابسته به معدن، انرژی و سوخت و دسته سوم^۸ نیز فعالیت‌های وابسته به صنعت و ماشین‌آلات قرار می‌گیرند. بر این اساس هدف تحقیق حاضر بررسی وجود این تفاوت و تأثیر آن بر کارایی این گروه فعالیت‌ها در طول سال‌های مورد بررسی است. هدف اصلی این تحقیق تعیین کارایی اقتصادی صنایع می‌باشد. از این رو در این مطالعه با استفاده از تابع هزینه کاب- داگلاس و کاربرد مفهوم تابع فرامرزی ضمن تحلیل و بررسی کارایی گروهی و فرامرزی، نسبت فراتکنولوژی در واحدهای صنعتی مختلف نیز محاسبه می‌شود. مفهوم فرامرزی جایگاه فعلی صنایع و بهترین عملکردی که هر یک از آن‌ها با بکارگیری امکانات و ظرفیت‌های فعلی صنعت، می‌توانند داشته باشند را در اختیار قرار می‌دهد. همچنین امکان مقایسه کارایی واحدهای مختلف صنعتی کشور را که تحت تکنولوژی‌های متفاوت فعالیت می‌کنند را فراهم می‌کند. این امر می‌تواند صنعت کشور را در شناخت جایگاه فعلی خود، جبران کاستی‌ها و رفع نواقص و دستیابی به یک جایگاه شایسته یاری رساند. این مهم بخصوص برای کشورهای در حال توسعه نظیر ایران، که مراحل اولیه فرآیند صنعتی شدن خود را طی می‌کند از اهمیت بیشتری برخوردار است چرا که در مسیر تحقق این هدف موانع زیادی وجود دارد. از جمله این موانع می‌توان به نبود نیروی متخصص و کارآمد، مدیریت نامناسب، عدم بکارگیری تکنولوژی بهینه، شکاف تکنولوژی در بین صنایع و نامناسب بودن سایر شرایط تولید اشاره کرد. از این

¹Cost Efficiency

²Stochastic Frontier Analysis

³Meta frontierFunction

⁴Metaforontier Technology Ratio

⁵International Standard Industry Classification

^۶صنایع غذایی و آشامیدنی(۱۵)، تولید محصولات از توتون و تنباکو(۱۶)، تولید منسوجات(۱۷)، تولید پوشاک(۱۸)، دباغی(۱۹)، تولید چوب و محصولات چوبی(۲۰)، تولید کاغذ(۲۱) و انتشار و چاپ(۲۲)

^۷تولید ذغال کک-پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای(۲۳)، تولید مواد و محصولات شیمیایی(۲۴)، تولید محصولات لاستیکی(۲۵)، تولید محصولات کانی غیر فلزی(۲۶)، فلزات اساسی(۲۷)، بازیافت(۲۸)

^۸محصولات فلزات فابریکی(۲۸)، تولید ماشین‌آلات طبقه بندی نشده(۲۹)، تولید ماشین‌آلات اداری حسابگر و محاسباتی(۳۰)، تولید ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر(۳۱)، تولید رادیو و تلوزیون و وسایل ارتباطی(۳۲)، تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق(۳۳)، تولید وسایل نقلیه موتوری تریلر و نیم تریلر(۳۴)، تولید سایر تجهیزات حمل و نقل(۳۵)، تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده(۳۶)

رو ضرورت دارد ابتدا کارایی اقتصادی صنایع مختلف اندازه گیری شده و صنایع کارا مشخص گردند. چرا که با رتبه بندی صنایع و مقایسه کارایی اقتصادی و شکاف تکنولوژی صنایع با بهترین تکنولوژی قابل دسترس صنعت، می توان راهکارهای سیاستی مناسبی را جهت گسترش صنایع کارا و حداقل کردن هزینه صنایع با کارایی کمتر در اختیار سیاست گذاران اقتصادی شاخه صنعت کشور قرار داد. به این ترتیب فرضیات زیر در قالب فرضیه صفر مطرح و جهت دستیابی به اهداف فوق الذکر مورد آزمون قرار می گیرند:

- ۱- تکنولوژی گروه فعالیت های مورد بررسی یکسان است.
- ۲- کارایی گروه فعالیت های مورد بررسی یکسان است.

۲- مبانی نظری اندازه گیری کارایی به روش فرامرزی

ارائه روشی برای اندازه گیری کارایی در ابتدا توسط فارل^۱ (۱۹۵۷) انجام گرفت. او پیشنهاد کرد که مقایسه عملکرد یک بنگاه با عملکرد بهترین بنگاه های موجود در صنعت مناسب تر خواهد بود. فارل برای انجام پیشنهاد خود یعنی تعیین کارایی استفاده از اطلاعات بنگاه ها را جهت برآورد معرفی نمود. ایگنر و چاو^۲ (۱۹۸۶) تابع تولید مرزی پارامتریک را در شکل کاب-داگلاس تخمین زدند. از آنجایی که ایشان امکان تأثیرگذاری خطا و سایر اجزاء اخلاص را در تخمین مرزی تصادفی در نظر نگرفتند و همه انحرافات از مرز را ناکارایی فنی قلمداد کردند، الگوی آن هابه الگوی مرزی معین^۳ (DEA) معروف شد.

سپس تیمر^۴ (۱۹۷۱) تلاش نمود مشکل الگوی مرزی معین را رفع نماید ولی برای حل این مشکل، درصدی از مشاهدات نزدیک تر به مرز را رها کرده و مرز را دوباره با استفاده از داده های تقلیل یافته تخمین زد که به الگوی مرزی پهن شناخته می شود. بعد از آن تابع مرزی تصادفی (SFA) به روش اقتصادسنجی برای اولین بار توسط ایگنر، لاول و اشمیت^۵ (۱۹۷۷)، باتیس و کورا^۶ (۱۹۷۷) و میوسن و ون دن بروک^۷ (۱۹۷۷) معرفی شد. در این الگوی رگرسیونی فرض شده که جزء خطا دارای دو مؤلفه شامل جزء خطای تصادفی جزء ناکارایی با شکل های توزیعی متفاوت است. از طرف دیگر برآورد کارایی با استفاده از داده های تابلویی توسط کارلسون^۸ (۱۹۷۲)، ایگنر، لاول و اشمیت (۱۹۷۷) و میوسن و ون دن بروک (۱۹۷۷) توسعه یافت. پس از آن افراد بسیاری همچون اشمیت^۹ (۱۹۸۹، ۱۹۸۵)، فورساند، لاول و اشمیت^{۱۰} (۱۹۸۰)، بائو^{۱۱} (۱۹۹۰) روش های برآورد را بهبود بخشیدند و جنبه های مختلف آن را مورد بحث قرار دادند. (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۹)

1Farrel

2Aigner and Chu

3Data Envelopment Analysis

4Timmer

5Aigner, Lovell and Schmidt

6Battese, Corra

7Meeusen, Van den Broeck

8Carlsoon

9Schmidt

10Forsand, Lovell and achmidt

11Bau

در این میان گروهی همچون پیت ولی^۱ (۱۹۸۳)، اشمیت و سایکلز^۲ (۱۹۸۴)، باتیس و کوئلی^۳ (۱۹۸۸) کارایی را در طول زمان ثابت در نظر گرفتند. در بین متخصصین مطرح در حوزه پژوهش برای الگوهای مرزی تصادفی، کورنول، اشمیت و سایکلز^۴ (۱۹۹۰)، کومبهاکار^۵ (۱۹۹۰)، باتیس و کوئلی (۱۹۹۲)، لی و اشمیت^۶ (۱۹۹۳) الگوهای مربوط به جزء ناکارایی متغیر در طول زمان و باتیسو کوئلی (۱۹۹۵) عوامل مؤثر بر ناکارایی را مورد بحث قرار داده‌اند. به هر حال یکی از پیشرفت‌های قابل توجه اخیر، فرض یکسان بودن تکنولوژی در بین بنگاه‌های مورد بررسی است. بر این اساس باتیس و رائو^۷ (۲۰۰۲) و باتیس، رائو و اودینلی^۸ (۲۰۰۴) و (۲۰۰۸) چارچوب تابع فرامرزی (پوش مرزی) تصادفی را در خصوص این موضوع در قالب زیر پیشنهاد نمودند.

۲-۱- معرفی الگوی فرامرزی

در رویکرد فرامرزی تصادفی فرض می‌شود K گروه مورد بررسی دارای تکنولوژی‌های متفاوت از یکدیگر می‌باشند. لذا تابع مرزی تصادفی برای این گروه‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_{it}(k) = f(x_{it}(k), \beta_{it}(k)) e^{V_{it}(k) - U_{it}(k)}, i = 1, 2, \dots, L_k; t = 1, 2, \dots, T; k = 1, 2, \dots, K \quad (1)$$

Y ارزش ستانده، x بردار نهاده‌های استفاده شده، β بردار پارمترهای مربوط به متغیرهای x برای تابع مرز تصادفی، V جزء تصادفی دارای توزیع یکسان و مستقل $N(0, \sigma_{v(k)}^2)$ ، U جزء ناکارایی دارای توزیع نرمال $N(\mu_{it(k)}, \sigma_{u(k)}^2)$ و مستقل از V است. اندیس‌های i, k, t بیانگر صنعت i ، گروه k و زمان t می‌باشند.

کارایی هر بنگاه نسبت به مرز تصادفی گروهی که در آن قرار دارد معادل (TE_{it}^k) خواهد بود که طبق رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$TE_{it}^k = \frac{Y_{it}}{e^{x_{it}\beta_{it} + V_{it}(k)}} = e^{-U_{it}(k)} \quad (2)$$

تابع فرامرزی، پوششی از نقاط تولیدی با کارایی بالا در مناطق مختلف می‌باشد. مفهوم تابع فرامرزی بر این فرض استوار است که کل تولید کنندگان در گروه‌های مختلف توانایی دستیابی به یک تکنولوژی یکسان را دارند. اگر تکنولوژی به عنوان سطحی از دانش در یک زمان در نظر گرفته شود، آنگاه آنچه به عنوان تکنولوژی در واحد‌های تولیدی به کار گرفته می‌شود در واقع اجزای تکنولوژی کلی می‌باشند. بنا براین فراتکنولوژی به عنوان کلیتی از تکنولوژی‌های به کار رفته در واحدهای معین

-
- 1Pit and Lee
 - 2Schmidt and Sickles
 - 3Battese and Coelli
 - 4Cornwell, Echmidt and Sickles
 - 5Kumbhakar
 - 6 Lee and Schmidt
 - 7Battese, Rao
 - 8Battese, Rao and O'Donnelli

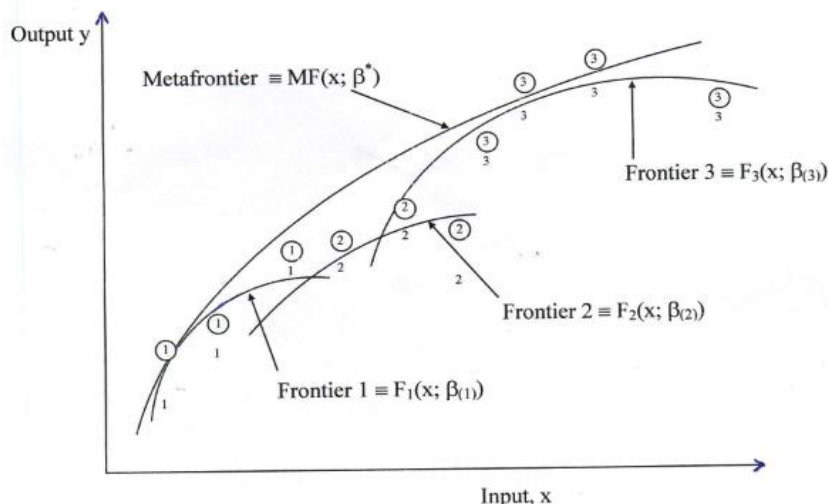
تولیدی تعریف می‌شود. به عنوان مثال اگر محصول (y) بتواند با استفاده از بردار نهاده (x) و تکنولوژی هر یک از مناطق، تولید شود، (x, y) متعلق به فراتکنولوژی T^* به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$T^* = \left\{ (x, y) : x \geq 0, y \geq 0, x \xrightarrow{T^1, T^2, \dots, T^k} y \right\} \quad (3)$$

از این تعریف بر می‌آید که مجموع تکنولوژی‌های منطقه‌ای زیر مجموعه‌ای از فراتکنولوژی می‌باشند. برای اینکه بتوان کارایی هر بنگاه را نسبت به کل صنعت که در آن گروه‌های با تکنولوژی متفاوت وجود دارد مورد سنجش قرار داد، باید روش تابع فرامرزی (پوش مرزی) تصادفیرا به کار گرفت. باتیس، راثو و اودینلی (۲۰۰۴) یک تابع فرامرزی را به عنوان مدلی برای یک صنعت به صورت زیر پیشنهاد دادند:

$$Y_{it}^* \equiv f(x_{it}, B^*) = e^{x_{it} B^*}, i = 1, 2, \dots, L = \sum_{k=1}^K L_k; t = 1, 2, \dots, T \quad (4)$$

Y_{it}^* نشان دهنده ستانده تابع فرامرزی و β^* پارامترهای نا شناخته‌ای است که باید برآورد شود. برای کلیه مقادیر k (گروه‌های با تکنولوژی‌های متفاوت) رابطه $x_{it} \beta^* \geq x_{it} \beta_{(k)}$ می‌باشد. به این معنی که تابع فرامرزی همواره بالاتر از توابع مرزی منطقه‌ای است. باتیس، راثو و اودینلی (۲۰۰۴) تابع فرامرزی را تابعی یکنواخت، بدون بریدگی و پوش توابع مرزی تصادفی منطقه‌ای در نظر گرفته‌اند. آن‌ها با استفاده از دو روش حداقل کردن مجموع انحرافات و مجموع انحرافات از فاصله بین تابع فرامرزی و تابع مرزی گروهی ضرایب تابع فرامرزی تصادفی را تخمین زدند. شکل (۱) بیانگر الگوی فرامرزی می‌باشد.



شکل (۱) الگوی فرامرزی و توابع مرزی منطقه‌ای با تکنولوژی‌های مختلف
 باتیس، راثو و اودینلی (۲۰۰۴)

در اینجا فرض می‌شود که واحدهای تولیدی، محصول y را با استفاده از تنها یک نهاده x و سطوح مختلف تکنولوژی تولید می‌کنند. تعدادی از واحدها با تکنولوژی ۱، تعدادی با تکنولوژی ۲ و تعدادی با تکنولوژی ۳ به تولید مشغول هستند. بنابراین برای هر سطح از تکنولوژی می‌توان یک تابع مرزی مشخص نمود.

با استفاده از رابطه (۱) و (۴) می‌توان نوشت:

$$Y_{it} = e^{-U_{it}(k)} \times \frac{e^{x_{it}B(k)}}{e^{x_{it}B^*}} \times e^{x_{it}B^* + V_{it}(k)} \quad (5)$$

بخش اول در سمت راست رابطه (۵) بیانگر همان رابطه (۲) یعنی کارایی فنی گروهی و بخش دوم در سمت راست نیز معادل نسبت فراتکنولوژی (MTR) فعالیت i ام در گروه k ام و در زمان t ام می‌باشد.

$$MTR_{it}^k = \frac{e^{x_{it}B(k)}}{e^{x_{it}B^*}} \quad (6)$$

نسبت فراتکنولوژی (شکاف تکنولوژی)^۱ عددی بین صفر و یک بوده که با فرض بکارگیری مقدار معینی نهاده برابر با نسبت تولید تابع مرزی گروه k ام به محصول تابع فرامرزی می‌باشد. این نسبت هر اندازه بزرگ‌تر باشد بیانگر شکاف کمتر تابع مرزی گروهی باتابع فرامرزی است. فراتکنولوژی بهترین تکنولوژی موجود در صنعت است که برای هر گروه تکنولوژی بالقوه محسوب می‌شود.

نسبت محصول مشاهده شده به قسمت سوم طرف راست رابطه (۵) بیانگر کارایی فنی بنگاه i ام در گروه k ام و در زمان t ام نسبت به تابع فرامرزی خواهد بود که با (TE_{it}^*) به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$TE_{it}^* = \frac{Y_{it}}{e^{x_{it}B^* + V_{it}(k)}} \quad (7)$$

به بیان دیگر کارایی فنی فرامرزی با استفاده از رابطه (۲) و (۶) به صورت رابطه (۸) یعنی برابر با حاصل ضرب کارایی فنی گروهی و نسبت فراتکنولوژی می‌باشد:

$$TE_{it}^* = TE_{it}^k \times MTR_{it}^k \quad (8)$$

^۱ باتیس، راثو و اودینلی (۲۰۰۸)، جهت بیان شفاف تر و عدم ایجاد تناقض در بیان مفهوم نسبت شکاف تکنولوژی (۲۰۰۴)، از اصطلاح نسبت فراتکنولوژی استفاده نمودند. به همین منظور در این مقاله نیز به جای نسبت شکاف تکنولوژی از نسبت فراتکنولوژی استفاده شده است. این دو دارای مفاهیم کاملا یکسانی هستند.

تابع هزینه کاب داگلاس برای هر گروه با استفاده از الگوی باتیس و کوئلی (۱۹۹۵)، به روش حداکثر درستنمایی^۱ با استفاده از نرم افزار فرونتیر^۲ نسخه (۴/۱) مورد برآورد قرار می گیرد. برآورد ضرایب تابع فرامرزی و محاسبه نسبت فراتکنولوژی نیز با استفاده از نرم افزار شزم^۳ بر اساس کدهای برنامه نویسی، ماتریس داده ها و ضرایب برآورد شده برای هر گروه در نرم افزار فرونتیر و روش برنامه ریزی خطی^۴، صورت می گیرد.

در کاربرد تجربی، پارامترهای β^* تابع فرامرزی با حل مسئله بهینه یابی با استفاده از برنامه ریزی خطی به صورت زیر برآورد می گردند:

$$\sum_{i=1}^L \sum_{t=1}^T (x_{it} \beta^* - x_{it} \hat{\beta}_{(k)}) \quad (9)$$

نسبت به محدودیت:

$$x_{it} \beta^* \geq x_{it} \hat{\beta}_{(k)} \quad (10)$$

۳- پیشینه تحقیق

۳-۱- مطالعات داخلی

زیبایی و جعفری ثانی (۱۳۸۶)، طی مطالعه موردی تحت عنوان "تعیین کارایی فنی و نسبت شکاف تکنولوژی در واحدهای تولید شیر در ایران در استان های آذربایجان شرقی، اصفهان، تهران، خراسان، فارس و یزد" از مفهوم تابع فرامرزی برای مطالعه تفاوت های منطقه ای در تکنولوژی تولید شیر کشور استفاده شده است. تابع تولید فرامرزی با روش غیر پارامتریک فراگیر داده ها (DEA) تخمین زده شد و داده های مورد نیاز آن از استخراج ۷۲۶ پرسش نامه به دست آمده است. نتایج حاصل تخمین تابع تولید مرزی منطقه ای نشان داد که شکاف بین بهترین تولید کننده و سایر تولید کنندگان در استان یزد حداقل و در استان اصفهان حداکثر است. همچنان نتایج حاصل از تخمین تابع تولید فرامرزی و محاسبه نسبت شکاف تکنولوژی (TGR)^۵ حاکی از این بود که استان های تهران و یزد در مقایسه با سایر استان های مورد مطالعه، عملکرد تکنیکی بهتری دارند. اسفنجاری کناری و زیبایی (۱۳۹۱) مطالعه ای تحت عنوان "بررسی کارایی فنی و شکاف تکنولوژی واحدهای پرورش مرغ تخم گذار ایران" را انجام دادند. تابع تولید فرامرزی با روش غیر پارامتریک فراگیر داده ها (DEA) تخمین زده شد و

^۱آماره محاسباتی از طریق آزمون نسبت درستنمایی $LR = -\log \frac{L(H_0)}{L(H_1)}$ به دست می آید که در آن $L(H_0)$ مقدار حداکثر تابع درستنمایی مقید به

محدودیت ها و $L(H_1)$ مقدار حداکثر تابع درستنمایی بدون توجه به محدودیت هاست. این آماره دارای توزیع χ^2 با درجه آزادی برابر با تعداد قید هاست.

^۲Frontier 4.1

^۳Shazam

^۴Linear Programming

^۵Techonology Graf Ratio

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از یک نمونه ۴۷۷ واحدی از سرشماری واحدهای صنعتی که توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۵ صورت گرفته به دست آمده است. نتایج تخمین تابع تولید مرزی منطقه‌ای حاکی از این بود که میانگین کارایی برای استان های منتخب در محدوده ۰/۴۹ تا ۰/۸۸ است. بدین معنی که امکان افزایش سطح تولید کل تخم مرغ با استفاده از همین میزان نهاده و یا کاهش سطح نهاده‌ها در سطح فعلی تخم مرغ و یا ترکیبی از هر دو از طریق پر کردن شکاف بین بهترین تولید کننده و سایر تولید کنندگان وجود دارد. میانگین کارایی فنی بر اساس تابع تولید فرامرزی در محدوده ۰/۳۱ تا ۰/۸۲ است. بنابراین بالاترین کارایی مربوط به استان قم است در حالی که پایین‌ترین کارایی فنی مربوط به استان تهران می‌باشد.

۳-۲- مطالعات خارجی

باتیس، راثو و اودینلی (۲۰۰۴)، در مقاله‌ای تحت عنوان "کاربرد تابع تولید فرامرزی برای برآورد کارایی‌های فنی و شکاف‌های تکنولوژی بنگاه‌های تحت تکنولوژی متفاوت" با به‌کارگیری یک تابع تولید فرامرزی برای بنگاه‌های موجود در گروه‌هایی با تکنولوژی متفاوت، به مقایسه کارایی فنی و نسبت شکاف تکنولوژی بنگاه‌های موجود در پنج منطقه اندونزی در بازه زمانی ۱۹۹۰-۱۹۹۵ می‌پردازند. نسبت شکاف تکنولوژی و کارایی‌های فنی مرزهای تصادفی منطقه‌ای و فرامرزی برای همه بنگاه‌ها در مناطق مختلف محاسبه شده است. میانگین نسبت شکاف تکنولوژی بین ۰/۵۲ برای شرق جاوا و ۰/۹۰ برای جاکارتا می‌باشد. این نتایج بیانگر آن است که شرق جاوا پتانسل تولید ۵۲ درصد محصول قابل دسترس توسط بهترین تکنولوژی موجود در صنعت یا فراتکنولوژی را دارند. بنگاه‌های جاکارتا نیز به طور متوسط ۹۰ درصد پتانسل تولید را دارا می‌باشند. تعداد زیادی از بنگاه‌های جاکارتا بالاترین میانگین کارایی فنی را نسبت به تابع فرامرزی داشته و برای سایر مناطق کارایی‌های فنی محاسبه شده کمتر از مرزهای منطقه‌ای می‌باشد. همچنین تعداد زیادی از بنگاه‌های شرق جاوا نیز بالاترین میانگین کارایی فنی را نسبت به مرز تصادفی منطقه‌ای دارند. این بنگاه‌ها تمایل دارند که بیشتر از پتانسیل تولید تعریف شده توسط مرزهای منطقه‌ای تولید کنند. اودینلی، راثو و باتیس (۲۰۰۸)، در مطالعه‌ای تحت عنوان "چارچوب‌های فرامرزی برای مطالعه کارایی و شکاف تکنولوژی در سطح بنگاه‌ها" به مقایسه کارایی فنی مزارعی که در گروه‌های مختلفی دسته‌بندی شده بودند پرداختند. این مطالعه با معرفی چارچوب نظری اصلی مورد نیاز جهت تعریف تابع فرامرزی، نشان می‌دهد که چطور تابع این تابع می‌تواند با استفاده از روش‌های پارامتریک و غیر پارامتریک تخمین زده شود. در این مطالعه کار تجربی نیز با استفاده از داده‌های بخش کشاورزی درون کشوری^۱ انجام شد که نتایجی از تغییرات تکنولوژیکی، ناکارایی فنی در طول زمان، محصولات متعدد، آشنایی با کارایی‌های متفاوت و بنگاه‌های نا همگن را در برداشت.

محرابی بوش‌آبادی و همکاران^۲ (۲۰۱۰)، در مقاله‌ای با نام "تجزیه تحلیل فرامرزی چه زمانی مناسب است؟" با استفاده از داده‌های نمونه‌ای مربوط به تولید سه رقم پسته مختلف در ایران^۲ دو معیار را برای توجیه استفاده مناسب روش تحلیل فرامرزی عنوان کردند. اول، ناتوانی کشاورزان در تغییر نوع تکنولوژی مورد استفاده به جز در بلند مدت، و دوم اینکه، آزمون‌های آماری مربوط به ضرایب تابع فرامرزی تا چه حد رضایت بخش است. کاربرد تحلیل فرامرزی روشی را فراهم می‌کند

^۱ Cross- country

^۲ MehrabiBoshrabadi and et al

تا بر اساس آن کارایی فنی محاسبه شده که به دلیل ظرفیت‌های تولیدی متفاوت ناشی از انواع مختلف درختان بوده است، اصلاح گردد. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت بسیار اندکی در کارایی فنی بین مزارعی که انواع مختلف کشت می‌کنند وجود دارد اما چشم‌پوشی از محدودیت‌های اعمال شده بر تولید که ناشی از انتخاب گوناگون درخت است، می‌تواند منجر به افزایش دامنه فعالیت کشاورزان برای بهبود کارایی تکنیکی‌شان از طریق اعمال‌فعالیت‌های بهتر کشاورزی گردد. همچنین نتایج بیانگر آن است که توجه به نتایج عملکرد در واحد سطح برای مقایسه کارآمدی ارقام سه گانه به تنهایی کفایت نمی‌کند.

موریرا و براوو^۱ (۲۰۱۰)، در مقاله‌ای تحت عنوان "کارایی فنی و نسبت‌های فراتکنولوژی^۲ برای مزارع تولید مواد لبنی در سه کشور جنوبی: یک رویکرد فرامرزی" کارایی فنی و نسبت‌های فراتکنولوژی را با استفاده از رویکرد فرامرزی برای کشورهای آرژانتین، شیلی و اروگوئه در دوره‌های زمانی متفاوتی از بازه ۱۹۹۶-۲۰۰۳ مقایسه کردند. متوسط نسبت‌های فراتکنولوژی برای این کشورها به ترتیب ۸/۸۳، ۶/۷۹ و ۴/۹۱ درصد بود که به طور معناداری با یکدیگر متفاوت بودند. متوسط کارایی‌های فنی برآورد شده با توجه به تابع فرامرزی نیز به ترتیب برابر با ۸/۷۲، ۸/۶۵ و ۴/۷۳ درصد بود. نتایج حاکی از آن است که مرزهای تصادفی کشورهای آرژانتین و اروگوئه به فرامرزی نزدیک‌تر بوده و درصد متوسط کارایی فنی این کشورها بالاتر از کشور شیلی می‌باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود که کشورهای آرژانتین و اروگوئه سرمایه‌گذاری بیشتری در راستای دستیابی به تکنولوژی‌های جدید و مکانی دورتر داشته باشند. با توجه به نتایج حاصل، کشور شیلی می‌توانست منفعت حاصل از انطباق با تحقیقات برگرفته از تکنولوژی کشورهای اروگوئه و آرژانتین که راه مؤثری در بهبود عملکرد مزارع تولید مواد لبنی دارد را از آن خود کند.

۴- معرفی و برآورد الگو

۴-۱- معرفی الگو

داده‌های مورد نیاز این تحقیق از آمارهای ارائه شده به صورت سری زمانی و تحت عنوان سرشماری کارگاه‌های صنعتی کشور جمع‌آوری شده است. بنگاه‌های فعال در بخش صنعت کشور در قالب سه گروه طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۹ به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته می‌شود. اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق به صورت داده‌های تابلویی به کار می‌رود که گروه‌های عمده فعالیت با کد ISIC دو رقمی و سال‌های مورد بررسی سری زمانی این تابلو را تشکیل می‌دهند. به این ترتیب داده‌های مربوط به هزینه و ارزش ستانده واقعی بنگاه نمونه^۳، قیمت واقعی نهاده نیروی کار^۴، قیمت واقعی سرمایه^۵، قیمت واقعی انرژی^۶ و قیمت

^۱V. H. Moreira and Bravo-Ureta

^۲Metatechnology

^۳ از طریق تقسیم هزینه و ارزش ستانده هر صنعت به تعداد کل کارگاه‌های آن صنعت و سپس تعدیل آن‌ها به ترتیب با شاخص مصرف کالای واسطه‌ای و شاخص قیمت عمده فروشی به دست می‌آید.

^۴ از طریق تقسیم ارزش جبران خدمات (مجموع مزد و حقوق و سایر پرداخت‌ها) بر تعداد کارکنان مزد بگیر و سپس تعدیل آن با شاخص مصرف کالای واسطه‌ای هر صنعت به دست می‌آید.

^۵ با فرض یکسان بودن بین صنایع، از تقسیم ارزش جاری به ثابت واسطه‌گری پولی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ به دست می‌آید.

^۶ مجموع متوسط وزنی قیمت کلیه سوخت‌ها و انرژی‌های مصرفی (نفت سفید، گازوئیل، گاز طبیعی، گاز مایع، بنزین، نفت سیاه و کوره، زغال سنگ، زغال چوب، برق، آب)، می‌باشد که برابر با حاصلضرب قیمت واقعی انرژی (که با شاخص مربوط به همان سوخت یا انرژی تعدیل شده) در سهم ارزشی همان انرژی (نسبت ارزش هر انرژی به ارزش کل انرژی مصرفی) می‌باشد. قیمت انرژی نیز حاصل تقسیم ارزش هر انرژی بر خجم مصرفی آن است.

واقعی سایر عوامل^۱ در ۲۳ فعالیت صنعتی ایران، استخراج گردیده است. تابع هزینه کاب- داگلاس نرمالایز شده نسبت به قیمت واقعی سرمایه^۲ برای هر گروه در رابطه (۱۱) به صورت زیر می باشد:

$$\ln(C_{it}^{\%}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Y_{it}) + \beta_2 \ln(P_{Wit}^{\%}) + \beta_3 \ln(P_{Eit}^{\%}) + \beta_4 \ln(P_{Oit}^{\%}) + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

که در آن $C_{it}^{\%}, P_{Wit}^{\%}, P_{Eit}^{\%}, P_{Oit}^{\%}$ به ترتیب قیمت واقعی نرمالایز شده سایر عوامل، انرژی، نیروی کار و هزینه کل صنعت و Y ارزش واقعی ستانده، ε جزئی خطای ترکیبی شامل خطای تصادفی و خطای ناشی از ناکارایی می باشد. اندیس های t, k نیز بیانگر صنعت t ام گروه k ام و زمان t ام می باشند.

۲-۴- تعیین نوع توزیع ناکارایی

با توجه به این که برای برآزش هر گروه چهار حالت وجود و یا عدم وجود دو پارامتر μ, η وجود دارد. لذا برای بررسی نوع توزیع ناکارایی ها آزمون فرضیه های مربوطه برای هر ۳ گروه پیشنهادی به صورت توأم در جدول (۱) عنوان شده است.

جدول (۱) آزمون فرضیه های مرکب مربوط به پارامترهای γ, η, μ

H_0	H_1	$\sum_{i=1}^3 \log L(H_0)$	$\sum_{i=1}^3 \log L(H_1)$	آزمون LR	نتیجه آزمون
$\gamma = \mu = \eta = 0$	$\gamma \neq 0, \mu = \eta = 0$	۳۶/۳۱۹۰	۷۷/۶۶۸۲	۸۲/۶۹۸۲	رد H_0 می شود
$\gamma \neq 0, \mu = \eta = 0$	$\gamma \neq 0, \mu \neq 0, \eta = 0$	۷۷/۶۶۸۲	۸۰/۸۱۸۲	۶/۲۹۷۹	رد H_0 می شود
$\gamma \neq 0, \mu = \eta = 0$	$\gamma \neq 0, \mu = 0, \eta \neq 0$	۷۷/۶۶۸۲	۸۸/۴۰۸۳	۲۱/۶۶۰۲	رد H_0 می شود
$\gamma \neq 0, \mu = \eta = 0$	$\gamma \neq 0, \mu \neq 0, \eta \neq 0$	۷۷/۶۶۸۲	۹۲/۱۰۲۰	۲۸/۸۶۷۵	رد H_0 می شود

منبع: نتایج تحقیق

در ابتدا با انجام آزمون اول به بررسی مرزی تصادفی بودن الگو پرداخته می شود که با توجه به بزرگتر بودن مقدار این آماره (۸۲/۶۹۸۲) از خی دو جدول با درجه آزادی ۱ یعنی $\chi_{0.05}^2(1) = 3.84$ فرض H_0 رد و فرض H_1 مبنی بر مرزی تصادفی بودن الگو رد نمی شود.

^۱ از طریق تقسیم ارزش جاری به ثابت (مجموع ۲۳ فعالیت مورد بررسی منهای ارزش فعالیت مورد نظر) با استفاده از جدول مصارف واسطه ای به دست می آید.

^۲ جهت اعمال فرض همگن از درجه یک بودن تابع هزینه صنعت کشور نسبت به قیمت عوامل.

در حالت دوم وجود μ بدون وجود η در مقابل عدم وجود آن‌ها مورد آزمون قرار می‌گیرد. که با توجه به بزرگ بودن مقدار آماره محاسباتی (۶/۲۹۷۹) از آماره جدول $\chi^2_{0.05}(1) = 3.84$ ، فرض H_0 رد و فرض H_1 دال بر وجود μ پذیرفته می‌شود.

در حالت سوم وجود η بدون وجود μ مورد آزمون قرار می‌گیرد. در این آزمون نیز مقدار آماره محاسباتی (۲۱/۶۶۰۲) از آماره جدول $\chi^2_{0.05}(1) = 3.84$ ، بزرگتر بوده و فرض H_0 رد و فرض H_1 مبنی بر وجود η پذیرفته می‌شود. در حالت آخر وجود توأم μ و η در مقابل عدم وجود آن‌ها مورد آزمون قرار می‌گیرد. که نتیجه آزمون حاکی از بزرگ بودن مقدار آماره محاسباتی (۲۸/۸۶۷۵) از آماره جدول $\chi^2_{0.05}(1) = 3.84$ ، و رد فرض H_0 می‌باشد. لذا نتیجه نهایی دال بر وجود μ و η در الگو است.

۳-۴- بررسی امکان وجود الگو فرامرزی

هر چند کارایی اقتصادی واحدهایی که بر اساس یک تابع هزینه مرزی تعیین گردیده‌اند قابل مقایسه می‌باشد اما برای واحدهایی که تحت تکنولوژی‌های متفاوت فعالیت می‌نمایند چنین مقایسه‌ای معتبر نخواهد بود. این مسئله زمانی رخ می‌دهد که واحدهای تولیدی گروه‌های مختلف صنعت کشور مورد مقایسه قرار گیرند. لذا جهت انجام چنین مقایسه‌ای باید یک فرامرز برای این گروه‌ها در نظر گرفته شود که لازمه آن تفاوت سطوح تکنولوژی گروه‌های مورد بررسی است. برای بررسی وجود و یا عدم وجود تفاوت تکنولوژی در بین سه گروه و تعریف تابع فرامرزی، آزمون نسبت درستنمایی به صورت زیر انجام می‌گردد:

جدول (۲) آزمون نسبت درستنمایی جهت بررسی وجود تابع فرامرزی

نتیجه آزمون	مقدار بحرانی	آزمون LR	$\sum_{i=1}^3 \log L(H_1)$	$\log L(Pooled)$	فرض صفر
فرض H_0 رد می‌شود	$\chi^2_{0.05}(10) = 18.30$	۶۰/۲۶۳۱	۹۲/۱۰۲۰	۶۱/۹۷۰۴	یکسان بودن تکنولوژی سه گروه

منبع: نتایج تحقیق

مشاهده می‌شود که با توجه به بزرگتر بودن آماره آزمون نسبت درستنمایی از آماره جدول یعنی χ^2 با درجه آزادی ۱۰، فرضیه H_0 مبنی بر یکسان بودن تکنولوژی سه گروه (فرضیه اول مقاله) رد می‌گردد. لذا صحت بکارگیری یک تابع فرامرزی برای سه گروه پیشنهادی در سطح خطای پنج درصد مورد تأیید قرار می‌گیرد. و این نشان می‌دهد که گروه‌های مورد بررسی باید به صورت جداگانه برآورد گردند.

۴-۴- برآورد الگو

نتایج حاصل از برآزش سه گروه و تابع فرامرزی در جدول (۳) طبق آزمون فرضیات ارائه شده در جدول (۱)، آورده شده است.

جدول (۳) نتایج برآزش الگوی کاب-داگلاس توابع مرزی و فرامرزی

ضرایب	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	تلفیقی	فرامرزی
β_0	-۱/۰۳۸۶ (-۲/۴۹۵۴)	-۰/۴۲۰۶ (-۱/۵۳۹۸)	-۱/۵۳۷۸ (-۵/۰۲۲۳)	-۱/۳۸۱۲ (-۴/۷۹۰۷)	-۰/۳۳۸۵
β_1	۰/۸۳۸۴ (۱۸/۳۰۶۹)	۰/۸۰۰۴ (۳۸/۴۷۸۳)	۰/۸۷۶۵ (۲۶/۵۲۷۰)	۰/۸۷۵۱ (۳۵/۰۶۵۵)	۰/۸۲۱۶
β_2	۰/۳۹۱۹ (۵/۱۹۹۰)	۰/۴۰۲۷ (۳/۶۵۷۵)	۰/۸۵۷۱ (۱۳/۴۱۵۰)	۰/۵۵۵۴ (۱۳/۱۸۷۶)	۰/۶۶۸۸
β_3	۰/۱۰۳۴ (۳/۲۲۵۴)	۰/۰۹۱۱ (۳/۰۷۳۷)	۰/۰۳۹۵ (۱/۳۱۵۸)	۰/۰۵۷۸ (۲/۶۵۸۸)	۰/۰۲۰۲
β_4	۰/۶۱۲۰ (۴/۶۱۵۹)	۰/۵۰۷۷ (۳/۱۲۶۶)	۰/۲۹۲۸ (۲/۲۳۸۷)	۰/۶۲۹۵ (۹/۷۴۳۴)	۰/۵۳۸۲
σ^2	۰/۰۸۱۱ (۲/۶۵۳۸)	۰/۰۴۵۸ (۶/۰۲۳۹)	۰/۰۲۳۵ (۶/۹۰۹۱)	۰/۰۷۷۰ (۳/۰۹۱۶)	
γ	۰/۶۰۹۵ (۶/۱۷۱۸)	۰/۰۴۶۴ (۰/۷۱۷۸)	۰/۰۱۷۲ (۰/۳۶۲۸)	۰/۵۷۱۹ (۷/۰۵۹۵)	
μ	۰/۴۴۴۶ (۳/۳۱۸۸)	۰/۰۴۹۰ (۰/۵۸۵۷)	۰/۰۴۰۲ (۱/۸۶۱۸)	۰/۴۱۹۷ (۳/۳۱۶۴)	
η	۰/۰۲۸۷ (۲/۱۰۷۷)	۰/۱۴۷۳ (۴/۱۹۱۹)	۰/۱۱۴۴ (۲/۷۱۶۰)	۰/۰۱۹۴ (۱/۹۷۵۹)	
Log Likelihood	۲۲/۵۹۶۴	۷/۱۹۶۰	۶۲/۳۰۹۶	۶۱/۹۷۰۵	

منبع: نتایج تحقیق

۵- تحلیل آماری نتایج

۵-۱- متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی در طول دوره مورد بررسی

نتایج مربوط به متوسط نسبت فراتکنولوژی (MTR)، درصد متوسط کارایی کارایی گروهی (eff) و فرامرزی ($Meta\ eff$)، در گروه‌های اول (وابسته به کشاورزی)، دوم (وابسته به معدن، انرژی و سوخت) و سوم (وابسته به صنعت و ماشین‌آلات) در طول دوره مورد بررسی در جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۴) متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی اقتصادی گروهی و فرامرزی

سال	گروه ۱			گروه ۲			گروه ۳		
	MTR1	eff 1	Meta eff 1	MTR2	eff 2	Meta eff 2	MTR3	eff 3	Meta eff 3
میانگین	۰/۴۸۳۱	۵۶/۱۹	۲۷/۳۸	۰/۶۶۵۴	۸۱/۰۵	۵۴/۸۵	۰/۸۲۶۱	۸۹/۲۴	۷۳/۵۸
کل									
نرخ رشد	۰/۰۰۵۹	۱/۴۲	۱/۱۶	۰/۰۱۳۲	۸/۷۷	۱۰/۸۹	-۰/۰۰۳۲	۲/۰۸	۰/۸۸

منبع: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج جدول به لحاظ رتبه‌بندی متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی، گروه وابسته به صنعت و ماشین‌آلات رتبه اول و گروه وابسته به معدن، انرژی و سوخت رتبه دوم و در نهایت گروه وابسته به کشاورزی رتبه سوم را به خود اختصاص می‌دهند. اما به لحاظ روند بهبود تکنولوژی و کارایی در طول دوره مورد بررسی می‌توان گروه وابسته به معدن، انرژی و سوخت را گروه برتر معرفی نمود. رشد صنعت پتروشیمی و تولید فرآورده‌های نفتی با ارزش افزوده بالا در این بخش خود معلول افزایش نسبت فراتکنولوژی در این گروه است. از طرفی با توجه به مکانیزه شدن کشاورزی و تبدیل آن به یک صنعت پیچیده در جهان، و خلق تکنولوژی‌های مدرن در بخش صنعت و ماشین‌آلات در دنیا، کشور ما در راستای تحقق اهداف سند چشم‌انداز نیازمند توجه هرچه بیشتر به این دو بخش بخصوص بخش کشاورزی می‌باشد. با توجه به رشد نسبتاً خوب گروه صنایع وابسته به معدن، انرژی و سوخت باید تلاش هر چه بیشتر جهت استفاده کامل از ظرفیت‌های موجود در این بخش، جلوگیری از اتلاف انرژی و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های مدرن و جذب سرمایه‌گذاری خارجی جهت ادامه و گسترش این روند صورت پذیرد.

۵-۲- بررسی یکسان بودن کارایی گروه های مورد بررسی

در ادامه فرض یکسان بودن کارایی در سه گروه یعنی فرضیه دوم مقاله مورد آزمون قرار می گیرد. فرض های مختلفی برای اثرات کارایی فنی در طول زمان وجود دارد. در بین فرضیه های معمول برای هزینه مرزی تصادفی همان طور که عنوان شد از فرض ناکارایی متغیر در طول زمان که توسط باتیس و کوئلی (۱۹۹۲) بیان شد استفاده شده است. در این الگو $u_{it} = \exp[-\eta(t-T)]u_i$ برآمده از یک تابع نمایی از زمان، و متغیرهای تصادفی غیر منفی در صنعت است. u_{it} ناکارایی متغیر نسبت به زمان است که دارای توزیع نرمال $N(\mu_{it(k)}, \sigma_{(k)}^2)$ بوده و μ_k بیانگر متوسط توزیع ناکارایی در هر گروه می باشد. لذا جهت آزمون یکسان بودن کارایی سه گروه مورد بررسی، فاصله اطمینان μ_k با استفاده از مقادیر برآورد شده μ_k و انحراف معیار برآورد شده مربوط به آن یعنی σ_{μ_k} برای هر گروه، با استفاده از رابطه (۱۲) در سطح خطای پنج درصد محاسبه می گردد:

$$\hat{\mu}_k - t_{\alpha} \frac{\hat{\sigma}_{\mu_k}}{2} < \mu_k < \hat{\mu}_k + t_{\alpha} \frac{\hat{\sigma}_{\mu_k}}{2} \quad (12)$$

جدول (۵) آزمون یکسان بودن کارایی در سه گروه

گروه ها	فاصله اطمینان	μ_k	نتیجه آزمون
گروه ۱	$0/1820 < \mu_k < 0/7072$	0/4446	کارایی در سه گروه مورد بررسی یکسان نمی باشد
گروه ۲	$1-0/1149 < \mu_k < 0/2128$	0/489	
گروه ۳	$-0/0021 < \mu_k < 0/0825$	0/402	

منبع: نتایج تحقیق

برای بررسی یکسان بودن کارایی در سه گروه، فواصل اطمینان گروه ها دو به دو مورد بررسی قرار می گیرند. با توجه به اشتراک فواصل اطمینان محاسباتی بین گروه های اول و دوم، دوم و سوم می توان نتیجه گرفت که فرض یکسان بودن کارایی بین این گروه ها را نمی توان رد کرد. اما با توجه به عدم اشتراک فواصل اطمینان بین گروه های اول و سوم، فرض یکسان بودن کارایی آن ها

از آنجایی که ناکارایی دارای توزیع نرمال منقطع در مقدار صفر بوده لذا مقادیر منفی آن در دامنه ۹۵ درصد قابل تعریف نمی باشد. از این رو کران پایین گروه های دوم و سوم معادل صفر در نظر گرفته می شوند.

رد شده لذا به علت عدم اشتراک توأم سه فاصله اطمینان، نتیجه نهایی دال بر تفاوت کارایی سه گروه مورد بررسی و رد فرضیه دوم این مقاله می باشد.

۵-۳- متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی فعالیت ها در طول دوره

۵-۳-۱- گروه صنایع وابسته به کشاورزی

جدول (۶) متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی در گروه اول

کد فعالیت	MTR1	eff 1	Meta eff 1
۱۵	۰/۵۱۳۸	۵۱/۱۵	۲۶/۴۰
۱۶	۰/۴۷۱۱	۴۲/۴۱	۲۰
۱۷	۰/۴۹۰۶	۴۷/۸۶	۲۳/۴۸
۱۸	۰/۴۸۷۳	۵۸/۵۵	۲۸/۵۳
۱۹	۰/۴۹۵۱	۴۸/۵۰	۲۴/۱۳
۲۰	۰/۴۸۲۸	۶۳/۲۷	۳۰/۵۹
۲۱	۰/۴۶۴۰	۵۰/۶۶	۲۳/۶۲
۲۲	۰/۴۸۵۳	۸۷/۱۰	۴۲/۳۰
میانگین کل	۰/۴۸۶۲	۵۶/۱۹	۲۷/۳۸

منبع: نتایج تحقیق

گروه وابسته به کشاورزی شامل هشت کد فعالیت می باشد که در آن فعالیت های ۱۵ (صنایع غذایی و آشامیدنی) و ۲۱ (تولید کاغذ) به ترتیب بیشترین و کمترین متوسط نسبت فراتکنولوژی و فعالیت ۲۲ (انتشار و چاپ) بالاترین درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی و فعالیت ۱۶ (تولید محصولات از توتون و تنباکو) دارای کمترین درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی می باشد.

۵-۳-۲- گروه صنایع وابسته به معدن، سوخت و انرژی

جدول (۷) متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی گروهی و نهایی در گروه دوم

کد فعالیت	MTR2	eff 2	Meta eff 2
۲۳	۰/۵۵۳۰	۹۰/۰۳	۵۰/۱۷
۲۴	۰/۶۴۹۹	۷۷/۷۸	۵۱/۲۳
۲۵	۰/۶۸۰۹	۷۰/۳۵	۴۸/۹۰
۲۶	۰/۶۹۸۳	۸۶/۸۰	۶۱/۰۵
۲۷	۰/۶۰۵۶	۶۸/۰۹	۴۲/۶۷
۳۷	۰/۸۰۴۹	۹۳/۲۵	۷۵/۱۰
میانگین کل	۰/۶۶۵۴	۸۱/۰۵	۵۴/۸۵

منبع: نتایج تحقیق

گروه دوم شامل شش گروه فعالیت می‌باشد که در آن فعالیت ۳۷ (سایر صنایع یا بازیافت) دارای بیشترین متوسط نسبت فراتکنولوژی و بیشترین درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی می‌باشد. از طرفی فعالیت ۲۷ (فلزات اساسی) کمترین درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی و فعالیت ۲۳ (تولید ذغال کک-پالایشگاه‌های نفتی و سوخت‌های هسته‌ای) کمترین متوسط نسبت فراتکنولوژی را به خود اختصاص داده‌اند.

۵-۳-۳- گروه صنایع وابسته به صنعت و ماشین آلات

جدول (۸) متوسط نسبت فراتکنولوژی، درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی در گروه سوم

کد فعالیت	MTR3	eff 3	Meta eff 3
۲۸	۰/۷۷۴۱	۹۶/۱۵	۷۴/۳۹
۲۹	۰/۸۰۴۸	۹۲/۸۸	۷۴/۶۷
۳۰	۰/۷۸۴۵	۸۹/۸۹	۷۰/۴۹
۳۱	۰/۸۳۰۹	۸۶/۶۷	۷۱/۹۵
۳۲	۰/۹۲۴۸	۸۵/۷۷	۷۹/۵۵
۳۳	۰/۷۵	۸۵/۶۴	۶۴/۱۶
۳۴	۰/۹۷۶۵	۹۱/۲۶	۸۹/۱۲
۳۵	۰/۸۹۴۰	۸۹/۷۲	۸۰/۳۴
۳۶	۰/۶۹۵۲	۸۵/۲۱	۵۹/۱۶
میانگین کل	۰/۸۲۶۱	۸۹/۲۴	۷۳/۷۶

منبع: نتایج تحقیق

گروه سوم نیز دارای نه کد فعالیت می‌باشد که در آن فعالیت ۳۴ (تولید وسایل نقلیه موتوری) دارای بیشترین متوسط نسبت فراتکنولوژی و بیشترین درصد متوسط کارایی فرامرزی می‌باشد. فعالیت ۳۶ (تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده) نیز کمترین متوسط نسبت فراتکنولوژی و کمترین درصد متوسط کارایی گروهی و فرامرزی را به خود اختصاص داده است. همین‌طور فعالیت ۲۸ (محصولات فلزات فابریکی) دارای بیشترین درصد متوسط کارایی گروهی در گروه سوم می‌باشد.

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به نتایج گروه وابسته به صنعت و ماشین‌آلات دارای بالاترین نسبت فراتکنولوژی، و کارایی گروهی و نهایی نسبت به دو گروه وابسته به معادن، انرژی و سوخت و کشاورزی می‌باشد. اما به لحاظ روند بهبود تکنولوژی و کارایی در طول دوره مورد بررسی می‌توان گروه وابسته به معادن، انرژی و سوخت را گروه برتر معرفی نمود. کمترین نسبت فراتکنولوژی و کمترین کارایی متعلق به گروه وابسته به کشاورزی می‌باشد. در حوزه کشاورزی دو مسأله افزایش جمعیت و کمبود آب و شاید عدم استفاده مناسب از آب هم‌چنین کشاورزی سنتی و ادوات و ماشین‌آلات فرسوده و فارغ از تکنولوژی نوین، بسته بندی نامناسب و غیر بهداشتی محصولات کشاورزی، کشور را دچار مشکل ساخته است. ایران فقط به صادرات چند قلم فرآورده کشاورزی و دامی که در آن دارای مزیت نسبی است می‌پردازد. اما در بسیاری از صنایع نظیر نساجی و تولید پوشاک، تولید چوب و محصولات چوبی با وجود مزیت نسبی بالا، به علت وابستگی شدید به واردات اولیه و زیر ساخت‌های قدیمی چندان موفق نبوده‌ایم. در حالیکه با استفاده از منابع آبی، آموزش کشاورزان و دامداران، یکپارچه سازی اراضی تحت کشت در هر منطقه و اصلاح نژاد گونه‌های مختلف گیاهی و دامی و همین‌طور ورود ماشین‌آلات و تجهیزات کشاورزی و

صنایع بسته‌بندی و کنسرو سازی باید صنعت را هر چه بیشتر در خدمت کشاورزی قرار داد. چرا که امروزه کشاورزی از راه تحولات شگرف و تکنولوژیک و دستاوردهای مهم علم ژنتیک، به یک صنعت پیچیده جهانی و در انحصار کشورهای توسعه یافته تبدیل شده است. از این رو باید به بخش کشاورزی به عنوان یک زمینه اقتصادی مناسب و واجد مزیت نسبی برای

کشورهای رو به توسعه نظیر ایران توجه بیشتری شود. همچنین نتایج حاکی از نرخ رشد بالاتر کارایی اقتصادی و بهبود تکنولوژی در گروه‌های دوم و سوم به خصوص در گروه وابسته به معدن، انرژی و سوخت در سال‌های اخیر می‌باشد. این امر باعث شده که به کمک تلاش محققان و پژوهشگران صنایع پتروشیمی در راستای بومی سازی، ایران هیچ‌گونه نگرانی بابت تأمین کاتالیست‌ها و مواد مورد نیاز در صنعت پتروشیمی نداشته باشد. بخش صنعت و ماشین‌آلات نیز همواره نیازمند تکنولوژی‌های برتر و جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی جهت افزایش کارایی و نسبت فراتکنولوژی در فعالیت‌های مختلف این بخش می‌باشد. از این رو کشور باید همواره در جهت کاهش تنش‌ها در مناسبات بین‌المللی و ریسک سرمایه‌گذاری قدم بردارد.

۷- پیشنهادات

- مطابق نتایج جدول (۷) و میانگین بالای نسبت فراتکنولوژی صنعت بازیافت، توجه هر چه بیشتر به این صنعت سبب تخصیص بهینه منابع، کاهش ضایعات مواد اولیه و ضایعات تولید و افزایش کارایی بخصوص در بخش کشاورزی خواهد شد. بالا بودن میزان ضایعات معلول عوامل گوناگون از جمله ضعف مدیریت، کیفیت پایین قطعات، فرسودگی ماشین‌ها، عقب ماندگی تکنولوژی تولید، ضعف آموزش است که همه به سبب شکاف تکنولوژیکی ایجاد می‌گردد.
- دولت به لحاظ در نظر گرفتن عامل حداکثر سازی سود، می‌تواند با گسترش مالکیت بخش خصوصی، کاهش درجه انحصار و افزایش رقابت در فعالیت‌های بخش کشاورزی از جمله صنایع غذایی و آشامیدنی، تولید محصول از توتون و تنباکو، پوشاک، منسوجات، دباغی، تولید چوب و محصولات چوبی، باعث افزایش کارایی، تخصیص بهینه منابع تولید اقتصادی و افزایش بهره‌وری گردد.
- پیشنهاد می‌شود دولت در راستای بهبود تکنولوژی و افزایش درآمد ملی، مزیت‌های کافی در بخش‌های کم بازدهی که کشور در آن‌ها مزیت نسبی دارد ایجاد نماید. تا از طریق کاهش ریسک سرمایه‌گذاری سبب جذب سرمایه‌گذاری خارجی و در نتیجه کاهش شکاف تکنولوژی و افزایش بهره‌وری در این بخش‌ها گردد.
- پیشنهاد می‌شود با توجه به نتایج جدول (۶) در بخش تولید منسوجات جهت افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها، اصلاحات و نوسازی‌های لازم و جایگزین کردن ماشین‌آلات پیشرفته صنعتی به جای ماشین‌آلات فرسوده صورت پذیرد.
- با توجه به نتایج جدول (۷) بهبود تکنولوژی در راستای ارتقاء فن‌آوری‌های تولید و سیستم‌های کنترل و مونیتورینگ می‌تواند به هدف بهینه سازی مصرف عوامل تولید و یکپارچه سازی فرآیندها در بخش صنایع فلزات اساسی مثمر ثمر واقع شده و سبب افزایش کارایی شود.
- با توجه به ذخایر سرشار نفت و گاز در ایران، صنایع وابسته به نفت و پتروشیمی از مزیت نسبی طبیعی برخوردارند. به همین دلیل بسیاری از شرکت‌های خارجی به سرمایه‌گذاری در این صنایع گرایش دارند، ولی در بسیاری از موارد مشکلات سیاسی مانع سرمایه‌گذاری‌های خارجی می‌شود. از این رو توجه بیش از پیش به جهت جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و

ایجاد زمینه های لازم آن در این صنایع ضرورت پیدا می کند. چرا که سرمایه گذاری مستقیم خارجی نه تنها از جهت تأمین مالی فرآیند تولید، بلکه به علت انتقال تکنولوژی و مدیریت نو و آسان سازی صدور کالاهای تولیدی ایران اهمیت بسیار دارد.

۸- فهرست منابع

اسفنجاری کناری رضا، زیبایی منصور، بررسی کارایی فنی و شکاف تکنولوژی واحدهای پرورش مرغ تخم گذار ایران، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۴، ۱۳۹۱، ۲۶۰-۲۵۲.

رنجبر همایون، رجبی مصطفی، عباد سیچانی عاطفه، عوامل مؤثر بر کارایی زیر بخش های عمده صنعت ایران، فصلنامه علوم اقتصادی، ۱۳، ۱۳۸۹، ۱۷۳-۱۶۰.

زیبایی منصور، جعفری ثانی مریم، تعیین کارایی فنی و نسبت شکاف تکنولوژی در واحدهای تولید شیر ایران (مطالعه موردی: استان های آذربایجان، اصفهان، تهران، خراسان، فارس، یزد، کاربرد روش فرامرزی)، فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۳، ۱۳۸۷، ۱۳۹-۱۲۵.

- Aigner, D.J, Chu S.F, On estimating the industry production function. The American economic review, 58 (4), 1986, 826-839.
- Battese G. E, Coeli T. J, A model for Technical Inefficiency Effect in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data, Journal of Empirical Economics, 20, 1995, 325-332.
- Battese G.E, Coelli T.J, Frontier Production Function Technical Efficiency and Panel Data with Application to Paddy Farmers in India. Journal of Productivity Analysis, 3, 1/2, 1992, 153-169.
- Battese G.E, Coelli T.J, Prediction of Firm- Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and panel Data, Journal of Econometrics, 38, 1988, 387-399.
- Battese G. E, D. S. P. Rao, Technology Gap, Efficiency, and a Stochastic Metafrontier Function, International Journal of Business and Economics, 2, 2002, 1-7.
- Battese G. E, Rao D. S. P, O'Donnell C. J, A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Efficiencies and Technology Gaps for Firms Operating Under Different Technologies, Journal of Productivity Analysis, 21, 2004, 91-103.
- Baurep.w, Resent Development in the Econometric Estimation of Frontiers, Journal of Econometrics, 46, 1977, 39-56.
- Farrell MJ. 1957. The Measurement of Productive Efficiency, Journal of The Royal Statistical Society Series A, General 120, 235-280.
- Kumbhakar S.C, Production Frontiers, Panel Data, and Time Varying Technical Inefficiency. Journal of Econometrics, vol.46, no. 1/2, 1990, 201-212.
- Lee Y. H, Schmidt P, A Production Frontier Model Flexible Temporal Variation in Technical Inefficiency, In Fried H. O, Lovell C. A. K, Schmidt S. S. eds, The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application, New York: Oxford University Press, 1993.
- Mehrabi Boshrahadi H, Villano R, Fleming E, When Is Metafrontier Analysis Appropriate? An Example of Varietal Differences in Pistachio Production in Iran, J.Agr.Sci.Tech, 12, 2010, 379-389.

- Moreira V. H, Bravo-Ureta B. E, Technical efficiency and metatechnology ratios for dairy farms in three southern cone contries: a stochastic metafrontier model. J Prod Anal, 33, 2010, 33-45.
- O'donnell C. J, RaoD. S. P, Battese G. E, Metafrontier Frameworks for The Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratio. Empirical Economics, 34, 2008, 231-255.
- Pitt M, Lee L.F, The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry. Jornal of Development Economics, vol.9,1981, 43-64.
- Schmidt P, R.C. Sickles, Production Frontiers and Panel Data, Journal of Business and Economic Statistics, Vol. 2, 1984, 367-374.