



Review Article

A review study on the effects of human error in aviation accidents

Saeid Ghasemi^{1*}, Reza Amin², Ali Khodaii³

*1** - M.Sc Civil Engineering and Road and Transportation, AmirKabir University of Technology, Tehran, Iran

2 - M.Sc Civil Engineering and Transportation Planning, AmirKabir University of Technology, Tehran, Iran

3 - Full professor, Department of Civil & Environment, AmirKabir University of Technology, Tehran, Iran

Received: 18 November 2023; Revised: 18 December 2023; Accepted: 29 December 2023; Published: 29 December 2023

Abstract

This article examines the effect of human error in aviation accidents. Aviation accidents are one of the most important factors that threaten security in air transportation, and various factors can play a role in their occurrence. One of these factors is human error, which can lead to an accident from simple to serious and uncorrectable errors, also human error is one of the important factors in plane accidents that can have serious consequences for the health and safety of passengers and aircraft employees. It may occur at any stage of the flight process from design and manufacturing to flight operations and maintenance. In the flight operations phase, this error can include pilot and air traffic control errors, ground logistics errors (such as lack of proper maintenance and repair of aircraft), and flight crew performance errors. It is clear that the detailed investigation of human errors in aviation accidents plays a significant role in increasing the safety of flights and may lead to effective improvements in the fields of pilot training and aircraft systems design. The purpose of this article is to analyze the human error in aviation accidents and the factors affecting its occurrence, which can help improve the safety and performance of airplanes and thus save people's lives in aviation accidents.

Keywords: *Accidents, transportation, airport, pilot, errors, airplane*

Cite this article as: Ghasemi, S., Amin, R., & Khodaii, A. (2023). A review study on the effects of human error in aviation accidents. *Civil and Project*, 5(10), 47-59. <https://doi.org/10.22034/cpj.2023.431272.1239>

ISSN: 2676-511X / **Copyright:** © 2023 by the authors.

Open Access: This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Journal's Note: CPJ remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

*Corresponding author E-mail address: saeid.ghasemii1379@gmail.com



نشریه عمران و پروژه
<http://www.cpjournals.com/>

مطالعه مروری بر اثرات خطای انسانی در حوادث هواپیمایی

سعید قاسمی^{۱*}، رضا امین^۲، علی خدایی^۳

* ۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران راه‌وترابری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۳- استاد تمام و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۲۷ آبان ۱۴۰۲؛ تاریخ بازنگری: ۲۷ آذر ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۰۸ دی ۱۴۰۲؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۰۸ دی ۱۴۰۲

چکیده

مقاله حاضر به بررسی اثر خطای انسانی در حوادث هواپیمایی می‌پردازد. حوادث هواپیمایی یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده امنیت در حمل‌ونقل هوایی است و عوامل مختلفی می‌توانند در بروز آن‌ها نقش داشته باشند. یکی از این عوامل، خطای انسانی است که می‌تواند از خطاهای ساده تا جدی و غیرقابل‌اصلاح منجر به وقوع حادثه شود، همچنین خطای انسانی یکی از عوامل مهم در تصادفات زمینی هواپیما است که می‌تواند برای سلامت و ایمنی مسافران و کارکنان هواپیماها پیامدهای جدی داشته باشد که ممکن است در هر مرحله از طراحی و تولید تا عملیات پرواز و نگهداری فرآیند پرواز رخ دهد. در مرحله عملیات پرواز، این خطا می‌تواند شامل خطاهای خلبانان و کنترل ترافیک هوایی، خطاهای ناشی از تدارکات زمینی (مانند عدم نگهداری و تعمیر مناسب هواپیماها) و نقص‌های عملکردی خدمه هواپیما باشد. مشخص است که بررسی دقیق خطاهای انسانی در حوادث هواپیمایی نقش بسزایی در افزایش امنیت پروازها دارد و ممکن است بهبودهای موثر در زمینه‌های آموزش خلبانان و طراحی سیستم‌های هواپیما را به دنبال داشته باشد. هدف از این مقاله تجزیه و تحلیل خطای انسانی در حوادث هواپیمایی و عوامل موثر بر وقوع آن است، که می‌تواند به بهبود ایمنی و عملکرد هواپیماها کمک کند و در نتیجه جان افراد را در حوادث هواپیمایی حفظ کند.

کلمات کلیدی:

سوانح، حمل‌ونقل، فرودگاه، خلبان، خطاها، هواپیما

۱- مقدمه

یکی از امن‌ترین روش‌های حمل‌ونقل، مسافرت هوایی است. با این حال، حوادث و سوانح حمل‌ونقل هوایی در سراسر جهان، بدترین کابوس برای کسانی است که از طریق هوا سفر می‌کنند. در طول زمان، افزایش سفرهای هوایی منجر به افزایش ریسک حوادث حمل و نقل هوایی شده است.

این حوادث، ناشی از علل مختلفی است که با توجه به شرایط خاص و مشکلات ممکن است در طی پرواز اتفاق بیافتند؛ اغلب حوادث ویران‌کننده‌هایی با عواقب وحشتناک هستند و ممکن است منجر به صدمات جدی و یا مرگ و میر شوند و فاجعه به بار آورند. با توجه به آمار ارائه شده توسط انجمن ملی حمل و نقل که به بررسی داده‌های سال گذشته پرداخته است، حدود ۸۵٪ از حوادث هوایی ناشی از اشتباهات خلبانان بوده است.

بسیاری از این حوادث در نتیجه تمرکز آموزش‌های پرواز بر جنبه فیزیکی پرواز با هواپیما و ارائه دانش و مهارت کافی حمل و نقل هوایی در آزمون‌های کتبی و عملی توسط پرسنل آموزش دهنده است. از آغاز هوانوردی، اشتباه انسانی به عنوان عاملی مهم، در بروز سوانح و رویدادهای هوایی شناخته شده است. کنترل و اجتناب از اشتباه انسانی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین معضلات صنعت هوانوردی بوده و هنوز هم ادامه دارد.

در سال‌های اخیر، اقدامات ایمنی حمل‌ونقل هوایی به سمت بهبود تکنولوژی، با تمرکز بر شیوه‌های مهندسی و عملیاتی هدایت شده است که به نوبه خود منجر به موفقیت نسبی در کاهش حوادث شده است. با این حال، خطاهای انسانی قادر به از بین بردن پیشرفته‌ترین سیستم‌ها و دستگاه‌های ایمنی هستند. برای این منظور، تلاش مضاعفی برای ارائه برنامه‌های آموزشی برای عوامل انسانی، توسعه شخصیت و سایر موارد انجام شده است. یک جنبش اساسی برای افزایش یادگیری از اشتباهات انسانی در ایمنی حمل و نقل هوایی آغاز شده است. با وجود افزایش آموزش، اکثر مطالعات آماری خطاهای انسانی را به عنوان عامل اصلی در حوادث هوایی شناسایی کرده‌اند. عملکرد مردم نقش مهمی در وقوع اکثر حوادث هوایی ایفا می‌کند (Risk Management Handbook, U.S. (2009)).

برای کاهش تعداد حوادث هواپیما، درک بهتر عوامل انسانی در حمل و نقل هوایی ضروری است. علم و دانش مربوط به آن باید مورد استفاده قرار گیرد و دوباره مورد بررسی قرار گیرد در طول طراحی و توسعه فرآیند اعطای درجه و همچنین هنگام استفاده از پرسنل در طول یا قبل از اجرای پروژه. افزایش داده‌ها در مورد عوامل انسانی در نهایت پرواز را امن‌تر می‌کند. نیاز به بهبود عملکرد صنعت در طول جنگ جهانی اول و همچنین تخصیص هزاران کارگر به صنعت در طول جنگ جهانی دوم، به نوبه خود، بررسی دقیق عوامل انسانی را تسریع کرد.

۲- مروری بر مطالعات پیشین

مطالعات اداره هواپیمایی فدرال آمریکا^۱ در سال ۲۰۰۵ آشکار ساخت که خطای انسانی در ارتباط با حوادث هوانوردی^۲ چند وجهی می‌باشد. این اداره در تلاش برای کاهش خطاهای انسانی در هوانوردی، مطالعاتی را پیرامون رفتار انسانی انجام می‌دهد. به لحاظ تاریخی، خطای خلبان برای توصیف سانحه‌ای که در آن عمل یا تصمیم خلبان، دلیل یا عامل مشارکتی منجر به حادثه بوده است، مورد استفاده قرار گرفته است (Wiener, E. L. and Nagel, D. C. (1988)).

¹ The federal aviation administration

² General aviation

این تعریف شامل عدم موفقیت خلبان در تصمیم‌گیری صحیح یا انجام عمل مناسب نیز می‌باشد. تنها یک تصمیم یا رویداد منجر به حادثه نمی‌شود؛ اما مجموعه‌ای از رخدادها می‌توانند چنین تأثیری داشته باشند. تصمیم‌های اتخاذ شده، در کنار هم، زنجیره‌ای از حوادث را شکل می‌دهند که منجر به پیامد می‌شود.

تجزیه و تحلیل‌ها حاکی از آن است که بیشترین درصد حوادث در ارتباط با خطاهای مبتنی بر مهارت، خطای تصمیم‌گیری، نقض قوانین و مقررات و خطاهای ادراکی می‌باشد. مؤلفه انسانی انعطاف‌پذیرترین، سازگارترین و بارزترین بخش از سیستم حمل و نقل هوایی است، اما این بخش آسیب‌پذیرترین بخش نیز می‌باشد که می‌تواند با عملکردش اثر منفی بر سیستم بگذارد.

خلاصه اطلاعات آماری بوئینگ در سال ۱۹۹۷ از حوادث هواپیماهای جت در سراسر جهان نشان می‌دهد که ۷۱.۷٪ حوادث از دست رفتن بدنه، در سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۶ از خدمه کابین خلبان ناشی شده است تا عوامل دیگر، این آمار به صراحت نشان دهنده اهمیت نقش مستقیم خطای انسانی و در نتیجه انسان در حمل و نقل هوایی دارند. حتی عوامل دیگری مانند نگهداری و تعمیرات و یا کنترل ترافیک فرودگاه که منجر به وقوع بیش از ۱۲ درصد حوادث می‌گردند به طور کامل مستقل از خطای انسانی نیست.

بسیاری از مسائل کنترل ترافیک فرودگاه و مشکلات نگهداری و تعمیرات از عدم توجه اپراتورها و یا به عبارت دیگر، خطای انسانی ایجاد می‌شود. علاوه بر تأکید نقش خطای انسانی پرسنل پرواز، به تازگی، بیشترین توجه به سمت کاهش خطای انسانی در نگهداری و تعمیرات و بازرسی هدایت شده است. مطالعات مختلف نیز با توجه به عوامل خطر انسانی برای تعمیر و نگهداری هواپیما انجام شده است (Liang, G., Lin, J., Hwang, S., Wang, E., Patterson, P. (2010)).

نویسنده مشهور آمریکایی پل آ. کریگ^۳ در کتاب خود با عنوان منطقه کشتار^۴ در مورد آمار سوانح هوایی به چگونگی و چرایی مرگ خلبانان می‌پردازد. او پس از بیست سال تحقیق به این نتیجه رسید که اکثر خلبانان پس از ۴۰ تا ۷۰ ساعت پرواز گواهی‌نامه هواپیمای شخصی خود را دریافت می‌کنند و تازه وارد منطقه کشتار می‌شوند.

آن‌ها بین ۵۰ تا ۳۵۰ ساعت پرواز به دلیل اعتماد به نفس کاذب می‌میرند. این نویسنده همچنین به ویژگی‌های رفتاری حوزه پرواز اشاره کرده است که در دانشکده‌های هوانوردی به عنوان مدیریت منابع انسانی^۵ مورد توجه ویژه قرار گرفته است. جمله معروف و قابل تأمل او این است که ادامه زندگی بدون درس گرفتن از اشتباه ممکن نیست. بنابراین، فرد باید با کمک تجربه یاد بگیرد، درک کند و قابلیت اطمینان را افزایش دهد (Paul a.craig 2013).

یک رویکرد برای درک ظهور خطای انسانی، مدل پنیر سوئیسی است که توسط آقای جیمز^۶ در سال ۱۹۹۰ ایجاد شد. این مدل خطاهای انسانی را در چهار سطح توصیف می‌کند. سطح اول، زمان عملیاتی قبل از حادثه، شرایط نامطلوب اپراتور را به تصویر می‌کشد که در نهایت منجر به حادثه می‌شود. در هوانوردی، خطای خدمه پرواز یا خلبان که بیشتر بررسی‌های حادثه روی آن متمرکز است، سطح ۱ است و در نتیجه عوامل زیادی کشف خواهند شد.

اقدام و واکنش خدمه پرواز در ارتباط مستقیم با حادثه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. به‌عنوان مثال، استنباط و تفسیر خلبان از ابزار دقیق برای ناوبری، کنترل و ناوبری در شرایط جوی بدون دید، به‌طوری که مجوز هوانوردی فقط برای هواشناسی

³ Pual a.craig

⁴ The killing zone

⁵ Crew resource management

⁶ Mr. james

بصری مجاز بود، به طور بالقوه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. این نکات کلیدی مشابه سوراخ‌های خاصی در پنیر است و عملکرد ناکافی و نایمن مهماندار هواپیما به حساب می‌آید.

آن چه که مدل پنیر سوئسی را در بررسی حوادث مفید می‌کند، تلاش محققان برای رسیدگی به خطاهای پنهان علی‌رغم مشکلات پیچیده و متنوع تصادفات است. این سطح از خطای انسانی به وضعیت خدمه قبل از پرواز اشاره دارد. به دلیل کارایی نایمن، وضعیت خدمه پرواز شامل شرایطی مانند خستگی ذهنی، عدم ارتباط و هماهنگی موفق خدمه پرواز و سایر اعضای کابین است که اغلب به‌عنوان نتایج ضعیف مدیریت منابع انسانی شناخته می‌شود.

سطح دوم مدل پنیر سوئسی مربوط به آموزش صحیح است. در این سطح تمرکز فعالیت‌ها بر انتقال کامل مطالب آموزشی است. سطح سوم، نظارت یا مدیریت منابع انسانی است. به این معنی که عدم هماهنگی یا مداخله ناچیز و یا اجرای دستورالعمل اشتباه که در نتیجه انتقال نادرست آموزش بدون نظارت کلی بوده، خطرات جبران‌ناپذیری را در سیستم به دنبال خواهد داشت.

مدل سوئسی به سطح چهارم عملکرد نامطلوب سازمانی اشاره دارد. در صورت بروز مشکلات اقتصادی، نیازهای مالی، آموزش، آمادگی پرواز و زمان پرواز مختل می‌شود. در نتیجه مدیران با وظایف پیچیده خود نمی‌توانند راه‌حلی به‌موقع برای مشکلات پیدا کنند و تمامی نیازهای مدیریت منابع انسانی به یکدیگر وابسته است.

در نهایت، آن‌ها عملکرد و خروجی خدمه پرواز را دنبال می‌کنند؛ بنابراین لازم است محققان و تحلیلگران به بررسی کامل این حادثه و گسترش آن به خارج از کابین خلبان بیندیشند. به این ترتیب می‌توان در تمامی سطوح سازمانی برای تجزیه و تحلیل حادثه و همچنین پیشگیری از آن در سیستم، بررسی انجام داد. مدل پنیر سوئسی از بسیاری جهات انقلابی در دیدگاه‌های رایج تصادفات ایجاد کرده است. این نتیجه تجزیه و تحلیل عوامل انسانی بیش از ۳۰۰ سانحه هوایی توسط اداره هوانوردی فدرال و سازمان ایمنی حمل و نقل هوایی^۷ در سال ۱۹۹۷ بود که طی سالیان متمادی توسعه یافته است (Daoud Najafipour - Iran Helicopter Support and Renovation Company, (2013)).

جدول (۱). جمع بندی مطالعات محققین

موضوع تحقیق	محققین
عوامل انسانی در حوادث هوانوردی	وینر و ناگل (۱۹۸۸)
جلوگیری از خطاهای انسانی در هوانوردی	لیانگ و همکاران (۲۰۱۰)
منطقه کشتار	پل کریگ (۲۰۱۳)
عوامل موثر در سوانح هوایی	داوود نجفی‌پور (۲۰۱۲)

⁷ National transportation safety board

۳- تعاریف مهم در سوانح هوایی

سوانح مرگبار^۸؛ به نوع خاصی از سانحه هوایی اطلاق می‌شود که در آن مسافر، خدمه یا هر فرد خارج از هواپیما عمداً باعث سقوط هواپیما می‌شود. این می‌تواند شامل اقداماتی مانند خراب‌کاری هواپیما، انجام یک حمله نظامی یا آدم‌ربایی باشد. ذکر این نکته ضروری است، مواردی که فقط عاملان آن کشته شوند، در این نوع تصادفات استثنا محسوب می‌شوند (Dekker, S., 2004).

رویدادهای قابل توجه^۹؛ در حمل‌ونقل هوایی به حادثی اشاره دارد که بدون ایجاد آسیب به هواپیما رخ می‌دهد. این حوادث اغلب توجه مسافران هواپیمایی را به خود جلب می‌کند و می‌تواند شامل شرایطی مانند فرود اضطراری، هواپیماهایی که از باند خارج می‌شوند باشد. درحالی‌که این رویدادها ممکن است منجر به آسیب فیزیکی به هواپیما نشود، اما هنوز هم به دلیل ماهیت غیرمنتظره و تأثیر بالقوه آن‌ها بر تجربیات مسافران قابل توجه است (Ciavarelli, A. P., & Figlock, R. (1997)).

۴- تأثیر باند فرودگاه بر سوانح هوایی

باند فرودگاه به عنوان بخشی اساسی از زیرساخت‌های هوانوردی، نقش حیاتی در ایمنی و عملکرد صحیح فرود و بلند شدن هواپیماها دارد. کیفیت و وضعیت باند فرودگاه می‌تواند تأثیر زیادی بر سوانح هوایی داشته باشد. سطح آسفالت فرودگاه باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که بتواند با شرایط هوایی مختلف، از جمله دما، رطوبت و تغییرات جوی، سازگاری داشته باشد. در غیر این صورت، ممکن است خطرات و مشکلات در فرود و بلند شدن هواپیماها افزایش یابد.

آسفالت فرودگاه باید دارای ویژگی‌هایی مانند پایداری، مقاومت در برابر خوردگی و لغزش، صافی سطح و عدم وجود ترک‌ها و شکستگی‌ها باشد. اگر آسفالت با کیفیت نامناسب ساخته شود یا در طول زمان تحت تأثیر عوامل خارجی نظیر تغییرات دما، رطوبت، رگبار و تغییرات فصلی قرار گیرد، این ویژگی‌ها به خطر افتاده و سطح آسفالت قابل لغزش و غیرقابل کنترل شود.

به عنوان مثال، در صورتی که آسفالت فرودگاه در دماهای پایین، مانند مناطق سردسیر، نتواند پایداری لازم را حفظ کند، ممکن است هواپیما در زمان فرود از کنترل خارج شود. معیارها و استانداردهای دقیق برای طراحی و اجرای آسفالت فرودگاه وجود دارند تا از کیفیت مناسب آن اطمینان حاصل شود. استفاده از مواد با کیفیت و رعایت دقیق فرآیندهای مورد نیاز در طراحی و اجرای آسفالت بسیار حائز اهمیت است.

آسفالت فرودگاه، به عنوان سطح فرود و بلند شدن هواپیماها، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر سوانح هوایی داشته باشد. کیفیت و وضعیت سطح آسفالت می‌تواند مستقیماً بر عملکرد هواپیماها در زمان فرود و بلند شدن تأثیر بگذارد. به منظور جلوگیری از سوانح هوایی ناشی از آسفالت نامناسب، نگهداری و نظارت منظم بر سطح آسفالت فرودگاه بسیار حائز اهمیت است. استفاده از مواد با کیفیت مناسب و رعایت استانداردهای مربوطه در طراحی و اجرای آسفالت نقش مهمی در افزایش ایمنی عملکرد هواپیماها دارد.

۵- خطاهای انسانی

عملکرد پرواز را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد: خطاها و نقض قوانین. به‌طور کلی، خطاها به شکل فعالیت‌های فیزیکی ذهنی یا شخصی رخ می‌دهند که منجر به خروجی‌های ناخواسته می‌شود. دور از ذهن نیست که انسان به دلیل طبیعت ذاتی

⁸ Fatal Event

⁹ Significant Event

خود و عدم تسلط بر پایگاه فکری دچار اشتباه شود. خطاها به چهار دسته خطاهای مبتنی بر مهارت، خطاهای تصمیم‌گیری، خطا در ماشین‌آلات فرودگاهی و خطاهای فیزیولوژیکی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۵-۱ خطاهای مبتنی بر مهارت

خطاهای مبتنی بر مهارت در حمل‌ونقل هوایی به‌عنوان یک عامل مهم و تأثیرگذار در سوانح هوانوردی مطرح می‌شوند. این خطاها ممکن است به دلیل عوامل حواس‌پرتی، خستگی، فشار زمان، فشار کار، پریشانی، عدم آگاهی از موقعیت، اختلال در ارتباطات، عدم صلاحیت و آموزش کافی، رفع مشکلات و تعامل انسان-ماشین رخ می‌دهند. این خطاها ممکن است در تعیین و تفسیر الگوهای بصری، تثبیت عملکرد، کنترل غیرعمدی و اجرای دستورالعمل‌های ناخواسته تأثیرگذار باشند.

به‌عنوان مثال، یک خطا رایج در حمل‌ونقل هوایی این است که خدمه هواپیما به دلیل حواس‌پرتی چراغ هشدار سیستم را نادیده می‌گیرند و از انجام وظایف دیگر باقی‌مانده می‌شود. برای جلوگیری از خطاهای مبتنی بر مهارت در حمل‌ونقل هوایی، ضرورت آموزش صحیح و صلاحیت کافی در کارکنان و خدمه هواپیما وجود دارد.

توجه به جزئیات و آگاهی از شرایط و محیط کار نقش مهمی در کاهش خطاهای مبتنی بر مهارت دارد. به‌طور کلی، خطاهای مبتنی بر مهارت در حمل‌ونقل هوایی نشان‌دهنده عدم توجه و دقت کافی در انجام وظایف و عملکردهای مربوط به پرواز است. برای جلوگیری از این خطاها، آموزش مناسب، توجه به جزئیات، کنترل دقیق و ارتقای صلاحیت کارکنان حمل‌ونقل هوایی ضروری است. خطاهای مبتنی بر مهارت در جدول ۲ آمده است.

جدول (۲). خطاهای مبتنی بر مهارت

ردیف	تشریح
۱	ضعف در دید کافی
۲	عدم اولویت‌بندی توجهات
۳	استفاده از کنترل‌های فرمان به طور ناخواسته
۴	حذف گامی از یک پلن پروازی
۵	حذف آیتمی از چک‌لیست
۶	ضعف تکنیک
۷	خارج‌شدن کنترل هواپیما از دسترس

۵-۲ خطاهای تصمیم‌گیری

نوع دوم خطاها، خطاهای تصمیم‌گیری می‌باشند که رفتارها یا فرآیندهای عمدی هستند که برنامه‌ریزی ناکافی یا نامناسبی را برای وضعیت موجود ایجاد کرده‌اند. این خطاها اغلب به‌عنوان خطاهای صادقانه شناخته می‌شوند که نشان‌دهنده اعمال یا عملکرد کسانی هستند که به دنبال انتخاب درست بوده؛ اما به دلیل عدم آگاهی مناسب انتخاب ضعیفی انجام می‌دهند. همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، خطاهای تصمیم‌گیری را می‌توان به دسته‌های مختلفی تقسیم کرد.

جدول (۳). خطاهای تصمیم‌گیری

ردیف	تشریح
۱	انتخاب پلن و دستورالعمل نامناسب
۲	تشخیص نادرست در شرایط اضطراری
۳	پاسخ نادرست در شرایط اضطراری
۴	انجام توانایی بیش از حد
۵	مانور نامناسب
۶	تصمیم‌گیری نامناسب

۳-۵ خطا در ماشین‌آلات فرودگاهی

نقصان در سیستم‌ها و تجهیزات ماشین‌آلات فرودگاه و مشکلات فنی آن‌ها، از جمله سیستم‌های نورپردازی و سرویس‌های ناوگان زمینی، می‌تواند به حوادث منتهی شود. همچنین عواملی از جمله خستگی، توجه ناکافی، و اشتباهات در اجرای دستورات رانندگان می‌توانند عملکرد ماشین‌آلات فرودگاه را تحت‌تأثیر قرار دهند. این خطاها می‌توانند به اختلال در فرآیند فرود و پرواز هواپیماها منجر شده و به آسیب هواپیماها و تجهیزات آن‌ها صدمه وارد کند.

۴-۵ راهکارها برای کاهش خطاهای ماشین‌آلات فرودگاه

تعمیر و نگهداری منظم: اجرای برنامه‌های دقیق تعمیر و نگهداری برای حفظ عملکرد صحیح ماشین‌آلات فرودگاه. آموزش و آگاهی: آموزش منظم و به‌روز افراد مشغول به کار با ماشین‌آلات فرودگاه به منظور کاهش خطاهای انسانی. استفاده از فناوری: استفاده از فناوری‌های مدرن و هوش مصنوعی برای افزایش دقت و کارایی ماشین‌آلات فرودگاه.

۵-۵ خطاهای فیزیولوژیکی

خستگی و خواب‌آلودگی: افرادی که در شرایط خستگی یا خواب‌آلودگی هستند، توانایی تمرکز و واکنش سریع خود را از دست می‌دهند این عوامل از کم‌خوابی یا درگیری‌های روانی افراد به وجود می‌آید که ممکن است در تصمیم‌گیری‌های حیاتی هواپیما تأثیر بگذارد.

استرس و فشار روحی: مواجه شدن با شرایط استرس‌زا می‌تواند به تصمیم‌گیری نادرست یا ناپایدار منجر می‌شود که در نتیجه به وقوع حوادث هواپیمایی منجر شده و خسارات جبران‌ناپذیری را به وجود می‌آورد.

بیماری‌ها و مشکلات فیزیکی: وجود بیماری‌ها یا مشکلات فیزیکی می‌تواند عملکرد فیزیولوژیکی افراد که شامل مشکلات جسمی و بیماری‌های بینایی یا شنوایی هستند می‌تواند در مواقع اضطراری تأثیرات جدی داشته باشد.

۶-۵ رویکردها برای پیشگیری

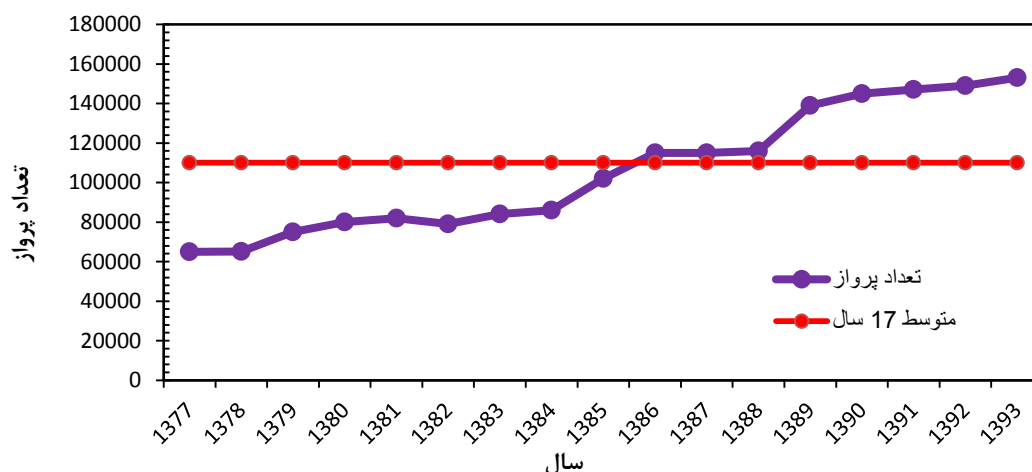
افرادی که در صنعت هوانوردی فعالیت می‌کنند، باید به طور مداوم آموزش‌های مرتبط با مدیریت استرس، خواب و خستگی را دریافت کنند. استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته برای نظارت بر وضعیت فیزیولوژیکی افراد و اعمال سیاست‌های بهینه‌سازی سازمانی برای کاهش فشارهای ناشی از خطاهای انسانی می‌تواند رویکردی صحیح جهت پیشگیری از حوادث احتمالی این نوع خطاها باشد.

۶-۶ بررسی سوانح هوایی کشور ایران

این بخش اطلاعات جمع‌آوری شده در طول ۲۳ سال را مورد بحث قرار می‌دهد. بر اساس نتایج تحقیق، درصد قابل توجهی از تصادفات به خطاها و اشتباهات انسانی مربوط می‌شود که مربوط به ساختار سازمانی شرکت‌ها، برنامه ریزی و نادیده گرفتن مسائل کوچک و اشتباهاتی است که منجر به اتفاقات بزرگ‌تر شده است.

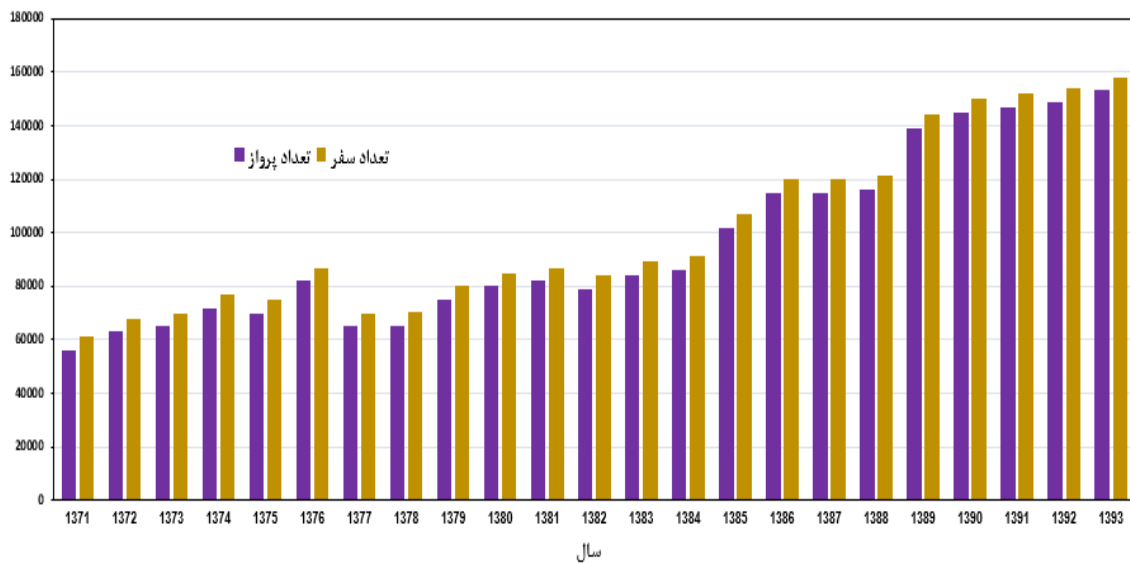
نمودار آماری هفده‌ساله در جدول ۴ و شکل ۱ تعداد پروازهای انجام شده توسط شرکت‌های هواپیمایی ایرانی در پروازهای داخلی را نشان می‌دهد. نمودارها و جداول پژوهشی حاکی از آن است که از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰، عملیات پروازهای داخلی کشور همین روند متعادل را دنبال کرده است. از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ شیب نمودار روند صعودی را نشان می‌دهد، که با افزایش تعداد پروازها و ۳ میلیون مسافر نسبت به سال‌های گذشته همراه بوده است.

این آمار با وجود دو سانحه هوایی که تنها سه کشته برجای گذاشت، ثبت شد که بعد از سال ۱۳۸۵ احتیاط و استانداردهای نظارتی بیشتری اعمال شده و تا سال ۱۳۸۷ روند پروازها یکسان و بدون تغییرات و بدون هرگونه سانحه‌ی پروازی ادامه داشته است.



شکل(۱). آمار هفده‌ساله تعداد پرواز انجام شده.

طبق آمارهای موجود، ۲ سانحه هواپیمایی تک موتوره آموزشی و ۵ سانحه هواپیمایی مسافربری وجود دارد که سه تای آن‌ها بدون تلفات جانی بوده است. تعداد زیاد کشته‌ها ۱۸۷ نفر بوده که در دو دهه اخیر بی سابقه بوده است. نمودار آماری شکل ۲ مجموعه‌ای از گزارش‌های میزان عملکرد تعداد پروازها و تعداد مسافر جابه‌جا شده را نشان می‌دهد.



شکل (۲). میزان عملکرد تعداد پروازها و تعداد مسافر جا به جا شده

در سال ۱۳۸۹، علی‌رغم استانداردهای سخت‌گیرانه نظارت بر پروازهای هواپیمایی کشوری برای کاهش حوادث هوایی به دلیل عدم تعمیر و نگهداری و تامین قطعات توسط تولید کنندگان هواپیما در جهان و تحریم‌های اقتصادی و همچنین از دست دادن زمان موتورها و هواپیما، ۷۸ نفر تلفات دادند.

در سال ۱۳۸۴ دو حادثه دیگر اتفاق افتاد که منجر به کشته‌شدن تعداد ۳ مسافر گردید. در جدول ۴ که روند پروازها از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳ موجود می‌باشد به تعداد سوانح، تعداد پروازهای انجام شده و تعداد افراد کشته شده در هر سال اشاره دارد (Abuzar Zare, Seyed Hossein Sadati, Yusuf Abbasi, 1396).

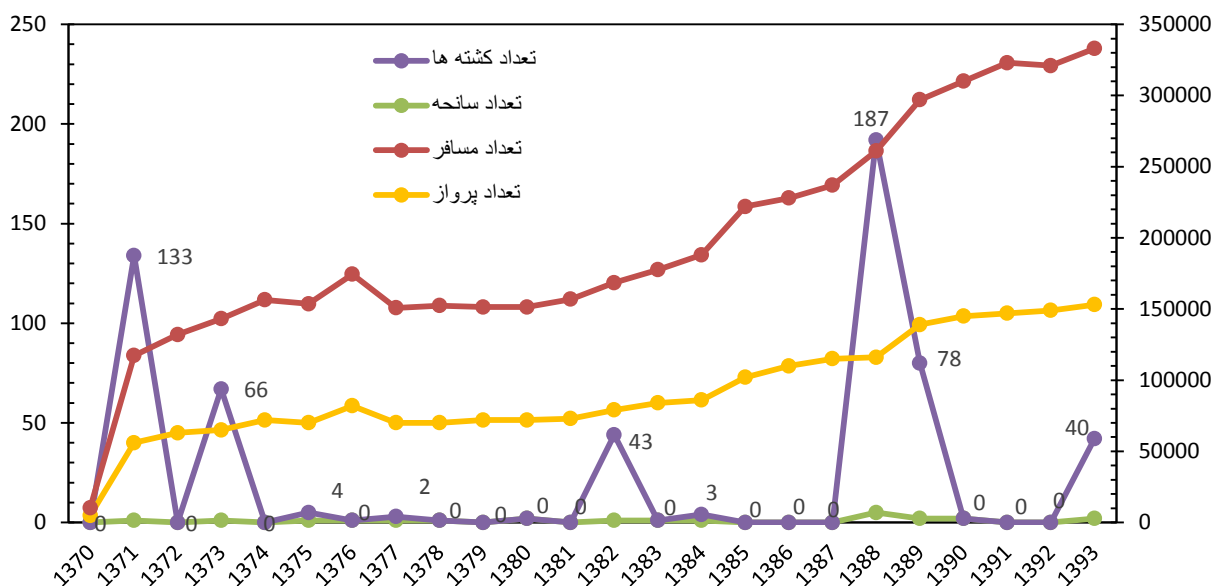
جدول (۴). روند پروازها ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳

سال	تعداد مسافرجابه جا شده	تعداد پرواز انجام شده	تعداد سوانح	تعداد افراد کشته شده
1370	542126	آمار موجود نمی‌باشد	بدون سانحه	بدون کشته
1371	6123891	آمار موجود نمی‌باشد	۱ سانحه	۱۳۳ نفر
1372	6898219	آمار موجود نمی‌باشد	بدون سانحه	بدون کشته
1373	7815933	آمار موجود نمی‌باشد	۱ سانحه	۶۶ نفر
1374	8441433	آمار موجود نمی‌باشد	بدون سانحه	بدون کشته
1375	8363374	آمار موجود نمی‌باشد	۱ سانحه	۴ نفر
1376	9242414	آمار موجود نمی‌باشد	۱ سانحه	بدون کشته
1377	8184719	آمار موجود نمی‌باشد	۱ سانحه	۲ نفر
1378	8236516	آمار موجود نمی‌باشد	۱ سانحه	بدون کشته

ادامه جدول (۴). روند پروازها ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳

بدون کشته	بدون سانحه	73169	7938428	1379
بدون کشته	۲ سانحه	79216	8571117	1381
بدون کشته	بدون سانحه	76245	8383879	1381
۴۳ نفر	۱ سانحه	82211	8942469	1382
بدون کشته	۱ سانحه	85862	9361151	1383
۳ نفر	۱ سانحه	111148	11512884	1384
بدون کشته	بدون سانحه	113773	12423381	1385
بدون کشته	بدون سانحه	112421	12414131	1386
بدون کشته	بدون سانحه	115265	12617472	1387
۱۸۷ نفر	۵ سانحه	136214	14441255	1388
۷۸ نفر	۲ سانحه	147851	16114114	1389
بدون کشته	۲ سانحه	149118	16481318	1391
بدون کشته	بدون سانحه	151475	16655141	1391
بدون کشته	بدون سانحه	152245	16616791	1392
۴۱ نفر	۲ سانحه	154318	17462262	1393

آمار نشان می دهد که سیستم های هدایت و کنترل پروازی هواپیماها به خودی خود عامل اصلی سوانح نبوده و این خدمه پروازی است که باید با درک و استنتاج صحیح از عملکرد آن ها و خطاهای ذاتی این سیستم ها به انجام پروازی ایمن فکرکنند. در شکل ۳ اطلاعات دقیق و کامل مربوط به تعداد مسافر، تعداد پروازهای انجام شده درسال، تعداد سوانح و تعداد کشته ها مطابق با جدول شماره ۴ رسم شده است.



شکل (۳). نمودار تعداد سوانح هواپیمایی از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۳

۷- نتیجه گیری

فراتر از اقدامات ایمنی فوری، پرداختن به خطاهای انسانی در سوانح هوایی نیازمند یک رویکرد جامع‌نگر است. ارزیابی مجدد و به‌روزرسانی منظم روش‌های آموزشی برای همسویی با فناوری‌های در حال تحول و استانداردهای صنعت ضروری است. به‌علاوه، ایجاد محیطی که ارتباطات باز و گزارش‌دهی در مورد موارد نزدیک را تشویق می‌کند، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی برای بهبود مستمر ارائه دهد. علاوه بر این، همکاری بین ذینفعان هوانوردی، از جمله نهادهای نظارتی، خطوط هوایی، و سازندگان هواپیما، ضروری است. به اشتراک‌گذاری داده‌ها و بهترین شیوه‌ها می‌تواند توسعه رویه‌ها و نوآوری‌های استاندارد شده در طراحی کابین خلبان را تسهیل کند که انعطاف‌پذیری کلی سیستم هوانوردی را در برابر خطاهای انسانی افزایش می‌دهد. در اصل، شناخت ناگزیر بودن خطاپذیری انسان بر مسئولیت اصلاح و نوآوری مداوم شیوه‌های ایمنی تأکید می‌کند. جامعه هوانوردی از طریق یک استراتژی چندوجهی که پیشرفت‌های تکنولوژیکی، آموزش جامع و تلاش‌های مشترک صنعت را ترکیب می‌کند، می‌تواند برای به‌حداقل‌رساندن تأثیر خطاهای انسانی بر سوانح هواپیما و نزدیک‌تر شدن به دستیابی به سطح بالاتر ایمنی و قابلیت اطمینان تلاش کند.

مراجع

- Wiener, E. L. and Nagel, D. C. (1988). Human Factors in Aviation. San Diego, Academic Press, Inc.
- Liang, G., Lin, J., Hwang, S., Wang, E., Patterson, P. (2010). Preventing human errors in aviation.
- THE KILLING ZONE BY PAUL A. CRAIG (2013) second edition
- Dekker, S. (2004). Ten questions about human error: A new view of human factors and system safety. CRC Press. 40. 356-367.
- Ciavarella, A. P., & Figlock, R. (1997). Organizational factors in Naval Aviation accidents. In Proceedings of the International Aviation Psychologists Conference.
- Abuzar Zare, Seyed Hossein Sadati, Yusuf Abbasi. (2017). Investigation of Iranian air accidents from 1991 to 2014.

Daoud Najafipour - Iran Helicopter Support and Renovation Company. (2012). Effective factors in air accidents (comprehensive guidelines for the investigation of air and non-air accidents).

Risk Management Handbook, U.S. (2009). Department of transportation, Federal Aviation Administration.