مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۶۱ / پاییز و زمستان ۸۱ / صفحات ۲۱۵- ۱۸۹

تخمین تابع هزینه و بررسی رشد بهره‌وری شرکت هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران(هما)

دکتر ابراهیم هادیان*
علی بگماز **

چکیده

همگام با رشد پایدار تولید و تجارت جهانی و تغییرات مهمی که بازرگانی ملی با تمایل به توسعه صادرات غیرنفتی درپی داشته است، شناخت ساختار اقتصادی حمل و نقل به عنوان‌زیر ساخت عمده تجارت و بازرگانی ضرورت می‌یابد. تحقیق حاضر، سعی بر شناخت بیشتر ساختار تولید خدمات هوایی و بررسی رشد بهره‌وری و پیشرفت فنی به تفکیک عوامل تعیین‌کننده در شرکت حمل و نقل هواپیمایی هما دارد؛ بدین منظور و با فرض اینکه تابع تولید خدمات حمل و نقل هوایی در این شرکت از چهار عامل نیروی کار، سرمایه، سوختگیری در داخل و سوختگیری درخارج بهره می‌گیرد، دو سیستم بلندمدت و کوتاه‌مدت متشکل از تابع هزینهٔ چندمحصوله و سهم تقاضای عوامل تولید در طی دورهٔ ۷۸-۱۳۵۵ به روش رگرسیون‌های به ظاهرغیرمرتبط تکراری پی در پی براورد گردیده و پس از آن شاخص‌های اقتصادی رشد بهره‌وری، تغییرات تکنیکی و صرفه های ناشی از تراکم و مقیاس محاسبه و مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

کلید واژه

تابع هزینهٔ چندمحصوله/ حمل‌و نقل هوایی/ تابع ترانسلاگ/ رشد بهره‌وری/ تغییرات تکنیکی و صرفه‌های مقیاسی.

---

* - استادیار بخش اقتصاد دانشگاه شیراز.

** - کارشناس ارشد برنامه‌ریزی سیستم‌های اقتصادی.

۱ ـ مقدمه

امروزه، بهره‌وری صرفا" به عنوان یک معیار یا شاخص اقتصادی مطرح نیست، بلکه یک فرهنگ و نگرش به‌کل زندگی است که جنبه‌های مختلفی را دربرگرفته و منشأ بسیاری از تغییرات و تحولات اساسی است؛ به‌همین دلیل، برخی از کشورها سرمایه گذاری‌های عظیم و گسترده‌ای را برای ارتقاء و گسترش آن در تمام سطوح اقتصاد انجام داده و از این طریق به درجات بالائی از رشد و توسعه دست یافته‌اند. در این تحقیق، رفتار تولید یکی از بزرگترین بنگاه‌های اقتصادی کشور، یعنی شرکت هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران(هما)، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. برای این کار، ابتدا ساختار ضمنی تولید را به دست آورده، بر اساس آن، ساختار ضمنی هزینه به صورت تابعی از سطح محصولات تولیدی، قیمت عوامل تولید، اندازهٔ شبکهٔ ارائه خدمات و نهایتا" متغیر روند زمان در نظر گرفته می‌شود و آنگاه با استفاده از بسط مرتبهٔ دوم سری تیلور، تابع مذکور را با عنوان تابع صریح هزینه تقریب می زنیم. تابعی که بدین سان به دست می‌آید، با اندکی تغییر به شکل خاصی از ترانزلاگ[1] تبدیل می‌گردد که در تحقیق اقتصادی حاضر مورد استفاده واقع شده است و ویژگیهای خاص این تابع در منعطف بودن آن است؛ به این معنی که تعداد پارامترهای آنها به اندازه‌ای است که تمام اثرات اقتصادی، از قبیل کششهای جانشینی، صرفه‌های ناشی از مقیاس، نرخ تغییرات فنی و نهایتا" رشد بهره‌وری عوامل تولید، قابل محاسبه و بررسی هستند. براورد تابع هزینه کوتاه‌مدت و بلندمدت ترانزلاگ چند محصوله شرکت هواپیمایی هما و یافتن ساختار هزینه‌ای این بنگاه اقتصادی برای بررسی رشد بهره‌وری کل‌عوامل تولید به تفکیک عوامل تعیین کننده، هدف اصلی این تحقیق می‌باشد.

به‌طور کلی، تحقیقات انجام شده در زمینهٔ ساختار هزینه و شاخص رشد بهره‌وری در صنعت حمل و نقل هوایی، به سه دستهٔ کلی تقسیم شده‌اند.۱- روشهای اندازه‌گیری سنتی رشد بهره‌وری که مبتنی بر محاسبات عددی و بر اساس شاخصهایی چون شاخص اولیه، شاخص کندریک، شاخص سولو و ... می‌باشد[2] ۲- روشهای برنامه‌ریزی ریاضی که بیشتر مبتنی بر تجزیه و تحلیل پوش داده‌ها می‌باشد و اغلب در محاسبه و بررسی کارایی استفاده

1- Transcendental Logarithmic

2- Cf.: Yuhn(2000), Daughety(1988), Windle(1991), Nadiri(1989), Jan Owen(1982), Jan Owen(1978), Kown(1986), Seshaiah(1992).

می‌شود[1] ۳- روشهای اقتصادسنجی که برای بررسی نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، صرفه‌های ناشی از مقیاس، بررسی شرایط مکملی (جانشینی) عوامل تولید به کار می‌رود[2].

در هر صورت، روش بهینه برای بررس ساختار هزینه و رشد بهره‌وری، بسته به ماهیت صنعت، ساختار قانونی صنعت(اعم از خصوصی و دولتی)، دسترسی به اطلاعات و نهایتاً موضوع مورد مطالعه، انتخاب می‌شود. با توجه به اهداف تحقیق حاضر که شامل بررسی رشد بهره‌وری، صرفه‌جویی ناشی از اندازهٔ شبکهٔ ارایهٔ خدمات و تغییرات تکنیکی به تفکیک عوامل تعیین‌کننده می‌باشد، روش اقتصادسنجی مبتنی بر برآورد تابع هزینهٔ ترانزلاگ در دو مقطع کوتاه مدت و بلندمدت انتخاب شده است. در بخش بعدی، ابتدا داده‌های آماری معرفی و سپس و ساختار الگوی هزینه شرکت هواپیمایی هما مرور خواهد شد و نهایتاً ارائهٔ روش براورد مدلها و محاسبهٔ شاخصهای اقتصادی ارائه خواهد گردید و در قسمت سوم نتایج آماری حاصل از براورد مدلها و محاسبهٔ شاخصها و در نهایت در بخش چهارم خلاصه‌ای از نتایج و پیشنهادات سیاستی ارایه خواهد شد.

۲. مبانی نظری الگو

بر اساس تئوری‌های موجود در زمینهٔ هزینه و تولید، تابع تولید نشان‌دهندهٔ نقاط قابل‌دسترسی از محصولات تولیدی است که برای هر سطحی از نهاده‌ها حداکثر می‌باشد؛ به بیان دیگر، تابع تولید عبارت است از یک رابطه فنی است که حداکثر مقدار محصولی را که یک بنگاه می‌تواند با مقدار مشخصی نهاده تولید کند، نشان می دهد. برای تطبیق با ساختار و شرایط اقتصادی حاکم در حمل و نقل هوایی، با توجه به مطالعات انجام شده، الگوی مورد مطالعه، برایندی از مطالعات مک گیهان (۱۹۹۳)، اندریکوپولوس(۱۹۹۸) و گیلن (۱۹۹۰) می‌باشد.با توجه به ویژگی‌های یک مدل خوب، فرم کلی تابع هزینهٔ بلندمدت چندمحصولهٔ حمل و نقل هوایی به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$C = C(Y_1, Y_2, W_1, W_2, W_3, W_4, P, T) \qquad (1)$$

1- Cave(1984), Friendlaender(1993), Jara-Diaz(1996), Oum(1991).

2- Cf.: Andrikopoulos(1998), Atkinson(1984), Berechman(1983), Berndt(1979), Gillen (1990), Cave (1981),MC Geehan(1993), Oum(1994), Xu(1994).

که در آن:

C: هزینهٔ کل ارائهٔ خدمات؛

Y_1 : مسافر کیلومتر حمل شده؛

Y_2: تن کیلومتر بارحمل شده،

W_1: قیمت نیروی کار؛

W_2: هزینهٔ هرگالن سوختگیری در داخل؛

W_3: هزینهٔ هرگالن سوختگیری در خارج؛

W_4: قیمت سرمایه؛

P: تعداد نقاط پروازی به عنوان متغیر اندازهٔ شبکهٔ ارائه خدمات

T: متغیر روند زمان می‌باشد که به عنوان جانشین کاملی از تغییر تکنولوژی به کار رفته است.

شکل ترانزلاگ تابع هزینهٔ بلندمدت چند محصوله به صورت زیر توسط بسط تیلور استخراج شده است:

$$\begin{aligned} LnCT = {} & \alpha_0 + \sum_{k=1}^{2}\alpha_k LnY_k + \sum_{i=1}^{4}\beta_i LnW_i + \\ & \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{2}\sum_{h=1}^{2}\alpha_{kh} LnY_k LnY_h + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{4}\sum_{j=1}^{4}\beta_{ij} LnW_i LnW_j + \\ & \sum_{k=1}^{2}\sum_{i=1}^{4}\gamma_{ki} LnY_k LnW_i + \sum_{k=1}^{2}\theta_{kt} LnY_k T + \sum_{i=1}^{4}\theta_{it} LnW_i T + \\ & \sum_{k=1}^{2}\lambda_{kP} LnY_k LnP + \sum_{i=1}^{4}\lambda_{iP} LnW_i LnP + \lambda_P LnP \\ & + \frac{1}{2}\lambda_{PP}(LnP)^2 + \theta_t T + \frac{1}{2}\theta_{tt} T^2 + \theta_{Pt} TLnP \end{aligned} \qquad (۲)$$

برای تخمین مدل، از روش رگرسیون‌های به ظاهر غیر مرتبط تکراری پی‌درپی[1] (SISUR) استفاده شده است و به منظور افزایش کارایی پارامترهای تخمین زده شده، تابع هزینه به طور همزمان با معادلات سهم تقاضای عوامل تولید تخمین زده می‌شود؛ زیرا اولاً معادلات سهم تقاضا دارای متغیرها یکسان هستند و لذا بهتر است با هم براورد شوند و ثانیاً اجزاء اخلال معادلات سهم تقاضای عوامل تولید با جزء اخلال معادلهٔ تابع هزینهٔ بلندمدت

1- Sequential Iterative Seemingly Unrelated Regression.

ارتباط داشته، لذا بهتر است به طور همزمان برآورد گردد[1]؛ بدین منظور، معادلات سهم هزینه با استفاده از لم شفرد[2] به‌صورت زیر استخراج می شود:

$$S_i = \left(\frac{\partial C(.)}{\partial W_i}\right) \Big/ \left(\frac{W_i}{C}\right) = \frac{W_i X_i}{\sum_{j=1}^{n} W_j X_j} = \frac{\partial \mathrm{Ln}C(.)}{\partial \mathrm{Ln}W_i} \qquad (۳)$$

$$S_i = \beta_i + \sum_{j=1}^{4} \beta_{ij} \mathrm{Ln}W_j + \sum_{k=1}^{2} \gamma_{ki} \mathrm{Ln}Y_k + \theta_{it} T + \lambda_{ip} \mathrm{Ln}P$$

$$i = 1,\ldots 4$$

لازم به ذکر است که تمام پارامترهای موجود در معادلهٔ (۲) در معادلهٔ (۳) نیز وجود دارند. با توجه به خواص یک تابع هزینهٔ خوش‌رفتار، محدودیت‌های زیر بر رابطهٔ (۲) وضع می‌شود که بدین ترتیب، تعداد پارامترها به ۲۹ عدد کاهش خواهد یافت.

الف: فرض همگنی:

$$\sum_{i=1}^{4} \beta_i = 1 \quad \sum_{j=1}^{4} \beta_{ij} = 0 \quad \sum_{j=1}^{4} \theta_{it} = 0 \quad \sum_{i=1}^{4} \gamma_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^{4} \lambda_{iP} = 0$$

$$i, j = 1,2,\ldots,4$$

ب: فرض تقارن:

$$\beta_{ji} = \beta_{ij} \qquad \alpha_{kh} = \alpha_{hk} \qquad \gamma_{ki} = \gamma_{ik} \qquad (۴)$$

$$i, j = 1,\ldots 4 \qquad k, h = 1,2$$

از طرف دیگر، چون مجموع سهم هزینه‌ها برابر واحد است، $\left(\sum_{i=1}^{4} S_i = 1\right)$ لذا به منظور جلوگیری از صفر شدن دترمینان ماتریس واریانس کوواریانس اجزاء اخلال، باید یکی از معادلات سهم حذف شود و معمولاً در کار های تجربی معادله‌ای حذف می شود که بهترین براورد ممکن را به دست دهد[3] که در این تحقیق، سهم سرمایه از هزینه کل بلندمدت انتخاب و حذف شده است.

تابع هزینه (۲) یک تابع هزینهٔ بلندمدت چند محصوله است؛ زیرا هر چهار عامل تولید

1- Berndt, Ernest,(1991); pp: 475-480.

2- Shephard's Lemma.

3- MC Geehan; "Rialway Costs and Productivity Growth"; **Jornal of Transport and Plicy**.

منظور شده در تابع هزینه، متغیر فرض شده‌اند؛ اما اگر بنگاه به فرض حداقل کردن هزینه خود فقط نسبت به زیر مجموعه‌ای از عوامل تولید، یعنی عوامل تولید متغیر و نه عوامل تولید شبه ثابت[1] مثل سرمایه، فعالیت کند، آنگاه فقط تابع هزینهٔ متغیر را خواهیم داشت؛ در این صورت، اگر یکی از نهاده‌های تولید ثابت باشد، به جای قیمت نهاده، از مقدار آن در تابع هزینهٔ ترانزلاگ استفاده می‌شود و در این صورت، تابع مربوطه یک تابع هزینهٔ کوتاه مدت تلقی خواهد شد. در این تحقیق، علاوه بر براورد تابع هزینهٔ بلندمدت، یک تابع هزینهٔ کوتاه‌مدت چند محصوله نیز براورد می‌گردد. شکل کلی تابع هزینهٔ کوتاه‌مدت چند محصوله از فرم زیر تبعیت می‌کند:

$$CV = C\,(Y_1, Y_2, W_1, W_2, W_3, K, P, T) \qquad (۵)$$

به‌طوری که تنها تفاوت ملحوظ شده در این فرم نسبت به تابع هزینهٔ بلندمدت، استفاده از مقدار فیزیکی موجودی سرمایه K به جای قیمت سرمایه می‌باشد. با توجه به فرضیات تئوریک، تابع هزینهٔ کوتاه‌مدت چند محصوله از شکل ترانزلاگ زیر تبعیت می‌کند[2]:

$$\begin{aligned}
LnCV = {} & \alpha_0 + \sum_{k=1}^{2} \alpha_k LnY_k + \sum_{i=1}^{3} \beta_i LnW_i + \\
& \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{2}\sum_{h=1}^{2} \alpha_{kh} LnY_k LnY_h + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} \beta_{ij} LnW_i LnW_j + \\
& \sum_{k=1}^{2}\sum_{i=1}^{3} \gamma_{ki} LnY_k LnW_i + \sum_{k=1}^{2} \theta_{kt} LnY_k T + \sum_{i=1}^{3} \theta_{it} LnW_i T + \\
& \sum_{k=1}^{2} \lambda_{kP} LnY_k LnP + \sum_{i=1}^{3} \lambda_{iP} LnW_i LnP + \lambda_P LnP + \\
& \sum_{k=1}^{2} \mu_{kK} LnY_k LnK + \sum_{i=1}^{3} \lambda_{iK} LnW_i LnK + \mu_K LnK + \\
& \frac{1}{2}\mu_{KK} (LnK)^2 + \theta_t T + \frac{1}{2}\theta_{tt} T^2 + \frac{1}{2}\lambda_{PP} (LnP)^2 + \\
& \mu_{Kt} T LnK + \mu_{KP} LnK LnP + \theta_{Pt} T LnP
\end{aligned} \qquad (۶)$$

$$i, j = 1,\ldots 3 \qquad k, h = 1,2$$

1- Quasi Fixed Factor.

2- Ibid.

با توجه به خواص یک تابع هزینه خوش رفتار، محدودیت‌های زیر را بر رابطهٔ (۶) وضع می‌کنیم:

الف: فرض همگنی:

$$\sum_{i=1}^{4}\beta_i = 1 \quad \sum_{j=1}^{4}\beta_{ij} = 0 \quad \sum_{j=1}^{4}\theta_{it} = 0 \quad \sum_{i=1}^{4}\gamma_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^{4}\lambda_{iP} = 0 \qquad i, j = 1,2,..., 4$$

ب: فرض تقارن:

$$\beta_{ji} = \beta_{ij} \qquad \alpha_{kh} = \alpha_{hk} \qquad \gamma_{ki} = \gamma_{ik} \qquad i, j = 1,\ldots 4 \quad k, h = 1,2 \tag{۷}$$

لذا با اعمال فروض تقارن و همگنی بر تابع هزینهٔ (۶)، خواهیم دید که مشتقات تابع هزینه کوتاه‌مدت نیز نرمال خواهند شد. با توجه به اینکه معادلات سهم هزینه هر عامل تولید مشتق شده از تابع هزینهٔ اصلی می‌باشد، فرض عدم ارتباط اجزاء اخلال معادلات برقرار نخواهد بود؛ دراین صورت، استفاده از روش OLS نمی‌تواند ضرایب تابع هزینه را به گونه‌ای تخمین بزند که دارای حداقل واریانس باشند؛ بنابراین، روش براورد سیستم به ظاهر غیر مرتبط توابع هزینه در این تحقیق، روش پیشنهادی "زلنر" است که ضرایب سیستم معادلات هزینه و سهم هزینهٔ عوامل تولید با حداکثر کارایی ممکن براورد می‌کند[1]. همچنین می‌توان برای تخمین چنین سیستم معادلاتی از روش "SISUR" یعنی روش "SUR" تکراری پی‌درپی استفاده کرد که در این صورت نتایج حاصله با روش حداکثر درستنمایی[2] برابر خواهند بود.

پس از تخمین تابع هزینه و انجام تست‌های لازم جهت حصول اطمینان از وجود شرایط خوش‌رفتاری، آنگاه می‌توانیم شاخص‌های لازم جهت بررسی صنعت را به تفکیک محاسبه کنیم.

کشش‌های جانشینی جزئی آلن[3] (σ) و کشش‌های قیمتی تقاضای عوامل تولید[4] (ε) در تابع

1- Zellner, A; "An Efficient Metod of Estimating ...", **Journal of American** ....

2- Maximum Likelihood Estimator

3- Allen-Uzawa Elasticity of Partial Substitution.

4- Price Elasticity's of Factor Demand.

هزینه ترانزلاگ به صورت زیر قابل محاسبه هستند؛ به طوری که کشش‌های جانشینی جزئی آلن به‌صورت:

$$\begin{cases} \sigma_{ij} = \dfrac{\beta_{ij} + s_i s_j}{s_i s_j}, & \varepsilon_{ij} = \sigma_{ij} S_j \qquad i \neq j \\ \sigma_{ii} = \dfrac{\beta_{ii} + s_i^2 - s_j}{s_i^2}, & \varepsilon_{ii} = \sigma_{ii} S_i \qquad i = j \end{cases} \tag{۸}$$

خواهد بود.

بنابر خصوصیات یک تابع هزینه ترانزلاگ به عنوان یک فرم تابعی درجهٔ دوم غیرهموتتیک[1]، می‌توان اثرات اقتصادی چون صرفه‌جویی ناشی از مقیاس، صرفه‌جویی ناشی از تراکم، بازدهی نسبت به مقیاس، بازدهی نسبت به تراکم تولید، تغییر تکنولوژی و نهایتاً رشد بهره‌وری عوامل تولید را محاسبه و مورد بررسی قرار داد.

شاخص صرفه جویی ناشی از مقیاس: شاخصی است که با فرض تغییر در اندازهٔ شبکهٔ ارائه خدمات، به بررسی صرفه‌های ناشی از گسترش اندازهٔ مقیاس ارائهٔ خدمات در صنعت حمل و نقل هوایی می‌پردازد. فرمول محاسباتی صرفه‌جویی ناشی از مقیاس حاصل از تابع هزینهٔ بلندمدت به‌صورت زیر معرفی شده است:

$$E.S. = 1 - \left[\sum_i \frac{\partial LnCT}{\partial LnY_i} + \frac{\partial LnCT}{\partial LnP} \right] \tag{۹}$$

اگر E.S. >0 باشد، بیانگر وجود صرفه‌های اقتصادی در طول دورهٔ مورد مطالعه می‌باشد.

شاخص صرفه‌جویی ناشی از تراکم[2]: همان طورکه در توضیح شاخص صرفه‌جویی ناشی از مقیاس ملاحظه شد، از جمله عوامل تعیین‌کنندهٔ این شاخص، اندازهٔ شبکهٔ ارائه خدمات می‌باشد. اکنون اگر صرفه‌های اقتصادی با فرض ثبات اندازهٔ شبکهٔ ارائهٔ خدمات و فقط ناشی از تغییر در سطح محصولات تولیدی محاسبه شود، آنگاه شاخص محاسباتی،

1- Non-homothetic.

2- Economies of Density.

صرفه‌جویی ناشی از تراکم خواهد بود. این شاخص ابتدا توسط کریستنسن و گرین(۱۹۷۶)، حاصل از تابع هزینهٔ تک‌محصوله برابر با تفاضل کشش هزینه نسبت به محصول تولیدی از یک، تعریف و محاسبه شده است. براون (۱۹۷۹)، با توجه به تعریف صرفه‌جویی ناشی از تراکم و با استفاده از حاصل جمع کشش هزینه نسبت به محصولات تولیدی، این شاخص را برای توابع هزینهٔ چندمحصوله بسط داد که به ترتیب حاصل از توابع هزینه بلندمدت و کوتاه‌مدت به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$E.D.=1-\left(\sum_i \frac{\partial LnCT}{\partial LnY_i}\right) \qquad E.D.=1-\left[\sum_i^2 \left(\frac{\partial LnCV}{\partial LnY_i}\right)\right] \qquad (۱۰)$$

اگر ED>0 باشد، نشان‌دهندهٔ وجود صرفه‌جویی ناشی از تراکم به شرط ثبات اندازهٔ شبکه ارائه خدمات پروازی می‌باشد.

بازدهی نسبت به مقیاس[1]: شاخص مذکور اولین بار توسط گیورا هانوچ[2] (۱۹۷۵) برای حالت تک‌محصوله به‌صورت معکوس کشش هزینه نسبت به محصول تولیدی ارایه شد. در تحقیق حاضر، بر اساس تعریف کیو[3] (۱۹۸۱) بازدهی نسبت به مقیاس حاصل از تغییر در محصولات تولیدی و مختصات شبکهٔ ارائه خدمات، به فرض ثبات قیمت عوامل تولید، معرفی می‌شود،که فرمول محاسباتی آن برای دو مقطع زمانی بلندمدت و کوتاه‌مدت به صورت زیر بیان شده است:

$$RTS=\left[\sum_i \frac{\partial LnCT}{\partial LnY_i}+\frac{\partial LnCT}{\partial LnP}\right]^{-1}$$

$$RTS=\left[1-\frac{\partial LnCV}{\partial LnK}\right]*\left[\sum_i^2 \frac{\partial LnCV}{\partial LnY_i}+\frac{\partial LnCV}{\partial LnP}\right]^{-1} \qquad (۱۱)$$

1- Return to Scale.

2- Giora Hanoch,(1975).

3- Cave &Christensen; "Productivity Growth, scale Economics, and...", **The Americas Economic Review**.

به طوری که $\left[\frac{\partial LnCV}{\partial LnK}\right]$ کشش هزینه کوتاه‌مدت نسبت به مقدار سرمایه می‌باشد که عملا" با تفاضل از یک در RTS، اثرش از مقدار محاسباتی بازدهی نسبت به مقیاس حذف گردیده است و حاصل بازدهی نسبت به مقیاس کوتاه‌مدت خواهد بود[۱].

بازدهی نسبت به تراکم[۲]: براساس مطالعه گیلن (۱۹۹۰) تغییر نسبی در سطح محصولات به ازای تغییر در میزان استفاده از عوامل تولید، به فرض ثبات اندازهٔ شبکهٔ ارائهٔ خدمات و قیمت عوامل تولید، تحت عنوان بازدهی نسبت به تراکم تولید معرفی می‌شود که در این صورت، فرمول محاسباتی بازدهی نسبت به تراکم در دو مقطع بلندمدت و کوتاه‌مدت به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$RTD = \left[\sum_{i}^{2}\left(\frac{\partial LnCT}{\partial LnY_i}\right)\right]^{-1} \quad y$$

$$RTD = \left[1 - \frac{\partial LnCV}{\partial LnK}\right] * \left[\sum_{i}^{2}\frac{\partial LnCV}{\partial LnY_i}\right]^{-1} \qquad (۱۲)$$

رشد بهره‌وری کل عوامل تولید: شاخص عمومی رشد بهره‌وری پارامتریک، در سال ۱۹۸۱ توسط داگلاس و دیگران جهت اندازه گیری رشد بهره‌وری در صنعت حمل و نقل ریلی آمریکا ارائه شد. در چنین حالتی می‌توان شاخص رشد بهره‌وری را در هر سه حالت بازده ثابت، فزاینده و کاهنده نسبت به مقیاس مورد بررسی قرار داد. البته لازم به ذکر است که در اینجا رشد بهره‌وری برابر با رشد سطح محصول تولیدی در طی زمان، با فرض استفاده از یک ترکیب مشخصی از عوامل تولید تعریف شده است. در این صورت، فرمول عمومی رشد بهره‌وری پارامتریک حاصل از تابع هزینهٔ چندمحصوله در دو مقطع بلندمدت و کوتاه‌مدت به‌صورت زیر محاسبه خواهد شد:

۱- برای مطالعهٔ بیشتر به تحقیقات گیلن(۱۹۹۰)، کیو و کریستنسن (۱۹۸۱) مراجعه کنید

2- Return To Traffic Density.

$$\dot{TFP} = \left[\frac{-\partial LnCT}{\partial t}\right] * \left[\sum_i \frac{\partial LnCT}{\partial LnY_i} + \frac{\partial LnCT}{\partial LnP}\right]^{-1}$$

$$\dot{TFP} = \left(-\frac{\partial LnCV}{\partial t}\right) \Big/ \left(\sum_i^n \frac{\partial LnCV}{\partial LnY_i} + \frac{\partial LnCV}{\partial LnP}\right) \qquad (۱۳)$$

به‌طوری‌که اگر TFP مقدار مثبتی داشته باشد، بیانگر وجود رشد بهره‌وری در آن مقطع زمانی خواهد بود.

شاخص تغییرات تکنولوژیکی[1]: همچنین شاخص تغییرتکنولوژی که تحت عنوان کاهش استفاده از عوامل تولید به شرط دسترسی به یک سطح مشخصی از تولید تعریف می‌شود. شاخص دیگری که در شرایط بازدهی نسبت به مقیاس به‌عنوان جانشین کاملی از رشد بهره‌وری محاسبه می‌شود، شاخص تغییرات تکنولوژی حاصل از توابع هزینهٔ بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب معرفی شده است:

$$TCI = -\left[\frac{\partial LnCT}{\partial t}\right], \quad TCI = -\left[\frac{\partial LnCV}{\partial t} \Big/ \left(1 - \frac{\partial LnCV}{\partial LnK}\right)\right] \qquad (۱۴)$$

چنانکه مشتق جزئی[2] $\left[\frac{\partial LnC}{\partial t}\right]$ نشاندهندهٔ ارزش سایه‌ای زمان[3] است که حاصل از توابع هزینه ترانزلاگ به دست می‌آید. با توجه به این شاخص، رشد بهره‌وری برابر با کاهش هزینه در یک دورهٔ زمانی مشخص به فرض ثابت ماندن قیمت عوامل تولید و مقدار محصولات تولیدی و وجود پیشرفت تکنیکی تجسم نیافته[4]، تعریف می‌شود[5]. در این صورت TFP و TCI به وسیلهٔ درجه بازده نسبت به مقیاس به هم مرتبط و هنگامی بازدهی

1- Technical Change Index.

2- Partial Derivetion.

3- Shadow Value of Time.

4- Disembodied Technical Progress.

5- Dale. W. Jorgenson and Barbara Francman,(1981).

ثابت نسبت به مقیاس در صنعت برقرار باشد، این دو شاخص از مقدار یکسانی برخوردار خواهند بود؛ به‌طوری‌که رابطه این دو شاخص را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد:

$$TFP = TCI*RTS \qquad (۱۵)$$

نکته قابل توجه اینکه شاخص‌های محاسبه شده حاصل از توابع هزینه کل و هزینه متغیر هنگامی باهم برابر خواهند شد که بنگاه به شرط حداقل کردن هزینه نسبت به تمام عوامل تولید فعالیت کند.

۳. نتایج برآورد

اولین قدم در تخمین تابع هزینهٔ هر صنعتی، دسترسی به اطلاعات و داده‌های آماری آن صنعت است. برای براورد تابع هزینه حمل و نقل هوایی هما از اطلاعات سری زمانی مربوط به سال‌های ۷۸-۱۳۵۵ شرکت استفاده گردیده که کلیه اقلام در صورت‌های مالی شرکت منعکس شده‌است. پس از استخراج آمار و اطلاعات لازم و تعدیل آنها، به براورد سیستم‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت هزینهٔ چند محصولهٔ شرکت هواپیمایی هما می‌پردازیم. همان طورکه بیان شد، الگوی هزینهٔ بلندمدت چندمحصوله براساس مطالعات گیلن(۱۹۹۰)، اندریکوپولوس(۱۹۹۸) و ترث وی(۱۹۹۷) و الگوی هزینهٔ کوتاه‌مدت چندمحصوله براساس مطالعات مک گیهان(۱۹۹۳) و کریستنسن(۱۹۸۱) شکل گرفته است. ضرایب الگوها با استفاده از تکنیک سیستم معادلات به ظاهر غیر مرتبط براورد شده و برای رسیدن به برآوردی با حداکثر کارایی از روش رگرسیون‌های به ظاهر غیر مرتبط تکراری پی‌درپی[1] (SISUR) استفاده گردید، که در بستهٔ نرم افزاری Eviews3.1 تعبیه شده است. برای تعیین یک الگوی مطلوب، پس از برآوردهای اولیه، آن دسته از پارامترهایی را که از نظر آماری و از دیدگاه اقتصادی فاقد علامت صحیح می باشند با توجه به روش حذف پسرو[2]، از مدل حذف می‌کنیم. در این روش، ابتدا ضرایبی را که دارای کمترین مقدار t

1- Sequential Iterative Seemingly Unrelated Regression Method.

2- Backward Elimination.

هستند حذف کرده، مدل مقید برآورد شده را از نظر قدرت توضیح دهی، میزان تأثیر ضرایب حذف شده بر معنی‌داری سایر ضرایب و مقدار انحراف معیار هر یک از معادلات سیستم، بررسی و نهایتاً مدل مطلوب را تعیین می‌کنیم. با توجه به مقدار LR حذف پارامترهای مذکور در هر دو مدل بامعنی بوده، مدلهای مقید دارای اعتبار آماری می‌باشند. با توجه به توضیحات فوق، نتایج حاصل از برآورد سیستم به‌ظاهر غیر مرتبط، هزینه بلندمدت در جدول (۱-۴) و هزینهٔ کوتاه‌مدت در جدول (۲-۴) آورد شده است.

جهت حصول اطمینان از صحت نتایج به دست آمده، لازم است فروض مربوط به جملات اخلال را آزمون کنیم و در صورت برآورده نشدن آنها، به رفع نواقص پرداخته شود. مهمترین مواردی را که باید آزمون شوند، می‌توان آزمون نرمال بودن جملات اخلال و آزمون ریشهٔ واحد جملات اخلال دانست. نتایج، حاکی از نرمال بودن اجزاء اخلال سیستم معادلات هر دو مدل می‌باشد و همچنین آزمون ریشهٔ واحد، پایا بودن جملات اخلال سیستم معادلات را تأیید می‌کند. برآورد توابع هزینه در هر دو حالت بلندمدت و کوتاه‌مدت، دارای کلیه شرایط یک تابع خوش‌رفتار می‌باشد؛ لذا می‌توان گفت که شرکت هواپیمایی هما همواره سعی دارد هزینهٔ تولید را حداقل و سود خود را حداکثر کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول(۱) ـ ضرائب برآورد شدهٔ تابع هزینهٔ بلندمدت چندمحصولهٔ (هما)

ضریب	مقدار ضریب برآورد شدهٔ	آمارهٔ t	ضریب	مقدار ضریب برآورد شدهٔ	آمارهٔ t
α_0	۰/۱۷۳۸	۵/۰۹۸۸	δ_{2P}	-۰/۰۶۴۳	-۱/۸۰۸۲
α_1	-۰/۶۱۳۴	-۳/۳۰۷۰	δ_{3P}	-۰/۲۳۸۳	-۴/۴۷۵۰
α_2	۰/۵۶۱۵	۵/۵۳۰۳	δ_{4P}^*	۰/۰۳۰۱۱	-
α_{11}	-۰/۲۰۳۲	-۵/۰۰۸۲	δ_{1T}	۰/۰۰۳۲	۱/۶۵۶۲
α_{22}	۰/۲۲۸۶	۶/۷۰۹۳	δ_{3T}	-۰/۰۱۷۵	-۵/۱۳۳۰
β_1	۰/۲۷۳۶	۱۲/۰۳۹۰	δ_{4T}^*	۰/۰۱۳۴	-
β_2	۰/۱۸۴۵	۵/۹۴۱۳	γ_{11}	-۰/۰۴۵۰	-۲/۲۲۰۲
β_3	۰/۵۷۶۶	۹/۲۷۳۷	γ_{12}	۰/۱۶۳۶	۶/۱۱۵۷
β_4^*	۰/۰۲۱۵	-	γ_{13}	۰/۲۰۳۳	۵/۰۶۶۴
β_{11}	۰/۰۶۸۶	۳۹/۱۱۲۲	γ_{14}^*	-۰/۳۲۱۵	-
β_{12}	-۰/۰۷۶۲	-۷/۵۹۳۱	γ_{22}	-۰/۰۳۷۵	-۳/۹۷۰۲
β_{13}	-۰/۱۰۴۵	-۸/۳۸۱۲	γ_{23}	-۰/۰۴۹۳	-۳/۸۹۰۱
β_{14}^*	۰/۱۱۴۶	-	γ_{24}^*	۰/۰۸۵۹	-
β_{22}	۰/۰۳۱۴	۳/۲۵۸۷	λ_{1P}	۰/۶۲۸۸	۲/۴۲۶۳
β_{23}	-۰/۰۳۶۳	-۴/۹۸۷۲	λ_{2P}	۰/۷۸۴۵	۴/۷۳۵۲
β_{24}^*	۰/۰۸۰۳	-	θ_{1T}	۰/۰۷۸۳	۴/۶۱۳۸
β_{33}	۰/۰۲۳۵	۱/۸۸۸۳	θ_{2T}	-۰/۰۳۶۲	-۴/۵۴۷۲
β_{34}^*	۰/۱۱۶۱	-	θ_{TT}	-۰/۰۰۲۳	-۴/۴۹۷۲
β_{44}^*	-۰/۳۰۷۴	-	θ_{TP}	۰/۰۲۴۶	۹/۸۵۴۴
DUM71	۰/۰۲۷۸	۰/۶۳۳۵	λ_{PP}	-۱/۲۵۷۲	-۹/۵۲۸۲

$|\Omega_u| = 112\times10^{-16}$, $|\Omega_R| = 3.7\times10^{-16}$, $LR = 6.199$, $\chi^2_{(7,0.05)} = 14.06$

* محاسبهٔ ضرائب ستاره دار، بر اساس سایر ضرائب و با توجه به شرایط همگنی محاسبه شده‌است.

با توجه به جدول (۱)، اکثر ضرائب از علامت مورد انتظار تبعیت کرده، در سطح بیش از ۹۵ درصد معنی‌دار هستند و چون همگی ضرائب ($\beta_1,\beta_2,\beta_3,\beta_4$) کوچکتر از واحد می‌باشند، بنابراین هزینه نسبت به این متغیرها بی‌کشش است که درستی این امر در محاسبه کشش‌های قیمتی ثابت خواهد شد.

جدول(۲) ـ ضرائب براورد شدهٔ تابع هزینهٔ کوتاه‌مدت چندمحصولهٔ (هما)

ضریب	مقدار ضریب برآورد شدهٔ	آمارهٔ t	ضریب	مقدار ضریب برآورد شدهٔ	آمارهٔ t
α_0	۱/۶۹۶۶	۸/۹۱۶۹	γ_{12}	۰/۱۲۲۲	۶/۳۶۵۱
α_1	۰/۶۴۶۹	۳/۷۱۰۶	γ_{13}^*	-۰/۰۰۳۰	-
α_2	-۰/۵۸۸۲	-۶/۴۱۸۴	γ_{22}	-۰/۰۱۹۱	-۲/۴۹۵۱
α_{11}	۲/۴۲۷۸	۵/۴۷۹۸	γ_{23}^*	۰/۰۱۹۳	-
α_{12}	-۱/۷۴۸۲	-۸/۳۳۹۲	δ_{1P}	۰/۲۱۵۴	۲/۵۷۳۶
α_{22}	۱/۰۷۰۴	۸/۸۲۵۸	δ_{3P}^*	-۰/۲۱۵۴	-
β_1	۰/۵۱۸۲	۹/۱۴۸۳	γ_{1T}	۰/۰۱۴۵	۳/۱۷۵۱
β_2	۰/۳۰۹۴	۱۲/۵۸۵۲	γ_{2T}	-۰/۰۱۱۰	-۵/۷۶۹۲
β_3^*	۰/۱۷۲۴	-	γ_{3T}^*	-۰/۰۰۳۴	-
β_{11}	۰/۰۸۷۳	۹/۹۷۴۶	μ_{KT}	-۰/۲۲۶۱	-۱۹/۶۹۰۰
β_{12}	-۰/۰۷۰۸	-۷/۰۱۸۰	μ_{1T}	-۰/۰۱۸۲	-۱/۳۵۲۰
β_{13}^*	-۰/۰۱۷۶	-	μ_{2T}	۰/۰۴۰۹	۶/۰۳۷۶
β_{22}	۰/۱۰۲۵	۱۲/۲۹۱۲	μ_{1P}	-۴/۰۰۰۰	-۹/۷۲۳۲
β_{23}^*	-۰/۰۳۲۸	-	μ_{2P}	-۰/۴۳۳۰	-۳/۳۴۴۴
β_{33}^*	۰/۰۵۰۴	-	μ_{1K}	۰/۹۲۰۱	۱۰/۳۳۶۲
μ_K	۲/۹۴۱۲	۱۹/۴۱۲۲	θ_T	-۰/۲۴۱۲	-۹/۳۹۲۲
μ_{KK}	۱/۲۸۸۳	۲۲/۴۴۲۲	θ_{TT}	۰/۰۰۷۸	۸/۹۹۹۴
λ_{2K}	۰/۰۲۷۸۹	۲/۳۹۴۱	θ_{TP}	۰/۰۷۰۱	۱۷/۱۲۵۰
λ_{3K}^*	-۰/۰۲۷۹	-	δ_{PP}	۷/۷۷۱۹	۱۶/۸۴۶۰
γ_{11}	-۰/۱۲۵۰	-۴/۸۱۷۰	DUM67	۰/۰۲۵۴	۱/۴۲۹۲
DUM71	۰/۰۳۴۶	۳/۴۰۴۱			

$|\Omega_R| = 4.42\times10^{-16}$, $|\Omega_u| = 2.11\times10^{-16}$, $LR = 12.65$, $\chi^2_{(6,0.05)} = 12.65$

* مقادیر این ضرایب به‌صورت غیر مستقیم و با توجه به قیود همگنی محاسبه شده‌اند.

با توجه به جدول (۲)، اکثر ضرائب از علامت مورد انتظار تبعیت کرده، و در سطح بیش از ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشند و چون همگنی ضرائب (β_1,β_2,β_3) کوچکتر از واحد می‌باشند، هزینه کوتاه‌مدت نسبت به قیمت عوامل تولید بی‌کشش است که درستی این امر

در محاسبه کشش‌های قیمتی بررسی خواهد شد. جالب توجه اینکه مقدار برآوردی ضریب سرمایه مثبت و بزرگتر از یک می‌باشد که حاکی از حساسیت بسیار بالای هزینه نسبت به تغییرات موجودی سرمایه می‌باشد؛ به طوری‌که افزایش موجودی سرمایه بشدت منجر به افزایش هزینهٔ شرکت می‌شود.

برای محاسبهٔ کشش‌های جانشینی بین چند عامل تولید، از تعریف‌های آلن و اوزاوا استفاده می‌شود. لازم به‌ذکر است که کشش‌های جانشینی σ_{ij} متقارن هستند؛ به این معنی که کشش جانشینی بین سرمایه و نیروی‌کار با کشش جانشینی نیروی‌کار و سرمایه برابر است، چنانکه طبق تئوری تولید $\sigma_{ij}=\sigma_{ji}$ می‌باشد.

جدول (۳)ـ کشش جانشینی جزئی آلن اوزاوای عوامل تولید

کشش جانشینی آلن ـ اوزاوا		نیروی کار	سوخت داخلی	سوخت خارجی	سرمایه
نیروی کار	بلندمدت	-۱/۴۹			
	کوتاه‌مدت	-۰/۲۶۴			
سوخت داخلی	بلندمدت	-۰/۰۱۲	-۵/۸۱۰		
	کوتاه‌مدت	۰/۰۱۰۸	-۰/۸۵۲		
سوخت خارجی	بلندمدت	-۰/۰۱۸۳	-۰/۰۴۶	-۸/۰۶	
	کوتاه‌مدت	۰/۰۲۲۷	-۰/۰۲۰۶	-۳/۰۴۷	
سرمایه	بلندمدت	۰/۴۹۹	-۱/۰۷۴۷	۱/۳۶۰	-۲/۱۰۰
	کوتاه‌مدت	-	-	-	-

* مقادیر محاسبه شده درسطح میانگین می‌باشد.

آلن نشان داده است که وقتی تولید کارا و عرضهٔ نهاده‌ها کاملاً باکشش باشد، آنگاه می‌توان کشش‌های قیمتی تقاضای مشتق شده برای نهاده‌ها را محاسبه کرد؛ به‌طوری‌که εij کشش قیمتی متقاطع نهادهٔ iام در مقابل تغییرات قیمت نهادهٔ jام می‌باشد.

جدول (۴)ـ کشش قیمتی تقاضای عوامل تولید

کشش قیمتی بین عوامل تولید		نیروی کار	سوخت داخلی	سوخت خارجی	سرمایه
نیروی کار	بلندمدت	-۰/۴۴۲۰	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۴	۰/۲۸۳۵
	کوتاه‌مدت	-۰/۱۷۳۰	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۴۴	-
سوخت داخلی	بلندمدت	-۰/۰۰۳۵	-۰/۳۶۲۹	۰/۰۰۴۱	۰/۵۷۷۹
	کوتاه‌مدت	۰/۰۰۶۷	-۰/۱۷۵۴	۰/۰۰۲۹	-
سوخت خارجی	بلندمدت	-۰/۰۰۵۴	-۰/۰۰۲۱	-۰/۵۳۱۰	۰/۷۵۵۰
	کوتاه‌مدت	-۰/۱۴۸۲	-۰/۰۰۱۰	-۰/۴۵۲۰	-
سرمایه	بلندمدت	۰/۱۴۸۰	۰/۰۶۲۷	/۰۸۲۰	-۱/۰۵۶۰
	کوتاه‌مدت	-	-	-	-

در مورد محاسبهٔ کشش‌ها، ذکر این نکته ضروری است که کشش‌های قیمتی نامتقارن هستند؛ به این معنی که کشش متقاطع کار و سرمایه با کشش متقاطع سرمایه و کار متفاوت است؛ به عبارتی $\varepsilon_{ij} \neq \varepsilon_{ji}$ خواهد بود. کشش‌های خود قیمتی تقاضای تمام عوامل تولید از نظر اقتصادی دارای علامت صحیح می‌باشند. قدرمطلق کشش‌های خود قیمتی نیروی‌کار، سوختگیری در داخل و خارج از کشور کمتر از یک بوده که بیانگر کشش ناپذیر بودن تقاضای این نهاده‌هاست.

شاخص‌های اندازهٔ مقیاس: انتخاب بهینهٔ بنگاه‌های جدید (ظرفیت بهینهٔ ارائه خدمات در شبکهٔ پروازی) یا توسعهٔ بنگاه‌های جدید (فرودگاه‌ها و ناوگان‌های جدید ارائه خدمات هوایی) به جهت گسترش سطح محصول و یا انتخاب شبکهٔ پروازی جدید ارائه خدمات موجود در یک صنعت حمل و نقل، با توجه به امتیازات مقیاس صورت می‌گیرد. از آنجایی‌که هزینهٔ بنگاه‌ها در مقیاس‌های مختلف تولید متفاوت می‌باشد، انتخاب مناسب مقیاس و ظرفیت، در اقتصادی بودن تولید خدمات مهم است. با توجه به اینکه صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی ناشی از مقیاس در صنعت حمل و نقل هوایی، علاوه بر سطح محصول، تغییر در اندازهٔ شبکهٔ پروازی نیز تغییر می‌کند، صرفه‌های اقتصادی و همچنین بازدهی ناشی

از اندازهٔ مقیاس در دو وضعیت (با درنظرگرفتن تعداد نقاط پروازی و بدون درنظرگرفتن تعداد نقاط پروازی) بررسی می‌شود. اگر در محاسبهٔ بازدهی، تعداد نقاط پروازی لحاظ شود، شاخص محاسباتی، بازدهی نسبت به مقیاس؛ و در صورت عدم لحاظ تعداد نقاط پروازی شاخص مذکور، بازدهی نسبت به تراکم تولید[1] خواهد بود. همچنین در محاسبه صرفه‌های اقتصادی، اگر تعداد نقاط پروازی در نظرگرفته شود، مقدار محاسباتی، صرفه‌جویی ناشی از مقیاس می‌باشد و اگر این متغیر لحاظ نگردد، شاخص مذکور، صرفه‌جویی ناشی از تراکم خواهد بود.

جدول(۵) بازدهی نسبت به مقیاس

شاخص	مقادیر محاسباتی	
	بلندمدت	کوتاه‌مدت
کشش هزینه به مسافرکیلومترحمل شده	۰/۷۷۳	۰/۳۴۲
کشش هزینه به تن‌کیلومتر بارحمل شده	۰/۱۲۴	۲/۱۷۲
کشش هزینه نسبت به تعداد نقاط پروازی	۰/۸۰۹	۱/۱۰۹
کشش هزینه نسبت به موجودی سرمایه	—	۰/۰۶۹
بازدهی نسبت به مقیاس	۰/۵۸۶	۰/۳۴۵

بررسی کششهای هزینه نسبت به خدمات، حاکی از وجود شرط یکنوایی هزینه نسبت به محصولات تولیدی در هر دو مقطع زمانی است؛ به طوری که در بلندمدت، اثر فزایندهٔ مسافرکیلومتر حمل شده بیشتر از تن‌کیلومتر بار حمل‌شده می‌باشد ولی در کوتاه‌مدت، اثر فزایندهٔ تن‌کیلومتر بار حمل‌شده بیشتر بوده است؛ به عبارتی بنگاه در کوتاه‌مدت دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس بیشتری در ارائهٔ خدمات مسافری نسبت به باری، و در بلندمدت دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس بیشتری در ارائهٔ خدمات باری می‌باشد. مقایسهٔ شاخص بازدهی نسبت به مقیاس در دو مقطع کوتاه‌مدت و بلندمدت حاکی از وجود بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس در طی دورهٔ مورد مطالعه می‌باشد که می‌توان علت آن را ناشی از ترکیب غیربهینهٔ عوامل تولید، تراکم بالای پروازی، کمی ناوگان حمل و نقل هوایی،

1- Return to Traffic Density.

فرسودگی ناوگان موجود و نهایتا" ضعف مدیریت در برنامه‌ریزی اندازهٔ شبکه ارائهٔ خدمات دانست. با توجه به شرایط تحریم اقتصادی بعد از انقلاب، ارتباط متقابل ایران با سایر کشورهای جهان کاهش یافت؛ درنتیجه با وجود ظرفیت حمل و نقل هوایی در شرکت هواپیمایی‌هما، تعداد نقاط پروازی و تراکم حمل و نقل بار و مسافر نیز کاهش یافت. چنین شرایطی باعث عدم استفاده از ظرفیت ارائهٔ خدمات حمل و نقل هوایی گردید که منفی شدن کشش هزینه نسبت به محصولات تولیدی و تعداد نقاط پروازی در طی دورهٔ ۶۱-۱۳۵۷ را به همراه داشته و نهایتا" منجربه منفی شدن بازدهی نسبت به مقیاس شرکت هواپیمایی هما در هر دو مقطع زمانی گردیده است.

جدول (۶)ـ بازدهی نسبت به تراکم

شاخص	مقادیر محاسباتی	
	بلندمدت	کوتاه‌مدت
کشش هزینه به مسافرکیلومترحمل شده	۰/۷۷۳	۰/۳۴۲
کشش هزینه به تن‌کیلومتر بارحمل شده	۰/۱۲۴	۲/۱۷۲
کشش هزینه نسبت به موجودی سرمایه	—	۰/۰۶۹
بازدهی نسبت به تراکم	۱/۱۱۵	۰/۲۸۳

بررسی شاخص بازدهی نسبت به تراکم، بیانگر وجود بازدهی فزاینده نسبت به تراکم در بلندمدت و بازدهی کاهنده در کوتاه‌مدت می‌باشد. نتایج محاسباتی بازدهی نسبت به تراکم در کوتاه‌مدت و بلندمدت حاکی از نامناسب بودن اندازهٔ شبکهٔ پروازی متناسب با ناوگان پروازی موجود است، چنانکه می‌توان مهمترین عامل در کاهنده بودن بازدهی نسبت به مقیاس را تأثیر مستقیم اندازهٔ شبکهٔ پروازی روی شاخصهای بازدهی نسبت به مقیاس در دو مقطع زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت دانست که خود حاکی از وجود سوء مدیریت در تعیین اندازهٔ بهینهٔ شبکهٔ پروازی متناسب با ناوگان حمل و نقل هوایی در شرکت هواپیمایی هما می‌باشد. با توجه به بزرگ بودن کشش هزینه نسبت به تن‌کیلومتر بار حمل‌شده، شاخص بازدهی نسبت به تراکم در کوتاه‌مدت کاهنده بوده که حاکی از عدم وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در ارائهٔ خدمات باری در مقطع کوتاه‌مدت می‌باشد.

جدول(۷) ـ صرفه جویی ناشی از مقیاس

شاخص	مقدار محاسباتی
صرفه‌جویی ناشی از مقیاس	-۰/۳۴۱۶
اثر تکنولوژی غیر خنثی	۰/۰۱۴۲
اثر تکنولوژی خنثی	-۱/۲۱۵۰
اثر بسط مقیاس	-۰/۱۴۱۰

با توجه به نتایج محاسباتی در جدول (۷)، مقدار محاسباتی شاخص صرفه‌جویی ناشی از مقیاس، منفی است و تکنولوژی غیرخنثی اثری مثبت و بسط مقیاس و تکنولوی خنثی اثری منفی روی شاخص محاسباتی صرفه‌جویی ناشی از مقیاس داشته که اثر تکنولوژی غیرخنثی از بیشترین تأثیر برخوردار بوده است. نکتهٔ قابل توجه دیگری که مدنظر است، مقدار مثبت شاخص صرفه‌جویی ناشی از مقیاس در طی دورهٔ ۶۴-۵۷ می‌باشد؛ از جمله علل منفی شدن شاخص مذکور را می‌توان مستهلک شدن وسایط حمل و نقل و جایگزینی نامناسب وسایط حمل و نقل دانست. درکل، نتایج حاکی از عدم وجود صرفه‌جویی ناشی از مقیاس می‌باشند؛ به عبارتی در کلیهٔ سال‌های مورد مطالعه؛ مقدار شاخص صرفه‌جویی ناشی از مقیاس کوچکتر از صفر بوده که بیانگر آن است که شرکت در طول دورهٔ مطالعه در ناحیهٔ صعودی هزینهٔ متوسط بلندمدت عمل می‌کند.

جدول(۸) صرفه جویی ناشی از تراکم به تفکیک عوامل تعیین‌کننده

شاخص	مقادیر محاسباتی	
	بلندمدت	کوتاه‌مدت
صرفه جویی ناشی از تراکم	۰/۳۲۸۶	-۱/۵۱۳۶
اثر تکنولوژی غیر خنثی	۰/۰۲۱۴۴	۰/۰۱۵۰۳
اثر تکنولوژی خنثی	۰/۶۰۰۳	-۲/۵۶۷۰
اثر بسط مقیاس	۰/۰۸۵۸	-۰/۱۵۶۳
اثر بسط سرمایه	-	۰/۱۹۴۹

نتایج حاکی از وجود صرفه‌های ناشی از تراکم در بلندمدت و عدم وجود صرفه‌های ناشی از تراکم در کوتاه‌مدت می باشد. مهمترین علت عدم وجود صرفه‌های ناشی از تراکم در کوتاه‌مدت را می‌توان ناشی از عدم وجود صرفه‌های ناشی از ارائهٔ خدمات باری دانست. (به طوری که متوسط کشش هزینه نسبت به تن‌کیلومتر بار حمل‌شده در کوتاه‌مدت از مقداری برابر با ۲/۱۷ برخوردار می‌باشد). کشش هزینه نسبت به تن کیلومتر بار حمل‌شده در هر دو مقطع زمانی بیانگر آن است که هزینه رابطهٔ مستقیمی با تن‌کیلومتر بار حمل‌شده دارد ولی؛ حساسیت هزینه نسبت به تن‌کیلومتر بار حمل‌شده در کوتاه‌مدت بیشتر از همین مقدار در بلندمدت بوده که حاکی از وجود صرفه‌های ناشی از ارائهٔ خدمات باری در بلندمدت می‌باشد.با مقایسهٔ صرفه‌جویی ناشی از تراکم با صرفه‌جویی ناشی از مقیاس، می‌توان بیان کرد که گسترش تعداد نقاط پروازی شرکت هواپیمایی با توجه به ناوگان موجود، منجر به افزایش هزینهٔ هر واحد ارائه خدمات بیش از مقدار بهینه می‌شود؛ به عبارتی شرکت به ازای یک درصد تغییر در سطوح محصول و اندازهٔ شبکهٔ ارائه خدمات، مواجه با افزایش بیش از یک درصد در هزینهٔ هر واحد ارائه خدمات می‌شود.

شاخص تغییرات تکنولوژی به تفکیک عوامل تعیین کننده: یکی از انواع رشد اقتصادی که در اقتصاد مطرح است، رشد اقتصادی ناشی از پیشرفت فنی است؛ به‌طور کلی پیشرفت فنی، به صورت تغییر در تکنیک تولید تعریف می‌شود؛ به عبارت دیگر، تغییری که تولید مقدار یکسانی از محصول را با مقادیر کمتری از منابع تولید و یا مقدار بیشتری محصول با همان میزان قبلی منابع، ممکن سازد. استفاده از اطلاعات سری زمانی، این امکان را فراهم می‌سازد تا بتوان پیشرفت فنی شرکت را در طی سال‌های فعالیت مورد بررسی قرار داد. در تحقیق حاضر، شاخص تغییرات تکنولوژیکی، با توجه به مطالعهٔ اندریکوپولوس (۱۹۹۸)، گیلن(۱۹۹۰)، محاسبه شده و نتایج محاسبات در سطح میانگین در جدول (۹) آورده شده است.

جدول(۹) ـ شاخص تغییرات تکنولوژی به تفکیک عوامل تعیین کننده

شاخص	مقادیر محاسباتی(در سطح میانگین)	
	بلندمدت	کوتاه‌مدت
تغییرات تکنولوژیکی	۰/۰۲۷۰	۰/۰۳۶۶
اثر تکنولوژی غیرخنثی	-۰/۰۰۰۲	-۰/۰۰۴۴
اثر تکنولوژی خنثی	۰/۰۰۱۳	۰/۱۱۴۸
اثر بسط مقیاس	۰/۰۲۵۹	۰/۰۰۳۶
اثر بسط سرمایه	-	-۰/۰۷۷۵

بررسی شاخص تغییرات تکنیکی، حاکی از وجود تغییرات تکنیکی با گرایش به کاهش هزینه در طول دورهٔ مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به شاخص اریب تغییرات تکنیکی در هر دو مقطع زمانی، ساختار تولید گرایش به سوخت‌اندوزی داشته، به عبارتی شرکت هواپیمایی هما بیشتر توجه به استفاده از تکنولوژیهایی با مصرف کمتر سوخت در ناوگان پروازی دارد. همچنین بررسی شاخص اریب تغییرات تکنیکی عامل نیروی‌کار، حاکی از وجود تکنولوژی کاربر در هر دو مقطع کوتاه‌مدت و بلندمدت در شرکت هواپیمایی هما می‌باشد که مهمترین علت این مقوله را می‌توان ناشی از فرسودگی و عدم تناسب تکنولوژی ناوگان بارگیری و همچنین وجود پروسهٔ بارگیری دستی در این شرکت دانست که همزمان با افزایش تراکم بارگیری در طول دورهٔ مورد مطالعه، از روندی صعودی برخوردار بوده است. جالب توجه اینکه در هر دو مقطع زمانی، تکنولوژی غیرخنثی اثری منفی داشته که نشاندهندهٔ تغییر نامناسب در ترکیب عوامل تولید به ازای تغییر در تکنولوژی می‌باشد به طوری که تغییر در ترکیب عوامل تولید به ازای تغییر تکنیکی، افزایش هزینهٔ ارائهٔ خدمات را به همراه داشته است.

محاسبهٔ پارامتریک رشدبهره‌وری عوامل تولید به تفکیک عوامل تعیین‌کننده:

مهمترین تنگنایی که در حال حاضر در اغلب فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی و بخصوص صنعت حمل و نقل جلب نظر می‌کند، کمبود منابع تولید(اعم از نیروی انسانی متخصص و

همچنین منابع فیزیکی و مالی) می‌باشد. در چنین شرایطی تخصیص بهینهٔ منابع تولید بین بخش‌های مختلف اقتصادی‌صنعتی از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و بهره‌گیری مؤثر از عوامل تولید کمیاب، دستیابی به رشد سریع فعالیت‌های اقتصادی صنعتی و توجه اساسی به ارتقاء رشد بهره‌وری عوامل تولید الزامی می‌کند. در تحقیق حاضر با توجه به مطالعهٔ مک گیهان(۱۹۹۳) و کیو(۱۹۸۱)، رشد بهره‌وری محصولات تولیدی محاسبه و مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج محاسباتی حاصل از هر دو مدل در جدول (۱۰) آورده شده است.

جدول(۱۰) ـ شاخص رشد بهره‌وری به تفکیک عوامل تعیین کننده

شاخص	مقادیر محاسباتی(در سطح میانگین)	
	بلندمدت	کوتاه‌مدت
رشد بهره‌وری کل عوامل تولید	۰/۰۰۵۹	۰/۰۳۲۹
اثر تکنولوژی غیرخنثی	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۵
اثر تکنولوژی خنثی	-۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۲۱
اثر بسط مقیاس	۰/۰۱۵۹	۰/۰۷۶۱
اثر بسط سرمایه	-	-۰/۰۴۵۸

بررسی و مقایسهٔ شاخص رشد بهره‌وری در بلندمدت و کوتاه‌مدت حاکی از آن است که به طور متوسط شرکت دارای رشد بهره‌وری بوده؛ به عبارتی رشد مجموع عوامل تولید، رشد خدمات تولیدی در شرکت را بهمراه داشته است؛ اما با توجه به روند نزولی رشد بهره‌وری و بررسی عوامل تعیین کنندهٔ آن، می توان نزولی بودن رشد بهره‌وری را ناشی از گرایش به استفاده بیشتر از نیروی کار، فرسودگی ناوگان پروازی، استفاده از تکنولوژی نامناسب با شبکهٔ پروازی و حجم تراکم بالای حمل و نقل بدون توجه به ظرفیت ارائهٔ خدمات دانست.

۴. نتایج و پیشنهادات

با مقایسهٔ شاخص‌های محاسباتی صرفه‌جویی ناشی از مقیاس در دو مقطع زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت برای دو خدمت تن‌کیلومتر بار حمل‌شده و مسافر کیلومتر حمل‌شده،

می‌توان نتیجه گرفت که بنگاه در کوتاه‌مدت در حمل مسافر و در بلندمدت در حمل بار دارای صرفه‌جویی ناشی از مقیاس بیشتری است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به صرفه‌جویی ناشی از مقیاس کمتر مسافری در کوتاه‌مدت، شرکت هواپیمایی با تأکید بر رفع مشکلاتی چون پایین بودن کیفیت خدمات ضمن پرواز مثل کترینگ، پایین بودن اطمینان پرواز هواپیماها و بالابودن درجهٔ تأخیر هواپیماها، شرایط مناسب جهت بسط بهینهٔ خدمات مسافری را ایجاد کند و همچنین با توجه به صرفه‌جویی ناشی از مقیاس بالای حمل‌بار در بلندمدت، بهتر است با بسط سرمایه‌گذاری در تجهیزات حمل و نقل باری از مزیت نسبی ارائهٔ خدمات باری در بلندمدت استفاده کند.

با مقایسهٔ شاخصهای صرفه‌جویی ناشی از مقیاس و تراکم در دو مقطع کوتاه‌مدت و بلندمدت، می‌توان نتیجه گرفت که اندازهٔ شبکه ارائهٔ خدمات در هر دو مقطع غیر بهینه بوده است. با توجه به کشش هزینه نسبت به تعداد نقاط پروازی، اثر فزایندهٔ اندازهٔ شبکهٔ ارائهٔ خدمات در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که اولاً اندازهٔ شبکهٔ ارائهٔ خدمات با توجه به درجهٔ استهلاک هواپیماها، ضریب اشغال ظرفیت و میانگین طول مسافت پرواز تعیین گردیده است و ثانیا" با ایجاد شرایط مناسب، بستر لازم برای سرمایه‌گذاری تجهیزات پروازی جهت تجدید ناوگان حمل و نقل هوایی را مهیا کند. ثالثا با توجه پرسنل متخصص مثل خلبان، شهرت شرکت در بازار حمل و نقل و سهم شرکت در بازار حمل و نقل هوایی، شرکت از هواپیماهای اجاره‌ای جهت ارائهٔ خدمات استفاده کند.

با توجه به مثبت بودن شاخص‌های رشد بهره‌وری، تغییرات تکنیکی، تغییر تکنولوژی خنثی و اثر بسط مقیاس روی رشد بهره‌وری و منفی بودن تکنولوژی غیرخنثی در هر دو مقطع، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات تکنیکی فی نفسه تأثیر مثبت داشته، ولی ترکیب عوامل تولید به ازای تغییرات تکنیکی غیربهینه بوده است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود بین تکنولوژی‌های مورد استفاده (اعم از پیشرفت تکنیکی تجسم‌نیافته و پیشرفت تکنیکی تجسم‌یافته) و ترکیب عوامل تولید یک تعادل منطقی ایجاد شده و با آموزش نیروی انسانی شرایط را برای استفاده بهینه از تکنولوژیهای جدید مهیا کنیم

فهرست منابع

1- Andrikopoulos, Andreas. A. and John Loizides (1998); "Cost Structure and Productivity Growth in European Railway Systems" **Applied Economics;** Vol.(30), pp. 1625-1639.

2- Atkinson, S. E. and R. Haversen, (1984); "Parametric Estimation of Technical and Allocation in Efficiency with Panel Data", **International Economic Review,** Vol.(35) , pp. 231-243;

3- Berechman, Joseph, (1983); "Costs, Economies of Scale and Factor Demand in Bus Transport", **Journal of Transport Economics and Policy,** pp. 7-24

4- Berndt, E. R.,(1991); **The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary;** Ddison. Wesley Publishing Company.

5- Binswanger, H. P., (1974); "The Measurement of Technical Change Biases with many Factors of Production", **American Economic Review;**Vol.(64), pp. 964-76.

6- Cave, Douglas W., Lavrits R. Christensen, M. W. Tretheway and W. E. Diewert, (1962); "Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers" **Economic Journal;** Vol.(92), pp. 73-86.

7- Cave, Douglas W., Lavrits R. Christensen and M. W. Tretheway, (1984); "Economies of Density Versus Economies of Scale: Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ", Rand **Journal of Economics;** Vol.(15), pp.471-489

8- Cave, Douglas W. and Lavrits R.Christensen and et. al., (1981); "Productivity Growth, Scale Economies, and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955-74", **The American Economic Review;** Vol.(71), pp. 994-1002

9- Christensen L. R., D. W. Jorgenson and L. J. Lau, (1973); "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", **The Review of Economics and Statistics;** Vol.(55), No.(1), pp. 28-45.

10- Coelli, Tim, D. S. Prasada Rao and George E. Battese, (1998); **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis;** Kluwer Academic Publishers.

11- Das, Nibedita, (2000); "Technology, Efficiency and Sustainability of Competition in the India Telecommunications Sector, **Information Economics Policy;** Vol.(12), No.(2), pp. 133-154.

12- Daughety, Andrew F. and Forrest D. Nelson, (1988); "An Econometric Analysis of Changes in the Cost and Production Structure of the Trunking Industry,1953-1982," **The Review of Economics and Statistics;** Vol.(70), No.(1), pp. 67-75

13- Eads, G. C., M. Nerlove and W. Raduchel, (1969); "A Long-Run Cost Function for the Local Services Airline Industry", **The Review of Economics and Statistics;** Vol. (51), pp. 258-270.

14- Friendlaender, A. F., Ernst Berndt, Judy Shaw-Er Wang Chiang, Mark Showalter and Christopher A. Vellturo, (1993); "Rail Costs and Capital Adjustments in a Quasi-Regulated Environment", **Journal of Transport Economics and Policy;** Vol.(26),pp. 131-152.

15- Gagne, Robert, (1990); "On the Relevant Elasticities Estimates for Cost Structure Analyses of the Trunking Industry", **The Review of Economics and Statistics;** Vol.(72), No.(1),pp. 160-64.

16- Gillen, D. W. and M. W. Tretheway, (1990); "Airline Cost Structure and Policy Implication", **Journal of Transport Economics and Policy;** Vol.(24), pp. 9-34

17- Harmatuck, D. J., (1991); "Economies of Scale and Scope in the Motor Carrier Industry", **Journal of Transport Economics and Policy;** Vol.(25),pp. 135-151.

18- Jan Owen, Jasson and Dan Shneerson, (1982); "The Optimal Size Ship" **Journal of Transport Economics and Policy;** Vol.(16), No.(3), pp. 217-238.

19- Jan Owen, Jasson and Dan Shneerson, (1978); "Economies of Scale of General Cargo Ships", **The Review of Economics and Statistics;** Vol.(60), No.(2), pp. 287-93.

20- Jara-Diaz, S. R. and C. E. Cortes, (1996); "On the Calculation of Scale Economies from Transport Cost Functions", **Journal of Transport Economics and Policy;**Vol.(30), pp. 157-70.

21- Kwon, J. K., (1986); "Capacity Utilization, Economies of Scale and Technical Change in the Growth of Total Factor Productivity" **Journal of Development Economics;** Vol.(24), pp. 75-89.

22- Mc Geehan,ý Harry, (1993); "Railway Costs and Productivity Growth", **Journal of Transport Economics and Policy;** January, pp. 19-35.

23- Nadiri,M. I., (1989); "Sectoral Productivity Slowdown", **American Economic Association;**Vol.(70), No.(2), pp. 349-352.

24- Oum,Tea and Yimin Zhang, (1997); "A Note on Scale Economies in Transport: A Case Study in American Railways", **Journal of Transport Economics and Policy,** Septamber. pp. 309-315

25- Oum,Tea and C. Yu, (1994); "Economic Efficiency of Railways and Implication for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries' Railways", **Journal of Transport Economics and Policy;**Vol.(28), pp. 121-38.

26- Oum,Tea and Yimin Zhang, (1991); "Utilisation of Quasi- Fixed Inputs and Estimation of Cost Functions", **Journal of Transport Economics and Policy;** Vol.(25), pp. 121-34

27- Seshaiah. S. V., (1992); "Productivity Trend in Some Industries of Andhra Pradesh Manufatuering Sector" **Indian Economic Journal;** Vol.(33), pp. 111-118.

28- Uzawa, H., (1962); "Production Function with Constant Elasticities of Substitution" **The Review of Economics Studies,** Vol.(70), No.(1); PP. 67-75.

29- Windle, R. J., (1991); "The World's Airline: A Cost and Productivity Comparison" **Journal of Transport Economics and Policy;**Vol.(25), PP. 31-49.

30- Xu, K., R. Windle, C. M. Grimm and T. Corsi, (1994); "Re-evaluating Returns to Scale in Transport" **Journal of Transport Economics and Policy;** Vol.(28),PP. 275-86.

31- Yuhn. K. H., and et al., (2000); "Economic Growth and Productivity: A Case Study of South Korea" **Applied Economics;** Vol.(32), pp. 13-23

32- Zellner, A., (1962); "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias" **Journal of American Statistical Associations;** Vol.(57), pp. 348-68.