

# رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر اساس کارایی و سطوح ارائه خدمات با استفاده از روش AHP

محمود صفارزاده<sup>۱\*</sup>، شهاب حسن‌پور<sup>۲</sup>، امیررضا ممدوحی<sup>۳</sup>

- ۱- استاد گروه راه و ترابری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست  
۲- کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست  
۳- استادیار گروه راه و ترابری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

Saffar\_m@modares.ac.ir E-mail:

تاریخ دریافت ۱۳۸۷/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش ۱۳۸۹/۰۲/۲۹

**چکیده** - یکی از دلایل اصلی ضعف در سیستم مدیریت فرودگاهی و نبود کفایت ظرفیت برخی از بخش‌های فرودگاه، نبود اطلاع کافی یا ارزیابی دقیق، از میزان خدمت‌دهی آن قسمت فرودگاه است. برای مدیریت صحیح فرودگاه، باید از عملکرد و سیستم کلی اجزاء آن آگاهی پیدا کرد. در این مقاله، پس از شناسایی عوامل مؤثر بر کارایی و سطوح ارائه خدمات فرودگاه‌ها، روش ارزیابی و رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر اساس این عوامل ارائه می‌شود. هدف اصلی این مقاله، شناسایی و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر کارایی و سطوح ارائه خدمات با استفاده از نتایج تحقیقات پیشین و مطالعات میدانی برای گردآوری نظرات خبرگان و کارشناسان است. میزان اهمیت هر یک از عوامل و پارامترهای زیرمجموعه آن‌ها، با پیاده‌سازی فرایند تحلیل سلسله مراتبی روی نظرات خبرگان حاصل از پرسشنامه، تعیین می‌شود. نتایج مدل رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر اساس کارایی و سطوح ارائه خدمات، سبب آگاهی از نقاط قوت و ضعف فرودگاه در تمامی بخش‌ها، اطلاع از رتبه هر فرودگاه نسبت به سایرین و شناسایی پتانسیل‌های مجموعه در هر بخش می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که اهمیت عوامل مؤثر بر کارایی (۷۶.۷ درصد) حدود ۳ برابر اهمیت سطوح خدمات (۲۳.۳ درصد) است. هم‌چنین مهم‌ترین پارامترها، باندهای پرواز با ۲۶.۱۱ و باندهای خزش با ۹.۶ درصد و کم‌اهمیت‌ترین پارامترها، فضای نگهداری اطفال با ۰.۱ و دستگاه‌های خودکار با ۰.۱۱ درصد شناخته شدند.

**کلیدواژگان:** فرودگاه، کارایی، تسهیلات، سطوح ارائه خدمات، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

## ۱- مقدمه

کم‌ترین زمان، موجب پیشرفت چشم‌گیر صنعت حمل‌ونقل هوایی، به‌ویژه در دو دهه اخیر شده است. فرودگاه‌ها زیربنایی‌ترین بخش از سیستم حمل‌ونقل هوایی محسوب می‌شوند و حضور نسل جدید هواپیماهای مدرن، رشد سریع حجم ترافیک، تقاضای سفرهای هوایی و تصویب

صنعت حمل‌ونقل هوایی، در میان صنایع مختلف و هم‌چنین انواع شیوه‌های حمل‌ونقل از اهمیت زیادی برخوردار است. توسعه روزافزون صنعت هواپیماسازی و گرایش فزاینده به جابه‌جایی و نقل‌وانتقال مسافر و کالا در

قوانین و مقررات منسجم و دقیق برای مراحل مختلف عملیات پروازی، سبب شده تا فرودگاه به‌عنوان یک سیستم پیچیده و پویا محسوب شود [۱].

مدیریت صحیح هر سازمان نیازمند آگاهی از وضعیت و عملکرد آن و تحلیل فاصله میان وضعیت موجود و مطلوب است. برای تحقق چنین امری، باید میزان اهمیت هر بخش سازمان تعیین شود تا بتوان راهکارهای مناسبی را برای اتخاذ تصمیم و اولویت‌بندی هر قسمت اعمال کرد. تنها پس از آگاهی از میزان اهمیت قسمت‌های مختلف و ارزیابی آن‌ها، می‌توان نقاط ضعف و یا پتانسیل سازمان را شناسایی و استراتژی مناسب‌تری را برای برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت تدوین کرد [۲]. از مجموعه عواملی که دربرگیرنده تمامی بخش‌های فرودگاه به‌صورت جامع است، سطوح خدمات و کارایی فرودگاه است. بنابراین، با رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر مبنای این عوامل، می‌توان از میزان اهمیت و تأثیر هر یک از پارامترها، بهره‌وری هر قسمت و نیز رتبه هر فرودگاه نسبت به دیگر فرودگاه‌ها آگاهی یافت و برای اداره بهتر بخش‌های هر فرودگاه، اعمال کرد. هم‌چنین بدین ترتیب می‌توان از پتانسیل‌های ظرفیت هر بخش و کل فرودگاه (مرتبط با کارایی و سطوح خدمات) نیز آگاهی یافت.

در مقاله حاضر، پس از مرور پیشینه تحقیق، روش‌شناسی تحقیق شرح داده می‌شود. سپس تعاریف هر یک از عوامل کارایی و سطوح ارائه خدمات در فرودگاه‌ها، با توجه به مطالعات پیشین و نظرات کارشناسان تبیین می‌شود. پس از آن، فاکتورهای مؤثر بر هر یک از عوامل مذکور شناسایی شده و دسته‌بندی می‌شود. در مرحله بعد، با استفاده از روش AHP و نرم‌افزار این مدل با نام Expert choice، میزان اهمیت هر یک از فاکتورها تعیین می‌شود. بخش اصلی پژوهش به این مهم پرداخته است. در

نهایت، رتبه‌بندی از حاصل ضرب میزان اهمیت عوامل مذکور در ضرایب تأثیر آن‌ها به‌دست می‌آید.

## ۲- پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر، رتبه‌بندی فرودگاه‌ها به‌خاطر اختصاص مناسب بودجه به فرودگاه‌ها، مدیریت صحیح، آگاهی از جایگاه هر یک نسبت به دیگری و ایجاد رقابت سالم میان آن‌ها مورد توجه دست‌اندرکاران صنعت حمل‌ونقل هوایی قرار گرفته است.

از مهم‌ترین تحقیقاتی که تا به حال در زمینه طبقه‌بندی فرودگاه‌ها انجام شده است، می‌توان طبقه‌بندی فرودگاه‌های فلوریدا را ذکر کرد که برای دپارتمان حمل‌ونقل فلوریدا<sup>۱</sup> و از طریق برنامه شورای فرودگاه‌های فلوریدا<sup>۲</sup> و کنسرسیوم پیشرفت و توسعه سیستم هوایی<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۶ تهیه شده است. این طبقه‌بندی که بر اساس تسهیلات و سطوح خدمات انجام گرفته، با ارائه معیارهایی برای هر یک از بخش‌های خدمات و تسهیلات و با طبقه‌بندی هر یک از آن‌ها به ۷ رده، به طبقه‌بندی و ارزیابی ۱۲۹ فرودگاه فلوریدا پرداخته است. در این طبقه‌بندی، پارامتر A تا F حاکی از طبقه‌بندی بر اساس تسهیلات و ۱ تا ۷ بر اساس سطوح خدمات است. طبقه‌بندی سطوح خدمات فرودگاه‌ها شامل خدمات مسافران و خلبانان است و به دلیل طیف وسیع خدمات، خدمات به دو نوع خدمات در سطوح اجباری<sup>۴</sup> (کمینه) و مطلوب<sup>۵</sup>، تقسیم می‌شود [۳].

تحقیق دیگری نیز در سال ۲۰۰۳ راجع به رتبه‌بندی فرودگاه‌های ویرجینیا انجام گرفته است. سیستم طبقه‌بندی فرودگاه‌های ویرجینیا، وظایف و عملکرد فرودگاه، نقش

1. Florida Department of Transportation
2. Florida Airports Council
3. Consortium for Aviation System Advanced
4. Mandatory
5. Desired

قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد. این قضاوت‌ها توسط ساعتی به مقادیر کمی ۱ تا ۹ تبدیل شده‌اند. در این میان، نظرسنجی از خبرگان و متخصصان بخش حمل و نقل هوایی و فرودگاه به عمل آمد که در مجموع بیش از ۳۰ پرسشنامه توزیع و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

#### ۴- عوامل مؤثر بر کارایی و سطوح ارائه خدمات

در فرایند رتبه‌بندی فرودگاه‌ها، تعیین عوامل مؤثر در کارایی و سطوح خدمات، از مهم‌ترین و اساسی‌ترین گام‌ها به‌شمار می‌آید. بنابراین، برای مطالعه دقیق و کامل، ضروری است که همه عوامل مؤثر بر سطوح خدمات (در بخش‌های مختلف) و کارایی فرودگاه، شناسایی و تعیین شوند. تعیین عوامل باید به گونه‌ای انجام شود که عوامل مؤثر بر سطوح ارائه خدمات، با معیار کارایی تطابق داشته و فاکتورهای تأثیرگذار بر کارایی نیز منطبق بر سطوح خدمات و برای بهبود آن باشد. عوامل مؤثر بر کارایی و سطوح خدمات، به شیوه‌های زیر قابل شناسایی هستند:

۱- بررسی و تحقیقات انجام شده در زمینه رتبه‌بندی بر اساس عوامل مذکور؛

۲- نظرات کارشناسان و خبرگان بخش حمل و نقل هوایی و فرودگاه.

عمده پارامترهای مؤثر بر کارایی، با توجه به شرایط فرودگاه‌های کشور و تسهیلات و امکانات فرودگاه در بخش‌های مختلف است. با این توضیحات، عوامل تسهیلات و سطوح ارائه خدمات بدین شرح بیان می‌شوند:

تسهیلات<sup>۱</sup>، کلیه امکاناتی است که از سوی متولیان صنعت حمل و نقل هوایی و فرودگاه‌ها در اختیار شرکت‌های هوایی قرار می‌گیرد. این امکانات دربرگیرنده زیرساخت‌های فرودگاه است و انعطاف‌پذیری کم‌تری

اصلی اقتصادی، آیین‌نامه مرجع بهینه فرودگاه<sup>۱</sup> و استراتژی پیش‌روی به سوی ارائه خدمات با کیفیت بیش‌تر را تعیین می‌کند. بر اساس این طبقه‌بندی، فرودگاه‌ها بر مبنای نوع عملکرد و نقش‌های فرودگاهی در ۵ گروه طبقه‌بندی می‌شوند که عبارتند از:

فرودگاه‌های خدمات بازرگانی؛

فرودگاه‌های با خدمات رفاهی؛

فرودگاه‌های هوانوردی عمومی منطقه‌ای؛

فرودگاه‌های هوانوردی عمومی و

فرودگاه‌های خدمات محلی [۴].

در ایران نیز تحقیقی روی عملکرد فرودگاه‌ها در سال ۱۳۸۵ انجام شده است [۵]. در این تحقیق با استفاده از مدل رتبه‌بندی مینا، فرایند رتبه‌بندی بر اساس تعداد محدودی از پارامترهای خدمات و تسهیلات و بدون ارائه سطح سرویس استاندارد برای آن‌ها ارائه شده است. ولی در کشور، تا کنون چنین تحقیقی بر اساس عوامل کارایی و سطوح ارائه خدمات انجام نشده است.

#### ۳- روش شناسایی تحقیق

در این مقاله، برای تعیین میزان اهمیت پارامترها، از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌شود که این وزن‌ها را وزن محلی<sup>۲</sup> می‌نامیم. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن کلی<sup>۳</sup> هر گزینه مشخص می‌شود که آن را وزن مطلق می‌نامیم [۶].

همه مقایسه‌ها در فرایند تحلیل سلسله مراتبی به صورت زوجی انجام می‌شود. در این مقایسه‌ها، تصمیم‌گیرندگان از

1. Optimal Airport Reference Code(ARC)

2. Local priority

3. Overall priority

از قسمت‌های مختلفی چون محوطه انتظار مسایعان، سرویس‌های بهداشتی، نمازخانه، دفاتر شرکت‌های هواپیمایی و فروش بلیت، ارائه خدمات کنترل گذرنامه و گمرک، بخش تحویل بار (برای مسافران خروجی) و دفاتر اداری و مدیریت فرودگاه تشکیل می‌شود.

#### ۴-۱-۲- خدمات بخش زمینی

در این تحقیق عوامل مؤثر بر خدمات زمینی، شامل پارکینگ وسایل نقلیه و خدمات تاکسی و اتوبوس و ماشین‌های اجاره‌ای می‌شود. تسهیلات زمینی برای مسافرانی که از وسیله نقلیه شخصی برای رسیدن به فرودگاه استفاده می‌کنند، شامل استفاده از پارکینگ‌ها بوده و با استفاده از مسیرهای مخصوص پیاده‌روی، به سمت جلوخان پایانه هدایت می‌شوند. مسافرانی که از وسایل نقلیه عمومی برای دسترسی به فرودگاه استفاده می‌کنند، یا مستقیم در جلوخان<sup>۲</sup> پایانه مسافری پیاده می‌شوند و یا پس از پیاده شدن از وسایل نقلیه عمومی در محل‌ها و پارکینگ‌های تعیین شده، با استفاده از مسیرهای مخصوص پیاده‌روی به سمت جلوخان پایانه مسافری هدایت می‌شوند.

برای ارائه خدمات با کیفیت بیش‌تر باید سرویس‌های حمل و نقل بخش زمینی فرودگاه، نیز برای انتقال مسافران میان بخش‌های مختلف، سطح مطلوبی داشته باشند [۱].

#### ۴-۱-۳- خدمات بخش رفاهی

همه این خدمات برای رفاه و آسودگی حال مسافران از سوی شرکت‌های هوایی و مسئولان فرودگاه ارائه می‌شود. امروزه پایانه‌های فرودگاه، همگام با تجاری‌سازی در دنیا، مکان‌های تجاری و خدماتی زیادی را برای رفاه حال

نسبت به خواسته‌های شرکت‌های هوایی دارند. برخی از این تسهیلات شامل باندهای پرواز، فضای ایپرون، تسهیلات نشست و برخاست هواپیماها و ... است.

سطوح ارائه خدمات<sup>۱</sup>، دربرگیرنده همه عواملی است که از سوی شرکت‌های هوایی و یا متولیان فرودگاه به مسافران و کاربران ارائه می‌شود، و سهم شرکت‌های هوایی در ارائه این خدمات، به مراتب بیش‌تر است. البته در برخی موارد نیز این عوامل می‌تواند از سوی دست‌اندرکاران فرودگاه به شرکت‌های هوایی ارائه شود که این موارد مرتبط با نیازهای شرکت‌های هوایی بوده و متناسب با سطوح نیاز دارای قابلیت تغییر است. مواردی نظیر سیستم‌های سوخت‌رسانی به هواپیما و اطفاء حریق از این دست است. پارامترهای مؤثر بر عوامل تسهیلات و سطوح خدمات در ۳ سطح در شکل ۱ دسته‌بندی شده است. عوامل مؤثر بر تسهیلات در دو بخش و سطوح ارائه خدمات در چهار بخش کلی طبقه‌بندی شده‌اند، که با توجه به اهمیت موضوع به آن‌ها پرداخته می‌شود.

#### ۴-۱-۴- عوامل مؤثر بر سطوح ارائه خدمات

سطوح ارائه خدمات فرودگاه در چهار بخش کلی شناسایی و دسته‌بندی می‌شوند که به صورت نسبتاً جامع، همه خدماتی را که از سوی شرکت‌های هوایی و در برخی موارد متولیان فرودگاه به مسافران ارائه می‌شود، در بر می‌گیرند.

#### ۴-۱-۱- خدمات عمومی پایانه

این بخش از خدمات شامل مواردی می‌شود که همه کاربران فرودگاه اعم از مسافران ورودی، خروجی، داخلی و یا بین‌المللی از آن استفاده می‌کنند. بخش خدمات عمومی

خدمات مطلوب‌تر به شرکت‌های هوایی و دیگر کاربران خواهد داشت. این تسهیلات دارای تأثیر زیادی بر بخش‌های محوطه پروازی و سیستم کنترل ترافیک هوایی هستند که دو قسمت مهم از بخش هوایی فرودگاه را تشکیل می‌دهند.

#### ۴-۲-۱- تسهیلات زمینی

این بخش از تسهیلات شامل پارامترهایی نظیر باند پرواز، باند خزش، محوطه ایپرون و پایانه مسافری است، که با ارائه خدمات پایه و اساسی که تأثیر بسیار زیادی بر ایمنی، کارایی و سرعت انجام خدمات دارند، اهمیت بسیار زیادی دارند و بسته به سطوح ارائه خدمات، می‌توانند رتبه هر فرودگاه را به میزان چشم‌گیری افزایش یا کاهش دهد.

#### ۴-۲-۲- تسهیلات هوایی

امروزه، سازمان ایگائو و هوانوردی فدرال، برای تأمین کمک‌های کنترلی و ناوبری عملیات نقل و انتقال در شبکه راه‌های هوایی و پشتیبانی عملیات تقرب به فرودگاه‌ها و یا برخاست از آن‌ها، طرحی از مجموعه منسجم ایستگاه‌های علائم رادیویی، رادار، سیستم‌های فرود با دستگاه، مراکز کنترل ترافیک مسیرهای هوایی، تسهیلات و تجهیزات کنترل تقرب راداری پایانه، برج‌های کنترل ترافیک فرودگاه، ایستگاه‌های خدمات پروازی، گزارش‌دهی مستمر وضع هوایی و آیین‌نامه‌های مربوط به چگونگی استفاده از این تسهیلات را تدوین و مقرر کرده است [۸].

مسافران شامل می‌شوند. مدیران فرودگاه با تخصیص فضاهایی از پایانه به فعالیت‌های تجاری، بخشی از درآمدهای غیرهوانوردی خود را به‌دست می‌آورند. در بسیاری از فرودگاه‌ها ۵۰ تا ۶۰ درصد از درآمدهای مربوط، از اجاره و یا اداره کاربری‌های تجاری است [۷].

در کشور ما به‌خاطر مالکیت و مدیریت دولتی فرودگاه‌ها، تجاری‌سازی و کسب درآمد بیش‌تر، از بخش غیرهوانوردی به معنای بین‌المللی به‌کار نمی‌رود و بسیاری از عوامل حذف شده‌اند.

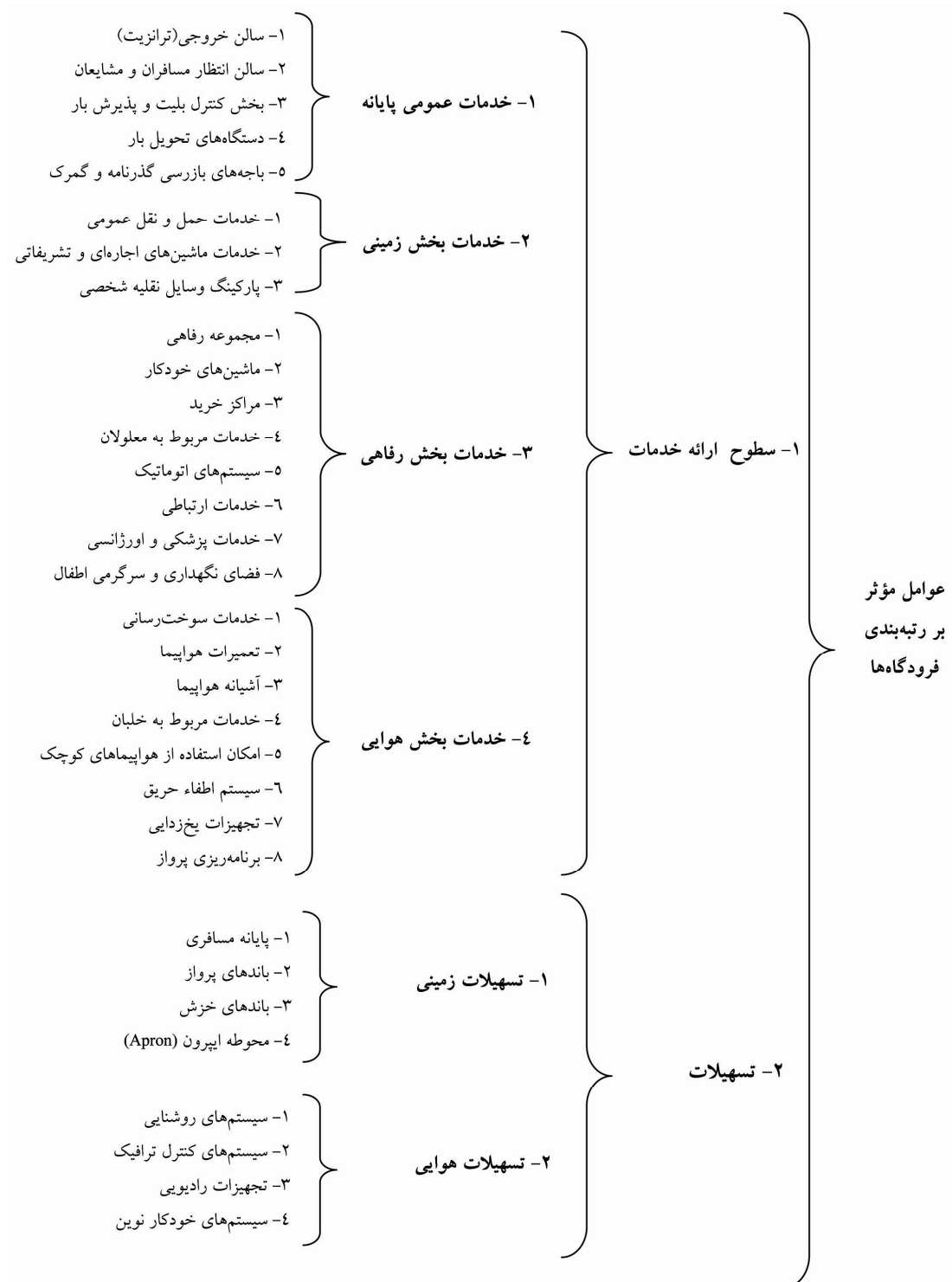
#### ۴-۱-۴- خدمات بخش هوایی

این خدمات در برگیرنده خدماتی است که از سوی مسئولان و متولیان فرودگاه به شرکت‌های هوایی ارائه می‌شود. همه خدمات این بخش مختص ناوگان شرکت‌های هوایی بوده و برای افزایش ایمنی و کارایی آن‌ها ارائه می‌شود. بخش خدمات هوایی تنها بخشی از سطوح خدمات است که به شکل مستقیم به مسافران ارائه نمی‌شود و به همین دلیل از دید این دسته از کاربران قابل ارزیابی نیست.

عوامل مؤثر بر خدمات بخش هوایی، برای افزایش ایمنی و ارائه خدمات با طیف گسترده و متناسب با رفع نیازهای ناوگان و دیگر بخش‌های شرکت‌های هوایی تعیین شده‌اند.

#### ۴-۲- عوامل مؤثر بر تسهیلات

تسهیلات فرودگاه، به دو بخش کلی تسهیلات زمینی و تسهیلات هوایی تقسیم می‌شود که هرکدام دربرگیرنده عواملی است که در زمره زیرساخت‌های اصلی هر فرودگاه قرار دارد و چه بسا تأثیر به‌سزایی بر میزان کارآمدی و ارائه



شکل (۱) عوامل مؤثر بر رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر اساس سطوح ارائه خدمات و تسهیلات

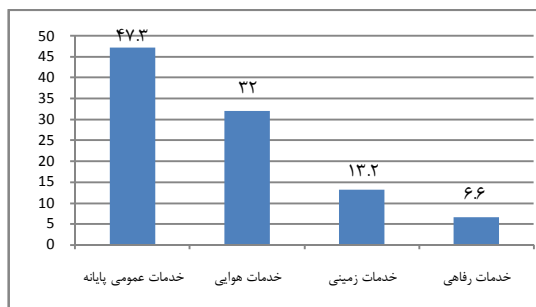
$R$ : شاخص رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر اساس کارایی و سطوح ارائه خدمات

$Ls$ : شاخص فرودگاه در بخش سطوح ارائه خدمات

$Fa$ : شاخص فرودگاه در بخش تسهیلات

### ۵-۱-۱- میزان اهمیت عوامل سطوح ارائه خدمات

در میان پارامترهای مؤثر بر سطوح ارائه خدمات، پارامترهای خدمات عمومی پایانه با میزان ۴۷/۳ درصد بیش‌ترین اهمیت را دارد. پس از آن، خدمات بخش هوایی با ۳۲/۹ درصد میزان اهمیت و در مرتبه سوم جای می‌گیرد و خدمات بخش رفاهی با ۶/۶٪ در رده آخر قرار دارد. بنابراین خدمات عمومی و هوایی دارای تأثیر به‌سزایی بر رتبه فرودگاه‌ها است. پایانه به عنوان یکی از عمومی‌ترین بخش‌های فرودگاه که تمامی مسافران و کاربران دارای ارتباط تنگاتنگی با آن، هستند دارای اهمیت ویژه‌ای است. علاوه بر آن طی نظرسنجی‌های محققین چنین نتیجه شده است که میزان ارائه خدمات، در فرایندی که مسافران باید برای پرواز طی کنند از اهمیت بیش‌تری نسبت به سایر بخش‌ها برخوردار است.



شکل (۳) میزان اهمیت عوامل مؤثر بر سطوح ارائه خدمات

خدمات بخش هوایی نیز به خاطر ارائه خدمات عملیاتی نظیر سیستم‌های اطفاء حریق یخ‌زدایی و سوخت‌رسانی باید دارای اهمیت زیادی باشد. میزان اهمیت پارامترهای مذکور در شکل ۳ نشان داده شده است.

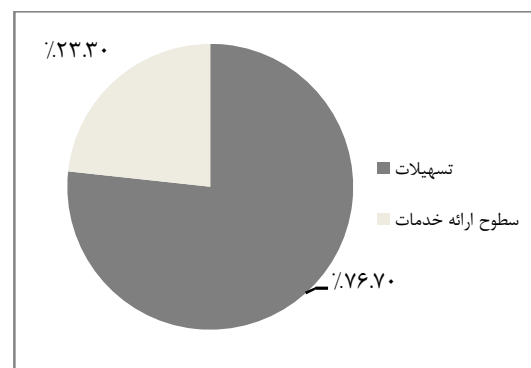
### ۵- میزان اهمیت عوامل مؤثر بر رتبه‌بندی فرودگاه‌ها

در این بخش میزان اهمیت هریک از عوامل مؤثر تعیین شده و در نهایت مدل کلی رتبه‌بندی تعیین می‌شود. لازم است ذکر شود که برای تسریع عملیات، از نرم‌افزار روش Expert choice, AHP استفاده شده است.

نتایج تحلیل، نشان داد که ناسازگاری، در این مدل حداکثر ۸ درصد وجود دارد که از حد استاندارد ۱۰ درصد کم‌تر بوده و دال بر طراحی صحیح پرسشنامه‌ها است.

### ۵-۱- میزان اهمیت عوامل تسهیلات و سطوح ارائه خدمات

نتایج پرسشگری نشان می‌دهد که میزان اهمیت عوامل تسهیلات، ۷۶/۷٪ و سطوح ارائه خدمات، ۲۳/۳٪ است.



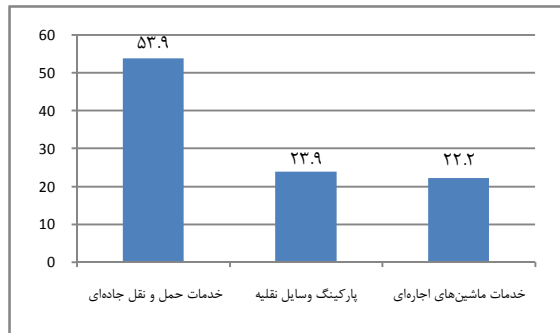
شکل (۲) میزان اهمیت عوامل تسهیلات و سطوح ارائه خدمات در رتبه‌بندی فرودگاه‌ها

پر واضح است که با توجه به نقش عوامل تسهیلات، انتظار چنین نتیجه‌ای نیز می‌رفت. در شکل ۲ میزان اهمیت عوامل مذکور نشان داده شده‌است.

بنابراین شاخص رتبه‌بندی به صورت کلی مطابق رابطه ۱ قابل محاسبه است.

$$R = 76.6 Ls + 23.3 Fa \quad (1)$$

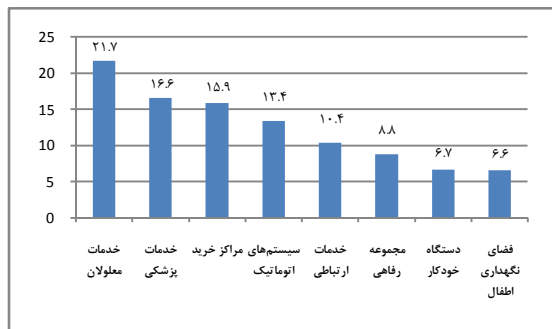
تاکسی و پارکینگ وسایل نقلیه دارای تأثیر چشم‌گیری در افزایش یا کاهش میزان خدمات زمینی محسوب می‌شود.



شکل (۵) میزان اهمیت پارامترهای خدمات زمینی

#### ➤ میزان اهمیت عوامل خدمات بخش رفاهی

میزان اهمیت پارامترهای بخش خدمات رفاهی در شکل ۶ ارائه شده است. مشاهده می‌شود که خدمات معلولان با میزان اهمیت ۲۱/۷٪ در صدر پارامترها قرار دارد. کم‌ترین میزان اهمیت نیز مربوط به فضای نگهداری و سرگرمی اطفال می‌باشد. با توجه به این‌که ارائه چنین خدماتی در فرودگاه‌های کشور رایج نیست، انتظار چنین نتیجه‌ای نیز می‌رود.



شکل (۶) میزان اهمیت پارامترهای بخش خدمات رفاهی

#### ➤ میزان اهمیت عوامل خدمات بخش هوایی

شکل ۷ بیانگر میزان اهمیت عوامل این بخش خدمات است. مشاهده می‌شود که در میان خدمات بخش هوایی، سیستم اطفاء حریق با میزان ۳۴/۶ درصد بیش‌ترین اهمیت

بنابراین مدل رتبه‌بندی فرودگاه‌ها در بخش سطوح ارائه خدمات به صورت رابطه ۲ است.

$$LS = 0.473\alpha + 0.132\beta + 0.066\gamma + 0.329\varphi \quad (2)$$

که در آن:

$\alpha$ : ضرایب تأثیر خدمات عمومی پایانه؛

$\beta$ : ضرایب تأثیر خدمات زمینی؛

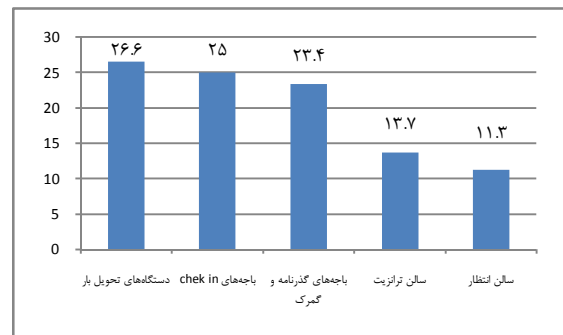
$\gamma$ : ضرایب تأثیر خدمات رفاهی؛

$\varphi$ : ضرایب تأثیر خدمات هوایی؛

است.

#### ➤ میزان اهمیت عوامل خدمات بخش عمومی پایانه

شکل ۴ میزان اهمیت این عوامل را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پارامتر دستگاه‌های تحویل بار بار با ۲۶/۶ درصد، بیش‌ترین میزان و سالن انتظار مسافران با ۱۱/۳ درصد کم‌ترین میزان اهمیت را دارا است.



شکل (۴) میزان اهمیت پارامترهای بخش خدمات عمومی پایانه

#### ➤ میزان اهمیت عوامل خدمات بخش زمینی

در شکل ۵ میزان اهمیت این عوامل نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در میان پارامترهای خدمات زمینی، خدمات حمل و نقل جاده‌ای با میزان ۵۳/۹ درصد دارای بیش‌ترین میزان اهمیت را دارا است. پس از آن پارامتر پارکینگ وسایل نقلیه دارای ۲۳/۹ درصد میزان اهمیت و خدمات ماشین‌های اجاره‌ای با ۲۲/۲ درصد دارای کم‌ترین میزان اهمیت است. بنابراین ارائه خدمات مطلوب

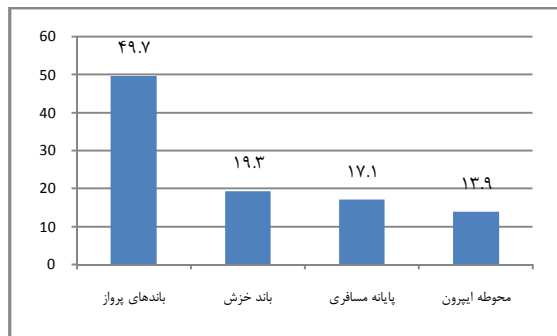


θ: ضرایب تأثیر تسهیلات زمینی؛

ω: ضرایب تأثیر تسهیلات هوایی؛

### ➤ میزان اهمیت عوامل تسهیلات زمینی

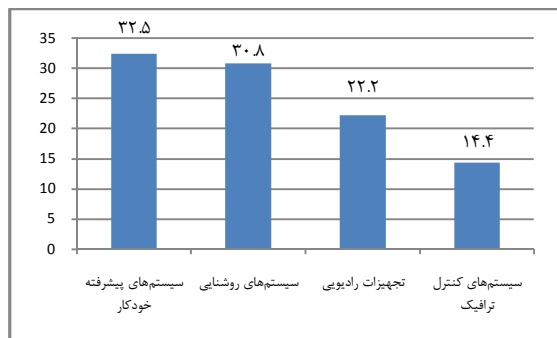
در شکل ۹ میزان اهمیت پارامترهای بخش تسهیلات زمینی ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، باندهای پرواز با ۴۹/۷ درصد، بیش‌ترین میزان اهمیت و محوطه ایپرون با ۱۳/۹ درصد، کم‌ترین میزان اهمیت را دارا است.



شکل (۹) میزان اهمیت پارامترهای تسهیلات زمینی

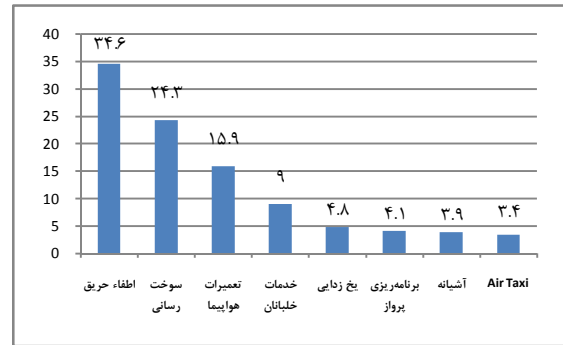
### ➤ میزان اهمیت عوامل تسهیلات هوایی

میزان اهمیت این عوامل در شکل ۱۰ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که سیستم‌های خودکار نوین با وزن ۳۰/۸ درصد بیش‌ترین و سیستم‌های کنترل ترافیک با ۱۴/۴ درصد، کم‌ترین میزان اهمیت را دارند. از دلایل بیشینه بودن وزن سیستم‌های خودکار پیشرفته، می‌توان تأثیر بسیار زیاد آن‌ها بر کارایی بخش هوایی فرودگاه‌ها را برشمرد.



شکل (۱۰) میزان اهمیت پارامترهای تسهیلات هوایی

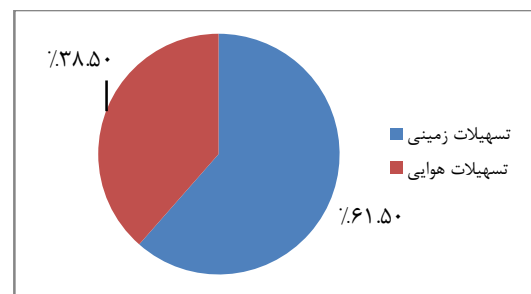
را دارد و پس از آن، سیستم سوخت‌رسانی و خدمات تعمیر هوایی با ۲۴/۳ و ۱۵/۹ درصد در رده‌های دوم و سوم جای دارند.



شکل (۷) میزان اهمیت پارامترهای بخش خدمات هوایی

### ۵-۱-۲- میزان اهمیت عوامل تسهیلات

در این بخش میزان اهمیت عوامل تسهیلات که شامل دو بخش کلی تسهیلات زمینی و تسهیلات هوایی است ارائه می‌شود. شکل ۸ میزان اهمیت هر یک از بخش‌های تسهیلات را نمایش می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، تسهیلات زمینی با اختصاص ۶۱/۵ درصد دارای اهمیت بیش‌تری نسبت به بخش تسهیلات زمینی با وزن ۳۸/۵ درصد است. بنابراین تسهیلات زمینی دارای تأثیر به‌سزایی در بخش تسهیلات و نیز رتبه فرودگاه است. بنابراین مدل مربوط به بخش تسهیلات مطابق رابطه ۳ است.



شکل (۸) میزان اهمیت بخش‌های تسهیلات

$$F_a = 0.6150 + 0.385\omega$$

(۳)

سطوح ارائه خدمات خواهد داشت. هم‌چنین می‌توان با توجه به امتیاز هر بخش از خدمات و تسهیلات و کل عوامل، طبقه‌بندی فرودگاه در هر بخش را نیز انجام داد. با استفاده از رده‌های متناظر با شاخص رتبه‌بندی جدول ۲ می‌توان رده هر فرودگاه را تعیین کرد.

جدول (۲) طبقه‌بندی فرودگاه‌ها

رده (کلاس)	R
A	۱۰۰-۸۰
B	۸۰-۶۰
C	۶۰-۴۰
D	۴۰-۲۰
E	۲۰-۰

### ۷- تحلیل پتانسیل فرودگاه‌ها

در بخش پیشین مدلی ارائه شد که قابلیت رتبه‌بندی فرودگاه‌ها را بر اساس عوامل کارایی و سطوح ارائه خدمات دارد. در مدل مذکور، با توجه به شرایط محدود، رتبه فرودگاه‌ها بر اساس کارایی تعیین می‌شود. بخش‌هایی با ضریب تأثیر بزرگ‌تر از یک، دارای ظرفیت ارائه خدمات بیش‌تر از میزان تقاضا هستند. بنابراین فرودگاه در این بخش دارای پتانسیل بوده و توانایی توسعه ارائه خدمات را دارد.

#### ۷-۱- مدل تحلیل پتانسیل فرودگاه‌ها

برای ارائه شاخص تحلیل پتانسیل فرودگاه‌ها، باید پارامترهای مؤثر در بخش‌های سطوح خدمات و کارایی شناسایی شوند. این پارامترها، شامل فاکتورهایی می‌شوند که قابلیت تحلیل ظرفیت را دارند. به عبارت دیگر پارامترهایی در این بخش واقع می‌شوند که دارای معیارهای ظرفیتی بوده و بتوان تحلیل ظرفیت را برای آن انجام داد.

هم‌چنین میزان اهمیت هریک از عوامل به صورت مجزا و در قالب کلی در جدول ۱ ارائه شده است. اعداد ارائه شده بیانگر میزان اهمیت عوامل مذکور می‌باشد. اعداد ستون آخر نیز بیانگر میزان اهمیت پارامترها در سطح سوم سلسله مراتبی است.

### ۶- مدل رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر مبنای کارایی و

#### سطوح ارائه خدمات

مدل نهایی رتبه‌بندی فرودگاه‌ها مطابق رابطه ۴ است.

$\mu$ : ضریب تأثیر هر پارامتر؛

$\lambda$ : میزان اهمیت پارامترها؛

$n$ : تعداد پارامترهای مؤثر؛

بنابراین:

$$R = \sum_{i=1}^n \lambda_i \mu_i$$

$$\text{S.t: } \mu \leq 1.0$$

$$R = 76.6Fa + 23.3Ls$$

$$LS = [0.473\alpha + 0.132\beta + 0.066\gamma + 0.329]$$

$$Fa = [0.6150 + 0.385\omega]$$

$$\Rightarrow R = [47.10 + 29.219\omega]$$

$$+ [11.02\alpha + 3.07\beta + 1.53\gamma + 7.66\phi] \quad (4)$$

$\theta$ : مجموع ضرایب تأثیر تسهیلات زمینی؛

$\omega$ : مجموع ضرایب تأثیر تسهیلات هوایی؛

$\alpha$ : مجموع ضرایب تأثیر خدمات عمومی پایانه؛

$\beta$ : مجموع ضرایب تأثیر خدمات عمومی زمینی؛

$\gamma$ : مجموع ضرایب تأثیر خدمات عمومی رفاهی؛

$\phi$ : مجموع ضرایب تأثیر خدمات عمومی هوایی.

با آگاهی از اطلاعات مرتبط با سطوح خدمات و تسهیلات و پس از ارزیابی آن‌ها، می‌توان با استفاده از رابطه ۴، امتیاز فرودگاه‌ها را در تمامی بخش‌ها به صورت مجزا و کلی مشخص کرد. بدین ترتیب، مدل ارائه شده قابلیت رتبه‌بندی تمامی فرودگاه‌ها را بر اساس عوامل کارایی و

که دارای معیارهای ظرفیتی است و توانایی تحلیل شدن و سنجش را دارد. در میان پارامترهای مذکور، تنها پارامتری که دارای معیار ظرفیت نیست و نمی‌توان رابطه مناسبی برای آن ارائه داد، باندهای خزش است.

#### ➤ تسهیلات هوایی

پارامترهای بخش تسهیلات هوایی فرودگاه نیز به دلیل نداشتن معیارهای ظرفیتی، برای ارزیابی متناسب با ظرفیت مناسب نیست و در مدل تحلیل پتانسیل وارد نمی‌شود.

#### ۵-۲- مدل تحلیل پتانسیل فرودگاهها

با توجه به توضیحات مذکور، شاخص تحلیل پتانسیل در بخش سطوح خدمات و تسهیلات را به طور کلی می‌توان چنین ارائه کرد:

$$P = \sum_{i=1}^n \lambda_i \xi_i$$

$$\zeta = \mu - 1$$

$$s.t. \mu > 1$$

$P$ : شاخص پتانسیل فرودگاه در بخش‌های خدمات و تسهیلات

$n$ : تعداد پارامترهای مؤثر؛

$\lambda$ : میزان اهمیت پارامترها؛

$\xi_i$ : ضریب تأثیر هر پارامتر؛

در نتیجه، مدل تحلیل پتانسیل فرودگاهها به صورت رابطه ۵ ارائه می‌شود:

$$P = 23.3[0.473\alpha' + 0.132(0.239I)] + 776.7[0.615\theta'] \\ \Rightarrow P = 11.02\alpha' + 0.735I' + 47.17\theta' \quad (5)$$

$\alpha'$ : مجموع ضرایب تأثیر پتانسیل فرودگاه در بخش خدمات عمومی؛

$I'$ : ضریب تأثیر برای پارامترهای پارکینگ وسایل نقلیه؛

$\theta'$ : مجموع ضرایب تأثیر فرودگاه در بخش تسهیلات زمینی برای ۳ پارامتر پایانه مسافری، باند پرواز و محوطه ایپرون؛

پارامترهای مذکور در بخش‌های سطوح خدمات و تسهیلات در ادامه ارائه شده‌اند.

#### ۷-۱-۱- سطوح ارائه خدمات

##### ✓ بخش خدمات عمومی

پارامترهای بخش خدمات عمومی به‌خاطر دارا بودن معیارهای تعیین ظرفیت، دارای توانایی تحلیل بوده و می‌توان میزان پتانسیل در این بخش را تعیین کرد. بنابراین پارامترهای این بخش در مدل تحلیل پتانسیل مؤثر است.

##### ✓ بخش خدمات زمینی

در میان پارامترهای این بخش خدمات، تنها پارامتر مؤثر پارکینگ وسایل نقلیه است. به این دلیل که دارای معیار ظرفیت بوده و توانایی تحلیل پتانسیل برای این پارامتر، موجود است.

##### ✓ خدمات رفاهی

همه پارامترهای خدمات رفاهی دارای سطوح کیفی بوده و بدون معیار ظرفیت است. بنابراین هیچ یک از پارامترهای این بخش برای تحلیل پتانسیل فرودگاه مؤثر نیست و نمی‌توان پتانسیل فرودگاه را در بخش خدمات رفاهی ارزیابی کرد.

##### ✓ خدمات هوایی

پارامترهای بخش خدمات هوایی نیز متناسب با نوع ناوگان شرکت‌های هوایی، برنامه ترافیکی و ... دارای قابلیت تغییر و معیارهای کیفی است. بنابراین این پارامترها نیز برای تحلیل پتانسیل فرودگاه مناسب نیست و پتانسیل فرودگاه در بخش خدمات هوایی نیز قابل سنجش نیست.

#### ۷-۱-۲- تسهیلات

##### ➤ تسهیلات زمینی

بخش تسهیلات زمینی فرودگاه در برگیرنده عواملی است

جدول (۱) میزان اهمیت عوامل مؤثر بر رتبه‌بندی فرودگاه‌ها

وزن نهایی	وزن	پارامترهای زیرمجموعه	وزن		وزن	
۱.۵	۱۳.۷	سالن خروجی ترانزیت	۴۷.۳	خدمات عمومی پایانه		
۱.۲۴	۱۱.۳	سالن انتظار مسافران				
۲.۷۵	۲۵	باجه‌های Check in				
۲.۹۳	۲۶.۶	دستگاه‌های تحویل بار				
۲.۵۷	۲۳.۴	باجه‌های بازرسی گذرنامه و گمرک				
۱.۶۵	۵۳.۹	خدمات حمل و نقل جاده‌ای	۱۳.۲	خدمات بخش زمینی		
۰.۷۳	۲۲.۲	خدمات ماشین‌های اجاره‌ای				
۰.۶۸	۲۳.۹	پارکینگ وسایل نقلیه شخصی				
۰.۱۳	۸.۸	خدمات مجموعه رفاهی	۶.۶	خدمات رفاهی	۲۳.۳	سطوح ارائه خدمات
۰.۱	۶.۷	دستگاه‌های خودکار				
۰.۲۴	۱۵.۹	مراکز خرید				
۰.۳۳	۲۱.۷	خدمات مربوط به معلولان				
۰.۲	۱۳.۴	سیستم‌های اتوماتیک				
۰.۱۵	۱۰.۴	خدمات ارتباطی				
۰.۲۵	۱۶.۶	خدمات پزشکی				
۰.۱	۶.۶	فضای نگهداری اطفال				
۲.۶۵	۳۴.۶	سیستم اطفاء حریق				
۱.۸۶	۲۴.۳	خدمات سوخت‌رسانی				
۱.۲۱	۱۵.۹	تعمیرات هواپیما				
۰.۶۸	۳.۹	آشپانه هواپیما				
۰.۳۶	۹	خدمات مربوط به خلبانان				
۰.۳۱	۳.۴	استفاده از هواپیمای کوچک				
۰.۲۹	۴.۸	تجهیزات یخ‌زدایی				
۰.۲۶	۴.۱	برنامه‌ریزی پرواز				
۸.۹	۱۷.۱	پایانه‌های مسافری	۶۸.۵	تسهیلات زمینی		
۲۶.۱	۴۹.۷	باندهای پرواز				
۱۰.۱	۱۹.۳	باندهای خزش				
۷.۳	۱۳.۹	پارکینگ ایپرون				
۹.۱	۳۰.۸	سیستم‌های روشنایی	۳۱.۵	تسهیلات هوایی	۷۶.۷	تسهیلات
۴.۲۵	۱۴.۴	سیستم‌های کنترل ترافیک				
۶.۵۵	۲۲.۲	تجهیزات رادیویی				
۹.۶	۳۲.۵	سیستم‌های خودکار نوین				

بنابراین، مدل ارائه شده در این بخش، توانایی ارزیابی و تحلیل پتانسیل فرودگاه‌ها در بخش‌های خدمات عمومی پایانه، خدمات زمینی و تسهیلات زمینی را دارد.

## ۸- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب ذکر شده، نتایج کلی راجع به اهمیت رتبه‌بندی فرودگاه‌ها، چگونگی رتبه‌بندی آن‌ها، تعیین میزان اهمیت عوامل مؤثر بر رتبه‌بندی، اتخاذ شیوه مناسب برای ارتقاء رتبه هر فرودگاه و .... حاصل شده، که در ادامه ارائه می‌شود.

مطابق روش رتبه‌بندی، خدمات بخش هوایی نظیر سوخت‌رسانی، تعمیرات هواپیما و سیستم اطفاء حریق در فرودگاه، جزء خدمات پایه‌ای به‌شمار رفته و دارای اهمیت زیادی است. پس از آن خدمات بخش زمینی مانند خدمات تاکسی و ماشین‌های اجاره‌ای از مهم‌ترین موارد محسوب می‌شود. هم‌چنین می‌توان چنین نتیجه گرفت که خدمات بخش رفاهی جزء خدمات ضروری به‌شمار نمی‌رود. در واقع بر طبق این سیستم طبقه‌بندی، تنها فرودگاه‌های کلاس ۴ و بالاتر دارای خدمات رفاهی کامل است.

آنالیز تحلیل حساسیت این مدل حاکی از وجود ناسازگاری حداکثر ۸ درصد می‌باشد که از میزان استاندارد ۱۰ درصد کم‌تر است و مؤید طراحی پارامترها، دقت پرسشنامه‌ها و تحلیل آن‌ها است.

وزن پارامترهای تسهیلات برابر ۷۶/۷٪ به‌مراتب از وزن پارامترهای سطوح خدمات برابر ۲۳/۳٪ بیش‌تر است. در نتیجه با طبقه‌بندی و تعیین رتبه هر فرودگاه، در صورت اتخاذ استراتژی برای ارتقاء، افزایش رتبه تسهیلات فرودگاه اولویت دارد.

در میان پارامترهای تسهیلات نیز، فاکتورهای طول باندهای پرواز، باندهای خزش و پارکینگ ایپرون نسبت به

سایر پارامترهای تسهیلات اهمیت بیش‌تری دارد. > در میان پارامترهای سطوح ارائه خدمات، به‌ترتیب خدمات عمومی پایانه با ۴۷/۳، خدمات بخش هوایی با ۳۲/۹، خدمات بخش زمینی با ۱۳/۲ و خدمات رفاهی با ۶/۶ درصد اهمیت دارند.

> در بخش خدمات هوایی نیز پارامتر اطفاء حریق بیش‌ترین میزان اهمیت را دارد که با استانداردهای ایکائو تطابق دارد. پس از آن، فاکتورهای تعمیرات و سوخت‌رسانی اولویت دارند.

> نتایج نشان می‌دهد که سیستم‌های دسترسی به فرودگاه، اهمیت زیادی دارند و در بین آن‌ها، سیستم حمل و نقل زمینی مانند تاکسی و اتوبوس از مهم‌ترین عوامل محسوب می‌شوند.

> با توجه به میزان اهمیت پارامترها در سطح سوم سلسله‌مراتبی، مشاهده می‌شود که در میان همه پارامترهای سطوح ارائه خدمات، پارامترهای سیستم اطفاء حریق و سوخت‌رسانی با ۲/۶۵ و ۱/۸۶ بیش‌ترین میزان اهمیت را دارند. کم‌ترین میزان اهمیت نیز مربوط به پارامتر فضای نگهداری اطفال است.

> در میان پارامترهای تسهیلات، بیش‌ترین میزان اهمیت متعلق به پارامتر باندهای پرواز با ۲۶/۱ و کم‌ترین میزان اهمیت نیز مربوط به پارامتر سیستم‌های کنترل ترافیک با میزان ۴/۲۵ است.

> در کل، مهم‌ترین پارامتر، باندهای پرواز و کم‌اهمیت‌ترین نیز فضای نگهداری اطفال تعیین می‌شود.

> با تعیین مدل تحلیل پتانسیل فرودگاه‌ها بر اساس کارایی و سطوح ارائه خدمات، چنین نتیجه می‌شود که فرودگاه‌ها در بخش تسهیلات زمینی دارای نقاط قوت زیادی هستند که از میزان پتانسیل بخش‌های سطوح ارائه خدمات به‌مراتب بیش‌تر است.

- [2] Airports Council International, Airport Benchmarking to maximize efficiency, 2006.
- [3] Consortium for Aviation System Advanced, Florida NGATS Airport Classification, Florida, United States of America, 2006.
- [4] The Virginia Air Transport System Plan (VATSP), Technical Report. Vol. 4, p.p 22-25, 2003.

[5] بهزادی‌راد، امین و صفارزاده، محمود، ارائه مدل ارزیابی عملکرد فرودگاه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۵.

[6] قدسی‌پور، سیدحسین، فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، مرکز نشر، ۱۳۸۵.

[7] IATA., Airport Development Reference Manual, 9th Edition, 2004.

[8] International Civil Aviation Organization, Aerodromes, Annex 14 to the convention International Civil Aviation Aerodromes, Vol.1, Aerodrome Design and Operations, Montreal, Canada, 2004.

[9] حسن‌پور، شهاب، مدل رتبه‌بندی فرودگاه‌ها بر اساس کارایی و سطوح ارائه خدمات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۷.

با توجه به این‌که، کار اصلی پژوهش، بر مبنای روش سلسله مراتبی است، تعداد پرسشنامه‌هایی که باید به‌وسیله متخصصین زمینه حمل و نقل هوایی و به خصوص فرودگاهی تکمیل شود، از اهمیت زیادی برخوردار است. پس کمبود تعداد صاحب‌نظران این زمینه و موانعی که برای همکاری دست اندرکاران وجود دارد، از محدودیت‌های جدی این تحقیق به‌شمار می‌آید.

## ۹- پیشنهادها

با توجه به اهمیت فرودگاه‌ها در بخش حمل و نقل هوایی و اقتصاد کشور، از جمله موضوعات تحقیقاتی در ادامه مطالعه حاضر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. مدلی برای نحوه تخصیص بهینه بودجه فرودگاه‌ها با لحاظ کردن پیشینه‌سازی بهره‌وری؛
۲. مدلی برای مدیریت بهینه فرودگاه‌ها بر اساس عملکرد آن‌ها؛
۳. مدلی برای شناسایی پتانسیل فرودگاه در تمامی زیرساخت‌ها و
۴. مدلی برای اولویت‌بندی راهکارهای بهینه برای رفع نقاط ضعف فرودگاه‌ها.

## ۱۰- منابع و مراجع

- [۱] سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و وزارت راه و ترابری، بازنگری آیین‌نامه طراحی محوطه زمینی فرودگاه‌ها، نشریه ۱۹۷، ۱۳۸۷.