

مقاله پژوهشی: طراحی سامانه اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه‌ها با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن (مطالعه موردی: فرودگاه مهرآباد)

قاسم علیپور^۱، محمدرضا خراشادی‌زاده^۲

تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۰

چکیده

کاهش چشمگیر منابع مالی، محیط بسیار پیچیده و سایر مشکلات روبروی فرودگاه‌ها، ایجاب می‌نماید تا فرودگاه‌ها به بهترین نحو ممکن از منابع موجود خود بالاترین بهره‌برداری را نموده و با شناسایی متغیرهای قابل کنترل و غیرقابل کنترل اطراف، نیازهای ذینفعان و مشتریان خود را پاسخگو باشند. به همین منظور مدیران فرودگاه‌ها همواره به دنبال بهبود عملکرد می‌باشند. برای بهبود عملکرد نیاز است تا ارزیابی و اندازه‌گیری مناسبی از عملکرد مجموعه وجود داشته باشد. در گام اول حوزه‌های عملکردی و سپس شاخص‌های مهم و حیاتی عملکرد در هر حوزه فرودگاهی با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن شناخته می‌شوند. به دلیل تفاوت محیط‌های پیرامونی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و... فرودگاه‌ها، امکان ارائه یک فهرست یکسان از شاخص‌های عملکرد برای همه فرودگاه‌ها وجود ندارد، لذا شاخص‌های عملکرد هر فرودگاه منحصر به همان فرودگاه باید شناسایی و تدوین شده و سپس سیستم اندازه‌گیری عملکرد آن فرودگاه طراحی شود. در ادامه با استفاده از نتایج گام اول، شاخص‌های عملکرد فرودگاه مهرآباد در حوزه‌های شناخته شده را با استفاده از نظر خبرگان شناسایی و دسته‌بندی نموده‌ایم. نتایج حاصل از این تحقیق، شناسایی ۸۲ شاخص در ۶ حوزه عملکردی ایمنی، اقتصادی، محیطی، کیفیت خدمات، تاخیر و ظرفیت، و بهره‌وری است.

کلیدواژه‌ها: فرودگاه، سیستم اندازه‌گیری عملکرد، شاخص‌های عملکرد فرودگاهی، فرودگاه مهرآباد

مقدمه

فرودگاه‌ها به عنوان یکی از زیرساخت‌های اساسی توسعه، نیازمند مدیریت جامعی هستند که علاوه بر خدمات رسانی به ذینفعان ملی و فراملی، در حکم یکی از اجزاء شبکه ارتباطی عمل نمایند. فرودگاه‌ها با اهداف از پیش تعیین شده‌ای طراحی می‌شوند که این اهداف در راستای راهبردهای جامع و کلان توسعه ملی تبیین شده‌اند. در یک نگرش سامان‌های، نیاز است تا عملکرد فرودگاه‌ها مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفته و بازخورد مناسب به سامانه داده شود. به دلیل چندوجهی و پیچیده بودن سامانه فرودگاهی، ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد آن بسیار مشکل و نیازمند یک سامانه جامع ارزیابی عملکرد است. «مسئله» ما در این تحقیق طراحی سامانه اندازه-گیری عملکرد فرودگاه‌ها و فرودگاه مهرآباد به صورت مطالعه موردی می‌باشد. یکی از عمده مسائل و مشکلات هر سامانه (از جمله سامانه فرودگاهی) نظارت و کنترل و در صورت لزوم بازخورد مناسب برای بهبود عملکرد سامانه است. این سامانه باید بتواند نیازمندی‌های کلیه ذینفعان را پوشش دهد. سامانه اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه تمامی حوزه‌های عملکردی فرودگاه را پوشش داده و حوزه‌های راهبردی آن‌ها را سنجش نموده و به مدیران تصویری از عملکرد سامانه ارائه می‌نماید.

«اهمیت و ضرورت» پژوهش ناشی از اهمیت بسیار زیاد فرودگاه‌ها به عنوان یکی از زیرساخت‌های اساسی توسعه؛ پیچیدگی مدیریت عملکرد فرودگاهی در هر دو بخش زمینی و هوایی؛ اطمینان از ایمنی سامانه و تسریع امور و اقتصادی بودن سامانه فرودگاهی؛ لزوم ایجاد یک سامانه نظارت و توانمندسازی سامانه حمل و نقل فرودگاهی؛ تلاش نظام‌مند برای جوابگو بودن فرودگاه‌ها به نیازهای ذینفعان؛ ارزیابی عملکرد برای فرودگاه‌ها (و به ویژه فرودگاه مهرآباد) و در صورت لزوم بازخورد مناسب؛ ضرورت سنجش و اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه‌ها و نحوه دستیابی به وضعیت مطلوب؛ بهبود عملکرد فرودگاه مهرآباد به عنوان اصلی‌ترین و پرتراфик‌ترین فرودگاه کشور است. «اهداف پژوهش» طراحی سامانه اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن و مطالعه موردی طراحی سامانه مذکور برای فرودگاه مهرآباد می‌باشد. «سوالات پژوهش» عبارت‌اند از اینکه حوزه‌های راهبردی (کلیدی) عملکرد فرودگاه‌ها و شاخص‌های اصلی اندازه‌گیری عملکرد آن‌ها چه هستند؟ سامانه اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه مهرآباد مشتمل بر چه حوزه‌هایی بوده و شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد این فرودگاه کدام‌اند؟

«فرضیه پژوهش» نیز استفاده از روش کارت امتیازی متوازن برای طراحی سامانه اندازه‌گیری عملکرد فرودگاهی است.

مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

کلمه عملکرد به طور وسیع در بحث مدیریت مورد استفاده قرار می‌گیرد. اغلب عملکردها با کارایی و اثربخشی تعریف شده است. مروری بر فرهنگ‌های لغت نشان‌دهنده تنوع معانی واژه عملکرد است. (اکبری، ۱۳۸۶) سامانه اندازه‌گیری عملکرد و ارزیابی عملکرد در تعاریف کارشناسان نزدیک به هم (وحتی گاهاً یکسان) بیان شده‌اند، لیکن تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند. نظام ارزیابی عملکرد فرآیند سنجش، اندازه‌گیری و مقایسه میزان و نحوه دستیابی به وضعیت مطلوب است. (محمدیگی خورتاسرا، ۱۳۸۳: ۲) سامانه اندازه‌گیری عملکرد عبارت است از مجموعه‌ای از شاخص‌ها برای کمی کردن کارایی و اثر بخشی فعالیت‌ها. این سامانه بر اساس اهداف کلی سازمان معیارهایی در راستای فرآیندهای سازمان تعریف می‌نماید. (حاجی‌جباری، سرآبادانی، ۱۳۸۶: ۱۵) موضوع اصلی در تمام تجزیه و تحلیل‌های سازمانی، عملکرد است و بهبود آن مستلزم اندازه‌گیری است. (تولایی، ۱۳۸۶: ۴) اندازه‌گیری عملکرد از تعریف فرآیندها آغاز و تا جمع‌آوری داده‌ها و ذخیره‌سازی در بانک اطلاعاتی خاتمه می‌یابد. لذا اندازه‌گیری عملکرد جزئی از ارزیابی عملکرد می‌باشد. (عفتی‌داریانی، رفیع‌زاده، رونق، ۱۳۸۶: ۱۷) در اکثر کتاب‌ها و مقاله‌ها، این دو مفهوم یکسان تلقی شده‌اند. (همان: ۲۴) نتایج تحقیق کاپلان و نورتن در سال ۱۹۹۲م. به نام کارت امتیازی متوازن نشان‌دهنده میل به جایگزینی شاخص‌های مالی با برخی شاخص‌های غیرمرتبط با حوزه مالی که بعدها شاخص‌های غیرمالی نامیده شد، بود. کارت امتیازی متوازن صرفاً یک سامانه اندازه‌گیری بود که شاخص‌های مالی را در کنار شاخص‌های غیرمالی قرار می‌داد. (صدوقیان، تدین، ۱۳۸۵: ۲) منطق اصلی کارت امتیازی متوازن به منظور موفقیت مالی، ارضاء مشتریان و بهبود فرآیندهای داخلی با چهار جنبه است. در این روش از چهار جنبه مالی، مشتری، فرآیندهای کسب و کار و رشد و یادگیری برای تطبیق فعالیت‌های کسب و کار با راهبرد یک سازمان استفاده می‌شود. برخی کشورها از جمله سوئد جنبه پنجم و ششمی را نیز به نام‌های منابع انسانی و محیط اضافه می‌کنند. هر یک از این جنبه‌ها با تعداد کمی شاخص تعریف می‌شوند. در یک کارت امتیازی، از تعداد محدودی شاخص برای تشریح عملکرد مربوط به عوامل موفقیت استفاده می‌شود. (سلیمانی، ۱۳۸۴: ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۶)

تحقیقات انجام شده در سال ۱۹۸۷م. نشان‌دهنده این واقعیت است که اکثر فرودگاه‌ها برای اندازه‌گیری عملکرد تنها بر معیارهای مالی تکیه دارند. یک مطالعه برای ۲۴ فرودگاه اروپا نشان داد معیارهای عملکرد فقط شاخص‌های مالی هستند. (Gillen, LALL, ۱۹۹۷: ۲۶۲) اولین مطالعه نشان داد که اغلب فرودگاه‌ها در سطح دنیا فقط از شاخص‌های مالی جزئی جهت نمایش عملکرد استفاده می‌کنند (Doganis, Graham, ۱۹۸۷: ۲) محققین، مؤسسات و سازمان‌ها روش‌های گوناگونی را جهت ارزیابی عملکرد فرودگاه‌ها به کار برده‌اند. یکی از روش‌هایی که بسیاری از محققان و مؤسسات از آن استفاده نموده‌اند، تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. مطالعات بسیار زیادی با این روش انجام پذیرفته که خلاصه آن عبارت است از: تجزیه و تحلیل عملکرد فرودگاه‌های بریتانیا بر روی فرودگاه‌هایی که تنها یک باند دارند (Parker, D. ۱۹۹۹)؛ ارزیابی ۲۱ فرودگاه اصلی آمریکا (Gillen, D., LALL, A. ۱۹۹۷)؛ ۳۳ فرودگاه کشوری اسپانیا (Murillo-Melchor. ۱۹۹۹)؛ تعیین بهره‌وری ۴۴ فرودگاه ایالات متحده آمریکا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴م. (Sarkis, J. ۲۰۰۰)؛ اندازه‌گیری کیفیت ۲۶ فرودگاه اروپا (Adler, N. Berchman, J. ۲۰۰۱)؛ ۲۲ فرودگاه اصلی آمریکا (Gillen, D., LALL, A. ۲۰۰۱)؛ ۳۴ فرودگاه اصلی اروپا طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷م (Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. ۲۰۰۱)؛ ارزیابی عملکرد فرودگاه‌های اسپانیا (Roman, C., Martin, C. ۲۰۰۱)؛ مقایسه عملکرد نسبی چهار فرودگاه در حوزه نیویورک (Chin, A. T., Siong, L. E. ۲۰۰۱)؛ بررسی کارایی و بهره‌وری ۱۲ فرودگاه استرالیا (Abbott, M., Wu, S. ۲۰۰۲)؛ ارزیابی ۳۳ فرودگاه اروپا طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷م. (Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. ۲۰۰۳)؛ نسبت بین اندازه فرودگاه و کارایی آن در برخی فرودگاه‌های آمریکا (Bazargan, M., Vasigh, B. ۲۰۰۳)؛ ارزیابی کارایی ۲۴ فرودگاه آمریکا طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۸م. (Vasigh, B., Hamzaee, R. G. ۲۰۰۰)؛ تجزیه و تحلیل کارایی ۳۵ فرودگاه اصلی برزیل (Fernandes, E., Pacheco, R. R. ۲۰۰۳)؛ ارزیابی فرودگاه‌های آمریکا (Sarkis, J., Talluri, S. ۲۰۰۴)؛ فرودگاه‌های اصلی تایوان (Wanga, R., Ho, C., Feng, C., ۲۰۰۴)؛ ارزیابی ده فرودگاه پرتغال (Barros, C. P., Sampaio, A. ۲۰۰۴)؛ ارزیابی ۴۳ فرودگاه ژاپن (Yoshida, Y., Fujimoto, H. ۲۰۰۴)؛ ارزیابی ۲۰ فرودگاه بزرگ دنیا (Lin, L. C., ۲۰۰۶)؛ ارزیابی ۳۱ فرودگاه ایتالیا (Dieke, P., Pestana, C. ۲۰۰۷)؛ ارزیابی ۱۴ فرودگاه بریتانیا و سه فرودگاه ایرلند (Graham, A., Dennis, N. ۲۰۰۷)؛ ارزیابی ۲۵ فرودگاه چین (Fung, ۲۰۰۸) (M. K. Y., Wan, K. K. H., Hui, Y. V., Law, J. S. ۲۰۰۸).

یکی از روش‌ها و سبک‌های دیگر مورد استفاده نیز بهره‌برداری از شاخص بهره‌وری کل می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به ارزیابی ۱۲ فرودگاه استرالیا (Abbott, M., Wu, S. ۲۰۰۲) ارزیابی شش فرودگاه اصلی استرالیا (Hooper, P.G., Hensher, D.A. ۱۹۹۷)، ارزیابی کارآیی ۲۴ فرودگاه اروپا (Nyshadham, E.A., Rao, V.K. ۲۰۰۰) و ارزیابی ۴۳ فرودگاه ژاپن (Yoshida, Y., Fujimoto, H. ۲۰۰۴) اشاره نمود. روش دیگر، استفاده از عامل متغیر بهره‌وری (VFP) است که جهت بررسی خصوصی‌سازی و تأثیرات آن بر عملکرد فرودگاه‌های بزرگ دنیا از آن استفاده گردید. (Ouma, T., Adlerb, N., Yu, C. ۲۰۰۶) با جستجوهای انجام شده تحقیقی در خصوص اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد فرودگاه‌ها در ایران یافت نشد.

در اجلاس منطقه‌ای ایکائو (مرجع قانون‌گذاری هوایمایی کشوری) در سال ۱۹۹۹م. (گوآتمالا) اعلام گردید عملکرد یک فرودگاه باید به صورت منحصر ارزیابی شده و مقایسه ارقام فرودگاه‌ها ممکن است منجر به کسب نتایج گمراه‌کننده‌ای شود. دلیل آن نیز تفاوت ویژگی‌های جغرافیایی، منطقه‌ای، عملیاتی، فیزیکی و اقتصادی موجود در فرودگاه‌ها می‌باشد. (ICAO. ۱۹۹۹)

در آمریکا سه نهاد عمده، سرمایه‌گذاری و اداره برنامه‌های تحقیقاتی شرکت‌های فرودگاهی را به عهده دارند: سازمان ملی هوانوردی آمریکا^۱، انجمن تحقیقات حمل و نقل^۲ و کمیته نظری برنامه تحقیقاتی شرکت فرودگاهی^۳ (TRB. ۲۰۰۴). این کمیته دو پروژه با مشخصات ۶-۰۱-ACRP، ۰۹-۰۱-ACRP با سرمایه‌ای در مجموع بالغ بر ۸۰۰ هزار دلار در خصوص تدوین شاخص‌های عملکرد فرودگاهی و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات تعریف که در تاریخ پنجم ژوئن ۲۰۰۸م آغاز و در نهایت در سال ۲۰۱۱م. تکمیل گردید. (TRB. ۲۰۱۱) در این پروژه که تحت عنوان شاخص‌های عملکرد فرودگاه منتشر شده است، شاخص‌ها در سه دسته شاخص‌های مرکزی (۲۹ شاخص)، شاخص‌های کلیدی (۱۳۲ شاخص) و سایر شاخص‌ها (۶۷۹ شاخص) تقسیم‌بندی شده‌اند. دسته اول شاخص‌هایی هستند که برای عملیات کلی فرودگاه و مدیران آن مهم هستند. دسته دوم نیز برای سطح وظیفه‌ای و بخش‌های میانی فرودگاه طراحی شده‌اند و در نهایت دسته سوم شاخص‌هایی هستند که برای مدیران فرودگاه و اقدامات وظیفه‌ای فرودگاه اهمیت ندارند بلکه برای سطوح پائینی ممکن است که مورد توجه قرار گیرند. (۲: TRB, ۲۰۱۱) سازمان‌های غیرانتفاعی بسیار محدودی نیز وارد این مقوله شده‌اند که از جمله مهم‌ترین این سازمان‌ها، انجمن

^۱ FAA: Federal Aviation Administration

^۲ TRB: Transportation Research Board

^۳ ACRP : Airport cooperative Research Program

تحقیقاتی حمل و نقل هوایی^۱ می‌باشد. (atrsworld.n.d.) این انجمن با دریافت اطلاعات فرودگاه‌ها از روش‌های مختلف اقدام به ارزیابی بر روی عملکرد فرودگاه‌ها می‌نماید. ارزیابی این انجمن از فرودگاه‌ها فقط بر اساس مقایسه و الگوسازی بوده و همه ساله به صورت رتبه بندی فرودگاه‌های مورد نظر را رتبه‌بندی می‌نماید. (atrsworld.۲۰۰۸.)

ارزیابی عملکرد فرودگاه‌ها

روند ارزیابی عملکرد فرودگاه‌ها از هنگامی آغاز شد که بحث خصوصی سازی آن‌ها در اواسط دهه ۸۰ میلادی به میان آمد. (Ouma , Adlerb, Yu, ۲۰۰۶: ۱۰۹)

ارزیابی عملکرد فرودگاه می‌تواند در ارزیابی و تعیین بهترین راهبردها جهت سرمایه‌گذاری در یک فرودگاه به کار رود. (Gillen , Waters, ۱۹۹۷: ۲۴۵) اغلب قریب به اتفاق مطالعات و روش‌های بکار رفته تاکنون از نوع مقایسه بوده است، هر چند ابزارهای آن متفاوت بوده‌اند. یکی از پرکاربردترین ابزارها برای مقایسه، تحلیل فراگیر (پوششی) داده‌ها است.

فن تحلیل فراگیر (پوششی) برای ارزیابی عملکرد سازمان‌های دولتی و غیرانتفاعی که اطلاعات قیمتی آن‌ها معمولاً در دسترس نیست یا غیرقابل اتکاء است کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارد. (امامی میبدی، ۱۳۸۴: ۱۲۴)

حوزه‌های راهبردی عملکرد فرودگاهی با استفاده از کارت امتیازی متوازن

چهار مدل مختلف جهت استخراج شاخص‌ها وجود دارد. این چهار مدل عبارت‌اند از مدل سامانه‌ای یا منطقی؛ مدل جریان فرایند؛ مدل تجزیه و تحلیل سببی؛ مدل شناخت حوزه‌های کلیدی که حوزه‌های کلیدی سازمان را مشخص و سپس در داخل آن‌ها شاخص‌های کلیدی استخراج می‌شوند. شاخص‌های کلیدی نمایان‌گر فعالیت‌های آن حوزه هستند. (محمدبیگی خورتا بسرا، ۱۳۸۳: ۴۳)

در این تحقیق از روش کارت امتیازی متوازن^۲ و مدل چهارم جهت تشخیص حوزه‌های راهبردی فرودگاهی استفاده و شاخص‌های کلیدی عملکرد استخراج خواهد شد. روش کارت امتیازی متوازن چهار جنبه مالی، مشتریان، فرایندهای داخلی و رشد و یادگیری را در تعیین شاخص‌ها به کار می‌برد. با بکارگیری این دیدگاه حوزه‌های کلاسیک مطرح شده در سامانه ارزیابی عملکرد کارت امتیازی متوازن، حوزه‌های کاملی را در تعیین شاخص‌های فرودگاه نمی‌دهد. به عنوان مثال، ایمنی در یک فرودگاه سرلوحه راهبردهای فرودگاهی است؛ اما این حوزه را در این

^۱ ATRS: Air Transport Research Society

^۲ BSC :Balanced ScoreCard

روش نمی‌توان به عنوان یک حوزه انتخاب کرد. لذا چهارحوزه مذکور در معیارهای کارت امتیازی متوازن، گاهی تغییر یافته‌اند.

به عنوان مثال طراحان کارت امتیازی متوازن برای فرودگاه چهارحوزه مالی، مسافری، پرواز و جامعه را برای تعیین شاخص‌ها به جای چهارحوزه فوق برگزیده‌اند. (Strategyact.n.d) در فرودگاه هوستون از سامانه کارت امتیازی متوازن در پنج حوزه محیط، مشتری، فرایند، کارکنان و تجارت جهت شناخت حوزه‌های فعالیتی استفاده شده است. (Fly²houston.n.d)

با تکیه بر اهداف ارائه شده از سوی ایکائو در یک فرودگاه و با بکارگیری سامانه ارزیابی عملکرد کارت امتیازی متوازن، حوزه‌های ذیل به عنوان حوزه‌های اصلی فرودگاه شناسایی شدند: ۱- ایمنی ۲- اقتصادی ۳- محیطی ۴- کیفیت خدمات ۵- تأخیر و ظرفیت ۶- بهره‌وری. این شش حوزه تقریباً تمامی اهداف و عملکرد فرودگاه‌ها را پوشش می‌دهند. حوزه اقتصادی جنبه مالی، حوزه ایمنی و تأخیر و ظرفیت جنبه فرایندهای داخلی، حوزه محیطی و کیفیت خدمات نیز جنبه مشتریان را پوشش خواهد داد ضمن اینکه شاخص‌های بهره‌وری در راستای تأمین جنبه‌های رشد و یادگیری به کار خواهند رفت. هدف از این تحقیق ارائه جزئیات کامل، به نحوی که تمامی موارد محتمل و ممکن را نشان دهد، نیست بلکه تمرکز بر آن بخش‌هایی خواهد بود که قابل دسترسی بوده و بتواند تاثیرات عمده عملکرد فرودگاهی را نشان دهد. همچنین سعی بر این خواهد بود که در هر حوزه تعداد شاخص‌ها به نحوی باشد که هم قابل اندازه‌گیری باشند، هم به هدف‌های راهبردی رهنمون شوند و هم اینکه تعداد آن‌ها زیاد نباشد. از طرفی فرودگاه‌ها فعالیت‌های مشابهی دارند که اهداف مختلفی را در پی داشته و غالباً نیز بر یکدیگر تأثیر داشته و گاه‌ها نیز با یکدیگر در تعارض هستند. به همین دلیل پیشنهاد یک سری از شاخص‌ها بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های فرودگاه یک اقدام نادرست می‌باشد.

الف- حوزه ایمنی: اصلی‌ترین و اولین هدف ایکائو در صنعت حمل و نقل هوایی، ایمنی می‌باشد. اندازه‌گیری ایمنی در این تحقیق نشان‌گر ارزیابی نتایج است، به این معنی که سطح ایمنی حاصله در فرودگاه فارغ از ارزیابی دستورالعمل‌ها، اعمال قوانین و مقررات، فرایندها یا نیازمندی‌های ایمنی است. ایمنی در فضای فرودگاه یکی از چارچوب‌هایی است که باید در ارزیابی مدیریت

^۱ از آنجائی که شاخص‌های بهره‌وری از مهم‌ترین وسایل سنجش عملکرد به خصوص در مقایسه با سایر فرودگاه‌ها بوده و اکثر تحقیقات موجود در صنعت هوایمایی از شاخص‌های بهره‌وری، مقایسه و الگوسازی استفاده نموده‌اند لذا در زمره حوزه‌های عملکردی محسوب شدند.

ترافیک هوایی بررسی شده و از شمول این تحقیق خارج است. این حوزه در سه سطح باندهای پروازی، باندهای خزش و پارکینگ پروازی تقسیم‌بندی شده و نمایان‌گر کلی از ایمنی در آن‌ها می‌باشد. سامانه ایمنی فرودگاه باید ارزیابی کامل از وضعیت ایمنی داشته باشد. سوانح رخ داده در باند اصلی‌ترین شاخص فرودگاه‌ها در این زمینه است. در کنار تعداد سوانح واقعی رخ داده در باند، از برخی شاخص‌های دیگر که متکی بر سنجش خطرپذیری می‌باشند نیز استفاده می‌شود. در این قسمت از برخی شاخص‌های پیش‌نگر از جمله شاخص‌های خطرپذیری‌های باند بهره‌برداری می‌شود. خطرپذیری باند عبارت است از هر گونه اتفاق، پیشامد یا رخداد در یک فرودگاه توسط هواپیما، اشخاص، وسائط نقلیه، اشیا و یا هرچیزی که ایجاد خطر بالقوه جهت هواپیماهای در حال پرواز، فرود و یا خزش می‌کنند. برخی دیگر از شاخص‌هایی که در این قسمت می‌توان تعریف کرد عبارت‌اند از مجموع تعداد حوادث جدی، مجموع سایر حوادث قابل وقوع یعنی حوادثی که بر ایمنی تأثیرگذار هستند و به طور بالقوه قابلیت ایجاد یک سانحه یا حادثه جدی را دارا هستند از قبیل عبور یک خودرو با فاصله بسیار نزدیک از کنار هواپیما و یا عبور دو هواپیما از کنار هم با فاصله بسیار نزدیک و امثال آن‌ها. هرکدام از این نسبت‌ها می‌تواند به حوزه باند، باندخزش و پارکینگ نیز تقسیم‌بندی شوند.

ب- حوزه اقتصادی: عملکرد اقتصادی همانند بسیاری از صنایع و سازمان‌ها در دو بخش درآمد و هزینه بررسی خواهند شد و شاخص‌های هر بخش به تفکیک استخراج خواهد شد.

درآمدهای فرودگاه: جدا از کمک‌های دولتی، منابع کسب درآمد در یک فرودگاه را می‌توان به دو صورت درآمدهای حاصل از عملیات‌های هوانوردی و درآمدهای حاصل از عملیات‌های غیرهوانوردی تقسیم‌بندی کرد. درآمدهای حاصل از تسهیلات هوانوردی شامل چند منبع عمده درآمدهای حاصل از نشستن هواپیما، درآمدهای حاصل از مسافر و بار و درآمدهای حاصل از پارکینگ و آشیانه می‌باشند. منابع درآمد خدمات غیرهوانوردی شامل چند منبع عمده درآمدهای حاصل از واگذاری سوخت و سایر موارد مربوط تجاری، خدمات عمومی و مغازه‌های موجود در فرودگاه، اجاره بخشی از فرودگاه و یا تجهیزات مربوط می‌باشند. (ICAO Doc 9۵۶۲، ۲۰۰۶: ۲-۴).

هزینه‌های فرودگاه: هزینه‌های فرودگاه به دو روش هزینه‌ای و حوزه‌های فرودگاهی طبقه‌بندی می‌شوند. در کشورهای توسعه‌یافته، روش دوم چون بسیار شبیه واحدهای تجاری راهبردی^۱ است

^۱SBU : Strategic Business Unit

ترجیح داده می‌شود، چرا که با استفاده از این روش امکان کاهش هزینه بخش‌های مختلف و در نتیجه افزایش درآمد، وجود دارد. (Ibid)

پ- حوزه محیطی: هم‌زمان با نظریه توسعه پایدار نیاز بسیار ضروری جهت پیش‌بینی اثرات محیطی حمل و نقل هوایی احساس شد. دو عامل مهم و اساسی که حمل و نقل هوایی بر محیط پیرامون خود اثر می‌گذارد آلودگی صوتی و انتشار گازهای آلوده متصاعد از هواپیماها می‌باشند. بیشترین تاثیر بر روی جوامع و محیط اطراف از ناحیه صدای هواپیما می‌باشد ضمن اینکه انتشار گازها هم بر روی جامعه جهانی و هم بر روی جوامع اطراف فرودگاه تاثیر دارد.

آلودگی صوتی درحین خزش، آزمایش موتور و به ویژه در هنگام افزایش قدرت موتور جهت پرواز و در ضلع آخر هنگام فرود، مشکل اساسی فرودگاه‌ها است. سامانه نظارت دائم جهت پایش سطوح صدا در پیرامون فرودگاه باید اطلاعات مربوط به آلودگی صوتی را در اطراف فرودگاه جمع‌آوری نماید. (ICAO Annex ۱۶ V ۱، ۲۰۰۸: ۲۳) آزمایش نویز شامل چند مرحله پرواز و فرود و سنجش صدا در بعضی نقاط خاص می‌باشد. این نقاط شامل نقطه سنجش صدا در هنگام پرواز، نقطه سنجش صدا در هنگام تقرب جهت فرود، نقطه سنجش صدا از مکان‌های جانبی، که مورد سوم می‌تواند شامل چندین مکان باشد. (۳۰: همان)

اثرات انتشارات گازها در محیط معمولاً بر حسب واحد وزن اندازه‌گیری می‌شود. ایکائو در کتاب DOC ۹۳۰۴ تحت عنوان گازهای منتشرشده از موتور هواپیما اقدام به تهیه پایگاه اطلاعاتی از نوع و میزان گازهای منتشره از انواع موتور هواپیماها نموده است. این پایگاه اطلاعاتی شاخص‌ها را بر اساس وزن آلودگی بر حسب گرم و وزن سوخت به کیلوگرم محاسبه نموده است. مواردی که جهت دود و گازهای منتشره از موتورهای توربوفن و توربوجت باید کنترل شوند عبارت‌اند از دود و گازهای منتشره شامل هیدروکربن‌های سوخته‌نشده^۱، مونواکسیدکربن^۲، اکسید نیتروژن^۳، گازهای آلوده‌کننده هیدروکربن‌ها. این گازها در هنگام ورود و خروج برحسب واحد جرم اندازه‌گیری می‌شود. (۲۲: همان)

ت- حوزه کیفیت خدمات: شاخص‌های موجود در این حوزه کیفی و کمی هستند. انواع معیارهای ذیل جهت منابع اطلاعاتی به کار می‌روند: اندازه‌گیری مستقیم زمان‌های انتظار درحوزه‌های فرآیند مسافری؛ بررسی‌های مربوط به مشتریان از استانداردهای خدمات و تسهیلات

قابل دسترس در ترمینال‌ها و دسترسی‌های مربوط؛ شاخص‌های مرتبط با ظرفیت بکار گرفته شده؛ بررسی‌های مربوط به شرکت‌های هواپیمایی در رابطه با استانداردها و در دسترس بودن خدمات؛ اطلاعات حاصله از شرکت‌های هواپیمایی. (۴۸: ۴، ۲۰۰۸: TRB ACRP Report) رضایت‌مندی مسافری از خدمات ارائه شده در فرودگاه یک شاخص مهم در عملیات یک فرودگاه محسوب می‌شود. دسترسی به فرودگاه یکی از جنبه‌های مهم این حوزه است که الگوی خاصی جهت آن برای همه فرودگاه‌ها در همه جا پیش‌بینی نشده است.

ث- حوزه تأخیر و ظرفیت: حوزه تأخیر، یکی از حوزه‌های بسیار تاثیرگذار در رضایت‌مندی مشتریان می‌باشد. بسیاری از محققین در این حوزه از شاخص‌های متعددی استفاده کرده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به درصد پروازهای تأخیری (قابل کنترل و غیرقابل کنترل)، درصد تأخیر پروازهای بین‌المللی، درصد تأخیر پروازهای داخلی، بار و هواپیمایی خصوصی و... اشاره نمود. تأخیر در سه بخش ورودی، خروجی و در طی پرواز رخ می‌دهد. در بخش‌های ورودی و خروجی این تأخیرها ممکن است در خزش و یا به دلیل افزایش ترافیک و کمبود ظرفیت باشد. تأخیرهای ورودی تابعی از تأخیرهای خروجی و تأخیرهای پرواز است، ضمن اینکه تأخیرهای خروجی هم روی تأخیرهای ورودی اثرگذار است. این حوزه نشان‌گر کاملی از مجموع عملکرد سامانه است.

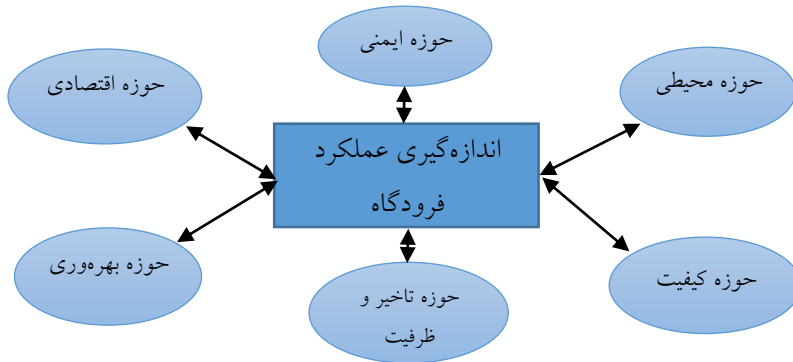
در این میان مهم است که میزان تأخیرها را برحسب میزان تأخیر دسته‌بندی کرد. برخی سازمان‌های تحقیقاتی تأخیرهای زیر ۱۵ دقیقه را قابل قبول، بین ۱۵-۲۹ دقیقه را تأخیر زیاد و بین ۳۰-۴۴ دقیقه را خیلی زیاد و بیشتر از ۴۴ دقیقه را تأخیر بسیار بزرگ تقسیم‌بندی کرده‌اند. (flightstats.n.d.)

ظرفیت در فرودگاه در دو بخش هوایی و زمینی تعریف می‌شود. در بخش زمینی شامل ظرفیت ترمینال و دسترسی به فرودگاه است و در بخش هوایی شامل ظرفیت باند، ظرفیت باند خزش، فضای فرودگاه و پارکینگ هواپیما می‌باشد. ظرفیت فضای فرودگاه در مدیریت ترافیک هوایی بوده و یکی از روش‌های استفاده از فضا مدیریت ظرفیت و روش جدیدتر سامانه تصمیم‌گیری اشتراکی^۱ است. در این روش، تمامی ذینفعان بخش هوایی موثر و شفاف با به اشتراک گذاردن اطلاعات همکاری می‌نمایند. روش‌های گوناگونی جهت تجزیه و تحلیل ظرفیت فرودگاه به کار

رفته است. سازمان ملی هوانوردی آمریکا در کتاب تأخیر و ظرفیت فرودگاه^۱ مدلی را تحت عنوان مدل تأخیر و ظرفیت فرودگاه^۲ با استفاده از تعدادی ورودی، ظرفیت فرودگاه را مشخص می‌کند. ج- حوزه بهره‌وری: شاخص‌های بهره‌وری عبارت‌اند از نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها. انواع عمومی این مقیاس‌ها را به عنوان نمونه می‌توان به تعداد مسافری به کارکنان، تعداد پرواز هواپیماها به کارکنان و وزن بار به کارکنان اشاره نمود. شاخص‌های بهره‌وری از مهم‌ترین وسایل سنجش عملکرد به خصوص در مقایسه با سایر فرودگاه‌ها می‌باشند.

مطالعه موردی: طراحی سامانه اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه مهرآباد

با عنایت به مبانی نظری پیش‌گفته عملکرد هر فرودگاه برآیند و تابعی از عملکرد شش حوزه عملکردی ایمنی، اقتصادی، محیطی، کیفیت خدمات، تأخیر و ظرفیت و بهره‌وری فرودگاه است. این مفهوم در مدل مفهومی تحقیق در شکل ۱ نمایش داده شده است. بر اساس این مدل، شش حوزه عملکردی ایمنی، اقتصادی، محیطی، کیفیت خدمات، تأخیر و ظرفیت و بهره‌وری متغیرهای مستقل و اندازه‌گیری عملکرد فرودگاه متغیر وابسته تحقیق می‌باشند.



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق

روش‌شناسی

این تحقیق بر مبنای دستاورد تحقیق از نوع کاربردی-توسعه‌ای، بر مبنای نوع داده‌های مورد استفاده از نوع کمی و کیفی و روش گردآوری اطلاعات نیز از نوع تحقیقات میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای است. جامعه آماری شامل مسئولین، مدیران و کارشناسان ارشد خبره ستادی باتجربه بالای ۲۵ سال در صنعت هوانوردی کشوری می‌باشند. حجم این جامعه آماری کمتر از ۱۰۰ نفر

^۱ FAA Advisory Circular ۱۵۰/۵۰۶۰-۵, Airport Capacity And Delay

^۲ACDM: Airport Capacity And Delay Model

(در حدود ۵۰) برآورد می‌شود و لذا از روش تمام‌شمار برای حجم نمونه استفاده شده است. جهت شناسایی شاخص‌های هر حوزه عملکرد در فرودگاه مهرآباد، تعداد ۴۶ پرسشنامه بین کارشناسان و متخصصین هوانوردی توزیع شد که ۲۴ پرسشنامه تکمیل شده عودت گردید. طراحی پرسشنامه به روش لیکرت به طور مستقل در شش حوزه ایمنی، اقتصادی (درآمد- هزینه)، محیطی (گاز - نویز)، تأخیر و ظرفیت، بهره‌وری و کیفیت خدمات انجام شد و برای هر حوزه عملکردی تجزیه و تحلیل مستقل آماری انجام شد و هریک از این حوزه‌ها به ترتیب حاوی ۱۲، ۱۸، ۴، ۲۲، ۹ و ۲۰ گویه (جمعاً ۸۵ گویه) بودند. نرم افزار مورد استفاده جهت تجزیه و تحلیل آماری SPSS می‌باشد. جهت ارزیابی پایایی پرسشنامه نیز از آلفای کرونباخ استفاده شده و پایایی هر حوزه که بیش از ۰/۷ باشد مورد تأیید می‌باشد.

یافته‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به تعداد زیاد متغیرها در هر حوزه، از روش تجزیه و تحلیل عامل (آنالیز فاکتور) جهت دسته‌بندی متغیرها و عوامل آن استفاده می‌شود. اولین نکته برای انجام تجزیه و تحلیل عامل، اطمینان از داشتن همبستگی داخلی مناسب بین متغیرهاست. اگر یک متغیر ارتباطی با سایر متغیرها نداشته باشد و یا این که دارای ارتباط بسیار زیاد با آن‌ها باشد این متغیر باید مستثنی شود. جهت تعیین همبستگی بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون (جدول R-Matrix) و در ادامه از اعداد Significance Value استفاده شده است. در صورتی که ضرائب همبستگی یک متغیر بیشتر از ۰/۹ باشد نشان از همبستگی بالای آن متغیر و در صورتی که اکثر مقادیر Significance Value در جدول (sig¹-tailed) بیشتر از ۰/۰۵ باشد نشان از یک خطی بودن داده‌ها دارد. همچنین درمیان ماتریس R بیشتر از ۰/۰۰۰۰۱ نشان از عدم مشکل برای داده‌ها از لحاظ چندخطی بودن است.

از جمله دیگر آزمون‌های بکار رفته در این تحقیق، آزمون 'KMO' است. ضریب KMO بین صفر و یک است. میزان صفر نشان‌دهنده آن است که مجموع همبستگی‌های جزئی نسبت به مجموع همبستگی‌ها بزرگ است و نشانه فشرده نبودن داده‌ها و پخش بودن آن‌ها در الگوی همبستگی است. (بنابراین تجزیه و تحلیل عامل نامناسب است). میزان یک برای ضریب KMO نشانگر آن است که الگوی همبستگی فشرده است و تجزیه و تحلیل عامل، عامل‌های مطمئن و خوبی را نشان می‌دهد. در مجموع برای مقادیر KMO بزرگ‌تر از ۰/۵ اندکی قابل قبول، بین ۰/۵ تا

^۱ Kaiser-Meyer-Olkin TEST

۰/۷ حد متوسط، بین ۰/۷ تا ۰/۸ خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ خیلی خوب و بیشتر از ۰/۹ عالی است. بعد از استخراج عامل‌ها توسط نرم افزار از ماتریس Rotated Factor Matrix، جهت تعدیل بارگذاری (لودینگ) متغیر برای هر عامل استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل عامل یک ابزار اکتشافی است که محقق را جهت اتخاذ راه‌کارهای مناسب هدایت می‌کند.

حوزه ایمنی فرودگاه مهرآباد: پایایی پرسشنامه این حوزه با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۰۴ مورد تأیید است. مقدار ضریب KMO برابر ۰/۶۱۰ است و بنابراین اطلاعات در حد متوسطی قرار دارند. مقدار دترمینان ماتریس R مساوی با $10^{-5} \times 3/7$ است که بیشتر از ۰/۰۰۰۰۱ بوده و نشان می‌دهد که مشکل چند خطی بودن دیتا وجود ندارد. جدول Rotated Factor Matrix که جدول نهایی مولفه‌های این حوزه است نشان‌گر آن است این حوزه از چهار مولفه اصلی تشکیل شده است. عامل اول سوانح و رویدادهای مربوط به پارکینگ (رمپ) پردازی، عامل دوم رویدادهای مربوط به باند خزش و مولفه چهارم مربوط به رویدادهای باند پروازی (بجز شاخص اول) است. مولفه سوم ترکیبی از سه عامل پیش‌گفته است که پوششی برای آن‌ها داده است. شاخص اول کم‌ترین بار را روی چهار مولفه دارد ولی می‌دانیم که این شاخص بیشترین امتیاز را در پرسشنامه (۱۷۸ امتیاز) کسب کرده و از نظر خبرگان دارای بیشترین اهمیت است. بار کم این شاخص روی سایر مولفه‌ها احتمالاً ناشی از تک‌خطی بودن آن است. با توجه به جمع‌بندی نتایج این تجزیه و تحلیل، سه مولفه رویدادهای مربوط به باندهای پروازی (بجز شاخص اول)، رویدادهای مربوط به باند خزش، رویدادهای مربوط به پارکینگ پروازی و شاخص تعداد سوانح رخ داده در باند پردازی به عنوان چهار شاخص اصلی شناسایی می‌شوند.

حوزه اقتصادی فرودگاه مهرآباد: دریافت عوارض خدمات فرودگاهی در ایران بر اساس وزن هواییما است. درآمدهای بخش غیر هوانوردی چون عمدتاً به صورت واگذاری امتیازات، تبلیغات و یا اجاره می‌باشد معمولاً به صورت بازه‌های زمانی (مثلاً شش ماهه) می‌باشد.

در بخش درآمد پایایی پرسشنامه این حوزه با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۴۵ مورد تأیید است. مقدار ضریب KMO به میزان ۰/۶۶۳ است و بنابراین اطلاعات در حد متوسط قرار دارد. مقدار دترمینان مساوی با ۰/۰۰۳ است که نشان می‌دهد که مشکل چندخطی بودن داده‌ها وجود ندارد. جدول Rotated Factor Matrix دو مولفه اصلی به دست می‌آید که مولفه اول بارگذاری (لودینگ) شاخص‌های ۲،۵،۶،۷،۸ (و قدری از شاخص ۳) و مولفه دوم از شاخص‌های ۱،۹،۳،۴ تاثیر

می‌گیرد. این نشان از تقسیم درآمدها به دو بخش درآمدهای حاصل از فعالیت‌های هوانوردی (شاخص‌های ۱ الی ۴) و درآمدهای حاصل از فعالیت‌های غیرهوانوردی (شاخص‌های ۵ الی ۸) دارد. شاخص ۹ کم‌ترین اثر را روی دو مولفه فوق دارد.

در بخش هزینه‌ها پایائی پرسشنامه این حوزه با ضریب آلفای کرونباخ $0/879$ مورد تأیید است. مقدار ضریب KMO به میزان $0/733$ است و بنابراین اطلاعات در حد خوبی است. مقدار دترمینان مساوی با $0/004$ است و نشان می‌دهد که مشکل چند خطی بودن داده‌ها وجود ندارد. جدول Rotated Factor Matrix نشان‌گر آن است که از دو مولفه اصلی تشکیل شده که مولفه اول شامل شاخص‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و مولفه دوم شامل ۹، ۸، ۷، ۶ است. شاخص ۵ در این جدول در مولفه دوم قرار گرفته ولی با مشاهده جدول ماتریس همبستگی می‌بینیم که مقادیر جدول sig(1-tailed) در این شاخص با سایر شاخص‌ها تعداد زیادی بیشتر از $0/05$ است که نشان از همبستگی کم این شاخص با بقیه دارد لذا با حذف این شاخص این اشکال از بین می‌رود. اما دو مولفه به وجود آمده نشان از دو بخش اصلی است که ما نیز به آن اشاره داشتیم. هزینه بخش هوایی و هزینه بخش زمینی.

حوزه تأخیر و ظرفیت فرودگاه مهرآباد: در بخش تأخیر پایایی پرسشنامه این حوزه با ضریب آلفای کرونباخ $0/939$ مورد تأیید است. مقدار ضریب KMO به میزان $0/826$ در حد خیلی خوبی است. مقدار دترمینان ماتریس R مساوی $10^{-5} \times 2/6$ نشان می‌دهد که مشکل چندخطی بودن دیتا وجود ندارد. جدول Rotated Factor Matrix نشانگر دو عامل و مولفه اصلی است که مولفه اول بیشترین وزن را از شاخص‌های ۷ و ۸ و ۹ پذیرفته است که نشان‌گر میزان تأخیر پروازهای خروجی است. مولفه دوم بیشترین وزن را از شاخص‌های ۳، ۴ و ۶ و تا حدودی ۱ پذیرفته که نشان‌گر میزان تأخیر پروازهای ورودی است. لذا دو عامل میزان تأخیر پروازهای ورودی و میزان تأخیر پروازهای خروجی به عنوان مولفه‌های اصلی در نظر گرفته شده‌اند.

در بخش ظرفیت پایایی پرسشنامه با آلفای کرونباخ $0/867$ مورد تأیید است. مقدار ضریب KMO به میزان $0/724$ در حد خوبی است. مقدار دترمینان $0/001$ نشان می‌دهد که مشکل چندخطی بودن داده‌ها وجود ندارد. جدول Rotated Factor Matrix نشان‌گر سه عامل و مولفه اصلی است. مولفه اول بیشترین تأثیر را از شاخص‌های ۹ و ۱۰ می‌پذیرد و تحت عنوان میزان حجم بار خواهد بود. مولفه دوم نیز بیشترین تأثیر را از شاخص‌های ۲ و ۳ و ۴ می‌پذیرد که تحت عنوان

میزان پروازها می‌باشد و سرانجام مولفه سوم که بیشترین تأثیر را از شاخص‌های ۷ و ۸ می‌پذیرد که تحت عنوان میزان مسافری بین‌المللی و داخلی است. این مولفه‌ها با تجزیه و تحلیل و تقسیم‌بندی ما در بخش مربوط به ظرفیت مطابقت دارد، آنجا که ظرفیت را در بخش‌های هوایی و زمینی تعریف کردیم.

حوزه کیفیت خدمات فرودگاه مهرآباد: پایانی پاسخ‌نامه با آلفای کرونباخ $0/924$ مورد تأیید است، اما با مشاهده جداول R-Matrix و Significant Value متوجه می‌شویم که جدول دچار مشکل یک‌خطی بودن اطلاعات است. با نگاه به متغیرهایی که Significant Value اکثریت آن‌ها از $0/05$ بیشتر است می‌بینیم که تعداد زیادی از ۲۰ متغیر موجود در جدول دارای مقادیری هستند که اکثریت آن‌ها از $0/05$ بیشتر است و دترمینان ماتریس مساوی با $10^{-12} \times 4/6$ نیز مؤید این مطلب است. با تجزیه و تحلیل‌های مجدد به این نتیجه رسیدیم که برای حل این مشکل باید در حدود نصف متغیرها از جدول حذف شوند که حذف این تعداد احتمالاً ما را به نتایج گمراه‌کننده‌ای رهنمون می‌کند. لذا تصمیم به دسته‌بندی متغیرها و شاخص‌های جدول کردیم.

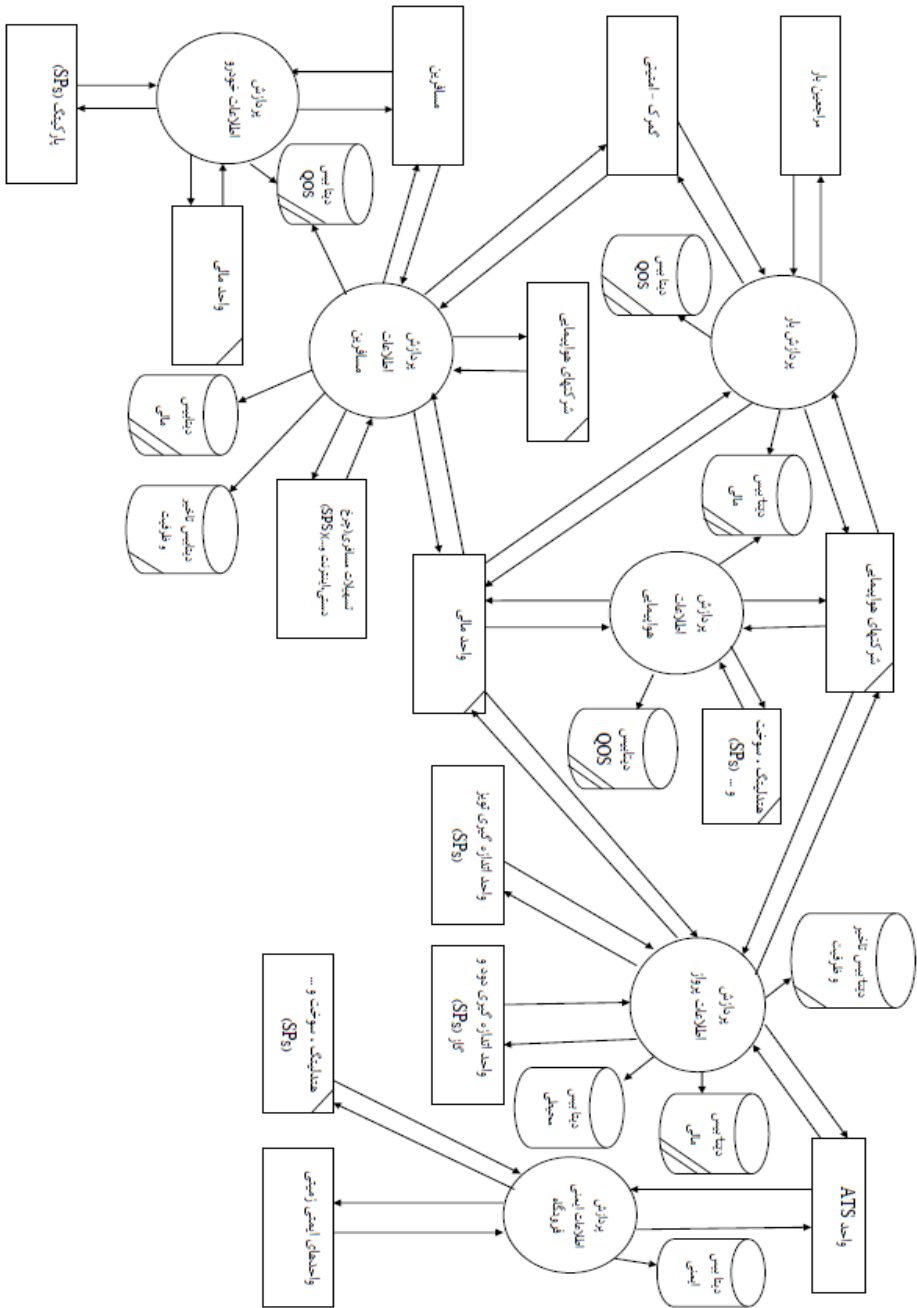
شاخص‌های جدول QOS در شش دسته تعداد مسافری حاضر در ترمینال، زمان فرایندهای مسافری، پردازش بار همراه مسافر، وضعیت عمومی ترمینال، پارکینگ و دسترسی به فرودگاه قرار می‌گیرند. متغیرهای سه دسته اول را جدا کرده و تجزیه و تحلیل عامل را روی این سه دسته (تعداد ۱۲ متغیر) انجام داده و به همین ترتیب روی سه دسته دوم (تعداد ۸ متغیر) نیز تجزیه و تحلیل عامل انجام دادیم. پایانی جدول اول با آلفای کرونباخ $0/893$ و جدول دوم با آلفای کرونباخ $0/841$ مورد تأیید است. در دسته اول مقدار ضریب KMO برابر $0/721$ است که در حد خوب است. دترمینان ماتریس R نیز برابر $0/03$ است و مشکل چندخطی بودن داده‌ها وجود ندارد.

برای دسته دوم نیز در دسته اول مقدار ضریب KMO برابر $0/644$ است که در حد متوسط قرار دارد. دترمینان ماتریس R نیز برابر $0/008$ است و مشکل چندخطی بودن داده‌ها وجود ندارد. این دسته نیز پس از تجزیه و تحلیل طبق جدول Rotated Component Matrix از سه دسته تشکیل می‌شود. مولفه اول بیشترین تأثیر را از شاخص‌های ۱۵ و ۱۶ می‌گیرد و لذا مولفه اول به عنوان پارکینگ در نظر گرفته می‌شود. مولفه دوم بالاترین بارگذاری (لودینگ) را از متغیر ۱۳ دارد و این مولفه همان وضعیت عمومی ترمینال است. مولفه سوم هم تأثیر خود را از مولفه‌های ۱۸ و ۱۹ دارد که تحت عنوان دسترسی نامیده می‌شود. نتیجه اینکه این حوزه به شش مولفه اصلی تعداد

مسافرین حاضر در ترمینال، زمان فرایندهای مسافری، پردازش بار همراه مسافر، وضعیت عمومی ترمینال، پارکینگ و دسترسی به فرودگاه تقسیم شد.

حوزه محیطی: پایایی پرسشنامه بخش گازهای منتشره از هواپیماها با میزان آلفای کرونباخ ۰/۸۹۴ مورد تأیید است. مقدار KMO برابر ۰/۵۰ است و بنابراین اطلاعات ما در حد متوسط قرار دارد. دترمینان ماتریس R برابر ۰/۳۲۶ است و مشکل چندخطی بودن داده‌ها وجود ندارد. با مشاهده جدول Rotated Component Matrix یک مولفه که از هر دو شاخص ۱ و ۲ تاثیر می‌گیرد، تشکیل شده است. در بخش صدا(نویز) و آلودگی صوتی توصیه یکاانو به کشورهای عضو، تهیه خطوط هم‌صدا و ترازهای صوتی و تعیین نقاط بحرانی اطراف فرودگاه است. پایایی پرسشنامه این بخش با میزان آلفای کرونباخ ۰/۷۹۷ مورد تأیید است. مقدار KMO برابر ۰/۵۰۰ است و بنابراین اطلاعات ما در حد متوسط قرار دارد. دترمینان ماتریس R برابر ۰/۵۵۹ است و مشکل چندخطی بودن داده‌ها وجود ندارد. همانند قسمت گاز، با مشاهده جدول Component Rotated Matrix می‌بینیم که یک مولفه که از هر دو شاخص ۱ و ۲ تاثیر می‌گیرد، تشکیل شده است.

حوزه بهره‌وری: پایایی پرسشنامه این حوزه با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۷۴ مورد تأیید است. به دلیل اینکه شاخص‌های این حوزه برای مقایسه و رتبه‌بندی استفاده شده و ضمناً شاخص‌هایی برگرفته از حوزه‌های قبل بودند لذا دسته‌بندی و تجزیه و تحلیل عامل در این حوزه استفاده نشده و تنها به شناسایی این شاخص‌ها اکتفا گردید. با جمع‌بندی مطالب و یافته‌های فوق سامانه اندازه‌گیری عملکرد و جریان اطلاعات فرودگاه مهرآباد در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲- سامانه اندازه‌گیری عملکرد و جریان اطلاعات فرودگاه مهرآباد

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج حاصل از این تحقیق شناسایی ۸۲ شاخص در ۶ حوزه عملکردی است. به طور کاملاً اجمالی این شاخص‌ها در هر حوزه عبارت‌اند از:

حوزه عملکرد **ایمنی** با هدف راهبردی افزایش ایمنی هواپیماها و مسافران؛ در سه بخش **باندهای پروازی**، **باندهای خزش و پارکینگ‌های پروازی** دسته‌بندی شدند. شاخص‌های دسته **باندهای پروازی** عبارت‌اند از تعداد سوانح رخ داده در باندهای پروازی در بازه زمانی؛ تعداد حوادث جدی در باندهای پروازی فرودگاه در بازه زمانی؛ سایر حوادث در باندهای پروازی فرودگاه در بازه زمانی؛ تعداد خطرپذیری باندها^۱ در باندهای پروازی فرودگاه در بازه زمانی؛ تعداد حوادث جدی در باندهای خزش فرودگاه در بازه زمانی؛ سایر حوادث در باندهای خزش فرودگاه در بازه زمانی؛ تعداد خطرپذیری باندهای خزش فرودگاه در بازه زمانی. شاخص‌های دسته **رمپ‌های پروازی** عبارت‌اند از تعداد سوانح رخ داده در رمپ‌های پروازی در بازه زمانی؛ تعداد حوادث جدی در رمپ‌های پروازی در بازه زمانی؛ سایر حوادث در رمپ‌های پروازی در بازه زمانی؛ تعداد خطرپذیری رمپ‌های پروازی در بازه زمانی.

حوزه عملکرد **اقتصادی-درآمدها** با هدف راهبردی کسب حداکثر درآمد با رعایت قوانین دولتی و بین‌المللی در دو بخش **درآمدهای حاصل از امور هوانوردی و غیرهوانوردی** دسته‌بندی شدند. شاخص‌های دسته **اول** عبارت‌اند از درآمد حاصل از فعالیت‌های هوانوردی به عنوان درصدی از کل درآمد؛ درآمد حاصل از فعالیت‌های هوانوردی به هر مسافر؛ درآمد حاصل از فعالیت‌های هوانوردی به هر کارمند؛ درآمد حاصل از فعالیت‌های هوانوردی به ازاء هر هواپیما. شاخص‌های دسته **دوم** درآمد حاصل از فعالیت‌های غیر هوانوردی به عنوان درصدی از کل درآمد، درآمد حاصل از فعالیت‌های غیر هوانوردی به هر مسافر، درآمد حاصل از فعالیت‌های غیرهوانوردی به هر کارمند، درآمد حاصل از اجاره و یا واگذاری امتیازها به ازاء هر مسافر، درآمد حاصل از اجاره واحدهای تجاری به ازاء هر متر مربع.

^۱ Runway Incursion

حوزه عملکرد اقتصادی - هزینه‌ها با هدف راهبردی حداقل‌سازی هزینه‌ها بدون تأثیر بر اهداف اصلی فرودگاه از قبیل ایمنی، امنیت و کیفیت خدمات در دو بخش هزینه‌های مرتبط با بخش هوایی و زمینی دسته‌بندی شدند. شاخص‌های دسته اول عبارت‌اند از هزینه‌های بخش هوایی به کل هزینه‌ها؛ هزینه‌های بخش هوایی به ازاء هر هواپیما؛ هزینه‌های بخش هوایی به ازاء هر مسافر؛ هزینه‌های بخش هوایی به ازاء هر تن بار؛ هزینه کارکنان بخش هوایی به کل هزینه‌های بخش هوایی. شاخص‌های دسته دوم عبارت‌اند از هزینه‌های بخش زمینی به کل هزینه‌ها؛ هزینه کارکنان بخش زمینی به کل هزینه‌های بخش زمینی؛ هزینه‌های بخش زمینی به ازاء هر مسافر؛ هزینه‌های بخش زمینی به ازاء هر پرواز.

حوزه عملکرد محیطی در دو بخش صدا با هدف راهبردی کنترل و مدیریت صدا و آلودگی صوتی و گازها و دود منتشره از هواپیماها با هدف راهبردی کنترل و مدیریت گازها و دود منتشره از هواپیماها در محیط پیرامونی فرودگاه دسته‌بندی شدند. شاخص‌های دسته اول عبارت‌اند از تعداد هواپیماهای بالای سطح صدای تعیین شده در یک بازه زمانی؛ مدت زمانی که صدای هواپیماها بالای سطح صدای تعیین شده است. شاخص‌های دسته دوم عبارت‌اند از جرم گازهای منتشره CO ، HC ، NO_x و CO_2 از هواپیماها در یک بازه زمانی؛ مقدار دود منتشره از هواپیماها در یک بازه زمانی.

حوزه عملکرد کیفیت خدمات با هدف راهبردی رضایتمندی سهامداران فرودگاه و افزایش کیفیت خدمات عرضه شده به استفاده‌کنندگان در پنج بخش کنترل و بازرسی؛ سالن انتظار؛ بار؛ سالن ترمینال مسافری و دسترسی دسته‌بندی شدند. شاخص‌های بخش کنترل و بازرسی عبارت‌اند از تعداد باجه‌های کنترل، بازرسی دولتی (گمرک) و بازرسی امنیتی به هر پرواز؛ تعداد مسافرین ورودی در هر باجه گمرک، کنترل و بازرسی امنیتی در ساعت اوج ترافیک؛ متوسط زمان انتظار در باجه‌های کنترل، امنیتی و گمرک در ساعت اوج ترافیک برای هر مسافر. شاخص‌های بخش سالن انتظار عبارت‌اند از تعداد مسافرین خروجی به هر صندلی در سالن انتظار در ساعت اوج ترافیک؛ درجه ازدحام. شاخص‌های بخش بار عبارت‌اند از متوسط ظرفیت خروج سامانه بار؛ مدت زمان بین خاموش کردن هواپیما و اولین بار وارده در ترمینال؛ تعداد حوادث رخ داده و یا مفقود شدن بارها در یک بازه زمانی؛ متوسط زمان لازم برای تحویل و دریافت بار در ترمینال بار؛ اعلام بار، نمایش اطلاعات و فضای چرخش. شاخص‌های بخش سالن ترمینال مسافری عبارت‌اند از مساحت ترمینال به تعداد مسافرین در ساعت اوج ترافیک؛ مساحت سطح ترمینال مسافری به

تعداد شرکت‌های هواپیمایی؛ وضعیت درجه حرارت و رطوبت، پاکیزگی و بهداشت، وضوح و سطح صدا، تابلوها و نمایش اطلاعات پروازی، موقعیت باجه‌های اطلاعات، زنجیره مغازه‌های تجاری، در دسترس بودن چرخ‌های دستی و تهویه مطبوع هوای ترمینال مسافری. شاخص‌های بخش دسترسی عبارت‌اند از تعداد محل خالی پارک خودرو در ساعت اوج ترافیک؛ در دسترس بودن پارکینگ؛ زمان پارک خودروهای توقف بلندمدت و کوتاه‌مدت؛ دسترسی به مراکز اصلی شهر در ساعت اوج ترافیک؛ تنوع وسایل دسترسی به/ از مراکز اصلی شهر؛ ازدحام و ترافیک راه‌های دسترسی به/ از مراکز اصلی شهر؛ تصویر فرودگاه در سطح جامعه در مجموع.

حوزه عملکرد **تأخیر** با هدف راهبردی کاهش تأخیرها، هزینه و افزایش کارایی در دو بخش **تأخیرهای ورودی و خروجی** دسته‌بندی شدند. شاخص‌های بخش تأخیرهای ورودی عبارت‌اند از درصد پروازهای به موقع، با تأخیر زیاد، با تأخیر خیلی زیاد و با تأخیر بسیار بزرگ پروازهای ورودی نسبت به کل پروازها؛ تعداد هواپیماهای تأخیری ورودی به کل پروازها؛ مجموع زمان‌های تأخیرها به کل پروازها؛ مجموع زمان‌های تأخیرها؛ درصد پروازهای برگشتی به کل پروازها؛ درصد تأخیر پروازهای ورودی بین‌المللی، داخلی، بار و هواپیمایی خصوصی به کل پروازها. شاخص‌های بخش تأخیرهای خروجی عبارت‌اند از درصد پروازهای به موقع، با تأخیر زیاد، با تأخیر خیلی زیاد و با تأخیر بسیار بزرگ پروازهای خروجی نسبت به کل پروازها؛ تعداد هواپیماهای تأخیری خروجی به کل پروازها؛ مجموع زمان‌های تأخیرهای خروجی به کل پروازها؛ مجموع زمان‌های تأخیرهای پروازهای خروجی؛ درصد پروازهای لغو شده به کل پروازها؛ درصد تأخیر پروازهای خروجی بین‌المللی، داخلی، بار و هواپیمایی خصوصی به کل پروازها.

حوزه عملکرد **ظرفیت** با هدف راهبردی حداکثر استفاده بهینه از ظرفیت در دسترس فرودگاه در دو بخش **ظرفیت بخش هوایی و زمینی فرودگاه** دسته‌بندی شدند. شاخص‌های بخش ظرفیت بخش هوایی عبارت‌اند از تعداد پروازها در ساعت اوج ترافیک به ظرفیت اسمی (تعداد گیت‌ها)؛ تعداد کل پروازها در یک بازه زمانی به ازاء هر روز؛ تعداد پرواز به ازاء هر باند در ساعت اوج ترافیک؛ تعداد کل پروازها به شرکت‌های هوایی در یک بازه زمانی؛ تعداد پروازهای ورودی و خروجی به کل کارکنان فرودگاه. شاخص‌های بخش ظرفیت بخش زمینی عبارت‌اند از مساحت ترمینال مسافری به کل مسافران در ساعت اوج ترافیک؛ درصد مسافران بین‌المللی به کل مسافران؛ درصد مسافران داخلی به کل مسافران؛ مقدار حجم بار به مساحت ترمینال بار در یک بازه زمانی؛ مقدار حجم بار به کل کارکنان ترمینال بار.

شاخص‌های حوزه عملکرد بهره‌وری با هدف راهبردی حداکثر استفاده از منابع در دسترس فرودگاه و مقایسه و رتبه‌بندی فرودگاه‌ها عبارت‌اند از درصد پروازهای بین‌المللی، داخلی، خصوصی و بار به کل پروازها؛ درصد مسافری بین‌المللی و داخلی به کل مسافری؛ تعداد پروازها به تعداد کنترل‌کنندگان و کارکنان؛ تعداد مسافری به تعداد کارمندان فرودگاه؛ درآمدهای حاصل از فعالیت‌های هوانوردی و غیر هوانوردی به ازاء هر کارمند و هر مسافر؛ تعداد مسافر به ازاء هر متر مربع از ترمینال مسافری؛ میزان بار به ازاء هر کارمند؛ میزان بار به ازاء هر متر مربع از تسهیلات بار؛ تعداد پرواز به هر باند.

منابع

الف- فارسی

- اکبری، ع. (۱۳۸۶) **عملکرد چیست؟** <http://www.aliakbari.ir>.
- امامی میدی، ع. (۱۳۸۴) **اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)**، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.
- تولایی، ر. (۱۳۸۶) **رویکردهای نوین به ارزیابی عملکرد سازمان‌ها**، پایگاه مقالات مدیریت.
- حاجی جباری، ع.، سرآبادانی، م. (۱۳۸۶) **راهنمای کاربردی ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرایی**، انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.
- علی سلیمانی، ع. (۱۳۸۴)، **کارت امتیازی متوازن**، انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.
- عفتی داریانی، م.، رفیع زاده بقرآباد، ع.، رونق، م. (۱۳۸۶)، **مدیریت عملکرد (با نگاهی به ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرایی)**، انتشارات فرمنش، تهران.
- صدوقیان، م.، تدین، ع. (۱۳۸۵)، **دو مدل مکمل در ارزیابی عملکرد، ماهنامه تدبیر**، سال هجدهم، ش. ۱۷۹، تهران.
- محمدیگی خورتابسرا، ی. (۱۳۸۳)، **الگوی منطقی برای ارزیابی سازمان و برنامه‌ها، ماهنامه تدبیر**، سال چهاردهم، ش. ۴۴، تهران.

ب- انگلیسی

- Abbott, M., Wu, S. (۲۰۰۲), Total factor productivity and efficiency of Australian airports, *The Australian Economic Review*, No. ۳۵, pp. ۲۴۴-۲۶۰.
- Adler, N., Berechman, J. (۲۰۰۱), Measuring airport quality from the airlines viewpoint: An application of DEA, *Transport Policy*, No. ۸, pp. ۱۷۱-۱۸۱.
- Barros, C.P., Sampaio, A. (۲۰۰۴), Technical and Allocative Efficiency in Airports, *International Journal of Transport Economics*, No. ۳۱, pp. ۳۵۵-۳۷۷.
- Bazargan M, Vasigh B (۲۰۰۳), Size versus efficiency: a case study of US commercial airports, *AirTransp Manag*, pp. ۱۸۷-۱۹۳.
- Chin, A.T.H., Siong, L.E., (۲۰۰۱), *Airport Performance: a Comparative Study between Changi Airport and Airports in the New York-New Jersey metropolitan area*. World Conference on Transportation Research, Seoul.

- Doganis,R.,Graham,A., (۱۹۸۷), *Airport management:the role of performance indicators*. Transport Studies Group, Polytechnic of Central London.
- Dieke,P., Pestana Barrosa.C.(۲۰۰۷), Performance evaluation of Italian airports: A DEA, *Journal of Air Transport Management*, No. ۱۳, pp. ۱۸۴-۱۹۱.
- Federal Aviation Administration (۱۹۸۳), *Airport Capacity and Delay* , AC:150/5060-5. Washington ,D.C., USA.
- Fernandes, E., Pacheco, R.R. (۲۰۰۳), Managerial efficiency of Brazilian airports, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, No. ۳۷, pp. ۶۶۷-۶۸۰.
- Fung,M.K. Y., Wan,K.K.H.,Hui, Y.V.,Law,J.S.,(۲۰۰۸), Productivity Changes in Chinese airports ۱۹۹۵-۲۰۰۴, *Transportation Research Part E*, No. ۴۴(۳)
- Gillen,D.,Waters,W.G. (۱۹۹۷), Introduction to Airport performance measurement and airport pricing,*Transportation Res.-E*, Vol.۳۳, No. ۴, pp. ۲۴۵-۲۴۷.
- Gillen,D.,Lall,A.(۲۰۰۱), Developing Measures of Airport Productivity and Performance:an Application of DEA, *Transportation Research E*, Vol. ۳۳, pp. ۲۶۱-۲۷۳.
- Gillen,D.,LALL,A.(۱۹۹۷), Developing Measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis, *Transportation Res.-E* , Vol.۳۳ , No. ۴ , pp. ۲۶۱-۲۷۳.
- Gillen, D., Lall, A., (۱۹۹۷), Non-parametric measures of efficiency of US airports, *International Journal of Transport Economics*, No. ۲۸, pp.۲۸۳-۳۰۶.
- Graham,A.,Dennis,N.(۲۰۰۷), Airport traffic and Financial performance: A UK and Ireland case study, *Journal of Transport Geography*, No. ۱۵, ۱۶۱-۱۷۱.
- Hooper,P.G.,Hensher,D.A.,(۱۹۹۷), Measuring TFP of airports-An index number approach, *Transportation Res.*,Vol.۳۳, No.۴, pp. ۲۴۹-۲۵۹.
- ICAO.(۱۹۹۹), *AIRPORT Privatization Seminar/Forum For the NAM/CAR/SAM Regions. Control And Monitoring Measures States Should Apply In A Privatized AIRPORTS Environment*, Guatemala city, Guatemala.
- ICAO.(۲۰۰۶), *Doc9562,Airport Economics Manual*, Montréal, Canada.
- ICAO.(۲۰۰۸), *Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation, Environmental Protection-Volume I Aircraft Noise*, Montréal, Canada.
- ICAO.(۲۰۰۸), *Annex 16, Environmental Protection, Volume II Aircraft Engine Emissions*, Montréal, Canada.

- Lin, L.C., Hong, C.H. (۲۰۰۶), Operational Performance Evaluation of International Major Airports: An Application of Data Envelopment Analysis, *Journal of Air Transport Management*, No. ۱۲, pp. ۳۴۲-۳۵۱.
- Murillo-Melchor, C. (۱۹۹۹), An analysis of technical efficiency and productive change in Spanish airports using the Malmquist Index, *International Journal of Transport Economics*, No. ۲۶, pp. ۲۷۱-۲۹۲.
- Ouma, T., Adlerb, N., Yu, C. (۲۰۰۶), Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world's major airports, *Journal of Air Transport Management*, No. ۱۲, pp. ۱۰۹-۱۲۱.
- Parker, D. (۱۹۹۹), The Performance of BAA before and after Privatization, *Journal of Transport Economics and Policy*, No. ۳۳, pp. ۱۳۳-۱۴۵.
- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (۲۰۰۱) Relative efficiency of European airports, *Transport Policy*, No. ۸, pp. ۱۸۳-۱۹۲.
- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (۲۰۰۳), Inefficiency and scale economics of European airport operations, *Transportation Research Part, E*, ۳۹, pp. ۳۴۱-۳۶۱.
- Roman, C., Martin, C. (۲۰۰۱), An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization, *Journal of Air Transport Management*, pp. ۱۴۹-۱۵۷.
- Sarkis, J., (۲۰۰۰), Operational efficiency of major US airports, *Journal of Operation Management*, No. ۱۸, pp. ۲۵۱-۲۳۵.
- Sarkis, J., Talluri, S. (۲۰۰۴), Performance based clustering for benchmarking of US airports, *Transportation Research Part A*, pp. ۳۲۹-۳۴۶.
- Transportation Research Board. (۲۰۰۸), *ACRP Report 4- Ground Access to Major Airports by Public Transportation*, Washington, D.C., USA.
- Transportation Research Board, (۲۰۱۱), *ACRP REPORT 19A. Resource Guide to Airport Performance Indicators*, WASHINGTON, D.C.
- TRB. (۲۰۰۴), *Mission, Services, Organization*, Washington, D.C., USA. <http://www.trb.org/AboutTRB/Public/MissionandServices.aspx>.
- TRB. (۲۰۰۹), *ACRP ۰۱-۰۹ Airport Performance Indicators*, Washington, D.C., USA. Vasigh, B., Hamzaee, R.G. (۲۰۰۰), Airport efficiency: an empirical analysis of the US commercial airports. Paper presented at the *Fourth Annual Conference of the Air Transport Research Group*, Amsterdam.
- Wang, R., Ho, C., Feng, C., Yang, Y. (۲۰۰۴), A Comparative Analysis of the Operational Performance of Taiwan's Major Airports, *Journal of Air Transport Management*, No. ۱۰, pp. ۳۵۳-۳۶۰.
- Yoshida, Y., Fujimoto, H. (۲۰۰۴), Japanese-airport benchmarking with DEA and TFP methods: testing the criticism of over-investment in

Japanese regional airports, *Transportation Research Part E*, No. ۴۰, pp. ۵۳۳-۵۴۶.

- <http://www.trb.org/TRBNet/ProjectDisplay.asp?ProjectID=۲۰۶۹>.
- <http://www.atrsworld.org/aboutus.html>
- [http://www.atrsworld.org/docs/Benchmarking ۲۰۰۸.pdf](http://www.atrsworld.org/docs/Benchmarking%۲۰۰۸.pdf)
- <http://WWW.Strategyact.com/solutions/airport.htm>
- <http://WWW.Flyhouston.com/about/Balancedscorecard>.
- <http://www.flightstats.com/company/the-minor-effect-of-sequestration-on-air-traffic-control/>