

مدیریت هزینه نگهداری و تعمیر در شرکت های هواپیمایی

مصطفی لطفی جلال آبادی^{۱*}، سید جمال حسینی^۲

۱- استادیار، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری

۲- کارشناسی ارشد آمار دانشگاه هوایی شهید ستاری

(دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸)

چکیده

صنعت حمل و نقل هوایی به عنوان صنعت پیشرو و اثرگذار در پیشرفت و توسعه هر کشور مطرح و وضعیت آن یکی از شاخص های اصلی و مهم توسعه محسوب می شود. ولی با مسائل مختلفی از جمله افزایش هزینه ها مواجه است، تسلط بر ساختار هزینه ای شرکت های هواپیمایی می تواند نظام بهره برداری از هواپیما را بر اصول سیستماتیک اداره کند. هدف از انجام این تحقیق، مطالعه و بررسی مدیریت هزینه در شرکت های هواپیمایی می باشد. برای حصول به این هدف، ابتدا با مطالعه اسنادی و کتابخانه ای و پیشینه پژوهش، روش های کاهش هزینه، شناسایی شد. سپس پرسشنامه ای با روش دلفی با طیف پنج گزینه ای لیکرت تدوین و طی سه مرحله میان ۲۰ نفر از خبرگان و صاحب نظران شرکت هواپیمایی توزیع گردید و با استفاده از نرم افزار SPSS، راهکارهای کاهش هزینه شناسایی شد. سپس جهت اولویت بندی راهکارهای مشخص شده، پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه و در بین کارکنان متخصص یکی از شرکت های هواپیمایی توزیع گردید. نتایج پرسشنامه ها در نرم افزار Expert Choice تحلیل و راهکارها در چهار بعد ساختار، نیروی انسانی، تکنولوژی و بودجه بندی اولویت بندی گردید و در نهایت با توجه به نتایج تحقیق راه کارهای عملیاتی بر اساس چهار بعد ارائه گردید.

واژه های کلیدی: شرکت هواپیمایی، نگهداری و تعمیر، کاهش هزینه، دلفی، تحلیل سلسله مراتبی

Cost Management of Preservation and Maintenance in Airlines

Mostafa Lotfi Jalal Abadi and Seyed Jamal Hosseini

Abstract

The air transport industry is considered as a forerunner and influential industry in the progress and development of any country and its status is one of the main important indicators of development. Hegemony to the cost structure of airlines can manage the aircraft operating system on a systematic basis. The purpose of this research is to explore the cost of aircraft maintenance in the airline and to provide practical solutions to reduce these costs. To achieve this purpose, first, cost reduction methods were identified by studying documents, libraries, and research background. Then, a questionnaire was developed by Delphi method with a range of 5 Likert options and was distributed in three stages among 20 experts of airlines, and cost reduction strategies were identified using SPSS Software Version 24. Afterwards, in order to prioritize the identified solutions, a hierarchical analysis questionnaire was prepared and distributed among the skilled staff of an airline. The results of the questionnaires were analyzed in Expert Choice Software and the strategies were prioritized in four dimensions: structure, manpower, technology, and budgeting. Finally, according to the research results, applicable solutions were presented based on these four dimensions.

Key words: Airline, Maintenance and repair, Cost reduction, Delphi

* نویسنده پاسخگو: مصطفی لطفی جلال آبادی، پست الکترونیک: lotfi200988@yahoo.com

این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس از آدرس <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode> دیدن فرمایید.



مقدمه

حمل و نقل، نیاز اساسی جامعه بشری است که در آن، زیر بخش حمل و نقل هوایی جوان ترین، ایمن ترین و مدرن ترین شیوه حمل و نقل است. این صنعت به لحاظ سهولت دسترسی، سرعت بالا در جابه جایی، هزینه مناسب و قابلیت اطمینان بالا، از رشد روزافزون جابه جایی بار و مسافر نسبت به سایر شیوه های حمل و نقل برخوردار است. (کاظمی، ۱۳۹۳). بسیاری از شرکت ها به این نتیجه رسیده اند، در صورت استفاده از صنعت هوایی برای حمل و نقل بار به انبار کمتری نیاز خواهند داشت و حتی هزینه های بسته بندی آنها نیز کاهش خواهد یافت (کریمی و محمودیه، ۱۳۸۹). لیکن این صنعت با مشکلات متعددی مواجه است از جمله: افزایش سالانه هزینه های نیروی کار، قیمت سوخت هواپیما، محدودیت زیرساخت های حمل و نقل هوایی (فرودگاه ها) که به افزایش تراکم و تأخیر در پروازها منجر می شود (حسینی، ۱۳۸۹) همچنین ایرلاین ها سالانه هزینه های متفاوتی دارند که خرید، نگهداری و تعمیر هواپیماها، تأمین سوخت، پارکینگ، تأمین امور خدماتی به مسافران و هزینه های نیروی انسانی، چند مورد عمده از این هزینه ها هستند و اگر در تأمین این هزینه ها با مشکلاتی روبه رو شوند گاهی به خانه نشینی هواپیماها منجر می شود و قابل توجه است که حتی خانه نشینی آن ها نیز به منظور هزینه پارکینگ، بسیار هزینه بر است (قاسمی، ۱۳۹۵). از طرف دیگر صنعت هوایی کشور از یک سو به علت تحریم، با عدم انتقال فناوری روز و عدم تحویل قطعات مناسب هواپیما مواجه شد و از سوی دیگر، به دلیل افزایش سن ناوگان هوایی موجود، هزینه های جاری نگهداری و تعمیر در این بخش چندین برابر شده است که باعث کاهش سوددهی صنعت هوایی شد. در حال حاضر تراز مالی اکثر شرکت های هواپیمایی منفی است و اگر قرار باشد نرخ بلیت هواپیما بیش از این افزایش یابد، شاهد کاهش بیش از پیش مسافران در بخش هوایی خواهیم بود که در شرایط موجود به رقمی کمتر از ۳ درصد کل جمعیت کشور رسیده است و با توجه به مشکلات موجود در راه شرکت های هواپیمایی، اکثر شرکت های هواپیمایی ضررده هستند. از این رو به نظر می رسد دستیابی به یک استراتژی بومی با رویکردی کارآ می تواند نقش

سازنده ای در تحول این صنعت داشته باشد (کریمی و محمودیه، ۱۳۸۹).

از آنجائی که سازمان های هواپیمایی با مسائل و مشکلاتی در تأمین بودجه روبه هستند، شیوه مدیریت در سازمان به نحوی که بودجه مورد نیاز تأمین شود یا بتوان از بودجه محدود بهترین استفاده را به عمل آورد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. نظر به نقش برجسته صنعت حمل و نقل هوایی در اقتصاد ملی و جهانی و پیوند ناگسستنی و روزافزون این صنعت با مقوله توسعه یافتگی، افزایش توان اقتصادی شرکت های هواپیمایی همواره در تعامل با رشد اقتصادی و توسعه پایدار ملی بوده است که این مهم مستلزم هوشمندی شرکت ها مبنی بر شناخت صحیح هزینه ها و سپس تدوین سیاست ها و استراتژی های بهینه برای کنترل و کاهش هزینه ها است. از این رو مهم است که با توجه به شرایط حساس کشور وعدم دسترسی شرکت های هواپیمایی به قطعات و برخی خدمات و پشتیبانی های خارج از کشور، با توجه به فرمایشات صریح مقام معظم رهبری (مدظله العالی) مبنی بر اقتصاد مقاومتی وجهش تولید و همچنین برنامه های توسعه کشور، مدیریت هزینه در شرکت های هواپیمایی به طور شایسته مدیریت شوند و مدیران این صنعت همواره الگوهای کاهش هزینه را در دستور کار قرار دهند. بر این اساس سوال اساسی تحقیق شناسایی راه کارهای کاهش هزینه نگهداری و تعمیر در شرکت های هواپیمایی کدامند؟ اولویت بندی کاهش هزینه ها در شرکت های هواپیمایی به چه صورت است؟

مبانی نظری

صنعت حمل و نقل هوایی نمی تواند مستقیماً با هر صنعت حمل و نقل مقایسه شود. پرواز هواپیما فقط یک برخاستن و فرود ساده نیست بلکه باید مقررات نظارتی الزامات نگهداری نیز به طور همزمان برآورده شود. بازرسی های نگهداری و تعمیر باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که هر هواپیمایی که زمین را ترک می کند، با کمترین هزینه ممکن، قابل اعتماد، ایمن و دارای صلاحیت پرواز است (فانتاهون ۱، ۲۰۱۸).

شرکت های هواپیمایی سالانه هزینه های متفاوتی دارند که خرید، نگهداری و تعمیر هواپیماها، تأمین سوخت، پارکینگ،

کل شرکت را تغییر نمی‌دهد. بنابراین، بهتر است سایر عوامل تعیین کننده هزینه‌ها را بدانیم (همان منبع).

دگنیس^۲ (۲۰۱۰) یک تقسیم بندی را برای تعیین هزینه‌های ایرلاین براساس میزان مدیریت و کنترل بر هزینه، انجام داده که در جدول شماره یک نشان داده شده است

جدول ۱: فاکتورهای مؤثر بر هزینه‌های ایرلاین

میزان مدیریت/کنترل بر هزینه	عامل تعیین کننده هزینه
کم	هزینه‌های ورودی که از خارج اعمال می‌شوند
مقداری	هزینه دستمزد
مقداری	نوع/مشخصات هواپیما
مقداری	ویژگیهای ساختار/شبکه مسیرهای پروازی
زیاد	خط مشی بازاریابی و محصول ایرلاین
زیاد	سیاست مالی ایرلاین
زیاد	استراتژی شرکتی
زیاد	کیفیت مدیریت

منبع: (داگنیس، ۲۰۱۰)

دسته اول عوامل بیرونی وجود دارد که شرکتها بر روی آنها کنترل کمی دارند. مهم ترین عامل در این دسته قیمت سوخت است، اما می‌توان به مالیات و هزینه‌های فرودگاه نیز اشاره کرد. عوامل تعیین کننده هزینه که ایرلاین ها می‌توانند بر آنها تا حدودی (مقداری) کنترل و مدیریت داشته باشند در دسته دوم قرار دارند. در اینجا سه عامل اصلی تعیین کننده، هزینه کار، نوع هواپیمای مورد استفاده و عملیات‌های استاندارد برای استفاده از هواپیما است. اگرچه به نظر می‌رسد دو عامل تعیین کننده آخری تحت کنترل کامل شرکت هستند، اما در عمل، عملکرد مدیران محدود است. این امر می‌تواند مربوط به موقعیت جغرافیایی شرکت، توافق نامه‌های خدمات هوایی دو جانبه انجام شده بین دولت‌ها و تراکم ترافیک در مسیرهای پروازی باشد که قویاً بر نوع هواپیمای مورد نیاز و شبکه مورد بهره برداری تأثیر می‌گذارد. تنها موردی که در آن مدیریت از آزادی عمل بیشتری برخوردار است، شرکت‌های ملی کشورهایی است که دارای یک حامل پرچم واحد هستند، به ویژه اگر سهم دولت در آن بیشتر باشد.

هزینه‌های ثابت، هزینه‌ای است که با چرخه بازرگانی عملیاتی، کم یا زیاد نمی‌شود و حتی اگر عملیات پروازی شرکت

تأمین امور خدماتی به مسافران و هزینه‌های نیروی انسانی، چند مورد عمده از این هزینه‌ها هستند و اگر در تأمین این هزینه‌ها با مشکلاتی روبه‌رو شوند گاهی به خانه‌نشینی هواپیماها منجر می‌شود و قابل توجه است که حتی خانه‌نشینی آنها نیز به منظور هزینه پارکینگ بسیار هزینه‌بر است. ناکامی در مدیریت هزینه‌های شرکت‌های هواپیمایی منجر به ورشکستگی و یا به خطر افتادن امنیت پرواز می‌شود. (قاسمی، ۱۳۹۵).

ساختار هزینه‌ای یک شرکت هواپیمایی به شرح ذیل است:

۱- هزینه عملیاتی مستقیم

۱-۱- هزینه‌های مرتبط با هواپیما همچون سوخت، فنی و اورهال هواپیما، استهلاک، عوارض فرودگاهی، عوارض ناوبری، کادر پرواز و ...

۱-۲- هزینه‌های مرتبط با مسافر همچون کترینگ، بیمه مسافر، عوارض ترمینال هر مسافر، هندلینگ مسافر، کمیسیون فروش مسافر و ...

۲- هزینه عملیاتی غیرمستقیم

شامل حقوق پرسنل نگهداری و تعمیر، عملیات پرواز، عملیات فرودگاهی، آموزش، پارکینگ، هندلینگ فرودگاهی، هزینه‌های پایگاه عملیاتی و ایستگاه‌ها و ...

۳- هزینه‌های بالادستی

هزینه‌های ستادی، آموزش و حقوق پرسنل و مدیریت، بازاریابی، تبلیغات و فروش، موضوعات مرتبط با امور مالی و بانکی مرتبط، فاینانس، هزینه‌های مدیریتی و اداری، هزینه‌های وابسته ثابت مهندسی و تعمیرات، قراردادهای خرید خدمات، استهلاک سرمایه‌گذاری، پشتیبانی و ... (عروج نیا، ۱۳۹۵).

البته برخی هزینه‌ها ممکن است در یکی از موارد بالا جابه‌جا شوند، اما در مجموع هزینه‌ها به دو بخش مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند که بخشی از آنها متغیر و بخشی دیگر ثابت هستند هزینه‌های عملیاتی مستقیم متغیر، با افزایش مجموع ساعات پرواز شرکت افزایش می‌یابد و البته هزینه‌های غیرمستقیم ثابت و بالادستی را در ضریب افزایش ساعات پروازی، سرشکن می‌کند (جانسون، ۲۰۱۴).

آژانس ملی هواپیمایی کشوری برزیل (ANAC) نشان می‌دهد که هزینه‌های ثابت تقریباً ۶۵٪ از کل هزینه‌های هواپیمایی را تشکیل می‌دهد. در این بازارهایی که هزینه‌های ثابت برای آنها تغییرات زیادی در حجم تولید دارد، به طور قابل توجهی هزینه

نکته: ریز هزینه‌های فوق تقسیم بر توان عملیاتی شرکت در طول ۵ سال خواهد شد. بدین معنی اگر توان عملیات سالانه، طبق محاسبه ۱۷۰۰۰ ساعت باشد، در طول ۵ سال (زمان قابل توجیه در سرمایه‌گذاری) می‌شود ۸۵۰۰۰ ساعت که بر این اساس هزینه ثابت شرکت در یک ساعت پرواز محاسبه می‌شود. تحلیل هزینه‌های ثابت سالانه نیز با هزینه‌هایی که در هر سال تکرار می‌شود، انجام می‌گردد که آن هزینه ثابت سالانه به تعداد ساعات پرواز ناوگان تقسیم می‌گردد.

ب: هزینه‌های متغیر

۱- هزینه حق موظف کادر پرواز (خلبانان و مهمانداران) ۲- استهلاک هواپیما و اقساط مالکیت (سالانه) ۳- هزینه گارد پرواز (حفاظت هواپیمایی / قرارداد ایرمارشال) ۴- هزینه سوخت (قرارداد شرکت پخش فرآورده‌های نفتی) / محاسبه هر ساعت پرواز مصرف سوخت و روغن ۵- عوارض فرودگاهی و ناوبری هوایی (قرارداد شرکت فرودگاه‌های کشور - منطبق با ماده ۶۳ اخذ مطالبات شامل خدمات ناوبری، نشست و برخاست، پارکینگ، استفاده از امکانات فرودگاهی ...) ۶- اجاره اماکن فرودگاهی در فرودگاه‌های مورد هدف بازرگانی و پایگاه عملیاتی ۷- خدمات فرودگاهی (قرارداد خرید خدمات از شرکت‌های خدمات فرودگاهی) ۸- بیمه مسافر، بار و شخص ثالث (۲/۲۲ درصد فروش بلیت) ۹- بیمه کرو ۱۰- کترینگ مسافر و خدمات رفاه مشتری و خدمات داخل پرواز ۱۱- تعمیرات و نگهداری هواپیما (قرارداد خرید خدمات از شرکت‌های دارای مجوز تعمیرات و نگهداری). توضیح اینکه؛ هزینه‌های تعمیرات و نگهداری هواپیما تابعی است از نوع هواپیما، سال ساخت، عمر هواپیما و چرخه پرواز هواپیما و موتور که برابر تقویم ساعات دوره نشست و برخاست پروازی طی شده و باقی‌مانده به صورت ریز بررسی و به ازای یک ساعت پرواز محاسبه می‌شود. مبنای تحلیل، برنامه تعمیراتی هواپیما (MPD) است که از طرف کارخانه سازنده ارائه می‌شود. ۱۲- کارمزد آژانس‌های هواپیمایی و عامل فروش بلیت (فروش داخلی بین ۵ تا ۷ درصد قیمت بلیت) ۱۳- عوارض شهرداری ۱۴- عوارض مسافر (ترمینال فرودگاهی)

در ادامه، مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر شرکت جمع و هزینه یک ساعت پرواز به صورت Block Hours (بسته شدن درب هواپیما تا باز شدن آن) + ۱۰ درصد هزینه‌های پیش‌بینی نشده، مشخص می‌گردد. در نهایت کل هزینه یک ساعت پرواز

هواپیمایی متوقف باشد، این هزینه تحمیل می‌گردد. هزینه‌های متغیر، هزینه‌هایی هستند که مستقیماً به چرخه پرواز یک هواپیما وارد می‌شود. به زبان ساده، هزینه‌ای است که اگر انجام نشود، هواپیما قادر به حرکت نیست. این هزینه‌ها اصلی‌ترین هزینه‌های شرکت هواپیمایی محسوب می‌شوند که مجموعاً بیش از ۷۵ درصد مجموع هزینه‌ها را دربرمی‌گیرند؛ هزینه‌هایی همچون استهلاک هواپیما و مالکیت (اقساط مالکیت یا اجاره‌بها)، حق پرواز کادر عملیات، سوخت، هزینه نگهداری و تعمیر، بیمه، کترینگ، هزینه ناوبری و فرودگاهی، خدمات فرودگاهی یا هندلینگ و ... از جمله هزینه‌های متغیر هستند. البته برخی از هزینه‌هایی که در چرخه پرواز تحمیل می‌شود، در تعداد پرواز سالانه محاسبه و بر مقدار ساعات پرواز سالانه هواپیما تقسیم می‌شود (عروج نیا، ۱۳۹۵).

حال، ریز هزینه‌هایی که به ازای هر ساعت پرواز و جزیی تر از آن، هر ساعت صندلی پرواز (یک مسافر صندلی) انجام می‌شود محاسبه می‌گردد.

الف - هزینه‌های ثابت :

۱- ساختمان و ابنیه ۲- هواپیما (ارزی به ریالی) ۳- موتور و قطعات یدکی (ارزی به ریالی) ۴- تاسیسات فرودگاهی ۵- وسایل و ادوات اداری ۶- خودرو (موتوری) ۷- تجهیزات مهندسی و تعمیرات (خط پرواز) ۸- بیمه هواپیما ۹- تبلیغات و اطلاع‌رسانی ۱۰- چاپ و نشریات ۱۱- هزینه‌های مرتبط به واحد بازرگانی ۱۲- هزینه‌های انفورماتیک و IT ۱۳- مجوزها (عوارض و هزینه‌های کل مجوزهای قانونی اخذ شده) ۱۴- آموزش (هزینه‌های سالیانه آموزش نیروی انسانی متخصص مانند خلبان و فنی و مهماندار و هزینه‌های مرتبط با آموزش‌های خارج از کشور و کل هزینه‌های مرتبط با امور آموزشی پرسنل) ۱۵- استهلاک موارد ۱ تا ۸ و ۱۲ (که بین ۱۵ تا ۲۰ درصد در سال است) ۱۶- حقوق و مزایای جاری ماهانه پرسنل ۱۷- هزینه‌های استخدامی ۱۸- هزینه‌های جاری اداری ۱۹- هزینه بیمه پرسنل استخدامی ۲۰- تشریفات و ماموریت‌ها ۲۱- ترابری و نقلیه و هزینه‌های جاری موتوری ۲۲- پشتیبانی اداری و تاسیسات ۲۳- ایستگاه‌ها و اماکن ۲۴- دفاتر فروش ۲۵- هزینه‌های اجرایی و پشتیبانی ۲۶- هزینه‌های پروازهای بدون مسافر ۲۷- هزینه‌های پیش‌بینی نشده ۲۸- هزینه‌های انتقال ارز به خارج از کشور ۲۹- پوشاک پرسنل و کرو

مدل تصمیم‌گیری نگهداری و تعمیر روتین یکپارچگی مناسب و مدیریت زنجیره تأمین یک ایرلاین می‌تواند هزینه نگهداری و تعمیر را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. با توجه به پیچیدگی بالا فرایندها و قیمت بالا قطعات و مواد، برای به حداقل رساندن زمین‌گیری هواپیما، اغلب زمان و مسیر کوتاه‌تر نقش مهمی در کاهش هزینه نگهداری مستقیم دارند. اجرای استراتژی‌های زنجیره تأمین مقرون‌به‌صرفه یک ابزار برای رفع این چالش است.

می‌توان در MPD سفارشی‌شده هواپیما جزئیات بیشتری را توضیح داد نظیر باز کردن دریچه‌ها برای بازرسی و روغن‌کاری سیستم‌ها و قطعات هواپیما، پیاده کردن قطعات زمان‌دار، انجام modification بر اساس امریه‌های صلاحیت پروازی و سرویس بولتن، انجام آپرشن چک تجهیزات اضطراری هواپیما، انجام تست سیستم‌های کنترل فرامین و سایر فعالیت‌هایی که می‌توانند تحت چک‌های A یا C طبق بندی شوند. (Fantahun, 2018)

استفاده از برنامه نظارت بر داده‌های پروازی این امر شامل تجزیه و تحلیل منظم داده‌های پروازی از هر سورتی پرواز هر هواپیما، کشف و بررسی هرگونه بی‌نظمی در عملیات و پیگیری روندهای اساسی در مراحل عملیاتی و حوادث بالقوه خطرناک است؛ و در صورت لزوم، با خوردی از موضوعات مهم تهیه و در اختیار بخش آموزش پرواز و گاهی اوقات اعضای خدمه پرواز قرار داده می‌شود.

در اینجا، نظارت بر داده‌های پروازی دو هدف اصلی را برآورده می‌کند. اولاً، این امکان را فراهم می‌کند که عیوب فنی، رویه‌های نایمن یا شرایط خارج از مراحل عملیاتی موردنظر در مراحل اولیه شناسایی شود تا از بروز حوادث یا سوانح جلوگیری شود. ثانیاً وسیله‌ای برای پیگیری اقدامات اصلاحی نظیر افزایش آموزش یا تغییر روش‌های استاندارد فراهم می‌آورد تا مشخص شود که آیا آنها موفق بوده‌اند یا خیر. هردوی این‌ها در نهایت به عملکرد ایمن شرکت هواپیمایی کمک می‌کنند (همان منبع)

پیشینه پژوهش

مطالعات صورت گرفته داخل کشور در زمینه تخمین هزینه در صنعت هواپیمایی کشور بسیار اندک است. هایان و بگماز ۲۰۱۲، با تخمین تابع تولید خدمات حمل‌ونقل هوایی هما برای

به تعداد صندلی قابل عرضه در یک مسیر تقسیم شده و هزینه یک نفر مسافر پرواز یا یک صندلی ساعت پرواز مشخص خواهد شد. پس از آن، حدود زمان پروازی عملیاتی بین فرودگاه مبدأ تا فرودگاه مقصد بررسی و هزینه یک صندلی مسافر برای یک نوع هواپیمای خاص در یک مسیر خاص محاسبه می‌شود. گفتنی است سقف نرخ مسیر نیز توسط شورای عالی هواپیمایی کشوری مصوب و به شرکت‌های هواپیمایی ابلاغ می‌شود.

آژانس ملی هواپیمایی کشوری برزیل نشان می‌دهد که هزینه‌های ثابت تقریباً ۶۵٪ از کل هزینه‌های هواپیمایی را تشکیل می‌دهد. در این بازارهایی که هزینه‌های ثابت برای آنها تغییرات زیادی در حجم تولید دارد، به طور قابل توجهی هزینه کل شرکت را تغییر نمی‌دهد؛ بنابراین، بهتر است سایر عوامل تعیین‌کننده هزینه‌ها را بدانیم (ایلر و موریان، ۲۰۱۴). هزینه‌های نگهداری به طور میانگین نشان‌دهنده ۱۴ درصد هزینه‌های متغیری است که خطوط هوایی متحمل می‌شوند. رقابت جهانی، خطوط هوایی را مجبور به بهبود ساعات پرواز و همچنین قابلیت دسترسی هواپیماها با هزینه‌های نگهداری مناسب می‌نماید (رگاتیری و همکاران، ۲۰۱۵). هزینه‌های نگهداری و تعمیر هواپیما دارای چندین ویژگی است، شاخص هزینه به یک دوره زمانی یا ساعات پرواز بستگی دارد. به منظور انجام انواع نگهداری، شرکت‌های هواپیمایی ضمن ارائه خدمات بالاتر، تمرکز خود را برای تجزیه و تحلیل هزینه‌های مربوط به نگهداری و تعمیر افزایش می‌دهند (فانتون، ۲۰۱۸).

طبق گزارش سال ۲۰۱۴ یاتا، خطوط هوایی در کل مبلغ ۱۷٫۶ میلیارد دلار برای هزینه بخش فنی خود گزارش دادند؛ از این مقدار، ۱۵ میلیارد دلار برای هزینه تعمیر و نگهداری مستقیم و ۲٫۶ میلیارد دلار برای هزینه سربار است. ۱۵ میلیارد دلار تقریباً ۲۴ درصد از کل هزینه MRO را برای ۱۷ درصد ناوگان جهانی اختصاص می‌دهد (فانتون، ۲۰۱۸).

همچنین در این گزارشها ادعا شده که میانگین هزینه برای هر ساعت پرواز ۱،۱۶۷ دلار، برای هر سیکل پروازی ۳،۰۲۱ دلار و برای هر هواپیما ۳،۱ میلیون دلار است.

روش‌های جدید در کاهش هزینه در ایرلاین‌ها

دوره ۱۳۵۵ تا ۱۳۷۸، به بررسی ساختار تولید خدمات هوایی، رشد و بهره‌وری و پیشرفت فنی به تفکیک عوامل تعیین‌کننده در شرکت حمل‌ونقل هوایی هما پرداختند. برای این منظور ایشان ۴ عامل: نیروی کار، سرمایه، سوخت‌گیری در داخل، سوخت‌گیری در خارج و نرخ بهره را در مدل پیش‌بینی کردند (همان منبع).

واشقانی فراهانی با تخمین یک تابع هزینه بلندمدت و کوتاه‌مدت شرکت هواپیمایی آسمان برای دوره ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۱ به بررسی ساختار هزینه آن شرکت پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان داد که در بلندمدت، عوامل سرمایه و سوخت بی‌کشش هستند و تنها نیروی کار، عامل تولید با کشش است. در حالی که در کوتاه‌مدت، تمامی عوامل بی‌کشش هستند (کردبچه و جعفرزاده، ۱۳۹۲).

کردبچه و همکاران ۲۰۱۳، به بررسی رابطه بین هزینه عملیاتی هواپیما و اندازه هواپیماهای مسافربری و تخمین اندازه بهینه هواپیما در خطوط منتخب داخلی شرکت هواپیمایی هما برای سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که برای هر طول مسیر خاص، یک اندازه بهینه هواپیما وجود دارد، بطوریکه با افزایش طول مسیر، اندازه بهینه هواپیما افزایش می‌یابد.

گروسی و حسینی راد در سال ۱۳۹۲ به تدوین راهکارهای عملی جهت کاهش هزینه خطوط هوایی پس از آزادسازی قیمت پرداخته‌اند.

جدول ۲: شناسایی راهکارهای کاهش هزینه

ردیف	راه‌های کاهش هزینه	منبع
۱	پیشرفت فن‌آوری اطلاعات، تغییر ساختارهای سازمانی	جوانمرد و عاشری ۱۳۸۵
۳	مهارت‌های فکری مدیریت هزینه در کارکنان، ایجاد یک سیستم برنامه‌ریزی و کنترل مدیریت هزینه	تدریس حسنی و رحیمی، ۱۳۹۰
۴	شیوه کابین یا بهبود مستمر، مدیریت کیفیت جامع، شناسایی و پیاده‌سازی سازه‌های استراتژیک	کیانوش مقدم، ۱۳۹۶
۶	حذف فعالیت‌های بدون ارزش و هزینه زا (مودا)	شالچی و کنگری، ۱۳۹۳
۷	شناسایی گلوگاه‌ها یا محدودیت‌ها، مدیریت و در دسترس بودن	دارابی، ۱۳۸۷

	موجودی‌ها و حذف موجودی‌های اضافی	
۹	به‌کارگیری مناسب منابع و امکانات سازمان	پاک‌رای ۱۳۹۵
۱۱	شناسایی محرک‌های هزینه، بودجه‌بندی بر مبنای فعالیت، هماهنگی‌های لازم در مدیران و حسابداران	دارابی، ۱۳۸۷
۱۵	مهندسی مجدد، طراحی دوباره و زیربنایی فرایندها	مدرکیان، ۱۳۹۰
۱۶	تغییرات تدریجی در فرایندها، کاهش زمان آغاز تا انجام عملیات	شالچی و کنگری، ۱۳۹۳
۱۸	ایجاد مرکز تحقیق و توسعه	خانجانی و منیری، ۱۳۹۳
۱۹	توسعه فرهنگ رشد و بهره‌وری	(Wendy, 2002)
۲۰	مهارت خلبان، شرکت فرودگاه‌ها جهت استاندارد نمودن باند و محل پارکینگ هواپیما، تغییر در روش‌های مدیریتی شرکت‌های هواپیمایی	مجله گسترش صنعت ۱۳۹۵
۲۳	انتخاب نوع مسافران	کریمی و آصف، ۱۳۸۹
۲۴	توسعه و اصلاح شبکه پروازی، افزایش ضریب کیفی پرسنل، مدیریت علمی هزینه‌ای، تبیین سیاست‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت، تکریم و ارائه روش‌های نوین جذب و حفظ مشتری	عروج نیا، ۱۳۹۵
۲۸	نوع هواپیما، سیستم‌های مالی و استراتژی تجارت، کیفیت مدیریت و کارایی آن	journal of Transport literature, 2014
۳۲	طرح سیاست‌های نگهداری مؤثر	Regattieri and all, 2015
۳۳	نگهداری و تعمیر بهینه	میثم غلامی، امین آزادبخت ۱۳۹۸
۳۴	به‌کارگیری یک سیستم نگهداری و تعمیرات خاص متناسب با سازمان، اصلاح روش‌های نگهداری و بهبود روند انجام امور	نامدار و وهابزاده ۱۳۹۸
۳۶	استفاده از تکنولوژی‌های تحلیلی و اتوماسیون، نوسازی عملیات نگهداری و تعمیرات، بهره‌برداری از قدرت ادغام دیجیتالی در شرکت‌ها	رادافروز ۱۳۹۸
۳۹	نگهداری پیشگیرانه، برنامه قابلیت اطمینان برای پیش‌بینی وقوع خرابی در قطعات، نظارت بر روند شرایط موتور، ساخت سازه هواپیما با مواد	Regattieri and all, 2015

شاخص‌ها نسبت به یکدیگر پرداخته شده است. در نهایت در گام پنجم اولویت‌بندی روش‌های کاهش هزینه‌ها مشخص گردید. در روش دلفی معمولاً یک مقیاس پاسخ درجه‌ای (مثل طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت) برای رتبه‌بندی به کار می‌رود و از پاسخ‌دهندگان خواسته می‌شود که در صورت لزوم به فهرست عرضه‌شده مواردی اضافه کنند (سرمد و دیگران، ۱۳۹۵، ص ۸۴). در این تحقیق روایی محتوا همان نظرات متخصصان (نخبگان) است که با سؤالات بسته و باز طی سه مرحله دلفی دریافت و اعمال گردید. در خصوص پایایی یا قابلیت اعتماد ابزار از نرخ سازگاری استفاده شده است که ضرایب در جدول (۳) ارائه گردیده است.

جدول ۳: مقادیر ضریب ناسازگاری در مورد پایایی ابزار پژوهش

ردیف	عامل	تعداد سؤالات	نرخ سازگاری
۱	ساختاری	۴	۰,۰۱
۲	نیروی انسانی	۴	۰,۰۵
۳	فرایند و تکنولوژی	۴	۰,۰۲
۴	بودجه‌بندی	۴	۰,۰۲

در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل، از ضریب هماهنگی کندال استفاده شده است. جامعه آماری این تحقیق خبرگان صنعت هوانوردی است که استادان دانشگاه، خلبانان، خبرگان صنعت و مسئولان عملیاتی خبره مرتبط با قدرت هوایی را در بر می‌گیرد. در روش دلفی حجم نمونه ۸-۱۲ نفر می‌باشد (اصغر پور، ۱۳۸۲) که در این تحقیق، حجم نمونه آماری شامل ۲۰ نفر از خبرگان و صاحب‌نظران است که با استفاده از روش غیر احتمالی هدفمند انتخاب شده اند، چرا که در این روش بر اساس قضاوت و بینش محققان به انتخاب افراد و نمونه واجد شرایط پرداخته شده است. اعضای پانل شامل ۲۰ نفر از خبرگان دانشگاهی و حرفه‌ای هستند که با توجه به سطح تحصیلات، آشنایی با روش تحقیق، سوابق پژوهشی و برخورداری از تجربه در دانشگاه (تدریس، کار حرفه‌ای یا هر دو) انتخاب شده‌اند. ۲۰ درصد از خبرگان دانشگاهی دانشیار به بالا و ۸۰ درصد نیز استادیار بوده‌اند. بیش از ۹۰ درصد خبرگان حرفه‌ای دارای مدرک کارشناسی ارشد به بالا بوده‌اند.

	کامپوزیتی برای کاهش وزن، ساخت هواپیما با ویژگی‌های آیرودینامیکی پیشرفته جهت کاهش نیروی پسا، بهینه‌سازی مرکز ثقل هواپیما، با جایجایی سوخت بین باکها	
۴۵	پایش موتور قبل از رسیدن به وضعیت بحرانی	بهار، ۱۳۹۸
۴۶	بهبود روش‌های جمع‌آوری و آنالیز داده‌های نظارت بر سلامت موتورها، استفاده از فناوری اینترنت اشیا در فرایند نظارت بر موتورها	پژوهشکده اوبونیک ۱۳۹۶
۴۸	اشتراک گذاری قطعات بین ایرلاینها، استراتژی استفاده از قطعات جایگزین و بدلی مورد تأیید، تعمیر قطعات در منابع تعمیر بومی	Fantahun, 2018
۵۱	استفاده از ابزارهای پیش‌بینی کننده نگهداری، فرایند نگهداری پیشگویانه، تجزیه و تحلیل داده‌ها از راه دور، استفاده ایرلاینها از تجربیات فنی یکدیگر، آموزش خلبانان بر روی موارد خاص تا بدانند چه عواملی بر عمر قطعات تأثیرگذارند مثل تأثیر فرود سنگین و سرعت بالا بر چرخ و ترمز، ارائه بازخورد خطاها به آموزش به‌منظور به‌روز نمودن مطالب دروس دوره، استفاده از عملیات بدون کاغذ، اتخاذ سیاست صحیح مدیریت زنجیره تأمین	IATA DOC., 2015

منبع محققین (۱۳۹۹)

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق بر مبنای دستاورد یا نتیجه از نوع کاربردی است و بر مبنای هدف از نوع اکتشافی و بر مبنای نوع داده‌های مورد استفاده از نوع کمی است. در اولین گام با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی ادبیات تحقیق و مصاحبه با اساتید، معیارها و شاخص‌های مهم اولیه مشخص شده است. در گام دوم با تعدادی از نخبگان شرکت‌های هواپیمایی به‌وسیله پرسشنامه در دوره‌های (۱+۳) گانه دلفی روش‌های کاهش هزینه شناسایی گردید. در گام سوم میزان اهمیت نسبی معیارهای اصلی و فرعی به‌وسیله پرسشنامه‌ای که بین کارکنان یکی از شرکت‌های هواپیمایی توزیع گردیده و با استفاده از معیارها و شاخص‌های یافته شده به کمک تکنیک AHP به مقایسه و وزن دهی این معیارها و

نمونه‌گیری به شکل غیر احتمالی و قصدی (به تعبیر سرمد و دیگران، ۱۳۹۵) انجام شده که باهدف مطالعه سازگاری دارد. ارائه و دریافت پرسشنامه و توجیه خبرگان در خصوص سؤالات و اهداف مطالعه عمدتاً به صورت حضوری بوده؛ در مجموع ۲۲ نفر انتخاب گردیدند که در هر سه دور ۲۰ پرسشنامه قابل استفاده دریافت و نتایج آن تحلیل گردید. نمونه آماری برای اولویت بندی شاخص ها کارکنان یکی از شرکت های هواپیمایی ۱۵۰ می باشند که به روش نمونه گیری تصادفی انتخاب گردید.

یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، پیرامون مدیریت هزینه در شرکت های هواپیمایی، با استفاده از نظر خبرگان با روش دلفی در سه دور به انجام رسید که نتایج به دست آمده به صورت خلاصه در جدول (۴) بیان شده است.

جدول ۴: مؤلفه‌های مربوط به هر یک از ابعاد مؤثر بر کاهش

هزینه‌ها

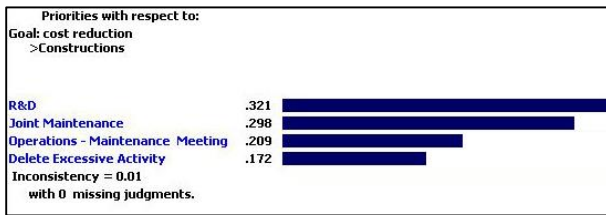
ابعاد	مؤلفه‌ها	کندال اول	کندال دوم	کندال سوم
تکنولوژی و فرایندها	حذف فعالیت‌های زائد و بدون ارزش در حوزه نگهداری و تعمیر	۱۷۹	۱۷۹	۱۸۲
	تاکید بر شناسایی گلوگاه‌ها یا محدودیت‌ها در حوزه نگهداری و تعمیر	۱۷۰	۱۷۱	۱۸۰
	بهبود فرایندهای انبارداری و در دسترس قرار گرفتن به موقع قطعات و تجهیزات	دور سوم	دور سوم	۱۷۸
	کاهش زمان خرابی و توقف تجهیزات و هواپیماها	۱۶۶	۱۶۶	۱۷۴
	ایجاد مرکز تحقیق و توسعه	۱۶۸	۱۶۸	۱۷۴۲
	ایجاد مراکز بومی تعمیر قطعات	۱۷	۱۷۱	۱۷۵
	برون سپاری، تعمیر و اورهال برخی قطعات که تعمیر آن‌ها در داخل توجیه اقتصادی ندارد	۱۶۴	۱۶۹	۱۷۸
	ایجاد مراکز نگهداری و تعمیر مشترک بین ایرلاینها	۱۷۱	۱۷۵	۱۷۵
	مشارکتی نمودن فرایند تصمیم‌گیری و استفاده از نظرات افراد صاحب‌نظر	۱۶۴	۱۷۰	۱۷۶
	برگزاری جلسات منظم فی‌مابین کارکنان فنی و عملیات (خلبان)			
انسانی	چند مهارتی نمودن کارکنان مرکز نگهداری و تعمیر	دور دوم	دور دوم	۱۷۹
	به کارگیری به موقع و به جای نیروی انسانی در حوزه نگهداری و تعمیر	دور دوم	دور دوم	۱۷۵
	نهادینه‌سازی فرهنگ رشد و ترقی کارکنان	دور دوم	دور دوم	۱۷۸
	به اشتراک گذاری تجربیات نگهداری و تعمیر ایرلاینها یا یکدیگر	دور دوم	دور دوم	۱۷۲
	ارائه بازخورد خطاها و نواقص به بخش آموزش به منظور به روز نمودن مطالب درسی	۱۶۹	۱۷۲	۱۷۳
	آموزش خلبان‌ها برای بکارگیری صحیح‌تر از هواپیماها	۱۸	۱۸۱	۱۸۲

ابعاد	مؤلفه‌ها	کندال اول	کندال دوم	کندال سوم
تکنولوژی و فرایندها	برگزاری دوره‌های مرتبط با کاهش هزینه برای مدیران و کارکنان واجد شرایط ایرلاینها	۱۸۲	۱۸۲	۱۸۶
	یکسان سازی حقوق و مزایای کارکنان بین ایرلاینها	۱۷۳	۱۷۵	۱۷۸
	ایجاد بستر مناسب جهت رشد و ترقی کارکنان و توانمندسازی نیروی انسانی در مراکز تعمیری	۱۷۵	۱۷۶	۱۷۷
	به کارگیری نیروهای جوان و با استعداد و ارزش گذاری نیروی انسانی بر اساس دانش و تجربیات	۱۸	۱۸۶	۱۸۷
	استفاده از فناوری‌های به روز در نگهداری و تعمیر	۱۶۷۵	۱۶۸	۱۷۱
	استاندارد و به روز نمودن وضعیت باند، رمپ و محل پارک هواپیما	دور دوم	دور دوم	۱۸۰
	اصلاح شبکه‌های پروازی	دور دوم	دور دوم	۱۷۴
	استفاده از تکنولوژی‌های تحلیلی و اتوماسیون آنلاین به جای افلاین (به عنوان مثال در پرواز، ارسال آنلاین و لحظه‌ای داده‌های پروازی و موتور به ایستگاه‌های زمینی و تجزیه و تحلیل آنی به جای خواندن و تجزیه و تحلیل آن اطلاعات پس از هر چند پرواز)	۱۷۳	۱۷۵	۱۷۸
	استفاده از روش‌های قابلیت اطمینان برای پیش‌بینی وقوع خرابی در قطعات به جای روش‌های سنتی	۱۷۵	۱۷۶	۱۷۷
	استفاده از روش progressive inspection برای انواع بازرسی‌های هواپیما، به منظور اینکه هواپیما مدت زمان کمتری را زمین گیر باشد.	۱۸	۱۸۶	۱۸۷
بودجه بندی	ایجاد پایگاه داده قوی و ثبت دقیق عیوب هواپیما به منظور بهره‌برداری‌های لازم	۱۸۲	۱۸۴	۱۸۶
	استفاده از نرم‌افزارهای یکپارچه‌سازی بین واحدهای نگهداری با سایر واحدهای شرکت	۱۸	۱۸۶	۱۸۷
	برآورد دقیق هزینه انجام فعالیت‌های نگهداری با ایجاد بانک اطلاعاتی	۱۷۸	۱۷۸	۱۷۸
	به کارگیری سیستم قیمت تمام شده در نگهداری و تعمیر هر قطعه	۱۶۴	۱۶۹	۱۷۸
	پیش‌بینی اختصاص به موقع بودجه، به تهیه قطعات و تجهیزات با توجه به برنامه قابلیت اطمینان	۱۷۱	۱۷۵	۱۷۵
	نظارت و کنترل بر استفاده از بودجه‌های اختصاص یافته به هر کدام از فعالیت‌های نگهداری	۱۶۴	۱۷۰	۱۷۶

پس از شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش هزینه‌ها در شرکت‌های هواپیمایی جهت وزن دهی و رتبه‌بندی عوامل شناسایی شده در این تحقیق از رویکرد AHP استفاده شده است.

بر این اساس پرسشنامه مقایسات زوجی خودساخته بین کارکنان شناسایی شده (کارکنانی که با موضوع پژوهش با توجه به تجربه کاری و تخصص آن‌ها نسبت به بقیه کارکنان بوده است) توزیع گردید. با توجه به داده‌های مربوط به ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان، ۵۰ درصد از پاسخ‌گویان دارای مدرک تحصیلی هوافضا و ۵۵ درصد در مدیریت های نگهداری خدمت می‌کنند. ۴۵ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای

۰,۲۹۸	ایجاد مراکز نگهداری و تعمیر مشترک بین ایرلاینها
۰,۲۰۹	برگزاری جلسات منظم بین مدیران فنی و عملیات



نمودار ۱: اولویت بندی معیارهای اصلی کاهش هزینه در بعد ساختاری شکل ۱ و جدول ۶ نتایج تحلیل سلسله مراتبی شاخص‌های مربوط به عامل "ساختاری" را به عنوان یکی از عوامل کاهش هزینه نشان می‌دهد. ضرایب به دست آمده برای هر یک از شاخص‌ها نشان می‌دهد که در حوزه ساختار نگهداری و تعمیر یک شرکت هواپیمایی، به ترتیب اولویت ایجاد مرکز تحقیق و توسعه، ایجاد مراکز نگهداری و تعمیر مشترک بین ایرلاینها، برگزاری جلسات منظم بین مدیران فنی و عملیات و حذف فعالیت‌های زائد و بدون ارزش در حوزه نت باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود.

ب) تحلیل سلسله مراتبی عامل نیروی انسانی در حوزه نیروی انسانی تحلیل سلسله مراتبی به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۷: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی عامل نیروی انسانی

معیار	۲	۳	۴
آموزش و چند مهارتی نمودن کارکنان نت	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۳۵
به اشتراک گذاری تجربیات نگهداری و تعمیر در ایرلاینها		۱/۴۰	۱/۲۹
ارائه بازخورد خطاها و نواقص به آموزش جهت به روز نمودن مطالب درسی			۱/۱۵
آموزش خلبان‌ها برای بکار گیری صحیح‌تر از هواپیماها			

جدول ۸: نتایج تحلیل سلسله مراتبی برای شاخص‌های عامل ساختاری

شاخص‌ها	ضریب شاخص
آموزش و چند مهارتی نمودن کارکنان نت	۰,۱۵۳
به اشتراک گذاری تجربیات نگهداری و تعمیر در ایرلاینها	۰,۱۹۸
ارائه بازخورد خطاها و نواقص به آموزش جهت به روز نمودن مطالب درسی	۰,۲۹۳
آموزش خلبان‌ها برای بکار گیری صحیح‌تر از هواپیماها	۰,۳۵۷

۲۱ تا ۲۵ سال سابقه خدمت داشتند. ۶۰ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای مدرک کارشناسی ارشد می‌باشند.

به منظور استخراج وزن عوامل از ماتریس مقایسات زوجی از روش تحلیل سلسله مراتبی یا AHP استفاده شد. پس از محاسبات نرخ سازگاری به دلیل بالاتر از حد مجاز بودن، برخی از پرسشنامه‌ها، به پاسخ‌دهندگان عودت داده شد، در نهایت نرخ سازگاری به زیر ۰/۱ رسید. در نهایت پس از جمع‌بندی اطلاعات به دست آمده، معیارهای اصلی مربوط به هر یک به شرح زیر، اولویت بندی گردید:

الف) تحلیل سلسله مراتبی عامل ساختاری

مقایسه دودویی معیارهای اصلی چهارگانه بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی و به همان ترتیبی که در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار می‌گیرد که نتیجه مقایسه دودویی معیارهای اصلی و هم‌چنین بردار موزون حاصل از آن در جدول ۵ ارائه شده است، برای دستیابی به نتیجه مطلوب، می‌توان از قضاوت گروهی برای مقایسه دودویی معیارها استفاده کرد که در این صورت عناصر ماتریس مقایسه دودویی معیارها از میانگین هندسی نظرات گروهی حاصل خواهد شد.

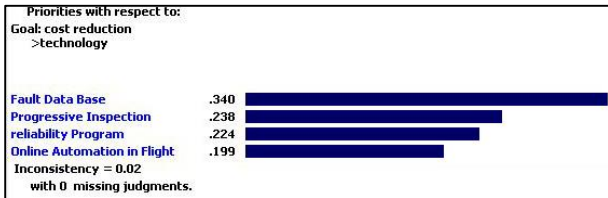
جدول ۵: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی عامل ساختاری

معیار	۲	۳	۴
ایجاد مرکز تحقیق و توسعه	۱/۸۲	۱/۳۶	۱/۱۵
حذف فعالیت‌های زائد و بدون ارزش در حوزه نت		۱/۴۶	۱/۲۹
ایجاد مراکز نگهداری و تعمیر مشترک بین ایرلاینها			۱/۲۳
برگزاری جلسات منظم بین مدیران فنی و عملیات			

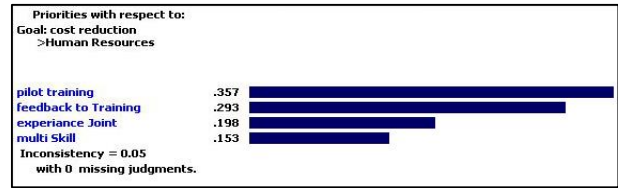
پس از تشکیل ماتریس بالا، باید داده‌های موجود نرمالیزه شوند که روش محاسبه آن‌ها به این صورت می‌باشد که هر یک از داده‌های ستون‌های مقایسات زوجی را بر جمع هر یک از ستون‌ها تقسیم کرده و سپس با محاسبه میانگین سطرها، اولویت‌های مربوط به عوامل اصلی به شرح جدول زیر است:

جدول ۶: نتایج تحلیل سلسله مراتبی برای شاخص‌های عامل ساختاری

شاخص‌ها	ضریب شاخص
ایجاد مرکز تحقیق و توسعه	۰,۳۲۱
حذف فعالیت‌های زائد و بدون ارزش در حوزه نت	۰,۱۷۲



نمودار ۳: اولویت‌بندی معیارهای اصلی کاهش هزینه در بعد فرایندها



نمودار ۲: اولویت‌بندی معیارهای اصلی کاهش هزینه در بعد نیروی انسانی

جدول ۱۰: نتایج تحلیل سلسله مراتبی برای شاخص‌های عامل تکنولوژی و فرایندها

شاخص‌ها	ضریب شاخص
استفاده از تکنولوژی‌های تحلیلی و اتوماسیون آنلاین در پرواز، به جای آفلاین	۰,۱۹۹
استفاده از روش‌های قابلیت اطمینان برای پیش‌بینی وقوع خرابی در قطعات به جای روش‌های سنتی	۰,۲۲۴
استفاده از روش progressive inspection برای انواع بازرسی‌ها تا هواپیما مدت‌زمان کمتری زمین‌گیر باشد.	۰,۲۳۸
ایجاد پایگاه داده قوی و ثبت دقیق عیوب هواپیما به‌منظور بهره‌برداری‌های لازم	۰,۳۴

شکل ۲ و جدول ۸ نتایج تحلیل سلسله مراتبی شاخص‌های مربوط به عامل "نیروی انسانی" را به‌عنوان یکی از راهکارهای کاهش هزینه نگهداری در شرکت‌های هواپیمایی را نشان می‌دهد. ضرایب به‌دست‌آمده برای هر یک از شاخص‌ها نشان می‌دهد که خبرگان معتقدند، در حوزه نیروی انسانی نگهداری و تعمیر، آموزش خلبان‌ها برای بکارگیری صحیح‌تر از هواپیماها، ارائه بازخورد خطاها و نواقص به آموزش جهت به‌روز نمودن مطالب درسی، به اشتراک‌گذاری تجربیات نگهداری و تعمیر در ایرلاینها و آموزش و چند مهارتی نمودن کارکنان نت باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود.

ج) تحلیل سلسله مراتبی عامل تکنولوژی و فرایندها

در حوزه فرایندها تحلیل سلسله مراتبی به شرح ذیل می‌باشد

شکل ۳ و جدول ۱۰ نتایج تحلیل سلسله مراتبی شاخص‌های مربوط به عامل "فرایند و تکنولوژی" را به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کاهش هزینه نشان می‌دهد. ضرایب به‌دست‌آمده برای هر یک از شاخص‌ها نشان می‌دهد که به عقیده خبرگان، در حوزه تکنولوژی و فرایندها در مرکز نگهداری و تعمیر هواپیما، ایجاد پایگاه داده قوی و ثبت دقیق عیوب هواپیما به‌منظور بهره‌برداری‌های لازم، استفاده از روش progressive inspection برای انواع بازرسی‌ها تا هواپیما مدت‌زمان کمتری زمین‌گیر باشد استفاده از روش‌های قابلیت اطمینان برای پیش‌بینی وقوع خرابی در قطعات به جای روش‌های سنتی و استفاده از تکنولوژی‌های تحلیلی و اتوماسیون آنلاین در پرواز، به جای آفلاین باعث کاهش هزینه‌های می‌شود.

د) تحلیل سلسله مراتبی عامل بودجه‌بندی

در حوزه بودجه‌بندی تحلیل سلسله مراتبی به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۹: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی عامل تکنولوژی و فرایندها

معیار	۲	۳	۴
استفاده از تکنولوژی‌های تحلیلی و اتوماسیون آنلاین در پرواز، به جای آفلاین	۱/۷۲	۱/۵۵	۱/۴۵
استفاده از روش‌های قابلیت اطمینان برای پیش‌بینی وقوع خرابی در قطعات به جای روش‌های سنتی		۱/۴۴	۱/۳۲
استفاده از روش progressive inspection برای انواع بازرسی‌ها تا هواپیما مدت‌زمان کمتری زمین‌گیر باشد.			۱/۱۵
ایجاد پایگاه داده قوی و ثبت دقیق عیوب هواپیما به‌منظور بهره‌برداری‌های لازم			

هواپیما، پیش‌بینی اختصاص به‌موقع بودجه، به تهیه قطعات و تجهیزات با توجه به برنامه قابلیت اطمینان، نظارت و کنترل بر استفاده از بودجه‌های اختصاص یافته به هر کدام از فعالیت‌های نگهداری، برآورد دقیق هزینه انجام فعالیت‌های نگهداری با ایجاد بانک اطلاعاتی باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود.

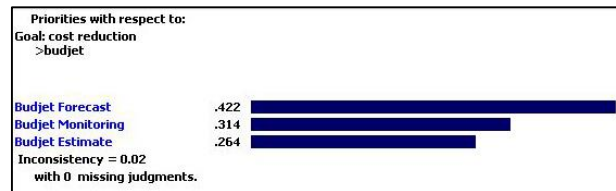
بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه تغییر در هزینه‌های عملیاتی ثابت شرکت‌ها تقریباً غیرممکن است، لذا می‌توان با برنامه‌ریزی حساب‌شده و استفاده صحیح از منابع در دسترس، هزینه‌های نگهداری و تعمیر هواپیماها را شناسایی و با رعایت الزامات ایمنی پرواز تا حد قابل قبولی کاهش داد بر این اساس هدف از این تحقیق مدیریت هزینه در شرکت‌های هواپیمایی و تصمیم‌گیری در رابطه با انتخاب بهترین گزینه و مؤثرترین تکنیک‌ها در رابطه با کاهش هزینه‌ها می‌باشد. اگر گزینه درست انتخاب شود، امکان بهبود و ارتقاء کیفی عملکرد صورت می‌گیرد و همزمان با آن هزینه‌های نگهداری و تعمیر کاهش پیدا خواهد نمود. برعکس انتخاب نادرست نتیجه‌ای جز افزایش مشکلات ایرلاین‌ها، افزایش هزینه‌ها، تأخیر در پروازها و زمین‌گیر شدن هواپیما اثر دیگری به دنبال نخواهد داشت؛ بنابراین راهکارهای کاهش هزینه پس از شناسایی بایستی اولویت‌بندی شوند. بر این اساس ابتدا ادبیات و پیشینه تحقیق مطالعه شد سپس پرسشنامه‌ای منطبق با روش دلفی با طیف پنج گزینه‌ای لیکرت تدوین و طی سه مرحله میان خبرگان و صاحب‌نظران یکی از شرکت‌های هواپیمایی توزیع گردید. پس از تجزیه و تحلیل و مشورت با نخبگان برخی از شاخص‌ها حذف و مابقی در ۴ بعد ساختاری، نیروی انسانی، تکنولوژی و فرایندها و بودجه‌بندی دسته‌بندی شدند. سپس با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس اولویت‌بندی شد.

به‌منظور پایایی پرسشنامه، میزان ناسازگاری هر گروه از مؤلفه‌ها با نرم‌افزار فوق اندازه‌گیری شد که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده بالاترین میزان ناسازگاری‌ها ۰/۰۵ می‌باشد که این امر بیانگر این است که پرسشنامه‌ها از پایایی قابل قبولی برخوردار هستند؛ که در بعد ساختاری، شاخص ایجاد مرکز تحقیق و توسعه با ضریب ۰/۳۲۱، در بعد نیروی انسانی، شاخص آموزش خلبان‌ها برای به‌کارگیری صحیح‌تر از هواپیماها با ضریب ۰/۳۵۷، در بعد تکنولوژی و فرآیندها، شاخص ایجاد پایگاه داده قوی و ثبت

جدول ۱۱: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی عامل بودجه‌بندی

معیار	۲	۳	۴
برآورد دقیق هزینه انجام فعالیت‌های نگهداری با ایجاد بانک اطلاعاتی	۱/۶۲	۱/۳۶	۱/۱۵
پیش‌بینی اختصاص به‌موقع بودجه، به تهیه قطعات و تجهیزات با توجه به برنامه قابلیت اطمینان		۱/۴۰	۱/۲۲
نظارت و کنترل بر استفاده از بودجه‌های اختصاص یافته به هر کدام از فعالیت‌های نگهداری			



نمودار ۳: اولویت‌بندی معیارهای اصلی کاهش هزینه در بعد بودجه‌بندی

جدول ۱۲: نتایج تحلیل سلسله مراتبی برای شاخص‌های عامل بودجه‌بندی

شاخص‌ها	ضریب شاخص
برآورد دقیق هزینه انجام فعالیت‌های نگهداری با ایجاد بانک اطلاعاتی	۰,۲۶۴
پیش‌بینی اختصاص به‌موقع بودجه، به تهیه قطعات و تجهیزات با توجه به برنامه قابلیت اطمینان	۰,۴۲۲
نظارت و کنترل بر استفاده از بودجه‌های اختصاص یافته به هر کدام از فعالیت‌های نگهداری	۰,۳۱۴

شکل ۳ و جدول ۱۲ نتایج تحلیل سلسله مراتبی شاخص‌های مربوط به عامل "بودجه‌بندی" را به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کاهش هزینه نشان می‌دهد. با توجه به ضریب ناسازگاری به‌دست‌آمده که برابر با ۰,۰۲ است و از حداقل مقدار قابل قبول آن (۰,۱) کمتر است می‌توان گفت که مقایسه انجام‌شده از اعتماد و پایایی مناسبی برخوردار می‌باشد. ضرایب به‌دست‌آمده برای هریک از شاخص‌ها نشان می‌دهد که بر اساس نظر خبرگان، در حوزه بودجه‌بندی در یک مرکز نگهداری و تعمیر

۱۶. پیش‌بینی اختصاص به‌موقع بودجه، به تهیه قطعات و تجهیزات با توجه به برنامه قابلیت اطمینان
۱۷. نظارت و کنترل بر استفاده از بودجه‌های اختصاص‌یافته به هرکدام از فعالیت‌های نگهداری
۱۸. برآورد دقیق هزینه انجام فعالیت‌های نگهداری با ایجاد بانک اطلاعاتی
۱۹. ایجاد برنامه مدیریت صحیح مصرف سوخت هواپیما و یافتن راهکارهایی جهت صرفه‌جویی در مصرف سوخت هواپیماها

منابع:

- وثیق، بیژن؛ فلمینگ، کن؛ و ماکی، لنام (۱۳۹۸). «مدیریت مالی در صنعت هوانوردی و جهانگردی». (چاپ دوم، داود صادقی، مترجم). تهران: انتشارات نظری.
- غلامی، محمود؛ باقری منش، محمد؛ و فرخی، مسلم (۱۳۹۸). «ارتقاء فرهنگ ایمنی در نگهداری و تعمیر». سومین همایش نگهداری و تعمیرات نیروهای مسلح.
- غلامی، میثم؛ و آزادبخت، امین (۱۳۹۸). «دانش‌پایگی اقتصاد و ایجاد صرفه اقتصادی در حوزه نت». سومین همایش نگهداری و تعمیرات نیروهای مسلح. نامدار، حسین؛ و وهازاده، غلامرضا (۱۳۹۸). «ابعاد مؤثر بر سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در دانشگاه هوایی شهید ستاری». سومین همایش نگهداری و تعمیرات نیروهای مسلح.
- میرآخوری، ابوالفضل؛ و احمدی، مرتضی (۱۳۹۸). «بزارهای جدید نت نوین در صنعت هواپیمایی». سومین همایش نگهداری و تعمیرات نیروهای مسلح.
- رادافروز، ابوالفضل (۱۳۹۸). «آینده صنعت نگهداری و تعمیرات هواپیما و نوسازی آن». سومین همایش نگهداری و تعمیرات نیروهای مسلح.
- درودی، علی؛ درودی، علیرضا؛ رشیدیان، حمیده؛ و درودی، رجبعلی (۱۳۹۷). «اولویت‌بندی معیارهای انتخاب موضوع پایان نامه با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)». مجله دانشکده پیرایشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سلامت)، دوره ۱۲ شماره ۱، ص ۲۰-۳۹.
- سبجانی محمد؛ کتابی، سعیده؛ فتحی، سعید؛ و شول، سجاد (۱۳۹۴). «شناسایی و اولویت‌بندی معیار مؤثر بر انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی». مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن. سال سیزدهم، شماره اول (پیاپی ۴۸). ص ۴۱-۵۹.
- ثقفی اصل، آرش؛ زبردست، اسفندیار؛ و ماجدی، حمید (۱۳۹۳). «شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخصهای مؤثر در فرایند تحقق پذیری پروژه‌ها، مجله معماری و شهرسازی آرمانشهر». شماره ۱۳، ص ۱۴-۲۴.
- کیانی فلاورجانی، فرهاد (۱۳۹۳). «تدوین الگوریتم پیاده‌سازی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در یک هواپیمای مسافربری با رویکرد حداقل نقش خطاهای انسانی در سوانح هوایی». سومین کنفرانس ملی تصادفات جاده‌ای، سوانح ریلی و هوایی. زنجان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.

دقیق عیوب هواپیما به‌منظور بهره‌برداری‌های لازم با ضریب ۰/۳۴۰ و در بعد بودجه‌بندی، شاخص پیش‌بینی اختصاص به‌موقع بودجه، به تهیه قطعات و تجهیزات با توجه به برنامه قابلیت اطمینان، با ضریب ۰/۴۲۲ در میان تمام شاخص‌ها بالاترین ضریب را به خود اختصاص دادند

پیشنهادها

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه نمود:

۱. ایجاد مرکز تحقیق و توسعه
۲. ایجاد مراکز تعمیر و نگهداری مشترک بین ایرلاینها
۳. برگزاری جلسات منظم بین مدیران فنی و عملیات
۴. حذف فعالیت‌های زائد و بدون ارزش در حوزه نت
۵. آموزش خلبان‌ها برای بکارگیری صحیح‌تر از هواپیماها
۶. ارائه بازخورد خطاها و نواقص به آموزش جهت به‌روز نمودن مطالب درسی
۷. به اشتراک‌گذاری تجربیات نگهداری و تعمیر در ایرلاینها
۸. آموزش و چند مهارتی نمودن کارکنان نت
۹. برنامه‌های آموزشی بلندمدت و هدفمند برای کارکنان فنی
۱۰. مدیران فنی و آمادی با آموزش‌های مناسب، عوامل هزینه زای بخش‌های فنی را به‌خوبی درک کنند و نسبت به مدیریت و کاهش آنها اقدامات مناسب را انجام دهند.
۱۱. ایجاد پایگاه داده قوی و ثبت دقیق عیوب هواپیما به‌منظور بهره‌برداری‌های لازم
۱۲. استفاده از روش progressive inspection برای انواع بازرسی‌ها تا هواپیما مدت‌زمان کمتری زمین‌گیر باشد.
۱۳. استفاده از روش‌های قابلیت اطمینان برای پیش‌بینی وقوع خرابی در قطعات به‌جای روش‌های سنتی
۱۴. استفاده از تکنولوژی‌های تحلیلی و اتوماسیون آنلاین در پرواز، به‌جای آفلاین
۱۵. به‌کارگیری علوم و روش‌های نوین مدیریت نگهداری و تعمیر هواپیما

معمد، مهدی (۱۳۹۴). «شناسایی راه کارهای کاهش هزینه های تأمین اقلام». پایان نامه. تهران: دانشگاه هوایی. قاسمی، مسعود (۱۳۹۵). «گفتگوی اختصاصی مجله گسترش صنعت با نایب رئیس اتحادیه هوایی و فضایی ایران». شماره ۳۵، پیاپی ۲۰۰۸. کریمی، آصف؛ و محمودیه، محمدرضا (۱۳۹۸). «طراحی مدلی برای توسعه بازار سفرهای هوایی ارزان قیمت در ایران». نشریه علمی پژوهشی مدیریت فردا، سال هجدهم. عروج نیا، پرویا (۱۳۹۵). «کلیاتی از مخارج شرکت های هواپیمایی و هزینه پرواز». ماهنامه ترابریان. شماره ۱۴۵. بهاری، هوشنگ (۱۳۹۸). «معرفی سرویس ECTM». نشریه داخلی خطوط آبی، ارائه دهنده سرویس های هواپیمایی. حسینی، میرزا حسن؛ و شخصیان، فاطمه (۱۳۸۹). «بررسی عوامل موثر در تدوین استراتژی شرکت های هواپیمایی کم هزینه، پژوهشنامه ی مدیریت اجرایی، سال دهم، شماره ۲، ص ۴۰ تا ۶۰. کاظمی، مصطفی؛ و باقریه مشهدی، امیر حسین. «ارزیابی کارایی شرکت هواپیمایی ماهان در مقایسه با شرکت های هواپیمایی عضو یاتا در منطقه خاورمیانه و آفریقا». مجله اقتصاد و توسعه منطقه ای، سال ۲۱، شماره ۸، ص ۸۲، ۱۰۵. کردبچه، حمید؛ و جعفر زاده، آذین «تخمین اضافه هزینه های عملیاتی شرکت هواپیمایی هما»، مهندسی حمل و نقل، سال چهارم، شماره ۱۰، ص ۸۰-۱۰۸.

35 Eller, Rogéria de Arantes Gomes and Moreira, Michelle.. "The main cost-related factors in airlines management". *Journal of Transport Lterature*, 2014.

36 Y. Fantahun. "Minimization of aircraft maintenance cost", Addis Ababa University, 2018.

37 B.-D., Mohamed and O. Duffuaa, Salih.. "Handbook of maintenance management and engineering", 2009.

38 A. Regattieri, A. Giazzi, M. Gamberi and R. Gamberini, "An innovative method to optimize the maintenance policies in an aircraft". *Journal of Air Transport Management*, 2015.

39. Y. Fantahun, "Minimization of aircraft maintenance cost (Case in Ethiopian Airlines Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) division). 2018.

40 S., Remzi, H., Nazmia and E. G. Khan. "Aircraft scheduled airframe maintenance and downtime integrated cost model," *Hindawi Publishing Corporation Advances in Operations Research*, 2016, Article ID 2576825.

41 IATA DOCUMENT. (2018). Maintenance Costs for Aging Aircraft.

42 IATA Document. (2015). "Best practices for component maintenance cost management effective.

43 M. Johnson "The main cost-related factors in airlines management," vol. 37, *Journal of Transport Literature* 2014.

44 A. Regattieri, A. Giazzi, M. Gamberi and R. Gamberini, "An innovative method to optimize the aintenance policies in an aircraft," 2015.

عطروش، عباس (۱۳۸۶). «تاریخچه هواپیمایی بازرگانی در ایران از آغاز تا امروز». تهران: انتشارات روشنگران و مطالعات زنان.

دفتر تضمین ایمنی و کیفیت سازمان هواپیمایی کشوری (۱۳۹۸). «طرح جامع ایمنی هوانوردی کشوری جمهوری اسلامی ایران» (چاپ اول) تهران: انتشارات سازمان هواپیمایی کشوری.

واشاقانی فراهانی (۱۳۸۲). «برآورد تابع هزینه هواپیمایی آسمان». پایان نامه. دانشگاه الزهرا تهران.

پاشازانوسی، مهیار؛ سلطانپور، فاطمه؛ و صالحی، الهه (۱۳۹۶). «آثار تحریم بر ناوگان هوایی». اولین کنفرانس پژوهش در فقه، حقوق و علوم اسلامی.

ضرابی، اصغر؛ محمدی، جمال؛ و سقایی، محسن (۱۳۸۵). «چالش های صنعت حمل و نقل هوایی». فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. سال بیستم، شماره ۲۳.

کردبچه، حمید؛ و جعفرزاده، آذین (۱۳۹۲). «تخمین اضافه هزینه عملیاتی هما». فصلنامه مهندسی حمل و نقل، سال چهارم، شماره ۴.

جوانمرد، حبیب الله؛ و عاشری، رسول (۱۳۸۶). «بررسی روش های مدیریت هزینه و انتخاب مناسبترین روش». دو فصلنامه فرهنگ مدیریت، سال پنجم، شماره ۱۵.

تدریس حسینی، معصومه؛ و رحیمی پور، اکبر (۱۳۹۰). «مدیریت هزینه و تکنیک های آن». مجله توسعه مدیریت، شماره ۸۶، ص ۳۴-۵۰.

دارابی، رؤیا (۱۳۸۷). «رویکردی بر سیستم های مدیریت هزینه». فصلنامه انجمن حسابداری ایران- دانش و پژوهش حسابداری، سال چهارم، شماره ۱۵.

پاکرآی، فرونش (۱۳۹۵). «مقاله انواع روش های هزینه یابی در حسابداری مدیریت». کنفرانس جهانی مدیریت اقتصاد حسابداری و علوم انسانی در آغاز هزاره سوم.

کیانوش مقدم، نیکتا (۱۳۹۶). «تأثیر رویکرد استراتژیک مدیریت هزینه بر شاخص عملکرد بانک (مورد مطالعه: بانک تجارت استان تهران)». پایان نامه، دانشگاه آزاد، واحد الکترونیک، دانشکده مدیریت.

مدرکیان، حسن (۱۳۹۰). «مدیریت مالی (ویرایش اول)». تهران: ناشر مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.

خلیلی، صابر (۱۳۹۸). «راهکارهای کلی در مدیریت کاهش هزینه، سایت mahanteymouri.ir». آخرین بروزرسانی ۵ فروردین ۱۳۹۸.

گرگانلی دوجی، جماردی؛ و فاضلی، نقی (۱۳۸۸). «استراتژی های مدیریت هزینه و ایجاد مزیت رقابتی». مجله حسابداری مدیریت، سال دوم، پیش شماره سوم.

شالچی، افشین؛ و کنگری، لیلیا (۱۳۹۰). «تکنیک های نوین هزینه یابی: هزینه یابی بر مبنای فعالیت، هدف و کایزن»، دانشگاه آزاد بیرجند.

اسحق، فاطمه (۱۳۸۷). «هزینه یابی بر مبنای هدف (رویکردی در مدیریت هزینه ها)». فصلنامه مدیریت، سال پنجم، شماره ۱۱.

-مؤمنی، مریم؛ و عیسی بگلو، رامین (۱۳۹۳). «نقش مهندسی ارزش و استراتژی های کاهش هزینه در مدیریت هزینه و ارتقای بهره وری». کنفرانس ملی مهندسی آرش و مدیریت هزینه.

خانجانی، پیمان؛ و منیری، علیرضا (۱۳۹۳). «بررسی تأثیر مدیریت هزینه ها در زنجیره ارزش سازمان». همدان: دومین همایش ملی مدیریت کسب و کار.

- 45 C., Wendyf, "Desining an effective training evaluation process," *Journal of Archive of Eurpean Industrial Trining*, 2002.
- 46 IATA's Maintenance Cost Technical Group, "Airline maintenance cost executive commentary, an exclusive benchmark analysis" (FY2018 data), 2019.
- 47 Airline, Meraj (2020). "Maintenance organization exposition," Extracted from *CAOIRI Part-145*.
- 48 P. Batalha, E. da Conceição. "Aircraft engines maintenance costs and reliability an appraisal of the decision process to remove an engine for a shop visit aiming at minimum maintenance unit cost," 2012.
- 49 R. Fernandes, Vaz, "An analysis of the potential benefits to airlines of flight data monitoring Programmes. school of engineering air transport group," 2002.