شناسایی و اولویت بندی عوامل ایجاد ریسک پروازی در فرودگاه و مناطق اطراف آن

عبدالعلی جلالی[۱]، احمدعلی روح‌الهی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۲۸ تاریخ ویرایش: ۹۵/۱۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: فرودگاه‌ها و مناطق پروازی اطراف آنها از حساس‌ترین و پرخطرترین مناطق برای پرواز یک هواپیما است. توسعه صنعت هواپیمایی در دهه‌های اخیر و بکارگیری فناوری‌ها ، فرآیندهای اجرایی و زیر ساخت‌های جدید، در این صنعت، در کنار خلق فرصت‌های جدید، خطراتی نیز در بر داشته است که ایمنی فعالیت‌های این حوزه را تهدید می‌نماید. یکی از راه‌های کنترل و کاهش خطرات این صنعت، شناسایی و مدیریت عوامل ایجاد ریسک است. بر این اساس، هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل ایجاد ریسک برای عملیات هواپیما در فرودگاه و مناطق اطراف آن می‌باشد.

روش بررسی: روش تحقیق توصیفی- پیمایشی است. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه می‌باشد. پرسش‌نامه دارای ۲۲ گویه و در قالب ۴ بُعد اصلی عوامل انسانی، محیطی، سخت‌افزاری و نرم‌افزاری طراحی شده است. پایایی آن از طریق آلفای کرونباخ مقدار ۰/۸۰ محاسبه شده و روایی پرسشنامه نیز از طریق روایی محتوایی، سازه‌ای و ضریب لائوشه تایید شده است. جامعه آماری تحقیق کارکنان بخش هوانوردی – خلبانان و کارکنان مراقبت پرواز- فرودگاه‌های استان تهران به تعداد ۴۲۰ نفر بودند که بر اساس جدول مورگان تعداد ۲۰۱ نفر از آن‌ها به عنوان نمونه اقدام به تکمیل پرسشنامه نمودند. جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار ۱۹ SPSS و مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان داد که عوامل انسانی، نرم‌افزاری و سخت‌افزاری بر ایجاد ریسک برای عملیات هواپیما در فرودگاه و مناطق اطراف آن تاثیری مثبت و معنادار دارد و میزان تاثیرگذاری عوامل انسانی ۰/۹۰، عوامل محیطی ۰/۷۸، عوامل سخت‌افزاری ۰/۶۹ و در نهایت عوامل نرم‌افزاری ۰/۵۲ است.

نتیجه‌گیری: یافته های تحقیق، ضرورت ارتقای سطح ایمنی در فرودگاه‌ها و مناطق پروازی اطراف آن‌ها را از طریق: تدوین و پیاده سازی نظام مدیریت ایمنی، توسعه دانش و فرهنگ ایمنی کلیه عوامل انسانی، تجهیز فرودگاه‌ها به سامانه‌های جدید هوانوردی و هم‌چنین هماهنگی با سایر دستگاه‌های ذیربط به منظور جلوگیری از ایجاد ظرفیت‌های خطر بالقوه در اطراف فرودگاه‌ها را نمایان می سازد.

کلیدواژه‌ها: ریسک، فرودگاه، مناطق پروازی، عملیات هواپیما.

مقدمه

صنعت هوانوردی به‌عنوان صنعت مادر و زیربنای توسعه اقتصادی کشور، در دهه‌های اخیر با تحولات زیادی همراه بوده است که همزمان با توسعه همه‌جانبه فناوری‌ها و روش‌های بهره‌برداری از خدمات آن، دائماً خطراتی نیز سلامت فعالیت‌های این حوزه را تهدید می‌نماید. جهت کنترل اثرات این خطرات بر عملکرد صنعت همواره تلاش‌های مختلفی صورت گرفته است و جدیدترین رویکرد، ایجاد و پیاده‌سازی سیستم مدیریت ایمنی (Safety management system) در حوزه‌های مختلف صنعت هوانوردی از جمله عملیات هواپیما، تعمیر و نگهداری هواپیما، خدمات فرودگاهی و خدمات ترافیک هوایی می‌باشد[۱]. شایان ذکر است که بر اساس ضمیمه شماره ۱۹ سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری (International Civil Aviation Organization)، برقراری سیستم مدیریت ایمنی را برای تمام کشورهای عضو پیمان شیکاگو امری الزامی بوده و تمام اجزای ستادی و فرودگاهی باید در این خصوص فعال باشند[۲]. در مدیریت ایمنی سنتی ساختار تعریف نشده است و سازمان‌ها به‌دنبال حوادث کشیده می‌شوند اما با استقرار سیستم مدیریت ایمنی مخاطرات و ریسک‌ها شناسایی و اقدامات موثر در زمان مناسب انجام و مخاطرات به شکل قابل توجهی کنترل می‌شوند. پیاده‌سازی سیستم مدیریت ایمنی مراحل مختلفی دارد که مهم‌ترین این مراحل شناسائی خطرات و ارزیابی میزان ریسک (Risk evaluation) آن‌ها است[۳]. فرودگاه‌ها به‌عنوان محیط اصلی عملیات هواپیما، از بخش‌های عمده صنعت هوانوردی به حساب

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیات علمی، گروه مراقبت پرواز، دانشگاه هوایی شهید ستاری، تهران، ایران. aajalali@ssau.ac.ir
۲- عضو هیات علمی، گروه مراقبت پرواز، دانشگاه هوایی شهید ستاری، تهران، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

می‌آیند. مطالعه سوانح و رویدادهای هوایی اتفاق افتاده در دنیا نشان می‌دهد که بیش از ۷۵ در صد این رخدادها در محیط فرودگاه‌ها شامل سطوح عملیاتی فرودگاه و دوره‌های ترافیکی اطراف آنها روی داده‌اند[۴]. لذا با شناسایی و اولویت‌بندی عوامل بالقوه ایجاد ریسک برای عملیات یک هواپیما در محیط فرودگاه می‌توان از بروز سوانح و رویدادهای جدی در این محیط جلوگیری به عمل آورد.

مدیریت ریسک در تعریفی که سازمان بین‌المللی استاندارد[1] – ایزو– بیان نموده است به‌عنوان فعالیت‌های هماهنگ‌شده در جهت کنترل ریسک‌های سازمان می‌باشد و مدیریت ریسک سازمان به دنبال ایجاد برنامه‌هایی به‌منظور کاهش سطوح ریسک می‌باشد. آنالیز ریسک و خطر که هستهٔ اصلی مدیریت ریسک می‌باشد، بعد از شروع مطالعات ریسک و شناسایی عوامل بالقوه آسیب‌رسان به‌منظور تحلیل دقیق‌تر رویدادهای مخاطره‌آمیز و بررسی پیامدهای حاصل از آن تأثیر به‌سزایی در کنترل ریسک‌ها و کاهش عواقب و آثار آن دارد[۵]. مدیریت ریسک با برنامه‌ریزی، سامان‌دهی، هدایت و کنترل فعالیت‌ها و دارایی‌های سازمان، اثرات سوء بر عملکرد را که ممکن است بر اثر حوادث رخ دهد، به حداقل ممکن کاهش می‌دهد [۶]. در حقیقت، ریسک‌ها را نمی‌توان به‌طور کامل حذف کرد، اما می‌توان با مدیریت صحیح به حد قابل قبول یا قابل تحمل کاهش داد. بنابراین، هدف مدیریت ریسک ایجاد یک چارچوب نظام‌مند و مستمر به‌منظور شناسایی، ارزیابی، حذف، کنترل، پیشگیری، کاهش و ابلاغ ریسک‌ها است. لذا در فرایند مدیریت ریسک، تصمیمات بر اساس مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی ریسک و سطوح ریسک تعیین شده اتخاذ می‌گردد [۷]. لواو و چن[2] (۲۰۱۲) در پژوهشی به ارزیابی میزان ریسک در فرودگاه شهر نینگچی در چین با استفاده از فناوری ناوبری عملکرد محور[3] پرداختند. در این تحقیق ابتدا با شناسایی ابعاد اصلی میزان ریسک، به تبیین شاخص‌های مرتبط با ارزیابی اقدام گردید. بعد از تعیین ابعاد و شاخص‌های مرتبط، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به وزن‌دهی و اولویت‌بندی متغیرها اقدام نموده‌اند. در این بررسی در مجموع چهار ریسک با اولویت بالا شناسایی شد[۴]. ذی‌جو[4] (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی ارزیابی میزان ریسک فرسودگی باندهای پروازی شهر تیانجی پرداخت. این تحقیق با استفاده از روش تحلیل فازی انجام شد. یافته‌های تحقیق نشان داد که دو عامل عملیات شرکت‌های فرودگاهی[5] و مدیریت نامناسب بر روی سطوح فرودگاهی به‌عنوان عوامل اصلی و دو عامل فرعی آموزش ناکارآمد کروی پروازی و آموزش ناکافی کارکنان باند پروازی زمینه‌ی افزایش ریسک را فراهم می‌کنند[۸]. لو و هوآنگ[6] (۲۰۱۲) در تحقیقی به ارزیابی میزان ریسک ایمنی فرودگاهی بر اساس مدل کیفی سیستم مدیریت ایمنی پرداختند. در این تحقیق چهار عامل مدیریتی، محیطی، تسهیلات و تجهیزات به همراه عامل انسانی با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی شبکه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بررسی‌های انجام شده توسط محققین در داخل کشور نشان می‌دهد که در زمینه‌ی ارزیابی میزان ریسک در صنعت هوانوردی، مطالعات علمی و مدونی انجام نشده است. از این‌رو در بخش مطالعات داخلی به پژوهشی در حوزه‌ی صنایع می‌پردازیم.

دیلمقانی و همکاران در سال (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی ریسک‌های ایمنی فرایند واحد ذوب مس انجام گرفته است، اشاره کرد. در این بررسی بیان شده که به علت طیف وسیعی از فرایندهای گوناگون که صنعت مس با آن روبرو است پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست و ارتقاء سطح ایمنی کارکنان در این صنعت الزامی است. در این مطالعه با توجه به هدف تحقیق که شناسایی و ارزیابی

1. International Standard Organization
2. Luo and Chen
3. Performance Based Navigation
4. Zi-Qi Ju
5. Airline operation
6. Lu and Huang

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

ریسک ایمنی کارخانجات ذوب مس و به حداقل رساندن مخاطرات و عوامل بالقوهٔ آسیب‌رسان می‌باشد. در این پژوهش ابتدا به جمع‌آوری اطلاعات مربوط به فرایندها از طریق بازدیدهای میدانی و بررسی دیاگرام‌های فرایندها و مصاحبه حضوری با کارشناسان و بررسی گزارش حوادث پرداخته شد. در نهایت با محاسبه تعداد ریسک‌های اولویت‌دار که نیازمند اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه بود، مشخص گردیده است. در این بررسی در مجموع ۹ ریسک با اولویت بالا شناسایی شد[۹].

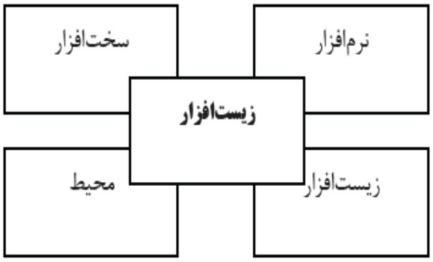
یکی از مدل‌هائی که مفهوم عوامل انسانی در یک سیستم و ارتباط بین بخش‌های مختلف آن سیستم را توصیف می‌کند، مدل شل یا اس. اچ. ای. ال.ال[7] است. این مدل که در سال ۱۹۷۵ توسط آقای هاوکینز[8] مطرح شد، عوامل چهارگانه نرم‌افزار، سخت‌افزار، محیط و انسان را به صورت یک بلوک دیاگرام نشان می‌دهد. انسان به دلیل این‌که مهم‌ترین و در عین حال انعطاف‌پذیرترین بخش هر سیستم است، در مرکز این بلوک دیاگرام قرار می‌گیرد و حاشیه بلوک‌ها نشان می‌دهد برای عملکرد صحیح سیستم لازم است این چهار دسته عوامل بطور دقیق با یکدیگر تلفیق شوند.

چهار رابطه اصلی بین این عوامل که به اندازه خود عوامل مهم هستند، عبارتند از:

- رابطه انسان با نرم‌افزار (دستورالعمل‌ها و مقررات، پردازش اطلاعات،...)؛
- رابطه انسان با سخت‌افزار (ماشین و ابزار)؛
- رابطه انسان با محیط (شرایط فیزیکی محل کار)؛
- رابطه انسان با سایر افراد (مدیریت و سازماندهی در سیستم).

در این مدل فرض شده است که سازگاری کامل بین نرم‌افزار و سخت‌افزار، بین سخت‌افزار با محیط و بین نرم‌افزار با محیط برقرار است و به همین دلیل در مورد روابط آن‌ها بحث نمی‌کند.

با توجه به ماهیت متفاوت ارزیابی ریسک در صنعت



شکل ۱- مدل شل [۲]

هوانوردی از یک سو و با عنایت به این‌که مدل شل[9] مدلی جامع است که در تعدادی از مقالات و تحقیقات مرتبط با صنعت هوانوردی مورد استفاده قرار گرفته است- از جمله‌ی این تحقیقات می‌توان به پژوهش‌های انجام شده ذی‌جو (۲۰۱۱) و لواو و چن (۲۰۱۱) اشاره کرد- در این تحقیق از مدل شل[۲] در جهت شناسایی عوامل مخاطره‌آمیز سوانح و رویدادهای هوایی استفاده شده است. این مدل، در حقیقت مدل توسعه یافته‌ی مدل قبلی است که شامل سه مولفه‌ی انسان، محیط و ماشین دیده شده است و هر کدام امکان تاثیرگذاری یکسان در مدل طراحی گردیده‌اند.

بر این اساس، در این تحقیق تلاش شده است عواملی که سلامت و ایمنی عملیات یک هواپیما در محیط فرودگاه را تهدید می‌نماید، شناسایی و اولویت‌بندی گردند و با ارزیابی ریسک آن‌ها، میزان ریسک کلی فرودگاه سنجیده شود. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل ایجاد ریسک برای هواپیما در محیط فرودگاه است. در راستای دست‌یابی به اهداف تحقیق، چهار فرضیه: (۱) عوامل انسانی بر ریسک عملیات هواپیماها در محیط فرودگاه تاثیری مثبت و معنادار دارد؛ (۲) عوامل نرم‌افزاری بر ریسک عملیات هواپیماها در محیط فرودگاه تاثیری مثبت و معنادار دارد؛ (۳) عوامل محیطی بر ریسک عملیات هواپیماها در محیط فرودگاه تاثیری مثبت و معنادار دارد؛ و (۴) عوامل سخت‌افزاری بر ریسک

[7]. SHELL
[8]. Haw Kins
[9]. SHEL

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

عملیات هواپیماها در محیط فرودگاه تاثیر مثبت و معنادار دارد؛ مطرح گردید.

شناسایی و دسته‌بندی خطرات محیط عملیاتی فرودگاه: فرودگاه‌ها به‌عنوان محیط اصلی عملیات هواپیما، از بخش‌های عمده صنعت هوانوردی به حساب می‌آیند[۱۰]. طبق استانداردهای ایکائو، هر فرودگاهی که در آن پرواز حمل و نقل بین المللی صورت می پذیرد بایستی دارای نظام نامه مدیریت ایمنی و مدیریت ریسک باشد[۱۱]. خطرات آشکار و پنهان موجود در هر سیستم مهم‌ترین عامل ایجاد ریسک و کاهش سطح ایمنی در آن سیستم است[۳]. گام اول در ارزیابی ریسک و کنترل آن شناسایی دقیق خطراتی است که ایمنی آن سیستم را تهدید می‌نماید. در ابتدا با بررسی اسناد، ضمایم ایکائو، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های سازمان هواپیمایی کشوری، مطالعه گزارش سوانح و رویدادهای پروازی و مصاحبه با خبرگان، مؤلفه‌ها و شاخص‌های خطرات محیط پروازی فرودگاه شناسایی گردیدند:

۱- خطرات مرتبط با عوامل انسانی

عوامل انسانی مفهومی است که کلیه رفتار و عملکردهای افرادی که بطور مستقیم یا غیرمستقیم با یک فعالیت مرتبط هستند را در بر می‌گیرد[۱۲]. سهم عوامل انسانی در بروز سوانح هوائی در دهه‌های اخیر افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است، به‌طوری‌که این سهم از حدود ۲۰٪ در اوایل دهه ۱۹۶۰ به بیش از ۷۵٪ در سال‌های اخیر رسیده است[۱۳]. علت این افزایش چشم‌گیر را می‌توان به پیشرفت‌های فوق‌العاده و کاربرد صنایع الکترونیک، کامپیوتر و سیستم‌های کنترل دقیق در هواپیماها نسبت داد. زیرا این سیستم‌ها بخش اعظم نواقص و ایرادات فنی را که در گذشته باعث بروز سوانح هوائی می‌شده‌اند را برطرف نموده‌اند. ولی مدیریت و آموزش نیروی انسانی نتوانسته است همگام با این پیشرفت به جلو برود. در گذشته عوامل انسانی محدود به عامل‌هائی مانند سر و صدا، دما، رطوبت و سایر مشخصه‌های محیط کار می‌شدند. اما امروزه، با مطالعات جدیدی که در این زمینه انجام می‌شود، مباحث جدیدی مطرح گردیده‌اند. از جمله ارگونومی[10] یا "مطالعه کارائی انسان در محیط کار"، سایکولوژی[11] یا "مطالعه قدرت پردازش و پروسه تصمیم‌گیری انسان"، بیومکانیک و آنتروپومتری[12] یا "بهینه‌سازی طراحی فضای کار مانند کابین خلبان، میز کنترل،... "و بیولوژی و کورنوبیولوژی[13] یا "بررسی رفتار و پاسخ بدن انسان به عواملی مانند به هم خوردن آهنگ خواب و خوراک، شیفت کاری شب و یا تغییر ساعت محلی در مسیرهای پروازی طولانی". عوامل انسانی گستره‌ی بزرگی از عوامل که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به انسان مرتبط می‌شوند را در بر می‌گیرد.

سطح کارائی انسان‌ها با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد. همچنین میزان و نحوه سازگاری آن‌ها با عوامل دیگر سیستم مانند محیط، ماشین، دستورالعمل‌ها و افراد دیگر با هم متفاوت است. عدم توجه به این تفاوت‌ها در هنگام گزینش و آموزش افراد برای انتصاب مشاغل مهم، می‌تواند باعث افزایش ریسک و کاهش ایمنی سیستم گردد[۱۴].

برای شناخت عوامل انسانی در میزان ریسک‌پذیری فرودگاه می‌توان از این مدل استفاده نمود. چنانچه بخواهیم کلیه ریسک‌های عملیاتی و امنیتی را بررسی نمائیم، لازم است همه افرادی را که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با امور فرودگاهی در ارتباط هستند را در نظر بگیریم. اما از آنجائی که در این تحقیق ریسک‌های عملیاتی مورد بحث می‌باشند، در این بخش نیز نقش عوامل انسانی مرتبط با عملیات هواپیما در فرودگاه و محیط اطراف آن بررسی می‌گردد. از جمله افرادی که نقش آن‌ها در سطح ایمنی و میزان ریسک فرودگاه حائز اهمیت است می‌توان به این گروه‌ها اشاره نمود: کارکنان عملیاتی فرودگاه (خلبانان ارگان‌ها و شرکت‌های هواپیمایی)، مدیریت فرودگاه، کارکنان

[10]. Ergonomic
[11]. psychology
[12]. Anthropometry
[13]. Chornobiology

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

بخش‌های ایمنی و استاندارد پرواز فرودگاه، مدیریت و کارکنان واحد کنترل ترافیک فرودگاه، کارکنان بخش تعمیر و نگهداری سیستم‌های ارتباطی، ناوبری و الکترونیکی فرودگاه، کارکنان بخش‌های امداد و نجات به ویژه آتش‌نشانی و اورژانس و همچنین مدیریت و کارکنان شرکت‌های هواپیمائی مستقر در فرودگاه، پلیس و سایرنیروهای امنیتی و انتظامی فرودگاه [۱۵].

برخی از این عوامل به‌صورت زیر دسته‌بندی شده‌اند:

- مدیریت و برنامه‌ریزی غیراصولی پروازهای فرودگاه؛
- آموزش ضعیف خلبانان و کنترولرهای مراقبت پرواز؛
- به روز نبودن دستورالعمل‌های محلی فرودگاه؛
- پائین بودن سطح آمادگی، کارائی و مهارت سرویس‌های امداد و نجات فرودگاه؛
- آموزش ضعیف رانندگان، کارکنان و شرکت‌های هواپیمائی شاغل در مناطق عملیاتی فرودگاه

۲- خطرات مرتبط با عوامل سخت‌افزاری (تجهیزات و تسهیلات فرودگاهی، ارتباطی، کمک ناوبری و راداری)

هر چند تجهیزات و تسهیلات فرودگاهی مانند سیستم‌های ارتباطی و کمک ناوبری جزء لاینفک فرودگاه‌ها است، ولی در شرایط آب و هوائی نامناسب و دید کم و هم‌چنین در فاصله زمانی غروب تا طلوع آفتاب و نیز در فرودگاه‌هائی که حجم ترافیک بالا است، هواپیماها فقط در صورتی مجاز به تقرب و یا خروج از فرودگاه هستند که آن فرودگاه مجهز به سیستم‌های راداری و یا حداقل تجهیزات کمک ناوبری دقیق، قابل اعتماد و متناسب با نوع هواپیماها و موقعیت محلی فرودگاه باشد، با این حال عدم دقت و یا خرابی این سیستم‌ها خصوصا در شرایط ذکر شده می‌تواند باعث وقوع سوانح در نزدیکی فرودگاه‌ها شود [۱۶]. در طراحی اولیه هر فضای پروازی از جمله یک فرودگاه، عوامل مختلفی مانند: حداقل جدائی‌ها، فاصله بین مسیرهای پروازی همجوار، تقسیم‌بندی فضا بر حسب سرویس‌های قابل ارائه، دستورالمل‌های پروازی و ظرفیت کنترل ترافیک هوائی در آن محیط پروازی ارزیابی می‌شود. افزایش یا کاهش سطح هر یک از این پارامترها روی پارامترهای دیگر تاثیر مستقیم دارد. و در نتیجه سطح ایمنی بدست آمده را تغییر می‌دهد. به عنوان مثال چنانچه قابلیت عملکرد هواپیما و سیستم‌های ناوبری و ارتباطی آن افزایش یابد، انتظار می‌رود که سطح کارائی سیستم‌های ارتباطی و نظارتی کنترل ترافیک هوائی فرودگاه نیز متناسب با آن افزایش یابد تا بتوان سطح ایمنی مطلوب را ارضاء نمود. امروزه اطلاعات و فنآوری اطلاعات نقش مهم و حیاتی در بسیاری از سیستم‌ها و به ویژه درسیستم های هوانوردی دارد. در طراحی فضا و تعیین الزامات آن باید نوع، ظرفیت و توان تجهیزات ارتباطی که بتوانند فضا را به‌طورکامل و موثر تحت پوشش قرار دهند، روشن و مشخص باشد. همچنین سطح کارائی سیستم‌های ناوبری، ارتباطی و نظارتی فرودگاه با چهار عامل کلیدی تعیین می‌شوند که عبارتند از [۱۷]:

ب- صحت[14]: این خاصیت درجه تطابق اطلاعات ارسالی سیستم با واقعیت را مشخص می‌کند. مثلا" در مورد تعیین موقعیت یک هواپیما، میزان اختلاف بین موقعیتی که دستگاه کمک ناوبری و یا رادار نشان می‌دهد با موقعیت واقعی آن، سطح درستی و صحت آن اطلاعات را مشخص می‌کند.

پ- مداومت[15]: میزان استمرار کارکرد یک دستگاه به کل زمان می‌گویند.

ت- در دسترس بودن[16]: نسبت در دسترس بودن سیگنال‌های یک دستگاه کمک ناوبری یا ارتباطی را می‌گویند.

در ادامه به تعدادی از این خطرات که سیستم‌ها می توانند برای پروازهای ورودی و خروجی از یک فرودگاه داشته باشند اشاره شده است:

- خطر از کار افتادن، تداخل و یا شباهت فرکانس و معرف سیستم‌های ارتباطی مورد استفاده در فرودگاه؛

[14] - Accuracy
[15] - Continuity
[16] - Availability

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

جدول۱- ریسک پیوستگی سیستم‌های کمک ناوبری تقرب دقیق

زمان اعلام اخطار	ریسک دقت	طرح تقرب
۱ثانیه	۱*۷-۱۰	تقرب دقیق نوع اول
۱ثانیه	۱*۹-۱۰	تقرب دقیق نوع دوم
۱ثانیه	۱*۹-۱۰	تقرب دقیق نوع سوم

• خطر غیرعملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستم‌های کمک ناوبری فرودگاه؛
• خطر غیرعملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستم‌های نظارت و مراقبت راداری فرودگاه؛
• خطر غیرعملیاتی شدن سیستم‌های برق اصلی و اضطراری فرودگاه؛
• خطر غیرعملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستم‌های هواشناسی فرودگاه.

۳- خطرات مرتبط با عوامل محیطی

الف) موانع ثابت و متحرک اطراف فرودگاه

موانع و ارتفاعاتی که قبل از طراحی و ساخت در اطراف فرودگاه‌ها وجود دارند و یا بعدا" ایجاد می‌شوند و هم‌چنین موانعی که به‌طور موقت در نزدیکی فرودگاه ممکن است ایجاد شوند، خطرات زیادی را برای هواپیماها خصوصا در مراحل نشست و برخاست و در شرایط جوی نامساعد به همراه دارند[۱۶]. به همین دلیل، چنانچه امکان برچیده شدن و جابجائی این موانع وجود نداشته باشد، بایستی در طراحی مسیرهای استاندارد تقرب و خروج هواپیما، الزامات مرتبط ایمنی پرواز هواپیما را در نظر گرفت. از خطرات عمده و شناخته شده این موانع به موارد زیر می‌توان اشاره نمود[۱۸].

• خطر موانع نزدیک باند پرواز شامل ساختمان‌ها، تاسیسات، دکل‌ها، آنتن دستگاه‌های کمک ناوبری فرودگاه و هواپیماها و سایر وسایل نقلیه متوقف شده در نزدیک باند پرواز؛
• خطر انتخاب سمت باند پرواز نامناسب با توجه به موانع اطراف آن.

ب) خطرات پنهان سیستم‌های ارتباطی، ناوبری و نظارتی

دکل‌ها، آنتن‌ها و سایر موانع و سطوح فلزی موجود در فرودگاه و اطراف آن، از جمله هواپیماها و دیگر وسایل نقلیه‌ای که بر روی سطوح مختلف فرودگاه پراکنده شده باشند، چنانچه در مسیر امواج الکترومغناطیس سایر سیستم‌های رادیوئی فرودگاه قرار گیرند، می‌توانند زمینه‌ی بازگشت، انحراف و یا مانع از رسیدن امواج سیستم‌های کمک ناوبری دقیق به هواپیماهای در حال نشستن را فراهم نمایند و یا مسیرهای چندگانه‌ای را به هواپیما نشان داده و تعیین مسیر و شیب فرود را برای خلبان مشکل سازند[۱۹]. برای بررسی این موضوع می‌توان به کمک اصول فیزیک اپتیک و معادلات چهارگانه ماکسول در مورد بازگشت امواج الکترومغناطیس، مدلی برای تعیین اثرات موانع و ارائه راهکارهای مناسب تبیین نمود.

پ) سطوح مناطق عملیاتی فرودگاه

عملیات زمینی هواپیما شامل دو بخش عمده عملیات قبل از برخاستن و عملیات بعد از نشستن روی باند فرودگاه است. هر کدام از این بخش‌ها از مراحل مختلفی تشکیل شده است. مراحل قبل از پرواز از محل توقف هواپیما در پارکینگ شروع شده و سپس مراحل خزش روی سطح پارکینگ[17]- که این مرحله می‌تواند توسط قدرت رانش هواپیما انجام شود و یا توسط وسایل مخصوص به جلو وعقب رانده شود[18]-، شروع خزش در تاکسی وی، توقف قبل از باند، وارد شدن به باند پروازی و نهایتا دویدن روی باند پرواز به‌منظور برخاست[19] می‌باشد. مراحل نشستن هم از لحظه تماس اولیه با باند پرواز که با سرعت زیاد همراه است، آغاز شده و به دنبال آن به ترتیب مراحل دویدن روی باند، خزش با سرعت زیاد، خروج از باند، شروع خزش روی تاکسی وی، ورود

[17] Stand Taxilane
[18] Push or Tow Car
[19] Takeoff Roll

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

به پارکینگ، حرکت روی آن و نهایتا" پهلو گـرفتن[20] در موقعیت مناسب در پارکینگ خاتمه پیدا می‌نماید.

• در طی انجام این مراحل، خطرات زیادی هواپیمـا را تهدید می‌کند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود[۲۰].

• خطر تردد هواپیما نزدیک باند پرواز؛

• خطر تردد وسایل نقلیه و افراد نزدیـک بانـد پـرواز، تاکسی‌وی‌ها و پارکینگ هواپیما؛

• خطـر توقـف نـامنظم هواپیمـا و وسـایل نقلیـه در پارکینگ هواپیماها؛

• خطر وجود قطعات و اشیاء خارجی روی سطح بانـد، تاکسی وی و پارکینگ فرودگاه؛

• خطـر اشـیاء جـدا شـده از هواپیماهـای در حـال برخاستن، نشستن یا در شرایط اضطراری؛

• خطر کاهش ضریب اصـطکاک سـطح بانـد بـدلیل مرطوب شدن، جمع شدن آب، برف و یا مخلوط آن؛

• خطر انجام تعمیرات روی هواپیما درپارکینگ؛

• خطر سوختگیری هواپیما برای هواپیماهای دیگر؛

• خطر بارگیری و تخلیه بار هواپیماها برای یکدیگر؛

• خطر اغتشاشات موتور۲۱ برای هواپیماهای دیگر؛

ت) اشیاء پراکنده شـده در سـطوح مختلـف مناطق عملیاتی فرودگاه

از خطرات بـالقوه و قابـل توجـه در منـاطق عملیـاتی فرودگاه، می‌توان بـه ریسـک اجسـام کوچـک و بـزرگ مختلفی که در اثر باد و طوفان، گازهای خروجـی موتـور هواپیما و یا در اثر جدا شدن قطعات از بدنه هواپیماهـا و یا سایر وسایل نقلیه، روی سـطح ایـن منـاطق پراکنـده می‌شوند، اشاره نمود. ریسک این اشیاء همانگونه کـه در تعریف ریسک آمده اسـت، ترکیبـی از احتمـال برخـورد اشیاء با هواپیما و عواقب این برخورد است. بررسی کمی این ریسک به دلیل نبودن اطلاعات ثبت شده شـفاف و مستند امکان‌پذیر نیست و به‌صورت کیفی به آن پرداخته می‌شود.

احتمال وجود اشیاء خارجی روی سطح مناطق عملیاتی به عوامل مختلفی از جمله شرایط جوی، سرعت حرکـت هواپیما، نوع پوشش سطوح و شانه‌های مناطق عملیـاتی و پهنـای ایـن منـاطق بسـتگی دارد[۱۸]. همچنـین حالت‌های اضطراری مختلـف کـه بـرای هواپیمـا اتفـاق می‌افتد این ریسک را در فرودگاه افـزایش می‌دهـد. بـه همین علت طبق قوانین ایکائو استفاده از باند پروازی که مورد استفاده یک هواپیما در حالت اضطراری بوده است، قبل از انجام بازرسی دقیـق و اطمینـان از تمیـز و سـالم بودن آن، ممنوع است[۱۹]. احتمال برخورد این اشیاء بـه هواپیمـا بـه انـدازه آن‌هـا نیـز بسـتگی دارد. مـثلا" در پارکینگ‌ها بـه دلیـل تعـدد رفـت و آمـد وسـایل نقلیـه مختلـف و ارائـه سـرویس‌های گونـاگون ایـن احتمـال افزایش می‌یابد و یا در مناطق اطراف محل تماس اولیـه هواپیما با سطح زمـین، بـه دلیـل ضـربه اولیـه محکـم احتمال جدا شدن اشیائی از هواپیما و پراکنـده شـدن آن زیاد است. عواقب برخورد این اشیاء به هواپیما می‌تواند با توجه به ابعاد آن و نیـز سـرعت و فـاز عملیـات هواپیمـا متفاوت و در بعضی موارد بسیار خطرناک باشد. از جملـه این عواقب می‌توان به آسیب دیدن موتور در اثر صـدمه اشیاء خارجی و یا مختل شدن عملکـرد سـطوح کنتـرل فرامین هواپیما اشاره نمود. حداقل خطری که این مـورد می‌تواند به دنبال داشته باشد، ایجاد تاخیر و یا لغو پـرواز هواپیما است که این مسئله خود باعث اخـتلال در نظـم جریان ترافیـک هـوائی و افـزایش فشـار روانـی کنترلـر ترافیک هوائی، گروه پروازی و کارکنان سایر بخش‌های خدماتی می‌گـردد و ریسـک عوامـل انسـانی را در بـروز سوانح افزایش می‌دهد. تعـداد دفعـات وقـوع ایـن قبیـل رویدادها در فرودگاه‌ها بسیار زیاد است[۲۰].

ث) ویژگی‌های محلی فرودگاه

ویژگی‌هـای محلـی فرودگـاه از قبیـل وضـعیت توپوگرافی، شرایط اقلیمی و شرایط آب و هوائی موسمی فرودگاه از جمله عوامل مهمی هستند که بر میزان سطح ایمنـی فرودگـاه تـاثیر زیـاد دارنـد. هم‌چنـین نزدیکـی فرودگاه‌ها به یکدیگر و نیز نزدیکی فرودگاه‌ها به مناطق

[20] Docking
[21] Jet blast

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

مسکونی شهرها می‌تواند خطرات دو جانبه‌ای هم از طرف پروازها برای مردم و هم از طرف مناطق مسکونی برای پروازها به همراه داشته باشد[۲۰].

ج) وضعیت توپوگرافی اطراف فرودگاه

تجزیه و تحلیل سوانح پروازی که در اطراف فرودگاه‌ها و در مراحل تقرب و نشستن روی داده‌اند نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از این سوانح مربوط به برخورد هواپیماهای تحت کنترل به موانع طبیعی سطح زمین است. به‌عنوان مثال از سوانح اتفاق افتاده بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۶ در آمریکا، حدود ۱۲٪ آن مربوط به هواپیماهای تحت کنترل به موانع طبیعی سطح زمین بوده است که با توجه به اینکه ۷۰ ٪ کل سوانح در شعاع ۲۵ مایلی اطراف فرودگاه رخ می‌دهند، ۸/۴ ٪ سوانح نزدیک فرودگاه را می‌توان به هواپیماهای تحت کنترل به موانع طبیعی سطح زمین نسبت داد[۱۰]. از جمله خطرات این حوزه می‌توان به ریسک‌های زیر اشاره نمود:

- خطر شرایط آب و هوائی فرودگاه؛
- خطر نزدیکی فرودگاه به فرودگاه‌های دیگر؛
- خطر تجمع پرندگان در اطراف فرودگاه۲۲؛
- خطر تجمع حیوانات غیر قابل کنترل در فرودگاه.

چ) ماهیت ترافیکی فرودگاه

یکی از راهکارهای افزایش ظرفیت فرودگاه کاهش جدائی‌های طولی و عرضی بین هواپیماهای در حال تقرب به باند پرواز فرودگاه می‌باشد. حفظ و افزایش سطح ایمنی و افزایش ظرفیت فرودگاه اهدافی هستند که همواره با یکدیگر در تعارض قرار دارند. به همین دلیل قبل از هرگونه اقدام برای افزایش ظرفیت، بایستی تاثیر کاهش جدائی بر ریسک ایمنی فرودگاه، به دقت مورد بررسی قرار گیرد[۲۱]. اولین گام در طراحی و ساخت یک فرودگاه، تعریف ماموریت و اهداف آن فرودگاه است[۲۰]. به کمک اهداف تبین شده است که می‌توان ماهیت مختلف ترافیکی فرودگاه را پیش‌بینی نمود. هم‌چنین برای ارزیابی سطح ایمنی فرودگاه‌های ساخته شده نیز با توجه به سرعت پیشرفت تکنولوژی خصوصا در صنعت هوانوردی، شناخت این ویژگی‌ها از طریق تجزیه و تحلیل آمارهای موجود ضروری می‌باشد. برخی از این ویژگی‌ها که اهمیت و نقش آن‌ها در میزان ریسک ایمنی فرودگاه شناخته شده است، در زیر آمده است[۲۲]. البته این بدان معنی نیست که تمام عوامل در همین موارد خلاصه می‌شوند، بلکه مطمئنا" موارد متعدد دیگری نیز هستند که یا تاکنون شناخته نشده‌اند و یا میزان تاثیر آن‌ها در ریسک ایمنی فرودگاه سنجیده نشده است:

- خطر شلوغی ترافیک فرودگاه؛
- خطر تنوع ترافیک فرودگاه؛
- خطر پروازهای آموزشی در یک فرودگاه؛
- خطر استفاده چند منظوره از یک فرودگاه نظامی، غیر نظامی، آموزشی و ... ؛
- خطر اغتشاشات ایجاد شده پشت سر هواپیماهای سنگین برای هواپیماهای متوسط وسبک؛
- خطر کاهش جدائی هواپیماها در نزدیکی فرودگاه.

۴- خطرات مرتبط با عوامل نرم‌افزاری (هماهنگی‌ها، استانداردها و دستورالعمل‌ها)

در صنعت هوانوردی هماهنگی بین بخش عملیاتی و بخش‌های مختلف ارائه دهنده خدمات از جمله: واحدهای مراقبت پرواز، خدمات هواشناسی، خدمات زمینی فرودگاه، خدمات امنیت فرودگاهی و سایر خدمات مورد نیاز برای یک عملیات پروازی، نقش مهمی در تامین سلامت و ایمنی پروازها ایفا می‌کند[۲۳].

استاندارد و مفهوم آن تعاریف متعددی بیان شده است. از جمله این که استاندارد بیان شرایطی است که برای دستیابی به یک هدف معین رعایت شود و قابل استفاده مکرر است؛ و یا این که استاندارد، معیار و مقیاسی است که با آن بتوان کیفیت و کمیت اموری را مورد سنجش قرار داد. به طور کلی می‌توان گفت

[22] Bird Strike

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

که استاندارد نظمی است مبتنی بر نتایج استوار علوم، فنون و تجارب بشری در رشته‌ای از فعالیت‌های عمومی که به صورت قوانین، مقررات و نظام‌نامه به منظور ایجاد هماهنگی و وحدت رویه، توسعه تفاهم، تسهیل ارتباطات، صرفه‌جویی در اقتصاد، حفظ سلامت و گسترش مبادلات بازرگانی داخلی و خارجی به کار می‌رود و به بیان کلی استاندارد به معنای قانون، قاعده، اصل و ضابطه آورده شده است. استانداردسازی دارای ۴ رکن اصلی است که عبارتند از: تدوین استاندارد، اجرای استاندارد، ترویج استاندارد و تحقیق و توسعه [۲۵]. در صنعت هوانوردی استانداردها و توصیه‌های اجرایی[۲۳] در قالب ضمائم پیمان شیکاگو برای فعالیت‌های مختلف این صنعت تدوین و ابلاغ شده است. اهداف اصلی که برای این استانداردها بیان شده است در اولویت نخست حفظ ایمنی و سلامتی فعالیت‌های هوانوردی و سپس تسریع و نظم در جریان ترافیک هوایی عنوان گردیده است. ضمیمه شماره ۱۴ ایکائو استانداردهای طراحی یک فرودگاه، شرایط و ویژگی‌های اطراف آن و نیز خدمات مختلف مورد نیاز در هر فرودگاه را برای ارائه یک سرویس ایمن به هواپیماهایی که در نظر دارند از آن فرودگاه برای نشست و برخاست و دریافت خدمات زمینی استفاده کنند تشریح نموده است [۲۶]. همچنین این استانداردها کشورهای عضو پیمان شیکاگو را ملزم نموده است که برای فرودگاه، مسیرهای هوایی استاندارد خروجی[۲۴] از فرودگاه، مسیرهای هوایی استاندارد ورودی[۲۵] به فرودگاه و مسیرهای هوایی استاندارد تقرب و نشستن روی باندهای پروازی[۲۶] فرودگاه به کمک دستگاه های کمک ناوبری که به "دستورالعمل‌های پروازی" معروف هستند را طراحی و منتشر نمایند تا خلبانان بتوانند از این مسیرها استفاده نمایند [۲۷]. علاوه بر این‌ها کشورها ملزم هستند با توجه به مقررات داخلی هر کشور و نیز شرایط محلی هر فرودگاه، نسبت به تدوین یک دستورالعمل محلی برای هر فرودگاه اقدانم نمایند که در بر گیرنده چگونگی هماهنگی بین تمامی واحدهای و شرکت‌های ارائه‌دهنده و دریافت‌کننده خدمات هوایی در فرودگاه باشد. به‌منظور جلوگیری از افت سطح عملکرد ایمنی، هر سیستمی باید در بالاترین سطح استاندارد و به طور مداوم به فعالیت‌های خود ادامه دهد. به‌منظور دست‌یابی به استانداردهای مورد نیاز، ساده‌سازی و استانداردسازی دستورالعمل‌ها، امری ضروری است. یکی از مهم‌ترین دستورالعمل‌هایی که در بخش کنترل ترافیک هوایی مورد استفاده زیادی دارد، دستورالعمل‌های خدمات ناوبری هوایی/ مدیریت ترافیک هوایی[۲۷] است. این دستورالعمل مکمل استانداردها و توصیه‌های اجرایی مندرج در انکس شماره دو، یازده و سند شماره ۷۰۳۰[۲۸] است. از جمله دستورالعمل‌های مورد استفاده در کنترل ترافیک هوایی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- خطر به روز نبودن دستورالعمل‌های محلی فرودگاه؛
- خطر فقدان هماهنگی بین واحدهای ترافیک هوایی؛
- خطر عدم اجرای دقیق قوانین، مقررات و استانداردهای پروازی از طرف خلبانان و کنترلرها؛
- خطر کم شدن جدائی هواپیما با موانع در مراحل تقرب، فرود و اوج‌گیری هواپیما؛
- خطر طرح‌های تقرب و خروج استاندارد.

روش بررسی

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از نگاه چگونگی گردآوری داده‌ها، پژوهشی توصیفی- پیمایشی به شمار می‌رود. همچنین از جنبه‌ی زمانی، مقطعی و از

[23] SARPS
[24] SID
[25] STAR
[26] IAPC

[27] Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management
[28] Regional Supplementary Procedures

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

نگاه نوع داده‌ها، پژوهشی کمی به شمار می‌رود. جامعه آماری این تحقیق مشتمل بر ۴۲۰ نفر از افرادی که یا حداقل ۲ سال سابقه پرواز با هواپیما داشته و یا کارکنان مراقبت پروازی که در یکی از موقعیت‌های کاری مراقبت پرواز، مشغول به خدمت بوده‌اند، انتخاب گردید. این افراد علیرغم این‌که در حرفه‌های مختلفی بوده‌اند ولی از نظر این‌که نسبت به قوانین و آیین‌نامه‌های موثر بر فعالیت‌های خطرساز آشنایی داشته‌اند به صورت همگن در نظر گرفته شدند. تعداد ۲۰۱ نفر از آن‌ها بر اساس جدول مورگان و به صورت تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. برای انجام این تحقیق، پس از بررسی و تحلیل اسناد و ضمایم سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری و آیین‌نامه و دستورالعمل‌های موجود در سازمان مورد نظر در خصوص عوامل ایجاد ریسک و همچنین جمع‌آوری نظرات خبرگان صنعت هواپیمایی، با استفاده از مدل مدل شل، چهار دسته عوامل انسانی، محیطی، نرم افزاری و سخت افزاری، به‌عنوان معیارهای تعیین ریسک عملیات هواپیما در فرودگاه‌ها و مناطق اطراف آنها، مد نظر قرار گرفتند. متغیرهای چهارگانه‌ی فوق به وسیله پرسشنامه‌ای مشتمل بر ۲۲ سوال و بر اساس طیف لیکرت به صورت پنج گزینه‌ای ("خیلی‌کم"، "کم"، "متوسط"، "خوب" و" خیلی‌خوب") مقیاس‌بندی شد. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS۱۹ و مدل‌سازی معادلات ساختاری (نرم‌افزار لیزرل ۸/۵) استفاده شده است. برای معتبرسازی پرسشنامه تحقیق، از رویه استخراج اجزای متغیرهای مورد اندازه‌گیری از ادبیات موضوعی تحقیق، و آنگاه بومی‌سازی آن با بهره‌گیری از نظریات متخصصان و نیز نمونه‌ای مقدماتی استفاده شده است. بدین منظور، پرسشنامه طراحی شده، به صورت پیش‌آزمون در اختیار تعداد ۱۱ نفر از اساتید و خبرگان صنعت هوانوردی قرار گرفت؛ آنگاه پس از اخذ نظریات اصلاحی و تعدیل موادی از آنها، مجدداً در اختیار تعداد ۳۱ نفر از اعضای جامعه آماری به عنوان نمونه مقدماتی قرار گرفت و طبق نظریات اصلاحی این گروه نیز از مرتبط بودن سؤالات با توجه به جامعه آماری مورد مطالعه اطمینان حاصل شد. در نهایت، پرسشنامه نهایی طراحی و برای جمع‌آوری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

روایی سؤال ها نیز به کمک اعتبار عاملی سنجیده شد. اعتبار عاملی صورتی از اعتبار سازه است که از طریق تحلیل عاملی به دست می‌آید. تحلیل عاملی نوعی فن آماری است که در اغلب علوم انسانی کاربرد فراوانی دارد. در تحلیل عاملی اکتشافی، مقدار KMO متغیرهای عوامل نرم‌افزاری، عوامل محیطی، عوامل سخت افزاری و عوامل انسانی به ترتیب ۰/۸۹۵، ۰/۸۱۶، ۰/۸۷۱ و ۰/۷۴۸ به دست آمد که گویای کفایت نمونه‌گیری برای متغیرهای پژوهش است. همچنین از آنجا که ضریب معناداری آزمون بارتلت برابر صفر بود، تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار، مناسب تشخیص داده شد و هیچ سؤالی به دلیل نامناسب بودن داده‌ها و عدم تبیین واریانس متغیر مربوط به آن، از مجموع سؤال‌ها حذف نشد. برای بررسی صحت مدل‌های اندازه‌گیری از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد. نتایج تمام بارهای عاملی بیشتر از ۰/۵ به دست آمد که روایی همگرای آن را نشان می‌دهد (شکل ۲ و۳).

بررسی مدل‌های اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش

قبل از واردشدن به مرحلهٔ آزمون فرضیه‌ها و مدل‌های مفهومی پژوهش، باید از صحت مدل‌های اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش اطمینان حاصل شود. از این رو در ادامه، به بحث مدل‌های اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش پرداخته می‌شود. این کار با بهره‌مندی از روش تحلیل عاملی تأییدی انجام شده است. نتایج تحلیل عاملی تأییدی متغیرهای پژوهش که در جدول (۲) آمده است نشان می‌دهد که تمام مدل‌های اندازه‌گیری و همهٔ اعداد و پارامترهای مدل مناسب و معنادارند. با توجه به اینکه تمام بارهای عاملی در تمام ابعاد بزرگ‌تر از ۰/۵ میانگین واریانس‌های استخراجی است و میانگین واریانس‌های استخراجی بیشتر از ۰/۵ به دست آمده است، بین سازه ها روایی همگرا وجود دارد. شکل‌های ۲ و ۳ نتایج تحلیل عاملی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

جدول ۲- ضرایب بار عاملی عوامل مرتبط با ارزیابی ریسک عملیات هواپیما در فرودگاه

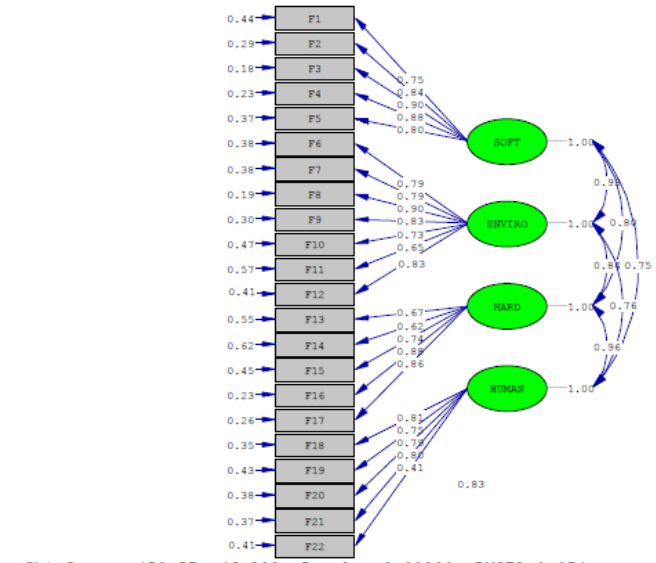
مولفه‌ها	گویه‌ها	ضریب بار عاملی
خطرات مرتبط با عوامل نرم افزاری	خطر مدیریت و برنامه‌ریزی؛[۲۳]	۰/۷۲
	خطر آموزش؛[۲۵]	۰/۷۱
	خطر آموزش حین خدمت؛ [۲۳]	۰/۷۸
	خطر سطح آمادگی، کارائی و مهارت؛ [۲۶]	۰/۷۰
	خطر آموزش سایر افراد؛[۲۶]	۰/۶۲
خطرات مرتبط با عوامل محیطی	اموانع ثابت و متحرک اطراف فرودگاه؛[۲۳]	۰/۶۳
	خطرات پنهان سیستم‌های ارتباطی، ناوبری و نظارتی؛[۱۸]	۰/۶۱
	سطوح مناطق عملیاتی فرودگاه؛[۱۹]	۰/۶۳
	اشیاء پراکنده شده در سطوح مختلف مناطق عملیاتی فرودگاه؛[۲۲]	۰/۷۷
	ویژگی‌های محلی فرودگاه؛ [۲۰]	۰/۵۶
	وضعیت توپوگرافی اطراف فرودگاه؛ [۱۸]	۰/۶۷
خطرات مرتبط با عوامل سخت‌افزاری	۱- ماهیت ترافیکی فرودگاه؛[۲۲]	۰/۶۸
	خطر از کار افتادن، تداخل و یا شباهت فرکانس و معرف سیستم‌های ارتباطی؛ [۱۶]	۰/۷۶
	خطر غیر عملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستمهای کمک ناوبری؛ [۱۷]	۰/۵۸
	خطر غیر عملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستمهای نظارت و مراقبت راداری؛ [۱۷]	۰/۶۷
	خطر غیر عملیاتی شدن سیستم‌های برق اصلی واضطراری؛ [۱۷]	۰/۸۰
	خطر غیرعملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستم‌های هواشناسی؛[۱۶]	۰/۷۸
خطرات مرتبط با عوامل نرم انسانی	۲- خطر به روز نبودن دستورالعمل‌های محلی فرودگاه؛ [۱۵]	۰/۸۲
	۳- خطر فقدان هماهنگی بین واحدها؛[۱۵]	۰/۷۶
	۴- خطر عدم اجرای دقیق قوانین، مقررات و استانداردهای پروازی؛ [۱۵]	۰/۶۳
	۵- خطر کم شدن جدائی هواپیما با موانع در مراحل تقرب هواپیما؛ [۱۴]	۰/۷۲
	۶- خطر طرح‌های تقرب و خروج استاندارد.[۱۴]	۰/۷۷

می شود، ابعاد از نظر شاخص‌های تناسب، در وضعیت مناسبی هستند.

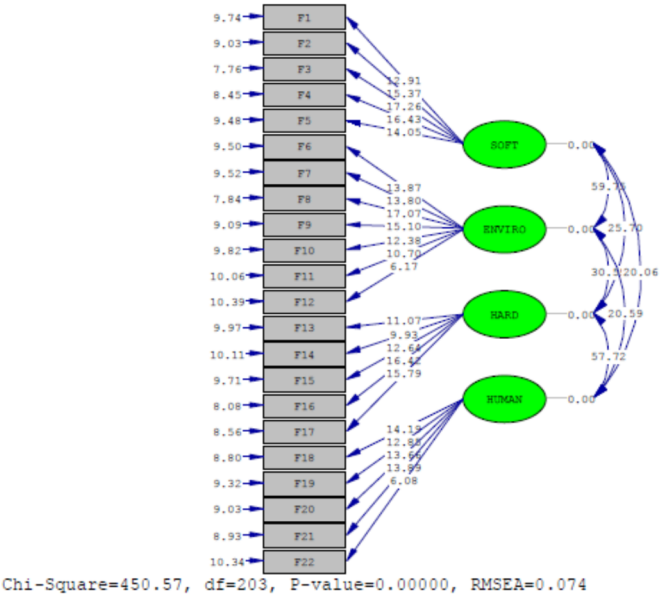
از سوی دیگر به منظور اطمینان بیشتر در اعتبارسنجی از ضریب لاوشه استفاده گردید. نتایج این آزمون که با توزیع پرسشنامه بین ۱۱ نفر از خبرگان حوزه هوانوردی انجام شد در جدول (۳) آورده شده است و نشان داد که CVRهمه سوالات از عدد ۰,۵۹ که حد اقل مقدار قابل قبول برای تعداد ۱۱ نفر است بیشتر بود و بنابراین همه سوالات از روایی کافی برخوردار بودند. به منظور تعیین قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار اندازه‌گیری نیز روش‌های مختلف وجود دارد که یکی از آنها سنجش سازگاری درونی آن است که با ضریب آلفای کرونباخ اندازه‌گیری می‌شود[۲۸] و در اغلب تحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۹]. اگر چه حداقل مقدار قابل قبول برای این ضریب باید ۰/۷ باشد، اما مقادیر ۰/۶ و حتی ۰/۵۵ نیز قابل قبول و پذیرش است[۳۰]. در تحقیق حاضر، قابلیت اعتماد ابزار اندازه‌گیری ۰/۹۲ بوده است.

پس از وارد نمودن داده‌ها، تحلیل و ارزیابی داده‌ها آغاز شد. شاخص‌های برازش در جدول (۴) نشان داده شده است. شاخص کی‌دو اختلاف میان مدل و داده‌ها را نشان می‌دهد. لذا هر چه مقدار آن کمتر باشد حاکی از اختلاف کم‌تر بین ماتریس و اریانس- کواریانس نمونه و ماتریس واریانس- کواریانس حاصل از مدل است. به جهت این‌که این شاخص تحت تاثیر تعداد نمونه قرار می‌گیرد؛ لذا از تقسیم این شاخص بر درجه‌ی آزادی استفاده می‌شود. شاخص میانگین مجذور خطاهای مدل (RMSA) از شاخص‌های مهم در برازش مدل است. این شاخص بر اساس خطاهای مدل ساخته می‌شود و هر چه کمتر باشد، بهتر است. شاخص نیکویی برازش (GFI) نشان‌دهنده‌ی اندازه‌ای از مقدار نسبی واریانس

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]



شکل ۲- تحلیل عاملی مرتبه اول متغیر ریسک عملیاتی فرودگاه در حالت ضریب استاندارد



شکل ۳- تحلیل عاملی مرتبه اول متغیر ریسک عملیاتی فرودگاه در حالت ضریب معناداری

ها و کواریانس‌ها است که توسط مدل تعیین می‌شود و هر چه بیشتر باشد بهتر است. شاخص (AGFI) همان نیکویی برازش است که با در نظر گرفتن درجه‌ی آزادی تعدیل شده است. شاخص نرم شده‌ی برازندگی (NFI) یکی دیگر از شاخص‌های برازش مدل است که مقادیر بالای آن بهتر است. مقایسه میان مقدار شاخص‌ها با حد مجاز در نظر گرفته شده برای آن‌ها، نشان‌دهنده‌ی برازش برازش مدل در نظر گرفته شده برای متغیرها با داده‌های جمع‌آوری شده دارد.

یافته‌ها

تحلیل اطلاعات مربوط به سن، سطح تحصیلات و سابقه‌ی کار نشان می‌دهد که سن افراد شرکت کننده در نظرسنجی در فواصل ۳۰-۲۰، ۴۰-۳۰ و ۴۰ سال به

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

جدول ۳- محاسبه ضریب لاوشه سوالات پرسشنامه

ضرایب لاوشه	تعداد مثبت	سؤالات	ضرایب لاوشه	تعداد مثبت	سؤالات
۰,۷۷	۹	سؤال ۱۲	۱	۱۱	سؤال ۱
۰,۷۷	۹	سؤال ۱۳	۰,۹	۱۰	سؤال ۲
۰,۷۷	۹	سؤال ۱۴	۰,۷۷	۹	سؤال ۳
۰,۶۲	۸	سؤال ۱۵	۰,۹	۱۰	سؤال ۴
۰,۶۲	۸	سؤال ۱۶	۰,۷۷	۹	سؤال ۵
۰,۹	۱۰	سؤال ۱۷	۱	۱۱	سؤال ۶
۰,۶۲	۸	سؤال ۱۸	۰,۶۲	۸	سؤال ۷
۰,۷۷	۹	سؤال ۱۹	۰,۶۲	۸	سؤال ۸
۰,۶۲	۸	سؤال ۲۰	۰,۶۲	۸	سؤال ۹
۰,۹	۱۰	سؤال ۲۱	۰,۷۷	۹	سؤال ۱۰
۰,۹	۱۰	سؤال ۲۲	۰,۹	۱۰	سؤال ۱۱

ماخذ: نتایج پژوهش

جدول ۴- اطلاعات مربوط برازش کلی مدل تحقیق

نام پارامتر	مقدار
درجه آزادی	۰/۰۶۷
نسبت کای اسکوئر به درجه آزادی	۲/۱۷۵
ریشه‌میانگین مجذور تقریبی خطا(RMSEA)	۰/۰۴۵
مقدار پارامتر P(RMSEA≤ ۰/۰۵)	۰/۰۴۱
شاخص برازش غیرنرم(NNFI)	۰/۹۷
شاخص برازش تطبیقی(CFI)	۰/۹۸
شاخص برازش افزایشی(IFI)	۰/۹۷
ریشه میانگین مجذور باقی‌مانده(RMR)	۰/۰۴۷
مقدار استاندارد شده‌ی RMR	۰/۰۴۵
شاخص برازندگی(GFI)	۰/۹۵
شاخص برازندگی تعدیل یافته(AGFI)	۰/۹۱

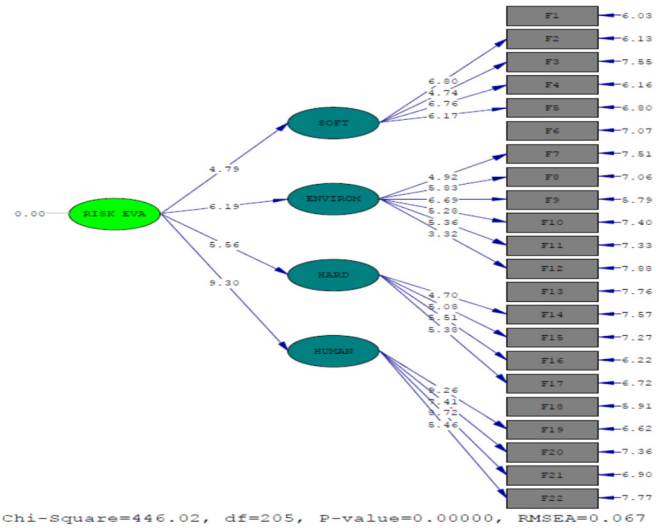
ماخذ: نتایج پژوهش

بالا است. افراد بین ۳۰- ۲۰ با میانگین ۲۴/۵±۲/۴۱ سال، افراد بین ۴۰-۳۰ با میانگین ۳۵ /۲±۲۷/۵ سال و ۴۰ سال به بالا با میانگین ۳۵ /۱±۴۱/۵ سال می‌باشد. هم‌چنین سابقه‌ی کاری افراد با میانگین ۳۵ /۲±۱۲/۵ سال است. میزان سطح تحصیلات کارکنان، فوق دیپلم ۱۵ درصد و کارشناس ۶۵ درصد به همراه با ۲۰ درصد کارشناس ارشد است. از سوی دیگر، ۵۲ نفر از پاسخ‌دهندگان را خلبان و مابقی را کارکنان مراقبت پرواز تشکیل دادند. از بین ۱۴۹ نفر از کارکنان مراقبت پرواز، ۴۵ نفر را کارکنان بخش کنترل تقرب غیررادراری، ۵۳ نفر را کارکنان بخش کنترل تقرب راداری و در نهایت ۵۱ نفر را کارکنان برج کنترل فرودگاه تشکیل دادند. با بررسی‌های به‌عمل آمده میزان سوانح هوایی در طی ۱۰ سال گذشته تنها دو مورد بوده است و تعداد سوانح هوایی منجر به فوت صفر بوده است.

با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، به‌طور اخص تکنیک تحلیل مسیر، به بررسی فرضیات پرداخته می‌شود. تحلیل مسیر تکنیکی است که روابط بین متغیرهای تحقیق را به‌طور هم‌زمان نشان می‌دهد.

بدین‌منظور از نرم‌افزار لیزرل نسخه ۸/۵ استفاده شده است. دو خروجی مهم نرم‌افزار، مدل در حالت تخمین استاندارد و مدل در حالت ضرایب معناداری است. در

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]



شکل ۴- مدل ساختاری در حالت ضرایب معناداری

جدول ۵- نتایج آزمون فرضیات تحقیق

فرضیه			میزان تاثیر	معناداری	تایید یا رد
عوامل انسانی	←	میزان ریسک	۰/۹۰	۹/۳۰	تایید
عوامل محیطی	←	میزان ریسک	۰/۷۸	۶/۱۹	تایید
عوامل نرم‌افزاری	←	میزان ریسک	۰/۵۲	۴/۷۹	تایید
عوامل سخت‌افزاری	←	میزان ریسک	۰/۶۹	۵/۵۶	تایید

حالت تخمین استاندارد میزان تبیین واریانس هر متغیر توسط متغیرهای وابسته به آن مشخص می‌شود و در خروجی ضرایب معناداری، معنادار بودن روابط متغیرها مشخص می‌گردد. اگر ضرایب معناداری (مقدار آماره‌ی t) بیش از ۱/۹۶ یا کم‌تر از ۱/۹۶- باشد، مقدار واریانس تبیین شده معنادار می‌باشد.

همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود، میزان تاثیر عوامل انسانی ۰/۹۰، میزان تاثیر عوامل محیطی ۰/۷۸، میزان تاثیر عوامل سخت‌افزاری ۰/۶۹ و در نهایت عوامل نرم‌افزاری ۰/۵۲ می‌باشد. شکل (۴) که همان خروجی نرم‌افزار در حالت ضرایب معناداری می باشد، میزان معناداری ضرایب همبستگی روابط مشخص شده در شکل قبل را نشان می‌دهد. چنان‌چه آماره‌ی t به دست آمده در این خروجی بزرگتر از ۱/۹۶ و یا کوچکتر از ۱/۹۶- باشد، ضرایب مسیر معنادار هستند و در غیر این‌صورت عدد به دست آمده برای ضرایب مسیر، از نظر آماری قابل قبول نیست. با توجه به میزان اثر متغیرها بر یکدیگر و با در نظر گرفتن ضرایب معناداری این روابط، می‌توان به تایید یا رد فرضیات پرداخت. جدول (۵) خلاصه‌ای از نتایج را نشان می‌دهد.

نتایج ارائه شده در جدول (۵) نشان دهنده‌ی رابطه‌ی مثبت و معنادار عوامل انسانی، محیطی، نرم‌افزاری و سخت‌افزاری با میزان ریسک عملیات‌های هوایی است. لذا این نتایج از تمامی فرضیه‌های تحقیق حمایت می‌نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

پیاده‌سازی سیستم مدیریت ایمنی مراحل مختلفی دارد که مهم‌ترین این مراحل شناسائی خطرات و ارزیابی ریسک فرودگاه‌هاست. در حقیقت هدف اصلی سازمان مذکور در پرتو پیاده‌سازی این سیستم و اجرای مراحل شناسائی خطرات و ارزیابی میزان ریسک، علاوه بر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

تأمین ایمنی جانی و تجهیزاتی، قابلیت اعتماد و اتکا به این صنعت نیز تقویت گردد. در راستای دست‌یابی به اهداف تحقیق مبنی بر ارزیابی میزان ریسک محیط عملیاتی فرودگاه‌ها، مدل شل به عنوان مبناء مد نظر قرار گرفت. پس از بررسی و تحلیل دیدگاه‌های موجود در خصوص میزان ریسک، اسناد و ضمایم سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری، آیین‌نامه و دستورالعمل‌های موجود به‌همراه با مطالعه سازمان مورد نظر و جمع‌آوری نظرات خبرگان صنعت هواپیمایی، شاخص‌های مرتبط با چهار بُعد اصلی مدل شل- عوامل انسانی، عوامل محیطی، عوامل سخت‌افزاری و عوامل نرم افزاری- احصاء گردید. تحلیل داده‌ها نشان داد که شاخص‌های احصاء شده تاثیری مثبت و مستقیم بر ریسک محیط فرودگاهی دارد. یافته‌های تحقیق با مطالعات انجام شده توسط لو و هوآنگ (۲۰۱۲) و لواو و چن (۲۰۱۱) همسویی دارد. لو و هوآنگ (۲۰۱۲) با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی شبکه‌ای به ارزیابی میزان ریسک ایمنی فرودگاهی بر اساس مدل کیفی سیستم مدیریت ایمنی پرداخت و چهار عامل مدیریتی، محیطی، تسهیلات و تجهیزات به همراه عامل انسانی را بر ارزیابی ریسک ایمنی موثر شناخت. تحلیل داده‌ها نشان داد که عامل انسانی با ضریب تاثیر (۰/۹) و مقدار آماره‌ی تی (۹/۳) دارای بیشترین تاثیر را بر میزان ریسک دارد. نتایج تحقیق نیز با مطالعات انجام شده توسط لو و هوآنگ (۲۰۱۲) و لواو و چن (۲۰۱۱) مطابقت دارد. شاخص‌های مستخرجه در این تحقیق برای عوامل انسانی شامل خطر مدیریت و برنامه‌ریزی، خطر آموزش، خطر آموزش حین خدمت، خطر سطح آمادگی، کارائی و مهارت، خطر آموزش سایر افراد درگیر در عملیات هوایی می‌باشد. بر این اساس، ضرورت پیاده‌سازی طرحی جامع برای کاهش خطرات مطروحه داشته باشیم. به بیانی دیگر، نقش انسان را با تمام پیچیدگی‌هایش بپذیریم و انتظارات وی را تا حد معقول برآورده سازیم. تا بتوانیم در کنار استفاده از علوم جدید و هواپیماهای مناسب، انسانی متفکر در کنار آن قرار گرفته و بتواند بخوبی از آن استفاده کند.

یافته‌های تحقیق نشان داد که میزان ریسک بُعد عوامل محیطی با ضریب تاثیر (۰/۷۸) و مقدار آماره‌ی تی (۶/۱۹) در رتبه‌ی دوم قرار دارد. بر این اساس، شاخص‌های احصاء شده نقشی مهمی در ارزیابی ریسک محیط فرودگاهی دارند. در حقیقت به منظور ارزیابی ریسک محیط فرودگاهی اقدامات لازم در جهت نصب و راه‌اندازی تسهیلات فرودگاهی در اطراف فرودگاه اعم از ثابت و متحرک، ویژگی‌ها و وضعیت توپوگرافی منطقه و ماهیت ترافیک‌های ورودی و خروجی از فرودگاه مد نظر قرار گیرد.

تحلیل داده‌ها نشان داد که متغیر سخت‌افزاری با ضریب تاثیر (۰/۶۹) و مقدار آماره‌ی تی (۵/۵۶) بر ارزیابی ریسک فرودگاهی موثر است. بر این اساس به منظور جلوگیری از هر گونه رخداد احتمالی بایستی با هماهنگی واحدهای تخصیص فرکانس و انتخاب معرف شفاف، نسبت به ارائه‌ی خدمات نظارتی و کمک ناوبری بی‌خطر اقدام نموده و با عملیاتی شدن سیستمهای برق اصلی و اضطراری، خطر غیرعملیاتی شدن و یا عملکرد نادرست سیستم‌های هواشناسی را کاهش دهند.

یافته‌های تحقیق نشان داد که متغیر نرم‌افزاری بر ارزیابی ریسک فرودگاهی موثر است. از جمله شاخص‌های استخراج شده می‌توان به به روز نبودن دستورالعمل‌های محلی فرودگاه، فقدان هماهنگی بین واحدها، عدم اجرای دقیق قوانین، مقررات و استانداردهای پروازی، کم شدن جدائی هواپیما با موانع در مراحل تقرب هواپیما و خطر طرح‌های تقرب و خروج استانداردا مهم‌ترین عناصر تاثیرگذار در ریسک‌پذیری محیط عملیاتی هستند. از این رو، هماهنگی‌های امور عملیاتی در بُعد ستادی و عملیاتی به منظور دست‌یابی به دستورالعمل‌های به روز و برابر با آخرین اصلاحات انجام شده توسط سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشور ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. از سوی دیگر، ساخت و سازهای غیرقانونی و بدون رعایت شرایط و ضوابط ساختمان‌های اطراف فرودگاه‌ها می‌تواند برای هواپیماهای در حال نشستن خطرساز باشند.

با توجه به یافته‌های این تحقیق و ضرورت ارتقای

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

سطح ایمنی عملیات هواپیما در فرودگاه‌ها و مناطق پروازی اطراف آنها، برنامه‌ریزی و اجرای دقیق برنامه‌ها در خصوص توسعه دانش و فرهنگ ایمنی کلیه عوامل دخیل در فعالیت‌های هوانوردی در تمامی سطوح مدیریتی، اجرایی و کارکنان عملیاتی بایستی در اولویت کاری مسئولان هوانوردی کشور قرار گیرد و به موازات آن تجهیز فرودگاه‌ها به سامانه‌های جدید هوانوردی نیز با جدیت دنبال شود. همچنین با هماهنگی سایر دستگاههای ذیربط از ایجاد پتانسیل های خطر بالقوه در اطراف فرودگاه جلوگیری به عمل آید.

پیشنهادات

در راستای کاهش تهدیدات بالقوه بر ایمنی محیط عملیاتی و ارتقای سطح کیفی و کمی متغیرهای مذکور پیشنهاداتی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

(۱) آموزش مدیریت ریسک از طریق آموزش مهارت‌های لازم مبتنی بر مبانی علمی برای مدیران، مسئولین ایمنی و کارکنان متولی این امر؛

(۲) ارائه‌ی طرحی راهبردی به منظور ارزیابی میزان ریسک در فرودگاه و محیط اطراف آن؛

(۳) تدوین برنامه های عملیاتی و آغاز مراحل تکوین و فرایند آموزشی؛

(۴) اجرای دوره‌های آموزشی حین خدمت با هدف انتقال یادگیری برای تمامی افراد درگیر در امور هوانوردی؛

(۵) تهیه، نصب، راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری کلیه‌ی تجهیزات ارتباطی، ناوبری و نظارتی در فرودگاه‌ها برابر با استانداردهای سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری؛

(۶) اجرای دوره‌ای وارسی پروازی سامانه‌های کمک ناوبری بر اساس زمان‌بندی مشخص؛

(۷) نظارت کامل بر سطوح مختلف پروازی در داخل فرودگاه‌ها و انجام بازبینی باندها و مناطق پروازی؛

(۸) نظارت بر ساخت و سازهای خارج از فرودگاهی از طریق هماهنگی با مبادی ذیربط کشور از قبیل شهرداری‌ها و وزارت راه و شهرسازی و ...؛

(۹) طراحی و ساخت فرودگاه بر اساس مبانی علمی و اقتصادی؛

(۱۰) طراحی، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق اضطراری بر اساس قوانین سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری؛

(۱۱) طراحی، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های هواشناسی بر اساس قوانین سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری به‌منظور ارائه اطلاعات هواشناسی به کاربران عملیاتی؛

(۱۲) تهیه، تدوین و در صورت لزوم به‌روزرسانی دستورالعمل‌های عملیاتی محلی برای کلیه‌ی فرودگاه‌ها؛

(۱۳) تهیه، تدوین و در صورت لزوم به‌روزرسانی دستورالعمل‌های هماهنگی با تمامی شرکاء و ذینفعانِ فضا.

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر نقصان انجام تحقیق در داخل کشور بود که امکان مقایسه آن با مطالعه‌ی حاضر وجود نداشت؛ از سوی دیگر وجود کارکنان فنی و عملیاتی در بخش‌های مختلفی فرودگاهی بود که کمتر به تکمیل پرسش‌نامه از خود علاقه نشان دادند.

منابع

1. ICAO Annex19. Safety Management, ICAO publication, PP"APP 1-2. 2013.
2. ICAO document 9859. Safety Management system, ICAO publication. 2013.
3. Icao Doc 9422-An/923. Accident Prevention Manual. 1984.
4. Chen L. Research on Risk Evaluation Using RNP Technology for Operation into High Elevation Airports with Critical Terrain, The 2nd International Symposium on Aircraft Airworthiness. 2012:125-140.
5. Esfehani SH. Risk evaluation by use of outcomes and causal, produce and exploration, 2008;61:65-63. [Persian]
6. Andrew J. Reliability Analysis center is probabilistic risk assessment the answer? The journal of the RAC, first quarter. 2003.
7. Ghracholo N. Risk management and evaluation, eastern Azerbaijan provinces of Jihad University. 2004.
8. Ju ZQ. Fuzzy-ANP based Research on the Risk Assessment of Runway Excursion, The

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

Tenth International Symposium on Operations Research and Its Applications. 2011:350-358.
9. Sajedi S. Investigation of tectonic movement of kousal of Kazeroun, 13th conference of geophysics of Iran. 2006. [Persian]
10. ICAO Annex14. Aerodromes, ICAO publication. 2012.
11. ICAO Annex6. Aircraft Operations, ICAO publication. 2008.
12. ICAO DOC 9683. Human factors training manual, ICAO publication. 2005:1-10.
13. Lee WK. Risk Assessment Modeling in Aviation Safety Management. Journal of Air Transport Management. 2006;12(5): 267-273.
14. Human Factors in Fatal Aircraft Accidents. April Department of Transport. 1996.
15. Ackermann D, Tauber MJ. Mental models and human computer interaction. 1989.
16. ICAO Doc 9157. Aerodrome Design Manual. ICAO publication part one. 2002.
17. ICAO Doc 7192 AN/857. Training Manual, Part F-1Meteorology for Air Traffic Controllers and Pilots. 2002:3-1.
18. ICAO Doc 9137. Airport Services Manual. ICAO publication. 2002.
19. ICAO Doc 9184. Airport Planning Manual. ICAO publication. 2002.
20. ICAO Doc 9157. Aerodrome Design Manual. ICAO publication. Part two. 2002.
21. ICAO DOC4444. Procedures for Air Navigation Service/Air Traffic Management, ICAO publication. 2012.
22. ICAO DOC9426. Air Traffic Service Planning Manual, ICAO publication. 2014.
23. ICAO Annex11. Air Traffic Service, ICAO publication. 2013.
24. Annex2. Rules of the Air, ICAO publication. 2013.
25. Gang L, Jin-fu Z. A Grey Hierarchy Risk Evaluation for Civil Airport Operation Security and Safety. Chinese Journal of Ergonomics 2008;14(3):1-4.
26. Hang L, Gui-hong Z. Early Warning Model of Airport Safety Based on Extension Theory. Computer Engineering and Applications. 2009; 45(14):238-244.
27. Dağdeviren M, Yüksel İ. Developing a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for Behavior-based Safety Management Information Sciences. 2008;178(6):1717-1733.
28. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of test", Psychometrical. 1951; (16):297-334.
29. Peterson RA. A meta-analysis of chronbach,s coefficient alpha", Journal of consumer research. 1994;21:381-391.
30. Nunnally JC. Psychometric theory", Second ed., McGraw-Hill, New York. 1978.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]

Identification of and prioritizing risky factors affecting on aircraft operation on aerodrome and flight environment around it

Abdolali Jalali[1], Ahmad Ali Rohollahi[2]

Received: 2015/10/20 Revised: 2017/02/24 Accepted: 2017/05/01

Abstract

Background and aims: Aerodrome surface safety and in particular safety of flight environment around it are acknowledged globally as one of the aviation's greatest challenges. Aeronautical industries development within recent decays and employment of innovated technologies and procedures, encountered with multiple risk that threating the aviation safety. The main purpose of this research was identification and prioritzing of risky factors affecting on aircraft operation on aerodrome and flight environment around it.

Methods: In this survey, descriptive method was used and a questionnaire with 22 items prepared and distributed between the research statistical population including Tehran Province aeronautical personnel whom were about 420 persons of which 201 were selected based on Morgan table. The reliability of the questionnaire was confirmed by Cronbach's alpha coefficient (0.8) and its validity checked by content, structural and Lawshe methods. SPSS software version19 plus SEM (LISREL 8/5) were used for analyzing the data.

Results: Research finding indicates that human factors, equipment factors, software factors and hardware factors have positive and direct effect on risk of aircraft operation on aerodrome surface and flight environment around it. Impact of human factors are 0.90, environmental factors .78, hardware factors 0.69 and software factors 0.52.

Conclusion: Safety level enhancement is required on and in the vicinity of an aerodrome through planning and implementation of safety management system, knowledge and safety culture development for all human resources, installation of new aerodromes equipment, and coordination with relevant organization for preventing of potential dangers.

Keywords: Risk, Aerodrome, Flight environment, Aircraft operation.

1. (**Corresponding autho**r) Faculty Member of ATC Bureau, Flight faculty, Shahid Sattari Aeronautical University of Science & Technology, Tehran, Iran. aajalali@ssau.ac.ir
2. Faculty Member of ATC Bureau, Flight faculty, Shahid Sattari Aeronautical University of Science & Technology, Tehran, Iran. aa.rohollahi@ssau.ac.ir

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-12]