ارزیابی ناپارامتریک بهره‌وری عوامل و کارایی در صنعت هوایی کشور

مقاله پژوهشی

سمانه نورانی‌آزاد*، استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
عرفانه راسخ جهرمی، مربی، گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: noraniazad@pnu.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰٤/۲۲- پذیرش: ۹۸/۱۰/۰۵
صفحه۳٦-۲۵

چکیده

هدف محوری این پژوهش ارزیابی ناپارامتریک بهره‌وری و کارایی در شرکت‌های حمل‌و نقل هوایی کشور می‌باشد. بدین منظور از داده‌های ۱۲ شرکت فعال در بخش حمل‌و نقل هوایی- مسافربری کشور طی سال‌های ۹۵- ۱۳۹۰ و روش تحلیل پوشش داده‌ها (DEA) بهره‌برداری شده است. یافته‌های این مطالعه گویای آن است که میانگین کارایی تکنولوژیکی تولید، تغییرات کارایی مقیاس و تغییرات کارایی فنی خالص به ترتیب طی دوره مطالعه ۰/۰۸، ۰/۰۶ و ۰/۰۲ درصد افزایش داشته‌اند. درحالی‌که میزان پیشرفت فنی با کاهش ٥/٤ درصدی خود منجر به کاهش ٤/۳ رشد بهره‌وری شده و این انحراف نتایج ناشی از آن است که بخشی از کاهش بهره‌وری از سه کانال دیگر جبران شده است. علاوه بر این میانگین کارایی مدیریتی در بخش حمل‌و نقل هوایی برابر ۰/۹۸۶ بوده است که به میزان ۱/٤ درصد کمتر از سطح بهینه است. همچنین نتایج تحقیق گویای سیر نزولی شاخص بهره‌وری در تعدادی از شرکت‌های حمل‌ونقل هوایی است که این امر ناشی از تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی مدیریتی بوده البته کارایی مدیریتی نقش کمتری دارد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، کارایی مقیاس، نرخ رشد پیشرفت فنی، تغییرات کارایی فنی، کارایی مدیریتی

۱- مقدمه

افزایش بهره‌وری و کارایی در بخش حمل‌ونقل یکی از مهم‌ترین اهداف هر کشور در جهت دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی است. بررسی عملکرد اقتصادی کشورهایی که در چند دهه اخیر از رشد قابل توجهی برخوردار بوده‌اند نشان داده است که رشد اقتصادی این کشورها از طریق افزایش کارایی و بهره‌وری در زیر بخش‌های مختلف اقتصادی به ویژه در بخش حمل‌ونقل حاصل شده است. در اقتصاد ایران لزوم توجه به رشد و توسعه در فعالیت‌های مختلف اقتصادی، افزایش روز افزون تقاضا برای جابجایی سریع مردم و کالا، توجه بیشتر به بهره‌وری و کارایی در بخش حمل‌ونقل هوایی را یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر ساخته است؛ به‌طوری‌که در برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور به‌ویژه در برنامه‌های چهارم و ششم توسعه اقتصادی به ارتقای بهره‌وری از طریق گسترش سرمایه‌گذاری و بهبود کیفیت زیر بخش‌های حمل‌ونقل پرداخته شده است. بررسی اجمالی عملکرد شرکت‌های فعال حمل‌ونقل هوایی کشور برحسب جابجایی مسافر و کالا طی سال‌های اخیر روند رو به رشدی را نشان می‌دهد به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۵ این صنعت از نظر میزان جابجایی مسافر و بار به ترتیب نسبت به سال‌های قبل با ۲۳/٦ و ۱۹/۷ درصد افزایش مواجه بوده است. از طرفی تعداد شاغلین در این صنعت به میزان ۳/۸ درصد افزایش داشته‌اند. با این وجود مقایسه وضعیت صنعت حمل‌ونقل هوایی ایران با کشورهای منطقه گویای این واقعیت است که میزان مسافر حمل شده توسط ۳ شرکت امارات، سعودی ایرلاینز، قطر اروایزدر سال ۲۰۱۳ حدود ۸۸ میلیون نفر بوده در حالی‌که این تعداد در مورد بزرگترین خط هوایی ایران یعنی «هما» ٤/٦ میلیون نفر است. علاوه بر این کل بار حمل شده توسط دو کشور امارات و ترکیش ایرلاینز

حدود ۵ میلیون تن در سال است که در مقایسه هواپیمائی جمهوری اسلامی چیزی حدود ۳۰۰ برابر می‌باشد. فرودگاه دبی در حال حاضر ظرفیتی برابر ٦٦ میلیون مسافر دارد در حالیکه ظرفیت مسافر در فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) فقط ٦ میلیون نفر است. لازم به ذکر است که ظرفیت فرودگاه‌های امارات و استانبول در آینده نزدیک به ۱۵۰ میلیون مسافر در سال و فرودگاه دوحه به ۵۰ میلیون مسافر در سال افزایش خواهد یافت؛ درصورتی‌که ایران با ٥٤ فرودگاه فعال فقط ۹ فرودگاه آن دارای صرفه اقتصادی بوده و رتبه ۱۱ را در بین کشورهای منطقه به‌خود اختصاص داده است (گزارش عملکرد سالانه حمل و نقل هوایی، ۱۳۹۵). از این‌رو با توجه به اینکه یکی از اهداف برنامه توسعه کشور افزایش بهره‌وری از طریق سرمایه‌گذاری و بهبود کیفیت زیر بخش‌های حمل‌ونقل کشور است و به‌دلیل آنکه تا زمان نگارش مقاله حاضر به‌طور مشخص سنجش بهره‌وری و کارایی در بخش حمل‌و نقل هوایی ایران پرداخته نشده است؛ بنابراین این مطالعه درصدد سنجش بهره‌وری و اثرات کارایی شرکت‌های فعال در بخش حمل‌و نقل هوایی کشور است؛ در واقع پژوهش حاضر تلاش دارد که به این سوالات پاسخ دهد که میزان بهره‌وری و کارایی در بخش حمل و نقل هوایی کشور چقدراست؟ و از چه طریق می‌توان به کارایی و بهره‌وری بیشتر در این زیر بخش حمل‌ونقل رسید؟ بدین منظور از رهیافت ناپارامتریک تحلیل پوشش داده‌ها (DEA) و داده‌های شرکت‌های فعال در بخش حمل‌ونقل هوایی کشور در بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۹۰ جهت دستیابی به شناخت صحیح از جایگاه این صنعت استفاده شده است. در ادامه پس از مقدمه، در بخش دوم پیشینه تحقیق به‌طور اجمالی مرور می‌شود، سپس در بخش سوم، مبانی نظری تحقیق روش ارزیابی ناپارامتریک بهره‌وری و کارایی به بحث گذاشته می‌شود. در بخش چهارم مقاله به تجزیه و تحلیل نتایج پرداخته می‌شود. در نهایت، بخش پایانی به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری اختصاص داده شده است.

۲- پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در داخل و خارج کشور به اندازه‌گیری میزان بهره‌وری و کارایی در صنعت حمل‌ونقل پرداخته‌اند، به‌طوری‌که در تعدادی از این مطالعات از روش‌های پارامتریک اقتصادسنجی همانند روش قطعی آماری و مرز تصادفی با بهره‌گیری از توابع تولید و هزینه به فرم تبعی کاب داگلاس و ترانسلوگ استفاده می‌شود. در حالی‌که گروهی دیگر از پژوهشگران از روش‌های غیرپارامتریک مانند روش تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص مالم‌کوئیست و تورنکوئیست-تیل به سنجش و ارزیابی بهره‌وری و کارایی می‌پردازند. که در ادامه این بخش برخی از آنها باختصار مرور می‌شود. چو و جانگ در مطالعه‌ای با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به اندازه‌گیری کارایی و اثر بخشی در ٤٨ ایالت آمریکا در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۰ و بررسی روابط متقابل کارایی، اثربخشی مدیریتی، تحرک‌پذیری و ایمنی جاده می‌پردازند. آنها در مطالعه خود دریافتند که در میان عوامل موثر بر کارایی، اثربخشی مدیریتی با ضریب ۰/۷٦ بیشترین اثرگذاری بر کارایی داشته است. همچنین کارایی اثر مثبت و معنی‌داری بر اثربخشی مدیریتی دارد درحالیکه بر وضعیت جاده اثر منفی داشته است. همچنین تعداد اتومبیل، شرایط جاده‌ای و ایمنی تاثیر منفی بر اثر بخشی مدیریتی داشته و منجر به کاهش آن شده است. (Choi and Jung, 2017). چیو و همکاران در مقاله‌ای با بهره‌گیری از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به ارزیابی رشد بهره‌وری در صنعت حمل‌ونقل آمریکا طی سالهای ۲۰۱۱-۲۰۰٤ می‌پردازند. آنها متوسط بهره‌وری را طی دوره ۸ ساله برای صنعت حمل‌ونقل محاسبه نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که در صنعت حمل‌ونقل آمریکا بجز سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ که با بحران‌های مالی شدید مواجه‌اند در بقیه سال‌ها رشد بهره‌وری مثبت و معنی‌دار است. همچنین در بخش حمل‌و نقل ریلی و دریایی بیشترین بهره‌وری وجود دارد. (Chio et al, 2015). پرلمن و سلبریسکی در مقاله خود با بهره‌گیری از روش تحلیل پوشش داده‌ها مرز کارای تولید را در بخش حمل‌ونقل هوایی آمریکای لاتین طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۰ محاسبه نمودند. در واقع آنها در مطالعه خود بدنبال بررسی این مساله بودند که با واگذاری بخش عمده فعالیت‌ها به بخش خصوصی آیا میزان بهره‌وری تغییر کرده است؟ بدین منظور آنها به اندازه‌گیری میزان بهره‌وری در شرکت‌های خصوصی و دولتی فعال را با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست مورد سنجش و ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعه بیانگر آن است که نرخ رشد بهره‌وری در شرکت‌های

خصوصی نسبت به شرکت‌های دولتی بالاتر است. (Perelman and Serebrisky, 2012). سپهردوست و معصومی (۱۳۹۵)، در مقاله‌ای با استفاده از داده‌های حمل‌ونقل ریلی در نواحی ١٤ گانه راه‌آهن ایران طی سال‌های ۸۸-۱۳۸٦ به بررسی کارایی بخش حمل‌ونقل ریلی- مسافری کشور با استفاده ازروش تحلیل پوشش داده‌ها پرداختند. آنها در مطالعه خود دریافتند که میزان ناکارایی در این بخش برای سال‌های ٨٦، ٨٧ و ٨٨ به ترتیب ٠/٤٤، ٠/٤٢ و ٠/٣٦ است. هچنین نتایج حاصل از برآورد اجزای کارایی نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس در سال‌های مورد بررسی به ترتیب ٠/٥٩، ٠/٦٥ و ٠/٨٧ می‌باشد. آنها دلایل عمده برای این ناکارایی فنی در بخش حمل‌و نقل ریلی را به عواملی از قبیل فرسودگی، محدود بودن ناوگان، عدم توسعه میزان خطوط راه آهن کشور که باعث اتلاف انرژی و وقت می‌شود، نسبت داده‌اند. عطرکارروشن و همکاران (١٣٩٤) در مطالعه‌ای با عنوان تجزیه و تحلیل رشد بهره‌وری و ارزیابی عملکرد صنعت و زیر بخش‌های آن به اندازه‌گیری، مقایسه و تجزیه وتحلیل شاخص‌های بهره‌وری جزیی نیروی‌کار و سرمایه و همچنین محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت و زیربخش‌های آن در استان کردستان طی سال‌های ۹۰-۱۳۸٤ پرداختند. آنها با استفاده از روش حسابداری رشد میزان بهره‌وری کل عوامل تولید به تفکیک زیربخش‌ها برای ١٦ گروه صنعتی با کد ISIC دو رقمی را محاسبه و سهم هریک از عوامل را بدست آوردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که میانگین بهره‌وری نیروی‌کار و سرمایه در سطح صنعت به ترتیب ۰/۳ و ۰/۷ بوده است. همچنین نتایج حاصل از محاسبه متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید بیانگر رشد سالانه ۳ درصدی در این استان بوده که در مقایسه با میزان رشد ٢/٠٦ درصدی بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران رشد بیشتری را نشان می‌دهد. زراءنژاد و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای به ارزیابی کارایی فنی در صنایع کارخانه‌ای ایران پرداختند. آنها از داده‌های تلفیقی صنایع کارخانه‌ای ایران در سطح کدهای ٤ رقمی ISIC طی سال‌های ۸٦-۱۳۷۵ استفاده نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که میانگین کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران طی دوره‌ی مورد مطالعه ۰/۵۵ بوده است. همچنین صنایع فعال در زمینه‌ی تولید محصولات اساسی مسی و تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده به ترتیب با سطح کارایی ۰/۸۳ و ۰/۷۸ از سطح کارایی فنی بالاتری در مقایسه با دیگر فعالیت‌های صنعتی برخوردار بوده‌اند. در مقابل، صنایع فعال در زمینه‌ی تولید آجر و آماده‌سازی و آرد کردن غلات و حبوبات با سطوح کارایی ۰/۲۱ و ۰/۲۳ دارای پایین‌ترین میزان کارایی فنی بوده‌اند. متوسط سطح کارایی بیشتر صنایع بین ۰/۵۰ تا ٠/٦٠ متغیر بوده است و فقط ۵ صنعت دارای کارایی بالای ۰/۷۰ همچنین بررسی عوامل موثر بر کارایی صنایع کارخانه‌ای نشان می‌دهد که با وجود افزایش شدت انرژی و افزایش ناکارایی صنایع، افزایش اندازه‌ی صنایع کارخانه‌ای ایران، سطح ناکارایی صنایع را کاهش نداده و مالکیت دولتی صنایع کارخانه‌ای نیز اثری بر سطح ناکارایی آنها نداشته است. طهماسبی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای به بررسی کارایی نسبی حمل‌ونقل مسافربری و باری استانهای کشور در برنامه سوم و چهارم توسعه پرداختند. آنها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و داده‌های آماری در بخش حمل‌ونقل مسافربری و باری طی سال‌های ٨٦-۱۳۷۹ به تجزیه و تحلیل کارایی می‌پردازند. نتایج مطالعه آنها بیانگر کارایی بالای استان‌های تهران و بوشهر و پایینترین کارایی در استان کهکیلویه و بویراحمد دارد. از طرفی تعداد وسایل نقلیه عمومی درون‌شهری به‌عنوان حساس‌ترین شاخص ورودی و میزان مسافر حمل‌ونقل جاده‌ای به‌عنوان مهمترین شاخص خصوصی بدست آمدند که نشان از اهمیت این دو شاخص در سیستم حمل‌ونقل کشور دارد.

۳- مبانی نظری بهره‌وری و کارایی

کارایی و بهره‌وری در بسیاری از متون به‌صورت یکسان و به جای یکدیگر استفاده می‌شوند که این اشتباه بزرگی است؛ زیرا هر نقطه روی مرز تولید بیانگر حداکثر میزان کارایی است اما به معنای حداکثر بودن بهره‌وری نیست و تنها در یک نقطه خاص از مرز تولید، بهره‌وری در حداکثر مقدار خود است به همین دلیل می‌توان گفت کارایی جزئی از بهره‌وری بوده و این دو اصطلاح دقیقا مشابه هم نیستند و نمی‌توان به‌جای یکدیگر بکار برد.(Coelli et al, 2005). حال با عنایت به هدف محوری پژوهش که سنجش بهره‌وری کل عوامل تولید و کارایی در سامانه حمل‌ونقل هوایی کشور

است؛ ضروری است که دو مفهوم کارایی و بهره‌وری و نحوه ارتباط آنها از بعد نظری بررسی و سپس روش ناپارامتریک سنجش این متغیرها معرفی شود.

۳-۱- مفهوم بهره‌وری

اساساً بهره‌وری[۱] را می‌توان تخصیص بهینه منابع و عوامل تولید تعریف نمود که در آن برای کسب سطح مشخصی از تولید، از حداقل عوامل تولیدی استفاده شود و یا با بهره‌گیری از سطح معین عوامل تولید حداکثر سطح محصول تولید شود. در واقع بهره‌وری به نسبت ستاده به نهاده اشاره دارد و بسته به اینکه یک یاچند عامل در فرایند تولید مدنظر باشد به دو گروه بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کلی طبقه‌بندی می‌شوند. در بهره‌وری جزئی[۲] (PFP) که تنها یک عامل در فرایند تولیدی دخیل است میزان بهره‌وری از نسبت ستاده (ارزش افزوده واقعی) به نهاده مدنظر بدست می‌آید؛ در حالی‌که در بهره‌وری کل عوامل تولید[۳] (TFP) که چند عامل تولیدی در تولید محصول دخیل است از نسبت ستاده (ارزش افزوده واقعی) به میانگین وزنی نهاده‌ها بدست می‌آید و در آن وزن‌ها منعکس کننده سهم هریک از نهاده‌ها از کل هزینه تولید می‌باشد. به عبارتی‌دیگر؛ اگر در دوره صفر بنگاهی محصول y_0 را با نهاده x_0 تولید کند بهره‌وری آن به طور مشخص از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Pi_0 = \frac{y_0}{x_0} \qquad (۱)$$

اگر در دوره یک محصول y_1 از نهاده x_1 تولید شود میزان بهره‌وری در این دوره برابر است با:

$$\Pi_1 = \frac{y_1}{x_1} \qquad (۲)$$

از طرفی شاخص بهره‌وری در دوره یک نسبت به دوره صفر (سال پایه) به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\pi_1 = \frac{\Pi_1}{\Pi_0} = \frac{\frac{y_1}{x_1}}{\frac{y_0}{x_0}} = \frac{\frac{y_1}{y_0}}{\frac{x_1}{x_0}} \qquad (۳)$$

که نشان می‌دهد بهره‌وری بنگاه چگونه نسبت به سال پایه تغییر می‌کند. نرخ رشد بهره‌وری از تفاوت نرخ رشد مقادیر نهاده و ستاده بدست می‌آید که در حالت وجود چندین نهاده و ستاده شاخص مقدار نهاده و ستاده جایگزین مقدار نهاده و ستاده در فرمول فوق می‌شود در این صورت شاخص بهره‌وری عوامل تولید به صورت زیر خواهد بود.

$$\mathrm{TFP} = \frac{\Pi_1}{\Pi_0} = \frac{Q_y}{Q_x} \qquad (٤)$$

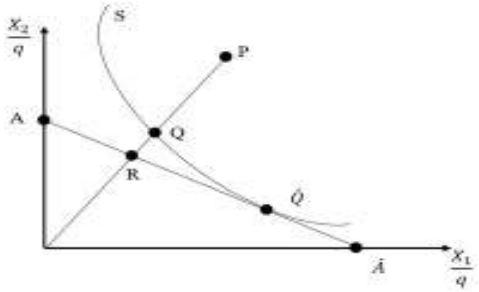
که در آن Q_xوQ_y به ترتیب شاخص مقدار نهاده و ستاده در دوره یک نسبت به دوره صفر (دوره پایه) هستند (Yu, 2016)

۳-۲- مفهوم کارایی

کارایی مفهومی نسبی برای مقایسه بین عملکرد واقعی و ایده‌آل هر بنگاه است. در واقع کارایی به بهترین عملکرد بنگاه یا بیشترین مقدار ستاده حاصل شده از ترکیب مقدار مشخص نهاده و تکنولوژی تولید اشاره دارد. به‌عبارت دیگر نسبت بازدهی واقعی به بازدهی مورد انتظار بیانگر کارایی است. در مباحث تئوریکی اقتصاد تولید، کارایی به انواع مختلف کارایی فنی[٤]، کارایی تخصیصی[٥]، کارایی اقتصادی[٦]، کارایی مدیریتی[۷] و مقیاس[۸] طبقه‌بندی می‌شوند. به‌طوری‌که در کارایی فنی بنگاه، بحث توانایی بنگاه برای حداکثرسازی میزان تولید با توجه به منابع و عوامل تولید مطرح است و با ساختار تکنولژیکی ارتباط دارد. در این دیدگاه، بنگاهی دارای کارایی فنی بالاتر است که بتواند با مجموعه نهاده‌های مفروض و ثابت محصول بیشتری را نسبت به سایر بنگاه‌ها تولید نماید. حال در بحث کارایی فنی، اگر محور بحث بر تغییر میزان تولید متمرکز باشد که به آن کارایی ستاده‌مدار[۹] می‌گویند و در صورتی‌که با توجه به سطح ثابت محصول از یک یا چند عامل تولید کمتر استفاده شود به آن کارایی نهاده‌مدار[۱۰] می‌گویند. از طرف دیگر، کارایی تخصیصی بیانگر تخصیص بهینه عوامل تولید به‌دنبال حداقل نمودن هزینه تولید و حداکثرسازی سود بنگاه با توجه به قیمت نسبی عوامل تولید است. بنابراین کارایی تخصیصی مستلزم انتخاب آن مجموعه از عوامل تولید با قیمت مشخص خواهد بود که سطح معینی از محصول را در حداقل هزینه تولید نماید. به‌همین دلیل کارایی تخصیصی را کارایی قیمت هم می‌نامند. (Badunenko et al, 2006).

از طرفی کارایی اقتصادی که به آن کارایی هزینه نیز می‌گویند ترکیبی از کارایی فنی و کارایی تخصیصی که نشان دهنده توانایی واحد تولید در بدست آوردن حداکثر سود ممکن با توجه به قیمت‌ها و سطح نهاده می‌باشد. از جمله شاخص‌دیگر کارایی می‌توان به کارایی مدیریتی یا کارایی فنی خالص[۱۱] که به مدیریت صحیح ترکیب بهینه نهاده‌ها برای حصول ستاده مورد نظر اطلاق می‌شود، اشاره نمود.

همچنین کارایی مقیاس یک واحد تولیدی بیانگر نسبت کارایی مشاهده شده آن واحد به کارایی در مقیاس بهینه است. در این دیدگاه اندازه بنگاه در تشخیص کارایی نسبی مدنظر قرار دارد. به‌طورکلی مباحث کارایی و بهره‌وری به‌صورت مدون و نظام یافته از مطالعات دبرو و کوپمنز[۱۲] (۱۹۵۱) آغاز شد و توسط فارل[۱۳] (۱۹۵۷) ادامه یافت. وی در مطالعه خود کارایی را به سه نوع کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی مجزا نمود و سپس با استفاده از نمودار زیر تحت شرایط بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به مقایسه و ارتباط سه نوع کارایی پرداخت. در تحلیل نموداری زیر فرض بر این است که هر بنگاه با استفاده از دو عامل تولید (X_1,X_2) محصول ثابت q را تولید می‌نماید.



نمودار ۱. مرز کارای تولید و انواع کارایی

در نمودار فوق، منحنی ss منحنی هم‌مقداری بنگاه کارا است که مقدار مشخص محصول عرضه شده به ازای ترکیب مختلف عوامل تولید را نشان می‌دهد. در این نمودار بنگاه Q به‌دلیل قرار گرفتن در مرز تولید، به‌لحاظ فنی کارا است در چنین حالتی میزان کارایی فنی (TE) بنگاه P که در مقایسه با بنگاه Q برای تولید همان مقدار ستاده از نهاده بیشتری استفاده کرده است به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\mathrm{TE} = \frac{\mathrm{OQ}}{\mathrm{OP}} \qquad (۵)$$

فاصله PQ همان عدم کارایی فنی بنگاه P است. اگر قیمت عوامل تولید به‌وسیله خط هزینه یکسان نشان داده شود در این صورت کارایی تخصیصی(AE) بنگاه P برابر رابطه زیر خواهد بود. (Coelli, 1995).

$$\mathrm{AE} = \frac{\mathrm{OR}}{\mathrm{OQ}} \qquad (٦)$$

همچنین فارل از ترکیب کارایی تخصیصی و فنی، کارایی اقتصادی (EE) را به‌صورت زیر به دست آورد.

$$\mathrm{EE} = \mathrm{TE} * \mathrm{AE} = \frac{\mathrm{OQ}}{\mathrm{OP}} * \frac{\mathrm{OR}}{\mathrm{OQ}} = \frac{\mathrm{OR}}{\mathrm{OP}} \qquad (۷)$$

۳-۳- روش‌های سنجش بهره‌وری و کارایی

به‌طور کلی امروزه امکان عملی اندازه‌گیری بهره‌وری و کارایی با استفاده از روش پارامتریکی مرز تصادفی و روش ناپارامتریکی تحلیل پوشش داده‌ها وجود دارد. در روش پارامتریکی مرز تصادفی، ناکارایی نسبت به تابع مرزی با استفاده از داده‌های آماری تخمین زده می‌شود این امر مستلزم استفاده از توابع تولید و هزینه است. در این روش به ازای نهاده‌های هر بنگاه تابع مرزی و میزان تولید مرزی محاسبه می‌شود و تفاوت تولید واقعی و تولید مرزی ناکارایی محسوب می‌شود. در حالتی خاص ممکن است مقدار تولید واقعی بنگاه با تولید مرزی برابر باشد در این‌صورت بنگاه فرضی، بنگاه کارا از لحاظ فنی به‌شمار می‌آید. در الگوی مرز تصادفی علت تفاوت تولید واقعی و تولید مرزی، ناکارایی فنی و عامل تصادفی است. به‌عبارت دیگر اگر عملکرد بنگاهی از تولید مرزی کمتر باشد بخشی از ناکارایی به‌دلیل ناکارایی فنی و بخشی به خاطر وجود عوامل تصادفی است. اما اگر بنگاهی بالاتر از تابع مرزی عمل کند ناکارایی تنها به‌دلیل وجود عوامل تصادفی است. باتیس و کولی (۱۹۹۵) ساختار الگوی مرز تصادفی را به‌صورت زیر در نظر گرفتند.

$$\begin{aligned} &Y_{it} = \beta X_{it} + (V_{it} - U_{it}) \\ &U_{it} = \{U exp(-\eta(t-T))\} \\ &V_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2) \\ &U_{it} \sim iid |N(m_{it}, \sigma_u^2)|, U_{it} \geq 0 \\ &m_{it} = \delta Z_{it} \end{aligned} \qquad (۸)$$

در الگوی بالا، Y_{it} بیانگر محصول بنگاه i ام در دوره زمانی t، X_{it} بردار نهاده‌ها، η, β بردار پارامتر، U_{it} اثرات ناکارایی و V_{it} جزء اخلال است. جزء اخلال U_{it} که بیانگر ناکارایی فنی در تابع تولید و دارای توزیع نرمال منقطع در نقطه صفر با میانگینی برابر m_{it} است. همچنین Z_{it} بردار $P \times 1$ از متغیرهای موثر بر عدم‌کارایی فنی بنگاه و δ بردار $1 \times P$ از پارامترهای تخمینی است. برآورد مدل فوق مستلزم استفاده از روش حداکثر راستنمایی است و در این مدل دو پارامتر واریانس σ^2 و γ که به ترتیب برابر $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ و $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2+\sigma_u^2}$ هستند جایگزین و برآورد می‌شوند. پارامتر γ در واقع معنی‌دار بودن جزء عدم کارایی و اثر آن در مدل را ارزیابی می‌کند این پارامتر در فرایند حداکثرسازی فرایند تکراری برآورد گردیده و مقدار بین صفر و یک را اختیار می‌کند. در شرایطی که γ برابر صفر باشد جزء عدم کارایی از مدل حذف و مدل مرز تصادفی به مدل رگرسیون معمولی تبدیل می‌شود. در ادامه کیم و هان با استفاده از تابع تولید مرز تصادفی و دیفراسیل‌گیری از فرم لگاریتمی تابع تولید مرز تصادفی مولفه‌های مرتبط با رشد بهره‌وری عوامل تولید را به صورت زیر بدست آوردند.

$$Y_{it} = f(x_{it}, T)\exp(-u_{it}) \quad (۹)$$

$$\begin{aligned} \dot{Y}_{it} &= \frac{dLnf(x_{it}, t)}{dt} - \frac{du_{it}}{dt} \\ \dot{Y}_{it} &= \frac{\partial Lnf(x_{it}, t)}{\partial t} + \sum_j \frac{\partial Lnf(x_{it}, t)}{\partial x_j}\frac{dx_j}{dt} - \frac{du_{it}}{dt} \\ \dot{Y}_{it} &= TP_{it} + \sum_j \varepsilon_j \frac{dx_j}{dt} - \frac{du_{it}}{dt} \end{aligned} \quad (۱۰)$$

به‌طوری‌که $f(.)$ بیانگر مرز تولید و T ضریب فناوری و u_{it} عدم کارایی تکنیکی است که در هر زمان تغییر می‌کند، TP_{it} بیانگر نرخ پیشرفت تکنولوژیکی، $\frac{dx_j}{dt}$ رشد نهاده‌ها که به‌صورت موزون محاسبه می‌شوند و وزن‌ها در این شاخص کشش ستاده نسبت به نهاده j می‌باشد. از طرفی رشد بهره‌وری عوامل تولید به‌صورت زیر خواهد بود.

$$T\dot{F}P_{it} = \dot{Y}_{it} - \sum_j S_j \frac{dx_j}{dt} \quad (۱۱)$$

به‌طوری‌که در رابطه (۱۱) S_j سهم j امین بنگاه در هزینه تولید می‌باشد. حال با جایگذاری رابطه (۱۰) در رابطه (۱۱) خواهیم داشت.

$$\begin{aligned} T\dot{F}P &= TP_{it} - \frac{du_{it}}{dt} + \sum_j (\varepsilon_j - S_j)\frac{dx_j}{dt} \\ T\dot{F}P &= TP_{it} - \Delta TE_{it} + (RTS - 1)\sum_j \lambda_j \frac{dx_j}{dt} + \sum_j (\lambda_j - S_j)\frac{dx_j}{dt} \end{aligned} \quad (۱۲)$$

به‌طوری‌که $\Delta TE_{it} = -\frac{du_{it}}{dt}$ بیانگر تغییرات کارایی فنی[۱۴] است که ممکن است به مرز کارایی نزدیک یا دور شود و با استفاده از این تغییرات منفی، عدم‌کارایی در طی زمان بدست می‌آید. همچنین $RTS = \sum_j \varepsilon_j = \varepsilon$ بیانگر بازدهی نسبت به مقیاس و $\lambda_j = \varepsilon_j / RTS$ و آخرین مولفه در رابطه (۱۲) عدم کارایی تخصیصی که از انحرافات قیمت نهاده از ارزش تولید نهایی‌شان حاصل می‌شود. در واقع رابطه فوق بیان می‌کند که تغییرات بهره‌وری کل تنها متاثر از نرخ پیشرفت فنی نیست بلکه تغییرات در عدم کارایی تکنیکی نیز در آن موثر است. بنابراین ملاحظه می‌شود که رشد بهره‌وری عوامل تولید متاثر از کانال‌های نرخ پیشرفت تکنولوژیکی TP_{it}، تغییرات کارایی فنی ΔTE_{it}، بازدهی مقیاس $(RTS - 1)\sum_j \lambda_j \frac{dx_j}{dt}$ و تغییرات کارایی تخصیصی $\sum_j (\lambda_j - S_j)\frac{dx_j}{dt}$ می‌باشد. (Kim and Han, 2001). در حالی‌که در رویکرد ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی و اطلاعات داده و ستاده‌ها عملکرد واحدهای اقتصادی و انواع کارایی مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد. در این روش واحدها با سطح استاندارد از قبل

تعیین‌شده و یا تابعی معلوم و مشخص مقایسه نمی‌شوند؛ بلکه ملاک ارزیابی، عملکرد واحدهای تصمیم گیرنده‌ای است که در شرایط یکسان فعالیت‌های مشابهی انجام می‌دهند. در روش تحلیل پوشش داده‌ها ارزیابی کارایی بنگاه‌ها در شرایط بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس و دو رویکرد متفاوت نهاده‌مدار و ستاده‌مدار صورت می‌پذیرد. با توجه به فروض یاد شده، کارایی فنی بنگاه از طریق دو مدل چارنز، کوپر و رودز[۱۵] (CCR) و بانکر، چانز و کوپر[۱۶] (BCC) انجام می‌شود. کارایی فنی واحد تصمیم گیرنده با توجه به مدل CCR و جهت‌گیری ستاده‌مدار به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} &TE_1^{CRS} = MAX_{\theta,\lambda}\theta_i \\ &s.t: \quad \sum_{j=1}^{N} Y_j\lambda_j \geq \theta_i y_i \\ &x_i \geq \sum_{j=1}^{N} X_j\lambda_j \quad ,\lambda_j \geq 0 \quad ,N\acute{I}\lambda \geq 0 \end{aligned} \qquad (۱۳)$$

در مدل فوق TE نشانگر کارایی فنی و θ یک اسکالر تعیین‌کننده کارایی فنی در شرایط بازدهی به مقیاس ثابت است و می‌تواند مقادیر بین صفر و یک را اختیار کند که هرچه به صفر نزدیکتر باشد نشان‌دهنده سطح کارایی بالاتری است. λ یک بردار $N \times 1$ از اعداد ثابت است که وزن مجموعه‌های مرجع برای واحدهای ناکارا را نشان می‌دهد. Y یک ماتریس $M \times N$ از ستاده‌ها و X یک ماتریس $K \times N$ از نهاده‌ها است. N تعداد بنگاه‌های مورد بررسی، K تعداد نهاده‌ها و M تعداد ستاده‌ها است. از طرفی به‌دلیل آن‌که فرض بازدهی نسبت به مقیاس نمی‌تواند همیشه مناسب باشد. از این‌رو با افزودن قید تحدب یعنی $N\acute{I}\lambda$ در مدل (۱۳)، می‌توان به الگوی بانکر، چانز و کوپر (BCC) با فرض بازدهی متغیر به مقیاس رسید. از طرفی فار و همکاران با استفاده از روش تحلیل پوشش داده‌ها شاخص ناپارامتریکی را برای اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل تولید ارائه نمود که شاخص مالم‌کوئیست مشهور است. (Fare & et.al, 1994). این شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید به تغییرات تکنولوژیکی (انتقال مرز کارایی) و تغییرات کارایی فنی قابل تفکیک است. در شاخص مالم‌کوئیست، تغییرات بهره‌وری عوامل تولید براساس نسبت مسافت هر مجموعه از داده‌ها در مقایسه با تکنولوژی مشترک اندازه‌گیری می‌شود. اگر تکنولوژی t به‌عنوان تکنولوژی مرجع باشد شاخص مالم‌کوئیست با جهت‌گیری ستاده‌مدار در محاسبه بهره‌وری عوامل تولید بین دو دوره s و t به صورت زیر خواهد بود.

$$M_i^t(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \qquad (۱۴)$$

از سوی دیگر اگر تکنولوژی دوره s به‌عنوان تکنولوژی پایه فرض شود در این‌صورت خواهیم داشت.

$$M_i^s(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \qquad (۱۵)$$

به‌طوری‌که $d_i^s(y_t, x_t)$ به تابع مسافت مشاهدات دوره t تا تکنولوژی دوره s اشاره دارد. اگر s=t این مسافت معادل میزان کارایی فنی خواهد بود. مقادیر بزرگتر از یک برای M_i بیانگر رشد بهره‌وری عوامل تولید در دوره t تا s است. در حالیکه مقادیر کمتر از یک کاهش بهره‌وری را نشان می‌دهد. فار و گروسکاپ و روز، نشان دادند که اگر تکنولوژی از نوع خنثی هیکس باشد دو شاخص فوق معادل یکدیگر هستند و در این‌صورت می‌توان تابع مسافت را به‌صورت $d_i^t(x, y) = A(t)d_i(x, y)$ نشان داد. همچنین به‌منظور اجتناب از الگوبرداری از مدل خاص لازم است شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست ستاده محور برحسب میانگین هندسی دو رابطه (۱۴) و (۱۵) بیان شود. (Fare, Groskopf & Roos, 1998)

$$M_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^t(y_s, x_s)}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱۶)$$

یکی از اشکالات اساسی رابطه (۱۶) آن است که تغییر در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید که از دو مولفه تغییرات در تکنولوژی تولید و کارایی فنی نشات گرفته است را تنها با یک عدد نشان می‌دهد. بنابراین فار و همکاران، برای رفع این نقیصه رابطه رشد بهره‌وری عوامل تولید را به‌صورت زیر نشان دادند. (Fare et al, 1994)

$$M_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)}\left[\frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_i^s(y_s, x_s)}{d_i^t(y_s, x_s)}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱۷)$$

به‌طوری‌که عبارت $d_i^t(y_t, x_t)/d_i^s(y_s, x_s)$ تغییر کارایی فنی و عبارت داخل کروشه میزان پیشرفت تکنولوژی را نشان می‌دهد. در معادله فوق چهار مقیاس فاصله‌ای با روش برنامه‌ریزی خطی محاسبه می‌شود. حال اگر در فرایند تولید بازدهی نسبت به مقیاس متغیر باشد علاوه بر دو منبع فوق کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس نیز به‌عنوان منبع رشد بهره‌وری عوامل تولید عمل می‌کنند. بنابراین تغییرات کارایی خالص به‌صورت زیر خواهد بود.

$$\mathrm{PTECH} = \frac{\mathrm{d}_{\mathrm{ov}}^{\mathrm{t}}(\mathrm{y_t}, \mathrm{x_t})}{\mathrm{d}_{\mathrm{ov}}^{\mathrm{s}}(\mathrm{y_s}, \mathrm{x_s})} \qquad (۱۸)$$

همچنین اثر کارایی مقیاس را می‌توان به‌صورت میانگین هندسی دو مقیاس کارایی با توجه به تکنولوژی زمان s و t به صورت زیر نشان داد.

$$\mathrm{SECH} = \left[\frac{\mathrm{d}_{\mathrm{ov}}^{\mathrm{t}}(\mathrm{y_t}, \mathrm{x_t}) \Big/ \mathrm{d}_{\mathrm{oc}}^{\mathrm{t}}(\mathrm{y_t}, \mathrm{x_t})}{\mathrm{d}_{\mathrm{ov}}^{\mathrm{t}}(\mathrm{y_s}, \mathrm{x_s}) \Big/ \mathrm{d}_{\mathrm{oc}}^{\mathrm{t}}(\mathrm{y_s}, \mathrm{x_s})} \times \frac{\mathrm{d}_{\mathrm{ov}}^{\mathrm{t}}(\mathrm{y_t}, \mathrm{x_t}) \Big/ \mathrm{d}_{\mathrm{oc}}^{\mathrm{s}}(\mathrm{y_t}, \mathrm{x_t})}{\mathrm{d}_{\mathrm{ov}}^{\mathrm{s}}(\mathrm{y_s}, \mathrm{x_s}) \Big/ \mathrm{d}_{\mathrm{oc}}^{\mathrm{s}}(\mathrm{y_s}, \mathrm{x_s})} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱۹)$$

به‌طوری‌که در رابطه (۱۹) اندیس v و c به ترتیب بازدهی متغیر و ثابت نسبت به مقیاس را نشان می‌دهد.

٤- تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش اندازه‌گیری بهره‌وری و کارایی در شرکت‌های حمل‌ونقل هوایی کشور است؛ با استفاده از آمار و اطلاعات ۱۲ شرکت‌های فعال هوایی- مسافربری مستخرج از سالنامه آماری سازمان هواپیمایی کشوری طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ به این مهم می‌پردازد. در این راستا الگویی شامل ستاده (مسافر کیلومتر حمل‌شده (هزار)) و نهاده‌های (**تعداد پرواز، تعداد پرسنل، مسافت طی شده (هزار کیلومتر)، میزان فناوری و پوشش فرودگاهی**) طراحی و سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها که روشی مبتنی بر الگوی برنامه‌ریزی خطی است در قالب الگوی ستاده‌مدار با روش چند مرحله‌ای کارایی مدیریتی، کارایی فنی، بهره‌وری و مولفه‌های موثر برآن مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. نتایج مربوط به محاسبات انواع کارایی و بهره‌وری در جداول (۱)، (۲) و (۳) ارایه شده است.

جدول ۱. محاسبه کارایی مدیریتی، کارایی مقیاس و نوع بازدهی مقیاس در بخش حمل‌ونقل هوایی درسال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۵

شرکت	کارایی ثابت مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	نوع بازدهی مقیاس	شرکت	کارایی ثابت مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	نوع بازدهی مقیاس
ایران ایر	۰/۹۱۸	۱/۰۰۰	۰/۹۱۸	drs	**زاگرس**	۰/۹۶۹	۰/۹۷۳	۰/۹۹۶	drs
ایران ایرتور	۰/۹۲۵	۰/۹۷۹	۰/۹٤٥	drs	**کاسپین**	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
آسمان	۰/۸٦۱	۰/۹٦۹	۰/۸۸۸	drs	**نفت ایران**	۰/۸۵۸	۰/۹۳۱	۰/۹۲۱	drs
ماهان ایر	۰/۹٦۰	۱/۰۰۰	۰/۹٦۰	drs	**آتا**	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
کیش ایر	۰/۹۱٦	۰/۹۷٥	۰/۹٤۰	drs	**معراج**	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
تابان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	**قشم ایر**	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
میانگین	۰/۹۵۱	۰/۹۸٦	۰/۹٦٤	–					

منبع: محاسبات جاری پژوهش

نتایج تحلیل پوشش داده‌ها با فرض یک ستاده و پنج نهاده طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ باستناد جدول (۱) نشان می‌دهد که میانگین کارایی مدیریتی در بخش حمل‌و نقل هوایی برابر ۰/۹۸٦ بوده است که با توجه به سطح کنونی ستاده در این صنعت، تنها با افزایش ۱/٤ درصدی نهاده‌های مورد استفاده امکان دستیابی به عملکرد بهینه فراهم می‌شود. همچنین با فرض بازدهی ثابت مقیاس، پنج شرکت فعال دارای کارایی صددرصد بوده و از سوی‌دیگر متوسط کارایی ثابت مقیاس، انحراف ٤/۹ درصدی از عملکرد بهینه را نشان می‌دهد. علاوه بر این مقایسه نتایج ارزیابی کارایی فنی گویای این واقعیت است که در این صنعت کارایی مدیریتی کمتر از مقدار بهینه است. همچنین عمده شرکت‌های فعال هوایی کشور با عدم صرفه‌جویی نسبت به مقیاس مواجه‌اند؛ زیرا ۵۸ درصد آنها در محدوده بازدهی کاهنده به مقیاس در حال فعالیتند که این امر می‌تواند ناشی از عدم کارایی مدیریتی و عدم تخصیص بهینه منابع به دلیل نوع حاکمیت یا مدیریت دولتی یا شبه دولتی برخی از شرکت‌ها باشد. البته امکان حرکت به سمت مقیاس بهینه با کاهش هزینه‌های تولید در این صنعت وجود دارد؛ ضمناً ٤۲ درصد شرکت‌ها نیز از صرفه مقیاس بهره‌برداری نموده و در محدوده بازدهی ثابت به مقیاس فعالیت می‌کنند.

جدول ۲. متوسط انواع کارایی و نرخ رشد بهره‌وری شرکت‌های حمل‌و نقل هوایی درسال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۵

سال	تغییرات کارایی فنی	تغییرات تکنولوژیکی	تغییرات در کارایی فنی خالص	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات در بهره‌وری کل عوامل تولید
۱۳۹۱	۱/۰۰۸	۰/۹٦٦	۱/۰۰۱	۱/۰۰۸	۰/۹۷٤
۱۳۹۲	۱/۰۱۰	۰/۸٤۹	۱/۰۰۲	۱/۰۰۸	۰/۸۵۷
۱۳۹۳	۱/۰۰٤	۰/۹۸۰	۱/۰۰۲	۱/۰۰۳	۰/۹۸۵
۱۳۹٤	۱/۰۰۳	۰/۹٦۲	۱/۰۰۵	۰/۹۹۸	۰/۹٦٦
۱۳۹۵	۱/۰۱۳	۰/۹۹۷	۰/۹۹۸	۱/۰۱۵	۱/۰۱۰
میانگین	۱/۰۰۸	۰/۹٤۹	۱/۰۰۲	۱/۰۰٦	۰/۹۵۷

منبع: محاسبات جاری پژوهش

جدول ۳. تغییرات انواع کارایی و نرخ رشد بهره‌وری شرکت‌های حمل‌و نقل هوایی درسال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۵

شرکت	تغییرات کارایی فنی	تغییرات تکنولوژیکی	تغییرات در کارایی فنی خالص	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات در بهره‌وری کل عوامل تولید
ایران ایر	۱/۰۱۷	۰/۹۹۵	۱/۰۰۰	۱/۰۱۷	۱/۰۱۲
ایران ایرتور	۱/۰۱٦	۰/۹۷۵	۱/۰۰٤	۱/۰۱۱	۰/۹۹۰
آسمان	۱/۰۱۹	۰/۹۸۵	۱/۰۰۰	۱/۰۱۸	۱/۰۰۳
ماهان ایر	۱/۰۰۸	۰/۹۸٤	۱/۰۰۰	۱/۰۰۸	۰/۹۹۲
کیش ایر	۱/۰۱۸	۰/۹٤۹	۱/۰۰۵	۱/۰۱۳	۰/۹٦٦
تابان	۱/۰۰۰	۰/۹۳۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۳۲
زاگرس	۱/۰۰٤	۰/۹۷۰	۱/۰۰۵	۱/۰۰۰	۰/۹۷٤
کاسپین	۱/۰۰۰	۰/۹۹۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۹۳
نفت ایران	۱/۰۱٤	۰/۹٦۰	۱/۰۰٦	۱/۰۰۸	۰/۹۷٤
آتا	۱/۰۰۰	۰/۸۹٦	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۹٦
معراج	۱/۰۰۰	۰/۸۵۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۵۳
قشم ایر	۰/۹۹۸	۰/۹۱۲	۰/۹۹۸	۱/۰۰۰	۰/۹۱۰
میانگین	۱/۰۰۸	۰/۹٤۹	۱/۰۰۲	۱/۰۰٦	۰/۹۵۷

منبع: محاسبات جاری پژوهش

همچنین نتایج تحلیل تغییرات کارایی و بهره‌وری طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ باستناد جدول (۲) نشان می‌دهد که متوسط بهره‌وری کل عوامل تولید طی دوره مورد مطالعه با میانگین کاهش ٤/۳- درصدی مواجه شده است که این مهم ناشی از کاهش تغییرات تکنولوژیکی است. همچنین بررسی‌های جزئی‌تر در جدول (۲) نشان می‌دهد که مقدار متوسط کارایی فنی، کارایی مقیاس و تغییرات کارایی فنی خالص طی سال‌های مورد مطالعه عملکرد بهینه را نشان می‌دهد اما کاهش ۵/۱ درصدی پیشرفت فناوری منجر به کاهش ٤/۳ درصدی بهره‌وری و انحراف از وضعیت بهینه شده است؛ این نتیجه‌گیری می‌تواند گویای آن باشد که یا سرمایه‌گذاری جدید در پیشرفت تکنولوژیکی تبلور نیافته و یا به‌دلیل عدم کارایی مدیریتی تخصیص بهینه نهاده‌های تولید اتفاق نیفتاده است. از طرفی شرکت آتا، معراج و قشم ایر کمترین میزان بهره‌وری را به‌خود اختصاص داده‌اند. که در مورد شرکت‌های آتا و معراج این امر به دلیل آن است که سرمایه‌گذاری جدید در پیشرفت فنی تبلور نیافته و در مورد شرکت قشم ایر علاوه بر تغییرات تکنولوژیکی، تغییرات کارایی فنی و تغییرات در کارایی فنی خالص نیز دخیل است ازاین‌رو می‌توان با سیاست‌های حمایتی و اعتباری معقولانه، تخصیص بهینه منابع، نظارت غیر مداخله‌گرانه بر فعالیت‌های مدیران در جهت افزایش کارایی و میزان بهره‌وری این شرکت‌ها اقدام نمود.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه هدف محوری این پژوهش ارزیابی کارایی فنی و بهره‌وری در صنعت حمل‌و نقل هوایی کشور است. از این‌رو با بهره‌گیری از رویکرد ناپارامتریک به سنجش اثرات کارایی و بهره‌وری بر مبنای شاخص مالم‌کوئیست پرداخته شد. مهمترین نتایج تحقیق، تشخیص روند تغییرات بهره‌وری عوامل تولید و نقش هر یک از عوامل فنی و مدیریتی آن تغییرات و نحوه رسیدن به سطح مطلوب بهره‌وری و کارایی است. یافته‌های این مطالعه طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ نشان می‌دهد که میانگین کارایی تکنولوژیکی تولید، تغییرات کارایی مقیاس و تغییرات کارایی فنی خالص به ترتیب طی دوره مطالعه ۰/۰۸، ۰/۰٦ و ۰/۰۲ درصد افزایش داشته‌اند. درحالی‌که میزان پیشرفت فنی با کاهش ۵/٤ درصدی خود منجر به کاهش ٤/۳ بهره‌وری شده است که انحراف نتایج ناشی از آن است که بخشی از کاهش بهره‌وری از سه کانال دیگر جبران شده است. علاوه بر این میانگین کارایی مدیریتی در بخش حمل‌و نقل هوایی برابر ۰/۹۸٦ بوده است که به میزان ۱/٤ درصد کمتر از سطح بهینه است. **البته**، بررسی‌های جزئی‌تر نشان داده است که سیر نزولی شاخص بهره‌وری در تعدادی از شرکت‌های حمل‌ونقل هوایی که اتفاق افتاده است ناشی از تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی مدیریتی بوده که البته کارایی مدیریتی نقش کمتری دارد؛ به‌طور کلی دلیل را می‌توان به نوع مالکیت دولتی یا شبه دولتی شرکت‌ها، فرسودگی ناوگان و کمبود سرمایه‌گذاری‌های جدید نسبت داد؛ بنابراین در این صنعت تجدید ساختار مدیریتی و به‌کارگیری یک الگوی مناسب در جهت تخصیص بهینه منابع پیشنهاد می‌شود. همچنین عنایت به فرایند تحقیق و توسعه در راستای افزایش پیشرفت تکنولوژی و ارتقای ضریب فناوری با تعریف مقررات انگیزش محور پیشنهاد می‌گردد.

٦-پی‌نوشت‌ها

1- Productivity
2- Partial Factor Productivity
3- Total Factor Productivity
4- Technical Efficiency
5- Allocative Efficiency
6- Economic Efficiency
7- Management Efficiency
8- Scale Efficiency
9- Output Oriented
10- Input Oriented
11- Pure Technology Efficiency
12- Debreu & Copmans
13- Farrel
14- Technical Efficiency Change
15- Charnes, Cooper & Rhodes
16- Banker, Charnes & Cooper

۷- مراجع

- عطرکار روشن، ص. موسوی، م. ح. و رسولی، ف.، (۱۳۹٤)، "تجزیه و تحلیل رشد و بهره‌وری، و ارزیابی عملکرد صنعت و زیربخش‌های آن (استان کردستان)"، فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، سال سوم، شماره نهم، بهار، ص. ۱۲۱-۹۷.

-"گزارش عملکرد سالانه حمل و نقل هوایی"، (۱۳۹۵)، سازمان هواپیمایی کشوری، دفتر فناوری اطلاعات و بررسی‌های آماری.

-زراء، م. خدادادکاشی، ف. و یوسفی حاجی‌آباد، ر.، (۱۳۹۱)، "ارزیابی کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران"، فصلنامه اقتصاد مقداری، دوره ۹، شماره ۲، ص. ٤۸-۳۱.

-زراءنژاد، م. و یوسفی حاجی‌آباد، ر.، (۱۳۸۹)، "ارزیابی بهره‌روی عوامل تولید بانک مسکن با استفاده از شاخص مالم کوئیست، فصلنامه پول و اقتصاد، شماره ۲، ص.۱٤٤-۱۱۷.

- سپهردوست، ح. معصومی، پ.، (۱۳۹۵)، "بررسی کارایی شبکه حمل و نقل ریلی–مسافری کشور با استفاده از رهیافت DEA."، پژوهشنامه حمل و نقل، سال سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۹۵.

- شاه‌طهماسبی، الف. شمس‌الهی، س. و حیدری، ت.، (۱۳۹۰)، "بررسی کارایی نسبی حمل و نقل مسافربری و باری استان-های کشور در طول برنامه سوم و سال‌های ابتدایی برنامه چهارم"، مهندسی حمل و نقل، سال دوم، شماره دوم، زمستان، ص. ۱۴۱-۱۲۷.

-Badunenko, O., Fritsch, M. and Stephan, A. (2006), "What Determines the Technical Efficiency of a Firm? The Importance of Industry, Location, and Size", Jenaer Schriften zur Wirtschaftswissenschaft, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Carl-Zeiß-Str. 3, 07743 Jena, www.wiwi.uni-jena.de.

-Battese, G.E. and Coelli, T.J., (1995), "A model for technical inefficiency effect in a stochastic frontier production function for panel data", Empirical Economics, Vol. 20, pp. 325-332.

-Charens, A., Cooper, W., and Rhodes, E., (1978), "Measuring the efficiency of decision making units" European Journal of Operational Research, Vol. 2, Issue. 6, pp. 429-444.

-Chio, J., Roberts D. C. and Lee, E. S., (2015), "productivity growth in the transportation industries in the United States: an application of the DEA Malemquist productivity index", American journal of Operation research, 5: pp.1-20. http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2015.51001.

-Choi, N. and jang, K., (2017), "Measuring Efficiency and Effectiveness of Highway Management in Sustainability" journal Sustainability, Vol. 9, No. 1347, pp. 1-15, doi: 10.3390/su9081347.

-Cintakulchai, S., (2015), "labor productivity of transportation sector in Thailand: Analysis using input- output Approach", Thammasat University Discussion paper (35), pp.1-13.

-Coelli, T. J., (1995), "Recent developments in frontier modeling and efficiency measurement, Australian Journal of agricultural economics, 39(3), pp.219-245.

-Debreu, G., (1951), "The coefficient of resource utilization", Economoetrica, Vol. 19, pp. 273-292.

-Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Z., (1994), "Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries", American Economic association, Vol. 84, No. 1, pp. 66-83.

-Fare, R., S. Grosskopf and P. Roos (1998), "Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice", In R. Färe, S. Grosskopf and R.R. Russell (Eds.), Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist, Kluwer Academic Publishers, Boston.

-Farrell, M.J. (1957). "The measurement of productive efficiency", Journal of the Royal Statistical Society, Series a 120, Part 3, pp. 253– 281.

-Kim, S. and Han, G., (2001), "A decomposition of total factor productivity growth in korean manufacturing industries: a stochastic frontier approach", Journal of Productivity analysis, Vol. 16, pp. 269-281.

-Perelman, S. and Serebrisky. T., (2012), "Measuring the technical efficiency of airports in Latin America", Utilities Policy, Vol. 22, pp. 1-7.

-Tovar, V. and Rendeiro, R., (2010), "Technical efficiency and productivity changes in Spanish airports: A parametric distance functions approach", Transportation Research Part E, Vol. 46, pp. 249–260.

-Yu, CH., (2016), "Airline productivity and efficiency: Concept, measurement, and applications", Modeling Airline Efficiency, Advances in Airline Economics, Vol. 5, pp. 11-53.

Nonparametric Evaluation of Total Factor Productivity and Efficiency in Iran's Airline Industry

S. Norani Azad, Assistant Professor of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran.
E. Rasekh jahromi, Faculty Member of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Email: noraniazad@pnu.ac.ir

Received: August 2019- Accepted: December 2019

ABSTRACT

The main purpose of this research is to evaluate the nonparametric productivity and efficiency of airline transportation companies in Iran. To meet this ends, the data of 12 companies in the passenger-transportation sector over the periods of 2011-2016 and the data envelopment analysis (DEA) method were used. The findings of this study indicate that the average technological efficiency of production, scale efficiency changes, and pure technical efficiencies changes during the study period increased by 0.08, 0.06 and 0.02% respectively. While the technical progress with a decrease of 5.4 percent has led to a reduction of 4.3 percent of the productivity, the deviation of the results is due to the fact that part of the reduction in the productivity was offset by other three channels. In addition, the average management efficiency in the transport and transportation sector was 0.986, which is 1.4% lower than the optimal level. Also, the results of the research indicate that downtrend of productivity index in a number of airline companies is due to technological changes and changes in management efficiency, but management efficiency was less important.

Keyword: Productivity, Scale Efficiency, Technological Growth Rate, Technological Efficiency Changes, Management Efficiency