

# بررسی و مطالعه آماری عوامل مؤثر بر افزایش ایمنی در هواپیماهای پهن‌پیکر و ارائه راهکار مناسب کاهش وقوع سوانح

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۸

مجتبی قمری‌زاده<sup>۱</sup>، احمد آقاجانی دلوار<sup>۲</sup>، عباس تاجمیری<sup>۳</sup>

۱- استادیار، دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (ع)، m\_ghamari56@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد، دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (ع)

۳- کارشناسی ارشد، دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (ع)

## چکیده

در حال حاضر ناوگان هوایی نقش قابل توجهی در حمل‌ونقل کالا و مسافر به عهده دارد. ایمنی، جابه‌جایی سریع و دسترسی اغلب مراکز مهم تجاری و شهری به فرودگاه از مهم‌ترین دلایل اهمیت استفاده از ناوگان هوایی در جابه‌جایی کالا و مسافر می‌باشد. هواپیماهای پهن‌پیکر مسافری و ترابری سنگین با طیف متنوعی از مأموریت‌ها مانند جابه‌جایی نیروی انسانی و مسافر، جابه‌جایی انواع کالاهای تجاری و تجهیزات نظامی و غیره به‌کارگیری می‌شوند. سوانح آن‌ها معمولاً ناشی از یکی از موارد انسان، محیط، مدیریت، ماشین یا ترکیبی از دو یا چند مورد از آن‌هاست. در این مقاله به روش تحلیل آماری و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS پرداخته شده است. همچنین راهکارهای مناسب برای کاهش وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر نیز پیشنهاد شده است. در این تحقیق نقش و اهمیت مؤلفه‌های عوامل چهارگانه انسان، محیط، مدیریت و ماشین در بروز سوانح و راهکارهای کاهش وقوع سوانح برای این عوامل معرفی شده است. در این مقاله این نتیجه اصلی به دست آمده است که نقش انسان مهم‌ترین علت بروز سوانح هواپیماهای پهن‌پیکر در کشور است.

واژه‌های کلیدی: علل سوانح هوایی، هواپیماهای پهن‌پیکر، تحلیل آماری، راهکار کاهش سوانح

## Investigating factors affecting safety in wide-body airplanes and proposing a suitable solution to reduce the occurrence of accidents

Mojtaba Ghamarizade<sup>1</sup>, Ahamad Aghajani Delavar<sup>2</sup>, Abbas Tajmimi<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, Mechanical Engineering Department, Imam Hossein Guard Training and Officer University, Tehran

2- Aeronautical Engineer, Imam Hossein Comprehensive University, Tehran

### Abstract

Currently, the air fleet plays a significant role in the transportation of goods and passengers. Safety, quick movement and access to most important commercial and urban centers to the airport are the most important reasons for the importance of using the air fleet in the movement of goods and passengers. Wide-body passenger and heavy transport aircraft are used for a variety of missions, such as the movement of human and passenger forces, the movement of commercial and military cargo, etc. Their accidents are usually caused by one of human, environmental, management and machine factors or a combination of two or more of them. In this article, with the help of SPSS statistical software, the main question titled: "What are the main factors affecting the occurrence of wide-body aircraft accidents?" Has been studied. Also, providing appropriate solutions to reduce the occurrence of air accidents of wide-body airplanes has been investigated. In this research, the role and importance of the four factors of human, environment, management and machine in the occurrence of accidents and strategies to reduce the occurrence of accidents for these factors have been introduced. In this article, it has been concluded that the human role is the most important cause of wide-body aircraft accidents in the country.

**Keywords:** causes of air accidents, wide-body airplanes, solutions to reduce accidents

۱۴۱

سال ۱۲ - شماره ۱

بهار و تابستان ۱۴۰۲

نشریه علمی  
دانش و فناوری هوافضا



در هواپیماهای پهن‌پیکر و ارائه راهکار مناسب کاهش  
بررسی و مطالعه آماری عوامل مؤثر بر افزایش ایمنی

## ۱. مقدمه

با توجه به ماهیت پیچیده، حساس، دقیق و ایمنی صنعت هوایی، مدیران سازمان‌های هوایی در قبال نیروی انسانی، سرمایه‌های استراتژیک تجهیزاتی مانند هواپیماها، کمیت و کیفیت خدمات و همچنین سلامتی و ایمنی آن‌ها مسئولیت و برنامه‌ریزی‌های مهم و راهبردی دارند و باید محیط کار را از احتمال وقوع هر نوع خطر و سانحه برای آن‌ها ایمن نمایند.

درصد بسیار زیادی از حوادث در صنعت هوانوردی به علت کمبود دانش تخصصی است. با افزایش سطح آموزش‌های تخصصی هوانوردی (پروازی، تخصصی فنی و ایمنی) می‌توان سطح آگاهی، مهارت و تخصص کارکنان را در صنعت هوانوردی افزایش داد و از وقوع بسیاری از حوادث و سوانح پیشگیری کرد.

در بیشتر موارد، بررسی سوانح موجب روشن شدن مواردی از مخاطرات می‌شود که قبل از وقوع سانحه نشانه‌های آشکار و کافی از آن و چگونگی بروز آن‌ها وجود نداشته است. مخاطرات ناشی از عوامل محیطی، انسانی، محیطی و تجهیزاتی و اعمال خطرساز باید به سرعت شناسایی و تصحیح شوند تا بروز سوانح مرتبط به حداقل ممکن برسد.

بررسی و تجزیه و تحلیل سانحه باعث می‌شود تا اطلاعات سانحه جمع‌آوری و تفسیر و در نتیجه چرایی و چگونگی بروز سانحه معلوم شود. بر اساس نتایج حاصل از این فرایند و با برگزاری کلاس‌های بازآموزی تخصصی پروازی و فنی، آموزش‌های ایمنی مناسب، ارائه نظریات و پیشنهادهای اصلاحی، پس از بررسی سانحه اجزاء خطرساز عملیات تحت کنترل خواهد بود. استفان و همکاران در مطالعه‌ای علل سقوط

هواپیما در سراسر جهان و تجزیه و تحلیل آن‌ها بر اساس مکان‌های وقوع و بررسی عامل محیط و اقلیم را بررسی کرده‌اند. بر اساس نتایج ایشان مشاهده شد که مناطق خاصی علل سانحه مشابه دارند و در برخی مناطق علل خاصی از سوانح ثبت شده است [۱].

شهریاری و همکاران در مقاله‌ای بین‌المللی به مطالعه موردی سقوط هواپیما برای تجزیه و تحلیل و شناسایی عوامل مؤثر در سانحه پرداخته‌اند. این حادثه در ۲۷ دسامبر ۱۹۹۱ در چند دقیقه پس از خروج یک هواپیمای سیستم خطوط هوایی اسکاندیناوی از استکهلم در مسیر کپنهاگ، دانمارک رخ داد. مشخص شد که علت این حادثه ترکیبی از چندین عامل است. خطاها می‌توانند ناشی از قوانین مبهم، آموزش ناکافی، موقعیت‌های عملیاتی غیرمنتظره یا تصمیم‌های اشتباه فردی باشند. آگاهی از موقعیت، عوامل محیطی و هماهنگی خدمه و همچنین کمبود دانش فنی، مهارت و تجربه خلبان نیز ممکن است باعث بروز حادثه شود [۲].

چیا در مطالعه‌ای طبقه‌بندی نقش انسان، ماشین، محیط و فرایند مبتنی بر سناریو برای تجزیه و تحلیل علت اصلی حوادث بالگرد را بررسی کرده است. وی علل ریشه‌ای ۲۲ حادثه بالگردی را که بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۹ رخ داده است، تجزیه و تحلیل کرده است. هر علت اصلی با استفاده از مدل‌های رایج طبقه‌بندی سوانح در هوانوردی کدگذاری کر تا عوامل تکرار شونده برای پیشگیری بهتر در آینده شناسایی شوند. تجزیه و تحلیل فراوانی علل نشان داد که پیروی نکردن از فرایندها و آموزش ناکافی، شایع‌ترین عوامل سانحه بودند. او با تحلیل سوانح عوامل مؤثر در ایجاد سوانح را بررسی کرد [۳].



آگویار و همکاران در مقاله‌ای سوانح هوانوردی برای یک منطقه جغرافیایی را از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ بررسی کرده است. سوانح مورد بررسی در مناطق جغرافیایی رخ داده بود که اقلیم و عوارض زمینی کوهستانی دارند. علت عمده سوانح علت محیطی و اقلیمی بودند. در این بررسی علت اصلی سوانح تندبادها بودند. بر اساس نتایج این تحقیق بیشترین حوادث در هواپیماهای دارای موتور پیستونی بدون توربوشارژر رخ داده است. علی‌رغم کاهش میزان تصادفات مرتبط عوامل جوی و محیطی، این حوادث ناگوار همچنان خطر زیادی دارند [۴].

شفقتی و همکاران در تحقیقی عوامل مؤثر در وقوع سوانح بالگردها را بررسی کرده است و راهکارهای مناسبی برای پیشگیری از بروز موارد مشابه ارائه کرده است. نتایج او نشان داد که عامل انسان علت اصلی بروز ۸۰ درصد و عامل ماشین علت اصلی بروز ۲۰ درصد از کل سوانح بوده است. بر اساس نتایج ایشان عوامل مدیریت (پشتیبانی، آموزش، دستورالعمل، نظارت و ...) و محیط (شرایط اقلیمی، وضعیت جوی، شرایط و وضعیت محیط کار و فعالیت) نقش اصلی در بروز هیچ‌یک از سوانح به وقوع پیوسته نداشته است [۵].

دلجو و همکاران در تحقیقی عوامل مؤثر در وقوع سوانح هوایی پهبادی را بررسی کرده است و راهکارهای مناسب برای کاهش آن ارائه نموده است. در بررسی‌های او مشخص شد که ۳۳/۷٪ از سوانح ناشی از عامل ماشین، ۲۵/۶۳٪ ناشی از نظام‌های تعمیر و نگهداری (نت)، عملیات، آموزش، ایمنی و مراقبت پرواز و ۲۱/۴٪ ناشی از عامل انسان است و عامل محیط با اختصاص ۱۹/۲۳٪ از سوانح کمترین نقش را در بروز سوانح

داشته است [۶].

مهودی و همکاران در تحقیقی به بررسی و رتبه‌بندی عوامل تأثیرگذار سیستم کاری با عملکرد بالا بر خستگی عاطفی کارکنان سازمان هواپیمایی کشور پرداخته است. در این مطالعه موردی رابطه سیستم‌های کاری دارای عملکرد بالا با خستگی عاطفی در سازمان هواپیمایی کشور بررسی شده است [۷].

مظفری و همکاران در تحقیقی به بررسی و آسیب‌شناسی سوانح هوایی در جهان پرداخته‌اند. در این مقاله با استفاده از آمار موجود، مهم‌ترین علل وقوع سوانح هوایی شامل عوامل انسانی، فنی هواپیما و جوی بررسی شده است و راهکارهایی برای کاهش این سوانح ارائه شده است [۸].

زارع و همکاران در تحقیقی سوانح هوایی ایران را بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳ بررسی کرده‌اند. در این مقاله آمار ۲۳ ساله شرکت‌های هواپیمایی ایرانی مانند تعداد مسافر جابه‌جاشده، تعداد پروازها، تعداد سوانح رخ داده در پروازهای داخلی بررسی و نقش عوامل مختلف مانند خطاهای خدمه پروازی و فنی در وقوع آن‌ها، تجزیه و تحلیل شده است [۹].

زیارتی کرد خیلی و همکاران در تحقیقی به بررسی نقش عوامل انسانی در بروز سوانح هوایی و جلوگیری از سوانح هوایی پرداخته‌اند. در این مقاله تأکید شده است که علی‌رغم سرمایه‌گذاری‌های فزاینده در خصوص عوامل انسانی و فنی، صنعت هوانوردی در دنیا و ایران همچنان با افزایش سوانح هوایی روبروست. این امر هزینه‌های بسیاری را بر این صنعت تحمیل نموده و حتی در بعضی موارد باعث عدم اعتماد مسافران شده است [۱۰].

اسکندری و همکاران در تحقیقی به تحلیل و





بررسی سوانح هوایی، علل وقوع حوادث و ارائه پیشنهادات در جهت ارتقای قابلیت اطمینان و ایمنی در ناوگان ایران پرداخته است. در این پژوهش در ابتدا به بررسی آماری سوانح هوایی در ایران و میزان تلفات و خسارت‌های ناشی از آن پرداخته شده و نقش عوامل انسانی، ماشینی و محیطی و طبیعی در بروز این سوانح با ذکر آمار و همچنین ذکر برخی گزارش‌ها و حوادث بررسی و تجزیه و تحلیل شده است و راهکارهایی برای مدیریت بهتر ایمنی پروازها و برنامه‌ریزی در صنعت هوانوردی و حمل‌ونقل هوایی برای ارتقای ایمنی هوانوردی و قابلیت اطمینان آن پیشنهاد شده است [۱۱].

مروری نام و همکاران در مطالعه‌ای موردی تأثیر آموزش‌های چندرسانه‌ای در کاهش آسیب‌پذیری توان مدیریتی صنعت هوانوردی را بررسی کردند. نتایج حاصله از این تحقیق حاکی از رابطه معناداری بین آموزش‌های چندرسانه‌ای و کاهش سوانح هوایی و درنهایت افزایش توان مدیریتی صنعت هوانوردی دارد [۱۲].

ناییبی و همکاران در مطالعه‌ای مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی را بررسی کرده‌اند و مدلی نو با استفاده از روش‌های جدید برای بررسی سوانح ارائه نموده‌اند. ایشان در مدل خود ضمن برطرف نمودن نواقص و اشکالات مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی که شامل کشف عامل بروز سانحه است، بر بررسی و کشف چیستی و چرایی بروز سانحه تمرکز کرده و از این طریق و با ریشه‌یابی واقعی علت بروز سانحه مدل جدید را معرفی نموده است [۱۳].

مروری نام و همکاران در مقاله‌ای الگوی عوامل مؤثر در بروز سوانح هوایی را مطرح نموده‌اند. در مقاله ایشان اشاره شده است که با وجود تأکید بر

نقش عوامل انسانی، تعداد سوانح در صنعت هوانوردی کاهش چشم‌گیری نداشته است. این مهم احتمال وجود عوامل دیگری را در بروز سوانح هوایی مطرح نموده است و بر این اساس به ارائه الگوی عوامل مؤثر در بروز سوانح هوایی پرداخته شده است [۱۴].

واصلی خباز و همکاران در مطالعه‌ای اثرات سن، خستگی، تجربه و آموزش را بر خطای انسانی خلبانان در وقوع سوانح هوایی جهان بررسی کرده است. با توجه به نتایج حاصل، بررسی کارآمدی قانون ۶۰ و ۶۵ سال برای بازنشستگی و جدایی خلبانان از پرواز امری ضروری است و بر اساس نتایج ایشان، بررسی موردی خلبانان مسن برای تأیید سلامت فیزیکی، فیزیولوژیکی، روحی و روانی موضوع مهم‌تری است که می‌تواند محل قطع زنجیره ایمنی باشد [۱۵].

با مطالعه تحقیقات انجام‌شده در حوزه بررسی و آسیب‌شناسی سوانح هوایی در هواپیماهای پهن‌پیکر این نتیجه حاصل شد که تحقیقات مختصری در این زمینه انجام شده است و درزمینه ارائه راهکارهای مناسب تحقیقاتی انجام نشده است و موضوع این مقاله کاملاً دارای نوآوری می‌باشد و نتایج آن می‌تواند به جلوگیری از وقوع سوانح هوانوردی کشور کمک نماید.

برای نگارش و تدوین مبانی نظری تحقیق، تعاریف، مفاهیم، الگوها، مدل‌ها، متدولوژی‌ها و فرایندهای هواپیماهای ترابری سنگین، از مطالعات و بررسی‌های کتابخانه‌ای استفاده شده است.

## ۲. عوامل به وجود آورنده سوانح هوایی

درباره عوامل به وجود آورنده سوانح، عوامل به

وجود آورنده سانحه زنجیره‌ای از اتفاقات، اقدامات یا شرایطی است که در نهایت موجب اقدام نامناسب فرد و در نتیجه وقوع سانحه می‌شود. آن رفتار و اقدام نامناسب فرد می‌تواند به صورت اشتباه در قضاوت، تصمیم‌گیری غلط، اشتباه به دلیل بی‌توجهی یا تخلف از مقررات باشد.

مطابق تعریف مدرن، وقوع سانحه، مستلزم فراهم شدن شرایط و دست به دست هم دادن عوامل مختلفی است که هیچ‌یک از آنها به تنهایی برای وقوع سانحه کافی نیست. مثل خرابی سیستم‌ها و قطعات، خطاها و اشتباهات فنی و عملیاتی که به ندرت می‌توانند به تنهایی، عامل وقوع سانحه باشند. اغلب سانحه نتیجه ضعف و اشتباه در تصمیم‌گیری افراد است.

سوانح ممکن است در نتیجه نواقص و معایب پیدا و آشکار در سطوح فنی و عملیاتی یا ناپیدا و نامشخص که وقوع سانحه را تسهیل می‌کند باشد. به‌رحال بیشتر سانحه در نتیجه ترکیبی از شرایط آشکار و پنهان به وقوع می‌پیوندد.

با توجه به آنچه گفته شد عوامل اصلی و عمده به وجود آورنده سانحه هوایی انسان، ماشین، محیط و مدیریت است. که در ادامه توضیحاتی برای آنها ارائه می‌شود.

## ۱-۲. نقش انسان در بروز سانحه

انسان، مهم‌ترین عنصر یک سازمان است که در موقعیت و جایگاه مدیریتی و فرایند تصمیم‌گیری، تصمیم‌نهایی را در سازمان می‌گیرد و در یک مجموعه هوانوردی به‌عنوان مجری، طراح، مدیر کارخانه، مدیر عملیات، مهندس فنی، بازرس، بازرس کنترل کیفیت، خلبان، کارشناس مراقبت پرواز، کارمند تجهیزات خدمات فرودگاهی، یا فردی در پایین‌ترین سطح مسئولیت و جایگاه، در

این زنجیره قرار می‌گیرد. نتایج تحقیقات جدید منابع و مراکز مختلف تحقیقاتی بیانگر آن است که، علت اصلی حدود ۸۰ درصد از سانحه پرنده‌های نظامی و غیرنظامی عامل انسانی است [۵]. انسان با انواع خطاهای طرح‌ریزی و اجرایی می‌تواند منشأ بسیاری از سانحه ناخوشایند هوایی باشد. عامل انسانی وقوع سانحه، فقط خلبان نبوده و شامل دیگر خدمه پرواز، کارکنان فنی و مراقبت پرواز و افراد دیگری نیز می‌شود.

## ۲-۲. نقش ماشین و تجهیزات در بروز سانحه

یکی دیگر از عوامل به وجود آورنده سانحه، ماشین است که در نتیجه ضعف طراحی و پایین بودن کیفیت اجزا و مواد مورد استفاده در ساخت آن و همچنین قطعاتی که بعد از تعمیرات و رفع عیب دوباره در هواپیما استفاده می‌شود، در اثر عملکرد نادرست قطعه، انجام نشدن به‌موقع چک و تعمیر اساسی موتور هواپیما، عدم پشتیبانی و تأمین به‌موقع موتور و قطعه از طرف کارخانه سازنده و اتمام عمر قانونی قطعه، موتور و بدنه هواپیما، عمل قطعه‌برداری غیراصولی، عمر بالای تجهیزات و ماشین‌آلات خدمات فرودگاهی، قدیمی و بروز نبودن تجهیزات فرودگاهی، انجام نشدن چک و تعمیر اساسی بال و بدنه و خستگی سازه‌های بدنه، کالیبره و بروز نبودن تسترها و تجهیزات آزمایشگاهی، موجب بروز سانحه و وارد آمدن خسارت‌های جانی و مالی می‌شود. به‌واسطه پیشرفت‌های علمی و نیز به‌کارگیری و استفاده از تجارب قبلی در صنعت هوانوردی، تا حد قابل‌توجهی ایمنی پروازها تأمین شده است، ولی دستیابی به تکنیک‌ها و سیستم‌های پیشرفته و پیچیده، مانع از تداوم سانحه ناشی از ماشین نشده است. بر اساس بررسی‌هایی که درباره





۲۱۴۷ مورد سانحه هوایی بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ صورت گرفته، علت اصلی وقوع ۱۳٪ از آن‌ها، عامل ماشین و تجهیزات بوده است [۵]. همچنین بر اساس تحقیقاتی که شرکت بوئینگ انجام داده است، علت اصلی ۱۷٪ از سوانح هواپیماهای خطوط هوایی، بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ عامل ماشین یا همان بروز نقص فنی بوده است [۵]. مهم‌ترین دلیل پایین بودن نقش ماشین در وقوع سوانح هوایی، تأمین و لحاظ شدن حداکثر ایمنی موردنیاز حفظ جان سرنشینان، به‌واسطه ساخت و به‌کارگیری تجهیزات، بدون در نظر گرفتن ملاحظات و محدودیت‌های اقتصادی است. به همین دلیل، اجزاء و قطعات وسایل پرنده، از بهترین و گران‌ترین قطعات به شمار می‌روند. بنابراین، اقلام مذکور از بالاترین قابلیت اعتماد برخوردار بوده و بروز نواقص خارج از حد استاندارد در عملکرد آن‌ها بسیار اندک است.

### ۲-۳. نقش عوامل محیطی در بروز سوانح

شرایط نامساعد جوی، دمای نامطلوب هوا، کمبود روشنایی، رطوبت بالا، آلودگی هوا و آلودگی صوتی، ارتعاشات ناشی از کار ماشین و غیره، قادر است ایمنی پرواز را با مخاطره مواجه ساخته و موجب وارد آمدن خسارت‌های جانی و مالی شود. عوامل محیطی مؤثر در فعالیت‌ها، با توجه به نوع فعالیت، متفاوت است و ممکن است عوامل محیطی مربوط به یک کار در کار دیگر نقش و تأثیر داشته باشد. به همین دلیل، شناخت عوامل محیطی مؤثر در هر فعالیت، نیازمند آشنایی کامل با کار و فعالیت موردنظر و محدوده عمل آن است. محیط فعالیت هواپیماهای موضوع این مقاله، مناطق پروازی و عملیاتی، فرودگاه‌ها،

محل‌های پارک و نگهداری هواپیما، تاکسی‌روها، باندهای پروازی و ... نقاطی است که به‌عنوان محلی برای نشست و برخاست هواپیما استفاده می‌شود. بر اساس اطلاعات حاصل از بررسی سوانح خطوط هوایی دنیا، میانگین سوانح ناشی از شرایط نامساعد جوی، بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۴، ۷٪ و از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵، ۱۳٪ بوده است [۵]. از جمله عوامل مهم مرتبط با مناطق پروازی، شرایط جوی و جغرافیایی است که تأثیر قابل‌توجهی بر رفتار پروازی و وقوع سوانح هوایی دارد. تغییرات ناگهانی در سمت و سرعت وزش باد، به‌ویژه در محدوده فرودگاه‌ها، مسیر تقرب و برخاستن وسایل پرنده، ناپایداری هوا، جریان‌های صعودی و نزولی، به‌خصوص در مجاورت محل‌های نشست و برخاست و نیز بر فراز ارتفاعات محل عبور و پرواز وسایل پرنده، تشکیل ابرهای باران‌زا و به وجود آمدن شرایط یخبندان، تشکیل مه به‌ویژه در نزدیکی سطح زمین و مجاورت فرودگاه‌ها، باندهای پروازی و بروز پدیده وارونگی هوا، بروز پایداری و انباشت آلودگی‌های جوی و محدود شدن دید، لغزندگی سطح باندها و تاکسی‌روها از موارد و عواملی است که موجب وقوع سوانح هوایی می‌شوند. همچنان سوانح ناشی از شرایط نامساعد جوی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محیطی بروز سوانح به شمار رفته و سهم عامل محیطی از کل سوانح، همواره بین ۴ تا ۱۳ درصد بوده است [۵].

### ۲-۴. نقش مدیریت در بروز سوانح هوایی

نقش مدیریت در یک مجموعه فنی و پروازی، بسیار مهم است. مدیر باید جوابگوی همه اقدامات و عملکرد زیرمجموعه تخصصی خود باشد. مدیریت در تمامی مراحل از مرحله جذب و

گزینش نیرو تا آموزش، صدور گواهینامه و به‌کارگیری نیرو باید برنامه‌ریزی و نظارت مستمر داشته باشد. مدیر در مراحل گوناگون مانند انتخاب مدیران قسمت‌های مختلف، ارتقاء و جابه‌جایی مدیران و کارکنان زیرمجموعه خود، نظارت بر عملکرد زیرمجموعه برای درست و دقیق انجام شدن امور فنی و پروازی، باید اشراف کامل داشته باشد تا بتواند تصمیم دقیق و درست بگیرد. و با رعایت اصول ایمنی، قوانین و دستورالعمل‌های ابلاغی فنی و پروازی، در مراحل مدیریتی و تصمیم‌گیری باعث جلوگیری از وقوع سوانح هوایی شود.

### ۳. روش تحقیق

در این تحقیق متغیرهای تحقیق شامل متغیر مستقل "راهکارهای پیشنهادی کاهش وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر در مؤلفه‌های چهارگانه («انسان»، «ماشین»، «محیط» و «مدیریت») و متغیر وابسته "سوانح پرنده‌های ترابری سنگین در مؤلفه‌های چهارگانه («انسان»، «ماشین»، «محیط» و «مدیریت») است [۳].

در این تحقیق پرسش اصلی "عوامل اصلی مؤثر در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر کدامند؟" طرح شده است و برای پاسخگویی به این پرسش اصلی پنج پرسش فرعی درباره تأثیر مؤلفه‌های مختلف در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر و راهکارهای کاهش آن طرح شده است. به روشی که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد به این پرسش‌ها پاسخ داده می‌شوند. پرسش‌های اول تا چهارم میزان تأثیر چهار مؤلفه انسان، ماشین، محیط و مدیریت در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر را مطرح می-

کند و پرسش پنجم راهکارهای پیشنهادی کاهش وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر را طرح می‌کند.

روش تحقیق در این پژوهش، توصیفی - تحلیلی بوده و سعی شده است در چارچوب آن، داده‌های اطلاعاتی تنظیم و سپس نتیجه‌گیری صورت گیرد. جامعه آماری مدنظر در این تحقیق، کمتر از ۱۰۰ نفر است، بنابراین از روش تمام شماری جامعه آماری برای بررسی آماری استفاده شده است [۱۶].

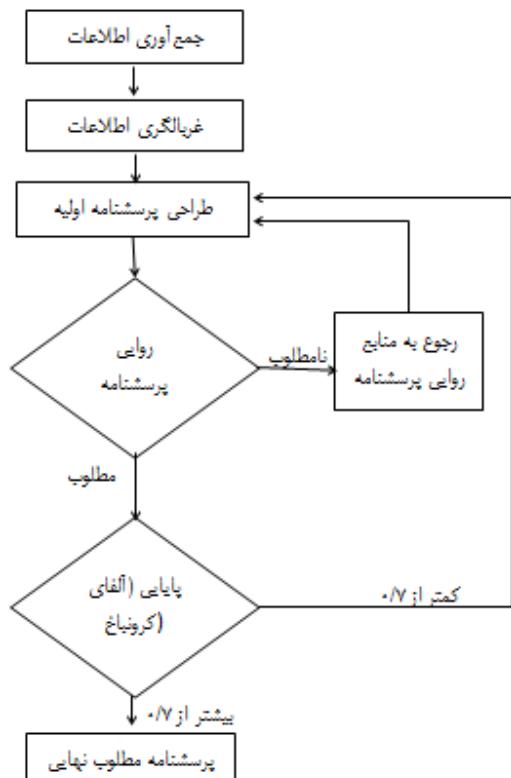
قلمرو زمانی از نظر اسنادی معطوف به سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۱ است و از نظر کاربرد افق ۵ سال آینده برای نتایج آن مدنظر خواهد بود.

در این پژوهش به‌صورت تلفیقی از هر دو روش کتابخانه‌ای و میدانی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده است. از روش جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای برای تدوین و بررسی ادبیات پژوهش استفاده شد و در روش میدانی پرسشنامه‌ای دوبخشی تهیه و به جامعه آماری هدف برای پاسخ‌گویی ارائه شد. در بخش اول علل بروز سوانح و در بخش دوم راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری یا کاهش سوانح مطرح شده است. نتایج حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای که حاصل گزارش‌های ۲۳ ساله سوانح شرکت هوایی داخلی است، با نتایج حاصل از روش میدانی حاصل از بخش اول این تحقیق، مقایسه شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها در روش تحقیق مورد استفاده جامعه آماری و حجم نمونه برآورد شد و آزمودنی‌ها شناسایی شدند. محقق به همه آزمودنی‌ها مراجعه و اهداف تحقیق را برای آن‌ها تشریح و نظر مساعد آنان را جلب کرد.

پرسشنامه‌ای دوبخشی شامل بخش‌های "علل بروز سوانح" و "راهکارهای کاهش سوانح" هر



هستند. با توجه به این محدودیت از روش تمام شماری پرسشنامه‌ها برای تحلیل آماری استفاده شده است.



شکل ۱. روندنمای تدوین پرسشنامه انجام تحقیق

### ۳-۲. روایی و پایایی تحقیق

مقصود از روایی آزمون، پاسخگویی به این سؤال اساسی است که آزمون چه چیزی را اندازه‌گیری می‌کند و تا چه حد از این لحاظ کارایی دارد. در مورد روایی چیزی که باید در نظر داشت این است که ابزار موردنظر تا چه میزان توانسته شاخص‌های موردنظر در جامعه آماری را شناسایی کند؟ آیا اطلاعات گردآوری شده همان اطلاعاتی است که پژوهشگر به آن‌ها نیازمند است؟ به عبارتی دیگر اطلاعات گردآوری شده با عنوان و متغیرهای پژوهش به چه میزان مرتبط است؟ آیا وسیله اندازه‌گیری توانسته همان خصیصه

کدام با ۳۶ پرسش متناظر با استفاده از طیف لیکرت و برای شناسایی دلایل وقوع سوانح در هواپیماهای پهن‌پیکر طراحی و پس از اعتباربخشی در اختیار تک‌تک آزمودنی‌ها قرار گرفت و از آنان خواسته شد آن را با دقت تکمیل نمایند.

محتوای نهایی این پرسشنامه دوبخشی پس از اصلاحات به همراه طیف لیکرت آن‌ها در پیوست ارائه شده است.

همه پرسشنامه‌هایی که برای این تحقیق توزیع شده بودند به دست محقق رسیده است و در تجزیه و تحلیل از نتایج آن‌ها استفاده شده است. در جدول (۱) طیف لیکرت و ارزش‌گذاری پرسشنامه پنج گزینه‌ای آن از خیلی کم تا خیلی زیاد ارائه شده است. با توجه به طیف لیکرت مندرج در این جدول، پاسخ‌دهندگان با توجه به میزان موافقت در این بازه به سؤال موردنظر از ۵ امتیاز می‌دهند.

جدول ۱. طیف لیکرت و ارزش‌گذاری پرسشنامه

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
5	4	3	2	1

روندنما و فرایند طراحی پرسشنامه مطلوب که از نظر روایی و پایایی کنترل شده باشد و تحقیق حاضر مبتنی بر داده‌های جمع‌آوری شده از این پرسشنامه انجام می‌شود، در شکل (۱) ارائه شده است.

### ۳-۱. محدودیت‌های تحقیق

مهم‌ترین محدودیت برای انجام این تحقیق تعداد محدود پاسخ‌دهندگان است که کمتر از ۱۰۰ نفر هستند. پاسخ‌دهندگان ترکیبی از مدیران، خدمه پروازی و عوامل فنی یک شرکت هوایی داخلی



موردنظر را اندازه‌گیری نماید؟ به چه میزان می‌توان نتایج پژوهش را به جامعه آماری تعمیم داد؟ از این ویژگی در زبان علمی به روایی تعبیر می‌شود [۱۷].

برای نیل به این اهداف (اعتبار و روایی ابزار اندازه‌گیری) به ترتیب مراحل زیر انجام شده است:

الف) با جمع‌آوری اطلاعات و طرح سؤالات پژوهش از ۱۱ نفر از کارشناسان، ابعاد گوناگون موضوع پژوهش شناسایی و نظریات آنان در این خصوص دریافت شد؛

ب) پرسش‌های موردنظر نویسندگان این مقاله، خبرگان و کارشناسان احصاء شد و پس از تلفیق نظرات آن‌ها بررسی و اصلاح شد. با اخذ نظر متخصصان خبره روایی سؤالات تعیین شد. همچنین با محاسبه ضریب لاوشه سؤال‌هایی که نمره کمتر از ۱۰ آورده بودند از پرسشنامه حذف شد. درنهایت سؤال‌های پرسشنامه دوبخشی که هر بخش دارای ۳۶ سؤال است، مطابق پیوست تنظیم شد.

بررسی پایایی به کمک محاسبه ضریب آلفای کرونباخ انجام شده است. با محاسبه این ضریب می‌خواهیم ببینیم تا چه حد برداشت پاسخگویان از سؤالات یکسان بوده است. اساس این ضریب نیز بر پایه طیف‌ها یا مقیاس‌هاست. درواقع ضریب آلفای کرونباخ از جمله روش‌های تعیین پایایی آزمون با تأکید بر همسانی درونی است. روش آلفای کرونباخ برای گزینه‌های چند جوابی مانند طیف پنج گزینه‌ای لیکرت نیز قابل استفاده است. ضریب آلفای کرونباخ برای پایایی به این منظور محاسبه می‌شود تا از یک‌سویه نبودن سؤالات اطمینان حاصل شود. این کار وقتی پیش نمونه یا پیش‌آزمون گرفته می‌شود انجام می‌پذیرد.

مقدار آلفا بین صفر و یک می‌تواند تغییر کند. اگر مقدار آلفا بیشتر از ۰/۷ باشد پایایی خوب و اگر بین ۰/۵ تا ۰/۷ باشد پایایی متوسط و اگر کمتر از ۰/۵ باشد پرسشنامه فاقد پایایی لازم است [۱۸]. مقدار محاسبه‌شده آلفای کرونباخ برابر ۰/۹۶۲ محاسبه شده است که با توجه به توضیحات اخیر، پرسشنامه پایایی بسیار خوبی دارد.

تحصیلات افراد پاسخ‌دهنده به سؤال‌های پرسشنامه به سه دسته کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری مطابق جدول (۲) تقسیم شده است.

جدول ۲. ترکیب تحصیلی پاسخ‌دهندگان

سطح تحصیلات	فراوانی	درصد	درصد معتبر
لیسانس	15	50	50
فوق لیسانس	11	7/36	7/36
دکتری	4	3/13	3/13
جمع	30	100	100

مشاهده می‌شود که دارندگان مدرک تحصیلی کارشناسی با ۵۰ درصد، بیشترین فراوانی پاسخ‌دهندگان و دارندگان مدرک تحصیلی دکتری با ۱۳/۳ درصد (۴ نفر) کمترین فراوانی پاسخ‌دهندگان را تشکیل می‌دهند. از بین پاسخ‌دهندگان کسی با مدارک تحصیلی پایین‌تر از کارشناسی وجود ندارد.

#### ۴. تجزیه و تحلیل یافته‌ها

پرسشنامه تحقیق برای اخذ نظرات پاسخگویان بر اساس طیف لیکرت با پنج گزینه (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) تهیه شد. پاسخگویان میزان موافقت خود را با هر یک از گزینه‌ها در



یک مقیاس درجه‌بندی شده اعلام نمودند و سپس پاسخ آزمودنی به هر یک از سؤالات از نظر عددی ارزش‌گذاری شده و حاصل جمع امتیازات کسب‌شده نمره (میانگین نظرات) آن سؤال می‌باشد و همچنین ارزش‌گذاری عددی (امتیازبندی) جهت هر گزینه در نظر گرفته شده است. در پرسشنامه تحقیق ۳۶ سؤال بر مبنای مدل تحقیق تنظیم شده است و در جدول‌های (۳) تا (۶) میانگین نظرات پاسخگویان برای مؤلفه‌های انسان، ماشین، محیط و مدیریت ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج مربوط به مؤلفه «انسان»

پاسخ گزاره	۱	۲	۳	۴	۵
1	.	5	7.5	42.5	42.5
2	2.5	10	27.5	30	17.5
3	.	0	2.5	32.5	65
4	.	2.5	17.5	40	40
5	.	0	12.5	30	52.5
6	2.5	12.5	15	50	17.5
7	.	15	12.5	45	20
8	2.5	7.5	20	35	32.5
9	0	0	7.5	45	47.5
10	0	0	10	35	52.5
کل مؤلفه	0.75	5.25	13.25	38.5	38.75
	۶			۷۷,۲۵	

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که در جمع‌بندی پاسخ‌های نمونه موردبررسی به سؤال‌های مرتبط با مؤلفه «انسان» ۰,۷۵ میانگین درصد پاسخ‌ها به گزینه خیلی کم، ۵,۲۵ درصد به گزینه کم، ۱۳,۲۵ درصد به گزینه متوسط، ۳۸,۵

درصد به گزینه زیاد و ۳۸,۷۵ درصد به گزینه خیلی زیاد اختصاص یافته است. نتیجه نهایی نشان می‌دهد که در کل، ۶ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های خیلی کم و کم و در مقابل، ۷۷,۲۵ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های زیاد و خیلی زیاد تعلق گرفته است. همچنین نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که در جمع‌بندی پاسخ‌های نمونه موردبررسی به سؤال‌های مرتبط با مؤلفه «ماشین» ۳ درصد پاسخ‌ها به گزینه خیلی کم، ۷,۵ درصد به گزینه کم، ۲۱,۲۵ درصد به گزینه متوسط، ۳۳,۲۵ درصد به گزینه زیاد و ۳۱ درصد به گزینه خیلی زیاد اختصاص یافته است. نتیجه نهایی نشان می‌دهد که در کل، ۱۰,۵ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های خیلی کم و کم و در مقابل، ۶۴,۲۵ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های زیاد و خیلی زیاد تعلق دارد.

جدول ۴. نتایج مربوط به مؤلفه «ماشین»

پاسخ گزاره	۱	۲	۳	۴	۵
1	.	5	20	45	22.5
2	2.5	7.5	20	35	35
3	.	7.5	17.5	42.5	30
4	5	15	27.5	20	25
5	.	5	7.5	30	57.5
6	5	10	27.5	35	20
7	7.5	10	27.5	30	17.5
8	2.5	2.5	35	30	20
9	0	12.5	17.5	37.5	32.5
10	7.5	0	12.5	27.5	50
کل مؤلفه	3	7.5	21.25	33.25	31
	10.5			64.25	



که در کل، ۳،۱۲ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های خیلی کم و کم و در مقابل، ۷۷،۵ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های زیاد و خیلی زیاد تعلق گرفته است.

جدول ۶. نتایج مربوط به مؤلفه «مدیریت»

پاسخ گزاره	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
1	0	2.5	27.5	45	25
2	0	0	12.5	37.5	45
3	2.5	2.5	25	40	27.5
4	0	5	12.5	30	52.5
5	0	5	12.5	52.5	30
6	0	2.5	15	37.5	45
7	0	0	17.5	35	45
8	0	5	30	42.5	30
کل مؤلفه	0.31	2.81	17.81	40	37.5
		3.12		77.5	

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که در جمع‌بندی پاسخ‌های نمونه موردبررسی به سؤال‌های مرتبط با مؤلفه «محیط» ۵،۶۲ درصد پاسخ‌ها به گزینه خیلی کم، ۱۱،۵۶ درصد به گزینه کم، ۲۴،۳۷ درصد به گزینه متوسط، ۳۰،۹۳ درصد به گزینه زیاد و ۲۱،۵۶ درصد به گزینه خیلی زیاد اختصاص یافته است. نتیجه نهایی نشان می‌دهد که در کل، ۱۷،۱۸ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های خیلی کم و کم و در مقابل، ۵۲،۵ درصد پاسخ‌ها به گزینه‌های زیاد و خیلی زیاد تعلق گرفته است.

جدول ۵. نتایج مربوط به مؤلفه «محیط»

پاسخ گزاره	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
1	5	7.5	22.5	27.5	35
2	10	10	37.5	22.5	17.5
3	5	10	22.5	35	20
4	2.5	15	10	37.5	25
5	2.5	15	27.5	35	12.5
6	10	15	27.5	30	12.5
7	5	12.5	22.5	32.5	22.5
8	5	7.5	25	27.5	27.5
کل مؤلفه	5.62	11.56	24.37	30.93	21.56
		17.18		52.5	

نتایج جدول (۶) نیز نشان می‌دهد که در جمع‌بندی پاسخ‌های نمونه موردبررسی به سؤال‌های مرتبط با مؤلفه «مدیریت» ۰،۳۱ درصد پاسخ‌ها به گزینه خیلی کم، ۲،۸۱ درصد به گزینه کم، ۱۷،۸۱ درصد به گزینه متوسط، ۴۰ درصد به گزینه زیاد و ۳۷،۵ درصد به گزینه خیلی زیاد اختصاص یافته است. نتیجه نهایی نشان می‌دهد

## ۵. بررسی نتایج

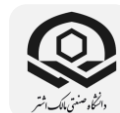
نتایج حاصل از این مقاله شامل دو بخش است. بخش اول شامل علل بروز سوانح و بخش دوم شامل راهکارهای پیشگیری از بروز سوانح هوایی در هواپیماهای مورد مطالعه است.

### ۵-۱. علل بروز سوانح

در این بخش برای تجزیه و تحلیل نتایج و پاسخگویی به سؤالات اصلی و فرعی تحقیق از آزمون t استفاده شده است.

نتایج حاصل از آزمون t تک نمونه‌ای برای بررسی میزان تأثیر مؤلفه انسان در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر در جدول (۷) ارائه





شده است.

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که با توجه به مقدار آماره  $t(08/13)$  و سطح معناداری  $(0/0001)$  و  $(P > 0/05)$ ، نتیجه گرفته می‌شود که میانگین نمونه موردبررسی  $(4/11)$  به‌طور معناداری بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه (۳) است. بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان مقداری بزرگ‌تر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تأیید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت از دید نمونه موردبررسی، عامل انسان در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه موردبررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود.

جدول ۷. نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای برای عامل انسان

میانگین انحراف معیار		انحراف معیار		میانگین تعداد	
0.08541		.54019		40	
فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار میانگین اختلاف	درجه آزادی	آماره $t$	
حد بالا حد پایین		مقدار معنی‌داری (دوطرفه)			
1.2907	.9452	1.11792	.0000	39	13.089

جدول ۸. نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای برای عامل ماشین

میانگین انحراف معیار		انحراف معیار		میانگین تعداد	
.72969		3.8196		40	
فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار میانگین اختلاف	درجه آزادی	آماره $t$	
حد بالا حد پایین		مقدار معنی‌داری (دوطرفه)			
1.0530	.5863	.81964	.000	39	7.104

نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای جهت بررسی میزان تأثیر عامل ماشین در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر در جدول (۸) ارائه شده است.

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که با توجه به مقدار آماره  $t(10/7)$  و سطح معناداری  $(0/0001)$  و  $(P > 0/05)$ ، نتیجه گرفته می‌شود که میانگین نمونه موردبررسی  $(3/81)$  به‌طور معناداری بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه (۳) می‌باشد بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان مقداری بزرگ‌تر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تأیید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت از دید نمونه موردبررسی، عامل ماشین در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه موردبررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود.

نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای برای بررسی میزان تأثیر عامل محیط در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر در جدول (۹) ارائه شده است.

جدول ۹. نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای برای عامل محیط

میانگین انحراف معیار		انحراف معیار		میانگین تعداد	
.16945		1.07172		40	
فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار میانگین اختلاف	درجه آزادی	آماره $t$	
حد بالا حد پایین		مقدار معنی‌داری (دوطرفه)			
.7715	.0860	.42875	.016	39	2.530

نتایج جدول (۹) نشان می‌دهد که با توجه به مقدار آماره  $t(53/2)$  و سطح معناداری (۰/۰۰۰۱) و ( $P > 0/05$ )، نتیجه گرفته می‌شود که میانگین نمونه مورد بررسی (۳/۴۲) به‌طور معناداری بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه (۳) می‌باشد بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان مقداری بزرگ‌تر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تأیید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت از دید نمونه مورد بررسی، عامل محیط در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه مورد بررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود.

نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای جهت بررسی میزان تأثیر عامل مدیریت در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول ۱۰. نتایج حاصل از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای برای عامل مدیریت

میانگین	انحراف معیار	میانگین	تعداد
0.09895	0.62583	4.116	40
فاصله اطمینان ۹۵%			
حد بالا	حد پایین	مقدار میانگین اختلاف	درجه آزادی
1.3168	0.9165	1.11667	39
		11.28	5

نتایج جدول (۱۰) نشان می‌دهد که با توجه به مقدار آماره  $t(28/11)$  و سطح معناداری (۰/۰۰۰۱) و ( $P > 0/05$ )، نتیجه گرفته می‌شود که میانگین نمونه مورد بررسی (۴/۱۱) به‌طور معناداری بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار

جامعه (۳) می‌باشد بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان مقداری بزرگ‌تر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تأیید می‌شود. بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت از دید نمونه مورد بررسی، عامل مدیریت در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه مورد بررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود.

## ۲-۵. راهکارهای پیشگیری از بروز و کاهش سوانح

در این بخش برای تجزیه و تحلیل نتایج و پاسخگویی به سؤال‌های تحقیق از آزمون فریدمن نسبت به اولویت‌بندی راهکارهای پیشنهادی استفاده شده است.

جدول (۱۱) نتایج حاصل از آزمون فریدمن برای اولویت‌بندی راهکارهای پیشنهادی و در جدول (۱۲) جدول آماره آزمون یا جدول نتایج نهایی آزمون رتبه‌بندی فریدمن ارائه شده است.

جدول ۱۱. اولویت‌بندی راهکارهای پیشنهادی

راهکار	میانگین رتبه‌ها
اول	20.19
دوم	12.67
سوم	17.56
چهارم	19.65
پنجم	21.35
ششم	20.13
هفتم	15.79
هشتم	17.18
نهم	21.01
دهم	18.14
یازدهم	15.77
دوازدهم	20.47



دیدگاه ۳۹ نفر در این آزمون استفاده شده است. مقدار معناداری نیز ۰/۰۰۰۱ به دست آمده است که نشان می‌دهد می‌توان در سطح خطای یک درصد به نتایج به دست آمده اتکا کرد.

نتایج حاصل از آزمون t تک نمونه‌ای برای بررسی میزان تأثیر عوامل اصلی مؤثر در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر که پرسش اصلی این تحقیق می‌باشد، در جدول (۱۳) ارائه شده است.

نتایج جدول (۱۳) نشان می‌دهد که با توجه به مقدار آماره  $t(08/13)$  و سطح معناداری ( $P > 0/01$ )، نتیجه گرفته می‌شود که میانگین نمونه مورد بررسی (۴/۱۱۷۹) به‌طور معناداری بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه (۳) است. بنابراین فرض صفر رد می‌شود. همچنین حد بالا و پایین فاصله اطمینان مقداری بزرگ‌تر از صفر بوده (مثبت) و ادعای آزمون تأیید می‌شود.

جدول ۱۳. نتایج حاصل از آزمون t تک نمونه‌ای برای پرسش اصلی

میانگین انحراف معیار	انحراف معیار	میانگین	تعداد	فاصله اطمینان ۹۵٪		
				حد بالا	حد پایین	
08541	54019	4.1179	40	1.11792	0.9452	
11537	72969	3.8196	40	0.81964	0.5863	
16945	107172	3.4288	40	0.42875	0.0860	
09895	62583	4.1167	40	1.11667	0.9165	
		میانگین مقدار معنی‌داری اختلاف دوطرفه	درجه آزادی	آماره t		

## ۶. نتیجه‌گیری

در پاسخ به پرسش فرعی اول می‌توان این نتیجه را بیان نمود که از دید نمونه مورد بررسی، عامل انسان در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر

ادامه جدول ۱۱	
میانگین رتبه‌ها	راهکار
10.37	سیزدهم
16.88	چهاردهم
23.94	پانزدهم
18.92	شانزدهم
17.03	هفدهم
18.08	هجدهم
20.79	نوزدهم
23.04	بیستم
16.72	بیست و یکم
15.42	بیست و دوم
17.87	بیست و سوم
15.60	بیست و چهارم
14.19	بیست و پنجم
14.91	بیست و ششم
19.64	بیست و هفتم
22.74	بیست و هشتم
21.46	بیست و نهم
22.56	سی‌ام
19.64	سی و یکم
15.18	سی و دوم
21.63	سی و سوم
20.73	سی و چهارم
19.55	سی و پنجم
19.17	سی و ششم

جدول ۱۲. نتایج نهایی آزمون رتبه‌بندی فریدمن

جامعه آماری	مجذور K	درجات آزادی	معنی‌داری آماری
۳۹	۱۷۲/۶۶۴	۳۵	۰/۰۰۰۱

بر اساس نتایج جدول (۱۱)، مهم‌ترین عامل از منظر پاسخ‌گویان مربوط می‌شود به گزاره (گویه) مربوط به گزاره پانزدهم « با توجه به عمر بالای هواپیما و قطعات، اورهال به‌موقع هواپیما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.» با امتیاز (۲۳،۹۴) و درنهایت عوامل کم‌اهمیت از منظر پاسخ‌گویان مربوط می‌شود به گزاره (گویه) سیزدهم « از شرکت‌های دانش‌بنیان داخل کشور جهت تعمیر قطعات هواپیما استفاده گردد.» با امتیاز (۱۰،۳۷). همین‌طور بر اساس جدول دوم از



تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه مورد بررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود. ضعف در توانمندی و مهارت تخصصی کارکنان پروازی و فنی مهم‌ترین عامل با امتیاز ۷/۱۵ و ضعف در اعتقادات و انگیزه‌های معنوی کم‌اهمیت‌ترین عامل با امتیاز ۳/۸۴ ارزیابی شده است.

در پاسخ به پرسش فرعی دوم می‌توان این نتیجه را بیان نمود که از دید نمونه مورد بررسی، عامل ماشین در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه مورد بررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود. عمر بالای قطعات و هواپیما و اتمام عمر قانونی و عدم انجام اورهال به موقع آن‌ها مهم‌ترین عامل با امتیاز ۷/۴۶ و نامناسب بودن وضعیت تجهیزات فرودگاهی با مأموریت محوله کم‌اهمیت‌ترین عامل با امتیاز ۴/۲۴ ارزیابی شده است.

در پاسخ به پرسش فرعی سوم می‌توان این نتیجه را بیان نمود که از دید نمونه مورد بررسی، عامل محیط در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه مورد بررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود. وضعیت نامناسب باند فرود از نظر کامل نبودن تجهیزات کمک ناوبری مهم‌ترین عامل با امتیاز ۵/۴۸ و وضعیت نامناسب محل پارک هواپیما از نظر FOD و فرسودگی آن

کم‌اهمیت‌ترین عامل با امتیاز ۳/۵۹ ارزیابی شده است.

در پاسخ به پرسش فرعی چهارم می‌توان این نتیجه را بیان نمود که از دید نمونه مورد بررسی، عامل مدیریت در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر تأثیرگذار است. از طرف دیگر، با توجه به اینکه میانگین نمونه مورد بررسی بزرگ‌تر از میانگین فرضی و مورد انتظار جامعه است، می‌توان میزان این تأثیر را مثبت و بیشتر از متوسط ارزیابی نمود. وجود مشغله و دغدغه‌های فکری و روانی و ضعف در تصمیم‌گیری مهم‌ترین عامل با امتیاز ۵/۰۷ و ضعف در سامانه‌های نظارتی، بازرسی، ایمنی و کنترل کیفیت کم‌اهمیت‌ترین عامل با امتیاز ۳/۸۳ ارزیابی شده است.

در پاسخ به پرسش فرعی پنجم می‌توان این نتیجه را بیان نمود که در راهکارهای کاهش سوانح هوایی مبتنی بر عامل انسان، راهکار "برگزاری منظم و دقیق دوره‌های بازآموزی سالانه کارکنان پروازی و فنی برای بالا بردن مهارت‌های تخصصی" با امتیاز ۶/۳۲ مهم‌ترین راهکار است.

راهکارهای کاهش سوانح هوایی مبتنی بر عامل ماشین راهکار "تعمیرات اساسی به موقع هواپیما با توجه به عمر بالای ناوگان" با امتیاز ۶/۹۰ مهم‌ترین راهکار است.

راهکارهای کاهش سوانح هوایی مبتنی بر عامل محیط راهکار "حضور به موقع گروه پروازی در دیسپچ و اخذ کامل اطلاعات پروازی و انجام بریفینگ قبل از پرواز" با امتیاز ۵/۷۶ مهم‌ترین راهکار است.

در راهکارهای کاهش سوانح هوایی مبتنی بر عامل مدیریت، راهکار "واگذاری مسئولیت‌ها



Accident Analysis & Prevention 107, 195–201.

- [5] M. Shafaghati, Investigating the effective factors in the occurrence of helicopter accidents and providing appropriate solutions to prevent similar cases from occurring, *Master thesis, Imam Hossein Comprehensive University*, 2010. (in Persian فارسی)
- [6] M. Deljoo, Effective factors in the occurrence of drone accidents and providing suitable solutions to reduce them, *Master thesis, Imam Hossein Comprehensive University*, 2012. (in Persian فارسی)
- [7] Mahdavi, Investigating and ranking the influencing factors of the high performance work system on the emotional fatigue of the employees of the Civil Aviation Organization in order to reduce aviation accidents, *Master thesis, Payam Noor university*, 2017. (in Persian فارسی)
- [8] H. Mozafari, H. Hossaini, M. Torabi, Investigation and pathology of air accidents, *The second national conference on road accidents, rail and air accidents, Tehran, Iran*, 2016. (in Persian فارسی)
- [9] Zare, H. Sadati, y. Abasi, Investigation of air accidents in Iran from 1990 to 2014, *The 16th International Conference of the Iranian Aerospace, Tehran, Iran*, 2016. (in Persian فارسی)
- [10] Z. Ziarati kordkhili, S.H. Vahdati, The role of human factors in the occurrence of air accidents and prevention of air accidents, *The third international conference on recent innovations in psychology, counseling and behavioral sciences., Iran*, 2016. (in Persian فارسی)
- [11] M. J. Eskandari, M. Mahmoodi, S. E. Najafi, Analysis and investigation of air accidents, the causes of accidents and the will of suggestions to improve the reliability and safety of Iran's air fleet, *The 13th International Conference of the Iranian Aerospace, Tehran, Iran*, 2012. (in Persian فارسی)
- [12] M. R. Marvinam, A. Fahimi Khamene, The effect of multimedia trainings in reducing the vulnerability of the management power of the aviation industry (a case study of air accidents and incidents in the country), *Journal of Strategic Defense Studies*, 17(77), 117-132.2018 (in Persian فارسی)
- [13] R. Naebi, M. Ramazanizade, Studying the current model of investigating military air accidents and presenting a new model using the new methods provided to investigate

متناسب با توان و دانش تخصصی افراد " با امتیاز ۵/۱۳ مهم‌ترین راهکار است.

همچنین در پاسخ به پرسش اصلی این نتیجه حاصل شد که از دید نمونه موردبررسی، مهم‌ترین عوامل اصلی مؤثر در وقوع سوانح هوایی هواپیماهای پهن‌پیکر به ترتیب انسان با ۴/۱۱۸ امتیاز، مدیریت با ۴/۱۱۷ امتیاز، ماشین با ۳/۸۱ امتیاز و محیط با ۳/۴۲ امتیاز می‌باشد.

این نتایج که بیشترین عامل وقوع سوانح به ترتیب انسان، مدیریت، ماشین و محیط را معرفی می‌کند، با نتایج گزارش‌های رسمی کشور صحت‌سنجی شده است. با توجه به گزارش‌های سوانح شرکت‌های هوایی داخلی که در مرجع [۹] برای دوره زمانی ۲۳ ساله ارائه شده است، تأیید می‌شود. در آمار رسمی منتشرشده هم مهم‌ترین عامل را عامل انسانی با ۶۳/۶۳ درصد بیشترین علل سوانح بیان می‌کند.

## ۷. مآخذ

- [1] STEPHENS, Mobolaji S.; UKPERE, Wilfred I. An Empirical Analysis of the Causes of Air Crashes from a Transport Management Perspective. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 699, jan. 2014.
- [2] Shahriari, M., Aydin, M.E. (2018). Aviation Accident Analysis: A Case Study. In: Arezes, P. (eds) *Advances in Safety Management and Human Factors*. AHFE 2017. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 604. Springer, Cham.
- [3] Chia-Fen Chi, D. Sigmund, Yu-Chieh Lin, Colin G. Drury, The development of a scenario based human machine environment procedure classification scheme for the root cause analysis of helicopter accidents, *Applied Ergonomics*, Volume 103, September 2022.
- [4] Aguiar, M., Stolzer, A., Boyd, D.D., 2017. Rates and causes of accidents for general aviation aircraft operating in a mountainous and high elevation terrain environment,

۱۵۶

سال ۱۲ - شماره ۱  
بهار و تابستان ۱۴۰۲  
نشریه علمی  
دانش و فناوری هوا فضا



در هواپیماهای پهن‌پیکر و ارائه راهکار مناسب کاهش  
بررسی و مطالعه آماری عوامل مؤثر بر افزایش ایمنی



Swanage, *Journal of Aeronautical Engineering*, 17(1), 35-52., 2014,(in Persian فارسی)

- [14] M. R. Marvinam, M. R. Bakhshande, M. Khirandish, The pattern of factors influencing the occurrence of air accidents, *Journal of Aeronautical Engineering*, 13(2), 71-78., 2011(in Persian فارسی)
- [15] M. Vaseli Khabaz, M. Ramazanizade, A. R. Naebi, Investigating the effects of age, fatigue, experience and training on the human error of pilots in the occurrence of air accidents in the world, *Journal of Human Resource Studies*, 8(2), 71-104. 2018 (in Persian فارسی)
- [16] M. R. Hafeznia, An introduction to research methods in humanities, *Samt Publications*, 8th edition, 2011. (in Persian فارسی)
- [17] R. Karimi, An easy guide to statistical analysis with SPSS, Hengam Publications, 8th edition, 2015. (in Persian فارسی)
- [18] Parsaeian, S. M. Arabi, Qualitative research methods, *Cultural Research Office Publications*, 8th edition, 2002. (in Persian فارسی)



ردیف	گزاره یا پرسش (آسیب‌شناسی و علل بروز سوانح)	توافق		میزان تأثیر				
		زیاد	کم	کاملاً مخالفم	مخالفم	تا حدودی موافقم	موافقم	کاملاً موافقم
<b>انسان</b>								
۱	ضعف در نظم و انضباط فردی و سازمانی							
۲	ضعف در اعتقادات و انگیزه‌های معنوی							
۳	ضعف در توانمندی و مهارت تخصصی کارکنان پروازی و فنی							
۴	ضعف در انتخاب و گزینش اساتید خلبان							
۵	ضعف در آموزش به‌موقع کارکنان پروازی و فنی							
۶	ضعف در آموزش به‌موقع کارکنان مراقبت پرواز و خدمات فرودگاهی							
۷	رهایی از خدمت کارکنان مجرب و ضعف در هم‌تا سازی							
۸	عدم دقت و ضعف در رعایت و انجام صحیح قوانین و مقررات، بخش‌نامه‌های صادره و دستورالعمل‌های پروازی							
۹	فقدان تجربه و دانش کافی گروه‌های پروازی							
۱۰	شتاب‌زدگی و دقت پایین کارکنان پروازی و فنی							
<b>ماشین</b>								
۱۱	ضعف در طراحی ساخت قطعات و تجهیزات							
۱۲	ضعف در کیفیت ساخت قطعات و سامانه‌ها							
۱۳	ضعف در صنعت تعمیرات خرابی قطعات							
۱۴	قدمت خدمت ماشین‌آلات و تجهیزات فرودگاهی							
۱۵	عمر بالای قطعات و هواپیما و اتمام عمر قانونی و عدم انجام اورهال به‌موقع آن‌ها							
۱۶	فرسایش و از رده خارج شدن ابزارها و تسترها							
۱۷	نامناسب بودن وضعیت تجهیزات فرودگاهی با مأموریت محوله							
۱۸	عمل قطعه‌برداری غیراصولی (Cannibalization)							



							عدم انجام به موقع پرواز با شبیه ساز	۱۹
							عدم پشتیبانی و تأمین به موقع موتور و قطعه از کارخانه سازنده هواپیما.	۲۰
<b>محیط</b>								
							وضعیت نامناسب باند فرود از نظر کامل نبودن تجهیزات کمک ناوبری	۲۱
							وضعیت نامناسب محل پارک هواپیما از نظر FOD و فرسودگی آن	۲۲
							ضعف در انبارداری و نگهداری نادرست قطعات	۲۳
							ضعف در امنیت محیط کار و خرابکاری	۲۴
							عدم وجود نور کافی در سطوح پروازی و محل پارک هواپیما	۲۵
							عدم وجود فضای کافی جهت پارک هواپیما و رعایت فاصله ایمنی با یکدیگر	۲۶
							تأثیر شرایط محیطی از لحاظ سرما، گرما، رطوبت و باران در کیفیت تعمیر و نگهداری	۲۷
							مناسب نبودن موقعیت جغرافیایی فرودگاه و وجود موانع در اطراف فرودگاه	۲۸
<b>مدیریت</b>								
							ضعف در سامانه های نظارتی، بازرسی، ایمنی و کنترل کیفیت	۲۹
							ضعف در اهتمام به تخصص محوری در انتصاب مسئولین پروازی و فنی	۳۰
							ضعف در تهیه به موقع نشریات فنی و پروازی و بولتن های تعمیر و نگهداری	۳۱
							وجود مشغله و دغدغه های فکری و روانی و ضعف در تصمیم گیری	۳۲
							عدم برنامه ریزی دقیق و به موقع برنامه های تعمیراتی (Maintenance Control)	۳۳
							چینش نامناسب گروه های پروازی (CREW SETTING)	۳۴
							برگزار نشدن یا کیفیت آموزش های یگانی، تکمیلی و دوره های تداوم آموزش کارکنان پروازی و فنی	۳۵
							عدم نشر و توسعه فرهنگ ایمنی	۳۶

ب



ردیف	گزاره یا پرسش (آسیب‌شناسی و علل بروز سوانح)	توافق		میزان تأثیر				
		بسیار	زیاد	کاملاً مخالفم	مخالفم	تا حدودی موافقم	موافقم	کاملاً موافقم
<b>انسان</b>								
۱	گزینش افراد متناسب با نوع وظیفه از نظر استعداد و توان جسمانی و فکری							
۲	افزایش خودباوری و اعتماد به نفس کارکنان							
۳	انضباط و استقرار سیستم کارآمد و پرهیز از اعمال سلاقی شخصی و غیرعلمی							
۴	ارزیابی‌های دقیق سالانه اساتید خلبان به‌ویژه اساتید مراکز آموزشی توسط سر استاد خلبان (SIP) و اقدامات لازم جهت رفع مشکلات آن‌ها							
۵	برگزاری منظم و دقیق دوره‌های بازآموزی سالانه کارکنان پروازی و فنی برای بالا بردن مهارت‌های تخصصی							
۶	توجه به شرایط روحی کارکنان و ارتقاء انگیزه و اهتمام به حفظ روحیه و شادابی آن‌ها							
۷	برگزاری دوره‌های بازآموزی سالانه با دعوت از اساتید باتجربه و مجرب جهت تقویت و به‌روزرسانی دانش کارکنان مراقبت پرواز و عملیات فرودگاهی							
۸	گروه پروازی و فنی دقت و اهتمام لازم برای اجرای درست و به‌موقع دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌ها را داشته باشد.							
۹	استفاده از کارکنان پروازی و فنی باتجربه جهت انتقال تجربه به نسل جدید							
۱۰	اجتناب از ریسک‌پذیری و اقدام عجولانه و اعراض از آزمون و خطا							
<b>ماشین</b>								
۱۱	ارتقاء کیفیت طراحی و ساخت قطعات و تجهیزات هوانوردی							
۱۲	استفاده از قطعات باکیفیت							



							استفاده از شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی جهت تعمیر قطعات هوایی	۱۳
							استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات فرودگاهی کاملاً سالم، بدون نقص و به‌روز	۱۴
							اورهال به‌موقع هواپیما (با توجه به عمر بالای هواپیما)	۱۵
							کالیبراسیون به‌موقع تسترها جهت افزایش دقت	۱۶
							استفاده صحیح از ابزار و تجهیزات	۱۷
							عمل کاهش قطعه‌برداری (Cannibalization) غیراصولی به حداقل ممکن	۱۸
							برگزاری به‌موقع دوره‌های بازآموزی شبیه‌ساز برای گروه پروازی در مواجهه با شرایط اضطراری	۱۹
							پیگیری و ارتباط با کارخانه سازنده هواپیما برای تهیه و پشتیبانی موتور و قطعات موردنیاز هواپیما	۲۰
<b>محیط</b>								
							تأمین اعتبار موردنیاز جهت تأمین امکانات ورزشی، تفریحی و رفاهی کارکنان پروازی و فنی	۲۱
							بازسازی و ترمیم محل نگهداری و پارک هواپیما	۲۲
							نگهداری قطعات، ابزارها و تسترها در شرایط محیطی استاندارد	۲۳
							نظافت و تمیزی وضعیت ظاهری هواپیما و آراستگی داخل کابین و کاکپیت	۲۴
							رفع نقاط تاریک و ایجاد روشنایی کافی در محل نگهداری و پارک هواپیما	۲۵
							انتقال هواپیماهای زمین‌گیر به خارج از محل نگهداری و پارک هواپیماهای فعال	۲۶
							تمیزی، آراستگی و نظم محیط کار در محوطه آشیانه‌های تعمیر و نگهداری جهت ارتقاء کیفیت کار و حفظ شادابی کارکنان فنی	۲۷
							حضور به‌موقع کارکنان پروازی در دیسپچ و اخذ کامل اطلاعات پروازی (شرایط جوی) و انجام بریفینگ قبل از پرواز	۲۸
<b>مدیریت</b>								
							نظارت و کنترل دائم محسوس و نامحسوس کارکنان فنی توسط بازرسی فنی و کنترل کیفیت	۲۹



						واگذاری مسئولیت‌ها متناسبی با توان و دانش تخصصی افراد	۳۰
						پیگیری مستمر، تهیه و واگذاری نشریات و بولتن‌های فنی و پروازی از شرکت سازنده	۳۱
						ممانعت از بازنشستگی پیش از موعد و بدون جایگزین کارکنان خلبان و فنی باتجربه (لزوم انتقال تجربه قبل از بازنشستگی)	۳۲
						توجه ویژه مدیریت کنترل تعمیر و نگهداری (mc) به اعلام به‌موقع چک‌ها و سرویس بولتن‌های فنی و تعمیراتی هواپیما	۳۳
						چینش گروه پروازی با توجه به نوع و حساسیت پرواز	۳۴
						نظارت بر برگزاری درست و باکیفیت دوره‌های بازآموزی سالانه پروازی و فنی	۳۵
						نشر و توسعه فرهنگ ایمنی و پیشگیری از وقوع سوانح	۳۶

