

## شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر کارایی شرکت‌های هواپیمایی ایران با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی

مظاهر رضایی فر\*<sup>۱</sup>، وحید ولایتی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری هوا فضا، دانشگاه صنعتی شریف

( دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵ )

### چکیده

میزان شناخت از کارایی یک شرکت هواپیمایی نقش مهمی در برنامه‌ریزی و موفقیت آینده آن شرکت بر عهده دارد. با این حال مطالعات انگشت‌شماری به موضوع عوامل مؤثر بر کارایی شرکت‌های هواپیمایی در ایران پرداخته‌اند. بدیهی است که اولین گام جهت اندازه‌گیری میزان کارایی هر سازمان، شناخت عوامل مؤثر بر کارایی آن می‌باشد که نهایتاً منجر به شناخت نهاده‌ها و ستاده‌ها می‌گردد. هدف این پژوهش اینست تا با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی عوامل اثرگذار بر کارایی شرکت‌های هواپیمایی بررسی و سپس اولویت‌بندی شوند. بدین منظور در این پژوهش تلاش گردیده تا ابتدا با به‌کارگیری مرور ادبیات، مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی ورودی و خروجی متناسب با موضوع پژوهش استخراج گردد. در ادامه با به‌کارگیری روش دلفی فازی و با بهره‌گیری از نظرات متخصصان حوزه‌ی هوانوردی شامل خلبانان، مهندسان و به‌خصوص متخصصین ایمنی هوانوردی، شاخص‌های ورودی و خروجی شناسایی شده به‌صورت مناسب بازتعریف شوند. جهت وزن‌دهی شاخص‌های به‌دست‌آمده از روش مقایسات زوجی استفاده گردیده است. نتایج نشان می‌دهند که کیفیت هواپیما از اهمیت بیشتری نسبت به سایر خروجی‌ها برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: دلفی فازی، شرکت هواپیمایی، کارایی.

## مقدمه

خطوط هوایی (شرکت‌های هواپیمایی) یکی از مهم‌ترین اجزاء صنعت حمل‌ونقل بوده و نقش مهمی را در شکوفایی اقتصاد هر کشور بر عهده دارد. بدیهی است که خود این صنعت نیز به شدت تابع وضعیت اقتصادی کلی آن کشور و حتی اقتصاد جهانی به خصوص قیمت نفت است (لی و همکاران ۲۰۱۵). با این وجود، شرکت‌های حمل‌ونقل هوایی جهت ماندن در رقابت همواره به دنبال افزایش سطح کارایی خود بوده و هستند. از طرفی محاسبه کارایی شرکت‌های هواپیمایی به دلیل وجود پارامترهای مختلف و مرتبط با هم کاری بسیار پیچیده و سخت است (کویی و همکاران، ۲۰۱۵). بدیهی است که خطوط هوایی در ایران نیز هیچ‌گاه از این قاعده مثثنی نبوده‌اند. متأسفانه در مورد صنعت هوایی ایران علاوه بر کنش‌ها و چالش‌های بین‌المللی یاد شده، موضوع اثرگذار مهم دیگری به نام تحریم نیز وجود داشته و همچنان هم دارد.

علیرغم اهمیت موضوع کارایی شرکت‌های هواپیمایی ایران در شرایط ناپایدار بین‌المللی، بررسی‌ها نشان می‌دهند که این موضوع مهم از دید پژوهش‌گران داخلی مغفول مانده و به ندرت پژوهشی در مورد آن صورت پذیرفته است.

## پیشینه پژوهش

در مبحث کارایی و عوامل مؤثر بر کارایی پژوهش‌هایی در سطح جهان صورت گرفته است. تفاوت عمده پژوهش‌های صورت گرفته، باز تعریف عوامل مؤثر بر کارایی با توجه به شرایط حاکم بر بازه زمانی و مکانی و همچنین موضوع پژوهش بوده است.

مفهوم کارایی بر دو عامل نهاده و ستاده استوار است. به‌طور کلی در واحدهای تولیدی و صنعتی ورودی (نهاده) به منابعی مانند نیروی کار، سرمایه و ساختمان تلقی می‌شود که در راستای تولید به آن‌ها نیاز می‌شود. از خصوصیات نهاده‌ها این است که هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهند و از سوی دیگر خروجی (ستاده) به کالا و خدماتی اطلاق می‌گردد که متقاضی داشته باشد و مصرف‌کنندگان حاضر به خرید آن بوده و فروش آن برای بنگاه درآمدزا باشد (فارال ۱۹۵۷).

بوی ۲ جهت بررسی کارایی ۱۲ خط هوایی آمریکایی از نیروی کار، سرمایه، انرژی و مواد به‌عنوان ورودی‌ها و میزان رشد بهره‌وری را خروجی کار خود قرار داد (بائر، ۱۹۹۰).

کوئل ۳ جهت ارزیابی ۳۲ شرکت هواپیمایی بین‌المللی که ۱۵ شرکت آمریکایی، ۸ شرکت اروپایی و ۹ شرکت آسیایی را شامل می‌شد، علاوه بر نیروی کار، سرمایه و مواد، اندازه هواپیما و همچنین ضریب بار ۴ را نیز جزو نهاده‌ها و میزان حمل بار ضریب در مسافت جابه‌جاشده را ستاده در نظر گرفتند (کوئل، ۲۰۰۳).

این‌گلادا و همکاران برای اندازه‌گیری کارایی ۳۹ خط هوایی بین‌المللی، تعداد کارمندان، حجم هواپیما و میزان مصرف انرژی را ورودی و میزان مسافت- بار را خروجی واحدهای تصمیم‌گیری در نظر گرفتند (انگلادا، ۲۰۰۶).

عصاف جهت بررسی کارایی ۱۲ خط هوایی بزرگ در کشور آمریکا از نیروی کار، هزینه‌های مربوط به سوخت، هزینه‌های عملیاتی، تعداد هواپیما و ضریب بار را عواملی دانست که می‌توانند نهاده‌های مناسبی باشند. این در حالی است که خروجی مورد نظر او تنها درآمد کل شرکت بوده است (آسف، ۲۰۰۹).

بولت و همکاران به اندازه‌گیری کارایی جمعی ۳۲ شرکت از بزرگ‌ترین شرکت‌های هواپیمایی جهان پرداختند. این پژوهش‌گران، میزان سرمایه، میزان سپرده‌گذاری و همچنین میزان خرید سرمایه‌ها بر اساس قیمت بازار را به‌عنوان ورودی‌ها در نظر گرفتند. این در حالی بود که ایشان دو عامل "تعداد مسافر- میزان مسافت" و همچنین "میزان بار- میزان مسافت" را خروجی‌های سیستم خود قرار دادند (اولیتی، ۲۰۱۰).

جورجن و سودبرگ در بررسی‌های خود بر روی ۱۸ خط هوایی بزرگ انگلستان از نیروی کار، سوخت، ظرفیت هواپیماها و تعداد پرواز انجام‌شده به‌عنوان ورودی‌ها و عواملی چون مسافر جابه‌جاشده، بار جابه‌جاشده، تعداد پرواز و صندلی در کیلومتر در دسترس را خروجی در نظر گرفتند (سجوجران و همکاران، ۲۰۱۱).

بررسی‌های بیشتر، نشان‌گر این موضوع است که [۱، ۲، ۱۰-۱۵] و بسیاری دیگر از پژوهش‌های مشابه، عواملی همچون تعداد کارکنان، هزینه‌های جاری، انواع سرمایه و یا ترکیبی از این‌ها را ورودی‌ها و عواملی مانند تعداد مسافر جابه‌جاشده، میزان بار جابه‌جاشده، مسافت پیموده شده، میزان درآمد یا سود خالص و نظیر این‌ها را خروجی مدل‌های خود قرار داده‌اند.

نکته قابل اهمیت این است که تقریباً هیچ کدام از این پژوهش‌ها به این موضوع نپرداخته‌اند که اولاً چرا و با چه پیشینه‌ای به این ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌منظور ارزیابی کارایی یک خط هوایی رسیده‌اند. و از طرفی میزان اهمیت هر یک از این شاخص‌ها چگونه است. به عبارتی پیش فرض همه آن‌ها این بوده که شاخص‌ها از وزن یکسانی برخوردارند. با توجه به مطالب گفته‌شده در این پژوهش برآنیم تا با استفاده از روش دلفی فازی و همچنین روش مقایسات زوجی، این شکاف موجود در ادبیات را پر نموده و شاخص‌های اثرگذار بر کارایی خطوط هوایی ایران را شناسایی و وزن‌دهی نماییم.

به عبارتی این پژوهش مشخص خواهد کرد که از دید متخصصین حوزه هوانوردی اولاً شاخص‌هایی که مبنای ارزیابی کارایی صنعت هوانوردی بخصوص یک خط هوایی قرار می‌گیرند کدامند؟ ثانیاً آیا این شاخص‌ها از اهمیت یکسانی برخوردارند یا خیر؟ بدیهی است این پژوهش می‌تواند سرآغازی برای ورود دیگر پژوهش‌گران به موضوع پراهمیت کارایی و شاخص‌های اثرگذار بر آن باشد.

جدول ۱. مطالعات انجام‌شده

نویسنده (ها)	سال	خطوط هوایی	نهادها (ورودی)	ستاده‌ها (خروجی)
کوئلی و همکاران	۲۰۰۳	۳۲ خط هوایی بین‌المللی	نیروی کار، سرمایه و مواد، اندازه هواپیما، ضریب بار و میزان مصرف انرژی	میزان مسافت- بار
اینگلادا و همکاران	۲۰۰۶	۳۹ خط هوایی بین‌المللی	تعداد کارمندان، حجم هواپیما و میزان مصرف انرژی	میزان مسافت- بار
باربوت	۲۰۰۸	۱۴ خط هوایی آمریکایی	نیروی کار، سرمایه و سوخت	تعداد مسافر و میزان بار
گریر	۲۰۰۸	۸ خط هوایی آمریکایی	کارمندان، سوخت و ظرفیت صندلی	صندلی- کیلومتر در دسترس
عصاف	۲۰۰۹	۱۲ خط هوایی آمریکایی	نیروی کار، هزینه‌های مربوط به سوخت، هزینه‌های عملیاتی، تعداد هواپیما و ضریب بار	درآمد کل شرکت
یولت و همکاران	۲۰۱۰	۳۲ شرکت بین‌المللی شرکت‌های هواپیمایی	میزان سرمایه، میزان سپرده‌گذاری و همچنین میزان خرید سرمایه‌ها بر اساس قیمت بازار	مسافر- مسافت بار- مسافت
سوگرن و سودبرگ	۲۰۱۱	۱۸ خط هوایی بزرگ انگلستان	نیروی کار، سوخت، ظرفیت هواپیماها، تعداد پرواز انجام‌شده	مسافر جابه‌جاشده، بار جابه‌جاشده، تعداد پرواز و صندلی در کیلومتر در دسترس
ارجمندی و سوفرت	۲۰۱۴	۴۸ خط هوایی بزرگ	نیروی کار، سرمایه، انرژی و مواد	میزان رشد بهره‌وری
کویی و لی	۲۰۱۷	۱۹ خط هوایی	نیروی کار، سرمایه، مواد، ضریب بار، اندازه ناوگان، درصد ناوگان پهن‌پیکر، درصد ناوگان هواپیماهای جت	درصد ضریب بار هواپیماهای پهن-پیکر و درصد ناوگان هواپیماهای جت
حیدری و همکاران	۲۰۲۰	۱۴ خط هوایی ایرانی در سال ۲۰۱۴	تعداد صندلی تعداد کارکنان	تن-کیلومتر صندلی-کیلومتر

## روش دلفی فازی

دلفی یک نظرخواهی تخصصی برای پیش‌بینی آینده است که بر اساس آن می‌توان نتایج مختلف را استخراج کرد. این روش ضمن سادگی، از اطمینان بالایی نیز برخوردار است، به طوری که برای جمع‌آوری و تلخیص نظرها در حیطه‌ای معین به کار می‌رود. طبق تعریف هادر، روش دلفی فرایندی قوی مبتنی بر ساختار ارتباط گروهی است و در مواردی استفاده می‌شود که دانش ناکافی و نامطمئن در دسترس است و قضاوت به متخصصان آن سپرده می‌شود (هادر و همکاران، ۱۹۹۵). روش دلفی در مواردی کاربرد عمده‌ای دارد که محدودیت‌هایی از لحاظ کاربرد قوانین، فرمول‌ها و مدل‌های ریاضی مشاهده می‌شود. ایشیکاوا روش دلفی فازی را که برگرفته از روش سنتی دلفی و تئوری مجموعه فازی است معرفی کرده است (ایشیکاوا، ۱۹۹۳). نوردرها بن نشان داد که کاربرد روش دلفی فازی ابهام‌های موجود در نظرهای خبرگان را برطرف می‌کند. در این مطالعه، برای تبدیل واژگان زبانی خبرگان به اعداد فازی از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است (محمدفام، ۲۰۲۲). تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد مثلثی فازی در روش دلفی فازی در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. تناظر مقیاس‌های زبانی برای مقایسات زوجی

عبارت کلامی	تأثیر خیلی زیاد	تأثیر زیاد	تأثیر کم	تأثیر خیلی کم	بی‌تأثیر	تأثیر خیلی زیاد
اعداد فازی	(۰/۷۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)	(۰، ۰، ۰/۲۵)	(۰/۷۵، ۰/۷۵، ۱)

در این روش، ابتدا جمع‌آوری نظرهای گروه تصمیم‌گیرنده و تخصیص عدد فازی مثلثی به نظر خبره، با توجه به واژه زبانی انتخاب شده توسط خبره به معیار مورد نظر انجام می‌گیرد. در ادامه، ارزش ارزیابی از عدد فازی مثلثی هر معیار که خبرگان به آن معیار داده‌اند، محاسبه می‌شود (نوردرهاوان، ۱۹۹۵). در این مطالعه، از تکنیک میانگین هندسی که کلیو و یوان پیشنهاد داده‌اند، برای یافتن نظر خبرگان درباره یک معیار استفاده می‌شود (کلیو و همکاران، ۱۹۹۵)؛ به این صورت که فرض می‌شود ارزش ارزیابی معیار  $j$  از نگاه خبره شماره  $i$  میان  $n$  خبره  $W_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  باشد، که در آن  $i = 1, 2, \dots, n$  و  $j = 1, 2, \dots, m$  هستند. سپس ارزش فازی معیار  $j$  که به صورت رابطه ۱ محاسبه می‌شود، است.

$$W_j = (a_j, b_j, c_j)$$

$$a_j = \min\{a_{ij}\}, b_j = 1/n \sum b_{ij}, c_j = \max\{c_{ij}\}$$

## دیفازی سازی:

برای دیفازی سازی از رابطه ۲ استفاده می‌شود (کلیو و همکاران، ۱۹۹۵)

$$S_j = \frac{a_j + 4b_j + c_j}{6} \quad (2)$$

در انتها، برای استخراج معیارهای مورد نظر، حدی برای قبول یا عدم قبول آن معیار در نظر گرفته می‌شود. برای در نظر گرفتن این حد (آستانه) قانون خاصی وجود ندارد. در این تحقیق از میانگین هندسی مقادیر دیفازی شده به عنوان آستانه استفاده شده است. در انتها شاخص‌هایی که مقدار دیفازی آن‌ها از این آستانه کمتر بوده غربال شده‌اند.

## روش مقایسات زوجی

هنگامی که اطلاعات یا داده‌هایی برای مسئله نداریم، یا به عبارتی دیگر، ماتریس تصمیم وجود ندارد، وزن دهی را می‌توان به روش مقایسات زوجی انجام داد. از آنجایی که در این پژوهش نیز از جدول مقایسات زوجی که توسط خبرگان پر شده‌اند استفاده شده، از این روش بهره‌گیری شده است. برای وزن دهی با استفاده از این روش، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم: گام اول: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌ها توسط خبرگان. این ماتریس مطابق با یک سیستم ترجیحات حاصل می‌شود که نسبت شاخص‌ها را از ۱ تا ۹ تعیین می‌کند. چنانچه بیش از یک خبره وجود داشته باشد، این ماتریس، یک ماتریس ترکیبی است که درایه‌های آن، میانگین هندسی تمامی درایه‌های نظیر می‌باشد.

جدول ۳: سیستم ترجیحات

ضریب	ترجیح
۱	یکسان بودن دو شاخص
۳	ترجیح کم شاخص a نسبت به شاخص b
۵	ترجیح زیاد شاخص a نسبت به شاخص b
۷	ترجیح خیلی زیاد شاخص a نسبت به شاخص b
۹	ترجیح فوق‌العاده زیاد شاخص a نسبت به شاخص b
نکته: اعداد واسط ۲، ۴، ۶ و ۸ را هم می‌توان اختصاص داد.	

گام دوم: بی‌مقیاس سازی ماتریس‌های مقایسات زوجی به روش نرم ساعتی.

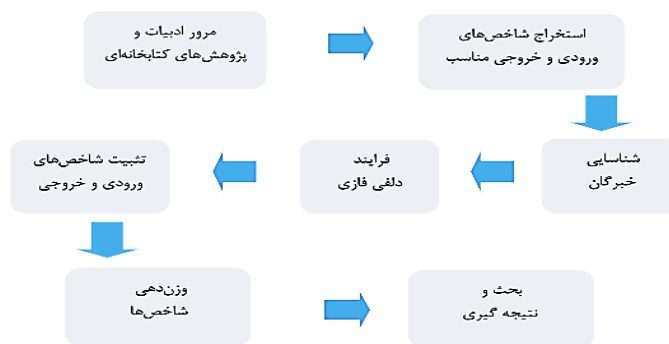
گام سوم: محاسبه اوزان شاخص‌ها به صورت میانگین حسابی سطری.

گام چهارم: محاسبه نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی. با توجه به کیفی بودن محیط تصمیم‌گیری و شاخص‌ها، ممکن است در قضاوت‌ها مشکل به وجود می‌آید. در این تحقیق نرخ ناسازگاری تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی محاسبه شد. ماتریس‌هایی که نرخ ناسازگاری بیشتر از  $0/1$  داشتند، مجدداً به خبرگان بازگردانده شدند تا توسط ایشان تجدیدنظر شود. این فرایند تا حصول نتیجه (سازگار شدن همه ماتریس‌ها) ادامه یافت.

## روش شناسی پژوهش

با توجه به اینکه تحقیق حاضر به جمع‌آوری اطلاعات برای پاسخ به سؤال‌های مربوط به وضعیت فعلی می‌پردازد، لذا روش به‌کاررفته در این تحقیق از لحاظ نحوه گردآوری اطلاعات، توصیفی از نوع پیمایشی است. اطلاعات توصیفی از طریق پرسش‌نامه (بیشتر) و مصاحبه جمع‌آوری شده‌اند.

در این تحقیق، در ابتدا با استفاده از ادبیات موجود، شاخص‌های عمومی و بیشتر استفاده شده مؤثر بر کارایی شرکت‌های هواپیمایی استخراج شد. سپس با استفاده از روش دلفی فازی، شاخص‌های کلیدی مؤثر بر کارایی هوانوردی متناسب با وضعیت موجود کشور استخراج شد. در مرحله بعد، شاخص‌ها از طریق پرسش‌نامه (جدول ۴) به جامعه خبرگان ارسال شد تا داده‌های لازم با استفاده از روش مقایسات زوجی وزن‌دهی و رتبه‌بندی شوند. به‌طور کلی فرآیند این پژوهش را شکل ۱ نشان می‌دهد.



شکل ۱: فرایند پژوهش

**جامعه و نمونه مورد بررسی**

در مطالعه حاضر چون از تکنیک‌های تحقیق در عملیات شاخه تصمیم‌گیری چند معیاره فازی استفاده شده است، بنابراین جامعه مورد بررسی را مدیران و کارشناسان ارشد و اساتید حوزه مورد مطالعه و آگاه به موضوع کارایی در هوانوردی تشکیل می‌دهند. از آنجایی که در این پژوهش از روش دلفی فازی استفاده می‌شود بر طبق نظر ساعتی (۲۰۰۴) تعداد ۱۲ نفر از خبرگان برای مطالعات مبتنی بر مقایسه زوجی استفاده شده‌اند (بوتکینه، ۲۰۲۰). شایان ذکر است از جامعه آماری تحقیق، ۵ نفر دارای تحصیلات دکتری و ۷ نفر دارای تحصیلات کارشناسی ارشد هستند.

**جدول ۴. تعیین شاخص‌های ورودی و خروجی مناسب در کارایی شرکت‌های هواپیمایی**

میزان اهمیت					شاخص‌ها	ردیف	
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد			
					خدمه پروازی	۱	نیروی انسانی (تعداد)
					تعمیر و نگهداری	۲	
					پرسنل اداری	۳	
					مدیریت شرکت	۴	
					خدماتی (بازاریابی و فروش و ...)	۵	
					امنیت پرواز	۶	
					هواپیما (شامل تایپ، عمر و ...)	۱	سرمایه ثابت شرکت (ریال)
					تجهیزات تعمیر و نگهداری	۲	
					تجهیزات بخش اداری (ساختمان و ...)	۳	
					حقوق و مزایای کارکنان	۱	هزینه‌های جاری (ریال)
					هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی	۲	
					سرمایه‌گذاری در آموزش	۳	
					کل درآمد شرکت	۱	بازده مالی
					سود خالص شرکت	۲	
					تعداد پروازهای شرکت	۱	بازده خدماتی
					کل ساعات پروازهای شرکت	۲	
					کل تعداد مسافر جابه‌جاشده	۳	
					کل مسافت پروازهای شرکت	۴	
					کل مقدار بار جابه‌جاشده	۵	

**یافته‌های پژوهش**

به‌منظور شناسایی و اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار بر کارایی شرکت‌های هواپیمایی از مقالات و پایان‌نامه‌های مختلفی استفاده شد و عوامل استخراج گردید. برای انجام این کار پرسش‌نامه‌ای با ۱۲ سؤال (که هر سؤال بیانگر یک شاخص

می‌باشد) به‌عنوان شاخص‌های ورودی و ۷ سؤال به‌عنوان شاخص‌های خروجی طراحی گردید (جدول ۴) و ۱۲ پرسش‌نامه که به تعداد پاسخ‌دهندگان می‌باشد، در اختیار آن‌ها قرار گرفت که تمام پرسش‌نامه‌ها جامع و کامل به‌دست آمد. این پرسش‌نامه‌ها به‌صورت کیفی و بر اساس طیف ۵ نقطه‌ای لیکرت از میزان اهمیت بسیار زیاد تا میزان اهمیت خیلی کم قید شده است. سپس بعد از پخش و جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها، جهت تعیین مهم‌ترین عوامل، از روش دلفی فازی و از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد. پس از خروجی داده‌ها از نرم‌افزار EXCEL، شاخص‌هایی که مقدار دیفازی آن‌ها از میانگین دیفازی‌ها بیشتر بود انتخاب و بقیه شاخص‌ها غربال شدند (جدول ۵).

پرسش‌نامه‌ها مجدداً در اختیار خبرگان قرار گرفته و فرایند تکرار گردید. با توجه به اینکه اختلاف میانگین‌ها در دو پرسش‌نامه کمتر از ۰/۰۱ شد، فرایند دلفی پایان پذیرفت. با توجه به اینکه از میان شاخص‌های خروجی فقط "سود خالص شرکت هواپیمایی" از عامل بازده مالی باقی‌مانده، نیازی به وزن دهی نبود. در خصوص عامل بازده خدماتی، شاخص‌های "کل تعداد مسافر جابه‌جاشده" و "کل مقدار بار جابه‌جاشده" باقی ماندند که طبق نظر خبرگان وزن هر کدام ۵۰ درصد در نظر گرفته شد. اما در خصوص شاخص‌های ورودی که در سه گروه عامل انسانی، عامل سرمایه ثابت و عامل هزینه‌ها دسته‌بندی شده‌اند، ۶ شاخص باقی‌مانده‌اند. از شاخص ورودی سرمایه ثابت فقط عامل "هواپیما" باقی ماند که وزن آن ۱۰۰٪ است. از این رو جهت وزن دهی هر یک از شاخص‌ها پرسش‌نامه مقایسات زوجی ۵ در ۵ طراحی و در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان قرار گرفت که تعداد ۱۰ پرسش‌نامه بازگشت داده شد (جدول ۶).

جدول ۵. نتایج غربال‌گری شاخص‌ها توسط دلفی فازی

ردیف	شاخص‌های ورودی	مقادیر دیفازی	میانگین دیفازی	وضعیت شاخص
۱	خدمه پروازی	۰/۹۶۰	۰/۶۳۴	قبول
۲	پرسنل نت	۰/۹۰۲	۰/۶۳۴	قبول
۳	پرسنل اداری	۰/۵۶۶	۰/۶۳۴	رد
۴	مدیریت شرکت	۰/۶۳۰	۰/۶۳۴	رد
۵	خدماتی (بازاریابی و فروش و ...)	۰/۷۲۵	۰/۶۳۴	قبول
۶	امنیت پرواز	۰/۵۳۲	۰/۶۳۴	رد
۷	هواپیما (شامل تایپ، عمر و ...)	۰/۸۲۵	۰/۶۳۴	قبول
۸	تجهیزات نت	۰/۵۴۶	۰/۶۳۴	رد
۹	تجهیزات بخش اداری (ساختمان)	۰/۱۶۷	۰/۶۳۴	رد
۱۰	حقوق و مزایا	۰/۶۲۸	۰/۶۳۴	رد
۱۱	هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی	۰/۸۵۸	۰/۶۳۴	قبول
۱۲	سرمایه‌گذاری در آموزش	۰/۸۷۲	۰/۶۳۴	قبول
۱۳	کل درآمد شرکت	۰/۶۲۷	۰/۷۳۱	رد
۱۴	سود خالص شرکت	۰/۹۰۲	۰/۷۳۱	قبول
۱۵	تعداد پروازهای شرکت	۰/۲۶۵	۰/۷۳۱	رد
۱۶	کل ساعات پروازهای شرکت	۰/۵۴۴	۰/۷۳۱	رد
۱۷	کل تعداد مسافر جابه‌جاشده	۰/۸۴۳	۰/۷۳۱	قبول
۱۸	کل مسافت پروازهای شرکت	۰/۳۶۷	۰/۷۳۱	رد
۱۹	کل مقدار بار جابه‌جاشده	۰/۸۲۹	۰/۷۳۱	قبول

جدول ۶. پرسشنامه مقایسات زوجی

شاخص ورودی	شاخص ورودی	خدمه پروازی	پرسنل تعمیر و نگهداری	هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی	پرسنل خدماتی بازاریابی و فروش (...)	سرمایه‌گذاری در آموزش
	(C1) خدمه پروازی					
	(C2) پرسنل تعمیر و نگهداری					
	(C3) هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی					
	پرسنل خدماتی (بازاریابی و فروش و ...) (C4)					
	(C5) سرمایه‌گذاری در آموزش					

با استفاده از روش مقایسات زوجی و نرم‌افزار EXCEL وزن‌های شاخص‌ها در هر ماتریس (جدول ۷) و همچنین نرخ ناسازگاری ماتریس‌ها به صورت جداگانه محاسبه شد. لازم به ذکر است که نرخ ناسازگاری برای همه ماتریس‌ها کمتر از ۰/۱ می‌باشد. این بدان معناست که تمامی ماتریس‌ها بالای ۹۰ درصد سازگار هستند. در نهایت تمامی ۱۰ ماتریس تصمیم، (توسط میانگین هندسی نمرات هر ۱۰ خبره به شاخص‌ها) ترکیب شده و به صورت یک ماتریس درآمده است (جدول ۸).

جدول ۷: وزن شاخص‌های ورودی به دست آمده توسط

نظردهی خبرگان

شاخص	خبره شماره ۱	خبره شماره ۲	خبره شماره ۳	خبره شماره ۴	خبره شماره ۵	خبره شماره ۶	خبره شماره ۷	خبره شماره ۸	خبره شماره ۹	خبره شماره ۱۰
C1	۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۳	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۴۶
C2	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲	۰/۲۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۱
C3	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۱۵
C4	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱۴
C5	۰/۲	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲	۰/۱۵

جدول ۸: ماتریس ترکیب شده نظرات خبرگان

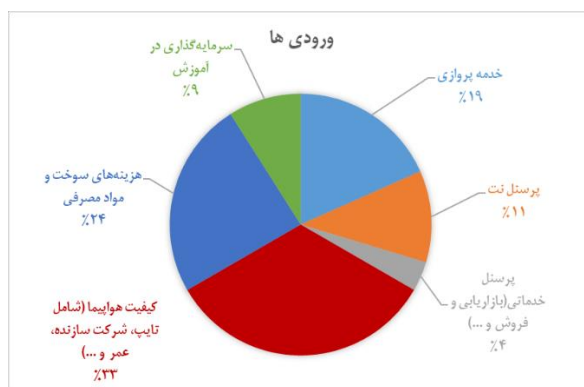
	C1	C2	C3	C4	C5
C1	۱	۲/۴۵	۲/۵۹	۳/۳۳	۲/۲۳
C2	۰/۴۰۹	۱	۱/۷۶	۲/۴۳	۱/۲
C3	۰/۳۸۵	۰/۵۷	۱	۱/۸۷	۱/۱۲
C4	۰/۳	۰/۴۱	۰/۵۴	۱	۰/۵۱
C5	۰/۴۴۸	۰/۸۴	۰/۹	۱/۹۴	۱

در نهایت وزن هر شاخص در گروه‌های سه‌گانه نیروی انسانی، سرمایه ثابت و هزینه‌های جاری به عنوان ورودی‌ها و گروه‌های دوگانه بازده مالی و خدماتی تحت عنوان خروجی‌ها به صورت زیر محاسبه شده است (جدول ۹).

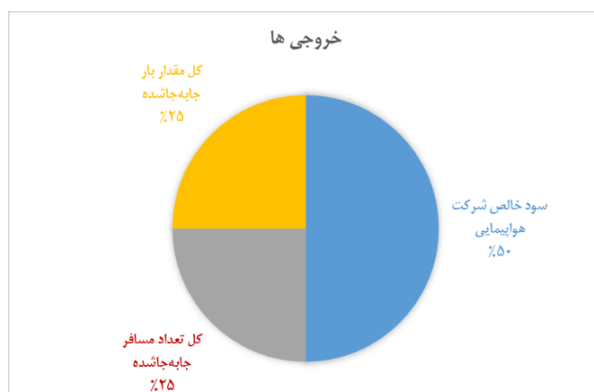
جدول ۹: وزن نهایی شاخص‌های ورودی

وزن نهایی شاخص‌ها (درصد)	شاخص‌ها	ردیف		
۵۵٪	خدمه پروازی	۱	نیروی انسانی	ورودی‌ها
۳۴٪	پرسنل نت	۲		
۱۱٪	پرسنل خدماتی (بازاریابی و فروش و ...)	۳		
۱۰۰٪	کیفیت هواپیما (شامل تایپ، شرکت سازنده، عمر و ...)	۱	سرمایه ثابت شرکت	ورودی‌ها
۷۳٪	هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی	۱	هزینه‌های جاری	
۲۷٪	سرمایه‌گذاری در آموزش	۲		
۱۰۰٪	سود خالص شرکت هواپیمایی	۱	بازده مالی	خروجی‌ها
۵۰٪	کل تعداد مسافر جابه‌جا شده	۱	بازده خدماتی	
۵۰٪	کل مقدار بار جابه‌جا شده	۲		

همچنین نمودارهای ۱ و ۲ درصد وزنی شاخص‌های ورودی و خروجی را نشان می‌دهند.



نمودار ۱: درصد کلی وزنی شاخص‌های ورودی



نمودار ۲: درصد کلی وزنی شاخص‌های خروجی

## بحث و نتیجه‌گیری

- در این تحقیق با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط فازی به بررسی عوامل مؤثر بر کارایی شرکت‌های هواپیمایی پرداخته شد. بدین منظور ابتدا شاخص‌ها با نظر خبرگان و در طی یک فرایند دو مرحله‌ای دلفی فازی غربال شدند. سپس با استفاده از تکنیک مقایسات زوجی وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان می‌دهند که خبرگان نظرخواهی شده در این تحقیق بر این باورند که:
۱. نیروی انسانی مؤثر در کارایی شرکت‌های هواپیمایی عبارتند از: خدمه پروازی، پرسنل تعمیر و نگهداری و پرسنل خدماتی (بازاریابی و فروش و ...)، حال آنکه وزن گروه اول بیشتر از گروه دوم و سوم است.
  ۲. سرمایه ثابت مؤثر تنها شامل کیفیت هواپیما می‌شود.
  ۳. در گروه هزینه‌های جاری هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی بیش از دو برابر سرمایه‌گذاری در آموزش بر کارایی تأثیرگذارند.
  ۴. در دو گروه خروجی‌ها هم سود خالص شرکت و تعداد مسافر جابه‌جاشده و مقدار بار جابه‌جاشده با ضرایب به‌دست‌آمده شاخص‌های اثرگذار به شمار می‌روند.
  ۵. با توجه به نمودارهای ۱ و ۲ کاملاً واضح است که در گروه عوامل تأثیرگذار ورودی به کیفیت ناوگان نسبت به بقیه شاخص‌ها در اولویت بوده و از وزن بیشتری برخوردار است. حال آنکه سود خالص شرکت مهمترین خروجی خواهد بود.

## منابع

- Li, Y., Y.-z. Wang, and Q. Cui, *Evaluating airline efficiency: an application of virtual frontier network SBM*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2015. 81: p. 1-17.
- Cui, Q. and Y. Li, *The change trend and influencing factors of civil aviation safety efficiency: the case of Chinese airline companies*. Safety science, 2015. 75: p. 56-63.
- Farrell, M.J., *The measurement of productive efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General), 1957. 120(3): (p. 253-281).
- Bauer, P.W., *Decomposing TFP growth in the presence of cost inefficiency, nonconstant returns to scale, and technological progress*. Journal of Productivity Analysis, 1990. 1(4): p. 287-299.
- Coelli, T., *A primer on efficiency measurement for utilities and transport regulators*. Vol. 953. 2003: World Bank Publications.
- Inglada, V., et al., *Liberalisation and efficiency in international air transport*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2006. 40(2): p. 95-105.
- Assaf, A., *Are US airlines really in crisis?* Tourism Management, 2009. 30(6): p. 916-921.
- Ouellette, P., et al., *Introducing regulation in the measurement of efficiency, with an application to the Canadian air carriers industry*. European Journal of Operational Research, 2010. 200(1): p. 216-226.
- Sjögren, S. and M. Söderberg, *Productivity of airline carriers and its relation to deregulation, privatisation and membership in strategic alliances*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2011. 47(2): p. 228-237.
- Assaf, A.G. and A. Josiassen, *European vs. US airlines: Performance comparison in a dynamic market*. Tourism management, 2012. 33(2): p. 317-326.
- Gramani, M.C.N., *Efficiency decomposition approach: A cross-country airline analysis*. Expert Systems with Applications, 2012. 39(5): p. 5815-5819.
- Barros, C.P. and E. Couto, *Productivity analysis of European airlines, 2000–2011*. Journal of Air Transport Management, 2013. 31: p. 11-13.
- Arjomandi, A. and J.H. Seufert, *An evaluation of the world's major airlines' technical and environmental performance*. Economic Modelling, 2014. 41: p. 133-144.
- Li, Y., Y.-z. Wang, and Q. Cui, *Has airline efficiency affected by the inclusion of aviation into European Union Emission Trading Scheme? Evidences from 22 airlines during 2008–2012*. Energy, 2016. 96: p. 8-22.

- Cui, Q. and Y. Li, *Airline efficiency measures using a Dynamic Epsilon-Based Measure model*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2017. 100: p. 121-۱۳۴
- Häder, M. and S. Häder, *Delphi und Kognitionspsychologie: Ein Zugang zur theoretischen Fundierung der Delphi-Methode*. ZUMA Nachrichten, 1995. 19(37): p. 8-34.
- Ishikawa, A., et al., *The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration*. Fuzzy sets and systems, 1993. 55(3): p. 241-253.
- Mohammadfam, I., et al., *Analysis of factors affecting human reliability in the mining process design using Fuzzy Delphi and DEMATEL methods*. Sustainability, 2022. 14(13): p. 8168.
- Noorderhaven, N., *Strategic decision making. England, Massachusetts*. 1995, California: Addison-Wesley Publishing Company.
- Klir, G. and B. Yuan, *Fuzzy sets and fuzzy logic*. Vol. 4. 1995: Prentice hall New Jersey.
- Siksnyte-Butkiene, I., E.K. Zavadskas, and D. Streimikiene, *Multi-criteria decision-making (MCDM) for the assessment of renewable energy technologies in a household: A review*. Energies, 2020. 13(5): p. 1164.

## ***Identifying and ranking factors affecting the efficiency of Iranian airlines using the fuzzy multi-criteria decision-making approach***

**Mazaher Rezaeifar<sup>1st</sup>, Vahid Velayati <sup>2nd</sup>**

### **Abstract**

The degree of recognition of the efficiency of an airline plays an important role in the planning and future success of that company. However, a handful of studies have addressed the issue of factors affecting the efficiency of airline companies in Iran. It is obvious that the first step to measuring the efficiency of any organization is to know the factors affecting its efficiency, which ultimately leads to knowing the inputs and outputs. The aim of this study is to identify the appropriate inputs and outputs to measure the efficiency of Iran's airlines. These companies are organizations whose responsibility is to carry passengers and cargo. In this study, the Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making approach (FMCDM) is used for this issue. First, by using the existing literatures, effective factors identified. Then by viewpoints of the experts having activities in the field of aviation, including pilots, engineers, and aviation experts, inputs and outputs indices are appropriately redefined. For this purpose, a questionnaire containing 12 questions as inputs and 7 questions as outputs was provided. During the 2 stages-screening, using the fuzzy Delphi method, finally, 6 input parameters in the 3 groups and 3 output parameters in the 2 groups were identified and extracted. The paired Comparison Analysis method is used for weighting input indices. Results showed that the most important factor affecting the airline's efficiency is the quality of plane.

**Key words:** Fuzzy Delphi, aviation companies, efficiency.