

## طراحی مدل رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس صنعت هوانوردی ایران

ابراهیم مرادی<sup>۱</sup> - محمد عطایی<sup>۲\*</sup> - مهدی خیراندیش<sup>۳</sup>

### چکیده

زمینه: از آن جا که عوامل انسانی در رأس علل رخداد سوانح هوایی قرار می‌گیرند، لزوم بذل توجه به عوامل انسانی در صنعت هوایی بسیار مهم و حائز اهمیت است.

هدف: طراحی مدل رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس صنعت هوانوردی ایران می‌باشد.

روش: تحقیق حاضر از نوع کاربردی و همچنین در دسته تحقیقات اکتشافی و توصیفی قرار دارد. این پژوهش با روش آمیخته (کمی-کیفی) انجام شده است. جامعه آماری در بخش کیفی شامل مدیران مشاغل حساس در صنعت هوایی کشور می‌باشد فرایند نمونه‌گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. براین اساس ۱۱ نفر از افراد واجد شرایط در این مطالعه شرکت کرده‌اند. روش اصلی مورداستفاده در بخش کیفی، روش تحلیل محتوا است که از نرم‌افزار MaxQDA استفاده شده است. در بخش کمی جامعه آماری شامل کارکنان مشاغل حساس در صنعت هوایی کشور که جمعاً ۴۵۲۱ نفر می‌باشند که ۳۵۵ نفر نمونه برآورد شد. محاسبات مدل‌سازی ساختاری-تفسیری با نرم‌افزار MicMac انجام گرفته است.

یافته‌ها: بر مبنای تکنیک دلفی ۵ عامل شامل عوامل فردی، گروهی، سازمانی و محیطی و نظام منابع انسانی شناسایی شدند که در خطای انسانی مشاغل حساس تأثیرگذار بوده‌اند. بر اساس نمودار قدرت نفوذ-وابستگی متغیرهای عوامل فردی، عوامل محیط کار، عوامل گروهی و عوامل سازمانی قدرت نفوذ بالایی داشته (برابر ۶) و تأثیرپذیری کمی (برابر ۳) دارند و در ناحیه متغیرهای مستقل قرار گرفته‌اند. متغیر نظام منابع انسانی یک متغیر پیوندی (قدرت نفوذ برابر ۲ و تأثیر پذیری برابر ۲) است و در نهایت متغیر کاهش خطای انسانی نیز از وابستگی بالا (برابر ۶) اما نفوذ اندکی (برابر ۱) برخوردار است. هیچ متغیری نیز در ربع اول یعنی ناحیه خودمختار قرار نگرفته است.

نتیجه‌گیری: اگر قرار باشد آمار حوادث هوایمایی کاهش یابد؛ عوامل انسانی در هوانوردی باید بهتر درک شوند و علم و دانش مربوط به آن مورد استفاده و بررسی مجدد قرار گیرند. افزایش اطلاعات در خصوص عوامل انسانی در نهایت باعث ایجاد پروازی امن‌تر خواهد شد.

واژگان کلیدی: الگوی رفتاری، خطای انسانی، مشاغل حساس هوانوردی

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت دولتی، رفتار سازمانی، گروه مدیریت دولتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین،

ایران. [moradi.eby@gmail.com](mailto:moradi.eby@gmail.com)

<sup>۲</sup> استاد یار و عضو هیات علمی، گروه مدیریت دولتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. (نویسنده مسئول)

[mohamatai@gmail.com](mailto:mohamatai@gmail.com)

<sup>۳</sup> دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه هوایی شهید ستاری، گروه مدیریت دولتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین،

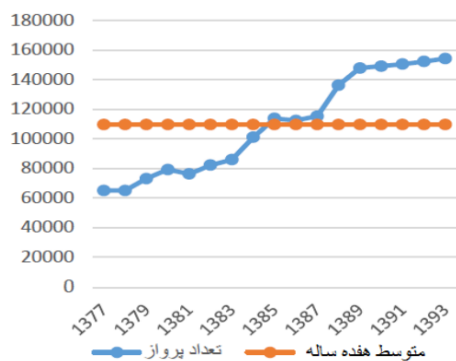
ایران. [dr.me.kh@gmail.com](mailto:dr.me.kh@gmail.com)

## مقدمه

سر چشمه گرفته اند، به دست آمده است - باعث تخصیص آموزش‌های جدیدی در بطن ایکائو<sup>۲</sup> و در چارچوب انکس ۱ (۱۹۸۹) و انکس ۶ (۱۹۹۵) و همچنین در انکس ۱۳ (۱۹۹۴) باشد. مطالعات اداره هواپیمایی فدرال امریکا<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۵ آشکار ساخت که خطای انسانی در ارتباط با حوادث GA چند وجهی می‌باشد. 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 انعطاف پذیرترین، سازگارترین و با ارزش‌ترین بخش از سیستم حمل و نقل هوایی است، اما این بخش آسیب پذیرترین 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 ۱۰ 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 (زارع و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴). پژوهشگران در استفاده از مدل‌هایی برای معرفی پیشایندهای خطای انسانی تلاش‌های بسیاری انجام داده‌اند اما در هیچ‌یک از

یکی از امن‌ترین روش‌های حمل و نقل، مسافرت هوایی است. با این حال، حوادث و سوانح حمل و نقل 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 بیفتند؛ اغلب حوادث ویران‌کننده‌های 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 ۲۰ سال گذشته پرداخته است، حدود ۸۵٪ از حوادث هوایی ناشی از اشتباهات خلبانان بوده است (امیرخانی، ۱۳۸۹: ۲۵). طی سالهای اخیر، اقدامات ایمنی هوانوردی به سوی بهبود فناوری، با تمرکز بر شیوه‌های مهندسی و عملیاتی جهت یافته اند که به نوبه خود موفقیت‌های نسبی جهت کاهش بروز رویدادها را در پی داشته اند. با این وجود، اشتباه انسانی قادر به اشتباه انداختن پیشرفته‌ترین سیستم‌ها و وسایل ایمنی است. بدین منظور تلاش مضاعفی جهت ارائه برنامه‌های آموزشی عوامل انسانی<sup>۱</sup> توسعه شخصیت‌ها و مواردی از این قبیل شروع شده و نهضت بنیادینی برای افزایش یادگیری از اشتباهات انسانی در ایمنی هوانوردی آغاز شده است. علی‌رغم افزایش آموزش‌ها، در بیشتر مطالعات آماری اشتباهات انسانی به عنوان عامل اصلی شناخته شده اند. عملکرد افراد در بروز اکثر حوادث هواپیمایی نقش عمده‌ای را دارد (روح الهی و جلالی، ۱۳۹۶: ۱۷۴). شناخت این مطلب که مطالعه عوامل پایه انسانی در صنعت هوانوردی نیازی الزامی است به آموزش‌هایی در کشورهای متعدد منتهی شد. این شناخت که متأسفانه بر مبنای حوادثی که کاملاً از ناکارایی عوامل انسانی

افزایش تعداد پروازها با توجه به آمارهای ثبت شده سازمان هواپیمایی کشوری، یعنی از ۱۱۵۲۶۵ پرواز انجام شده در سال ۸۷ به ۱۴۷۸۵۱ پرواز در سال ۸۹ رسیده است. (شکل ۱).



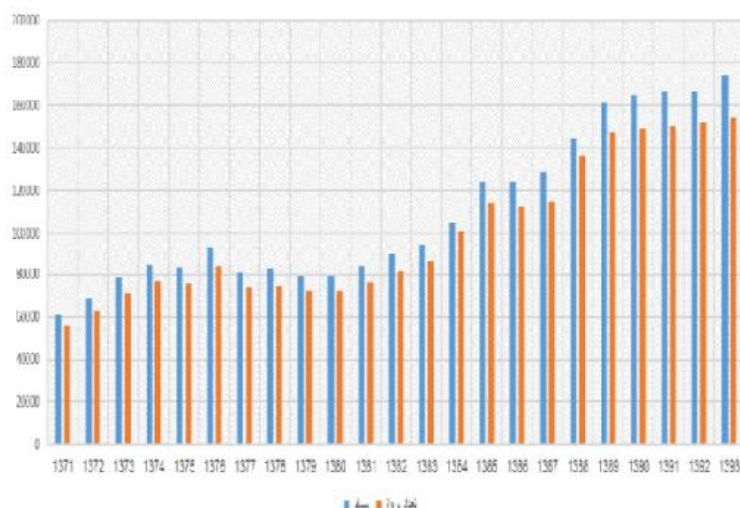
شکل ۱: آمار هفته‌ساله تعداد پرواز انجام شده شرکت‌های هواپیمایی ایرانی در پروازهای داخلی

تعداد مسافرهایی که جا شده از ۱۲۰۷۴۷۲ مسافر به ۱۶۱۰۴۰۰۴ یعنی رشدی چند درصدی داشته است که در این میان ۷ سانحه در طول این دو سال متمادی رخ داده است. طبق آمار رسمی سازمان هواپیمایی کشوری ۲ سانحه هواپیمای تک موتوره آموزشی و ۵ سانحه هواپیمای مسافربری که سه تای آنها بدون تلفات جانی بوده است. تعداد جمع کشته‌ها ۱۸۷ نفر بوده که در دو دهه اخیر بی سابقه بوده است (شکل ۲) نمودار آماری شکل ۲ به طور مجموعه ای گزارشی از میزان عملکردی تعداد پروازها و تعداد مسافر جا به جا شده را نشان می‌دهد.

در سال ۱۳۸۹ با وجود نظارت‌های شدید استاندارد پرواز هواپیمایی کشوری جهت کاهش سوانح هوایی بدلیل عدم پشتیبانی تعمیر و نگهداری و تامین قطعات توسط کارخانجات سازنده هواپیما در جهان و تحریم اقتصادی، همچنین از دست دادن تایم موتورها و بدنه هواپیماها باز هم دچار سوانحی شدیم که ۷۸ نفر تلفات جانی در پی داشت. روند پروازها تا سال ۹۳ متعادل و شیب نمودار بدون تغییرات مسیر خود را طی می‌کرده

این‌ها مدل جامعی برای به‌کارگیری در بستر سازمان‌های هوانوردی ارائه نشده است؛ در اکثر این پژوهش‌ها عوامل زمینه‌ساز کمتر مورد شناسایی قرار گرفته است. این تحقیق با این سؤال اساسی روبرو است که اجزای اصلی تشکیل‌دهنده الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در صنعت هوانوردی ایران کدام‌اند؟ بنابراین، هدف اصلی این تحقیق ارائه الگوی رفتاری به‌منظور کاهش خطای انسانی در صنعت هوانوردی کشور است.

در ادامه به بررسی اطلاعات گردآوری شده مربوط به سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳ تحت نظارت سازمان هواپیمایی کشوری ایران پرداخته خواهد شد نتایج تحقیقات درصد زیادی از سوانح را به اشتباهات و خطاهای انسانی اختصاص داده است که در جزئیات به ساختار سازمانی شرکت‌ها، در برنامه ریزی، و نادیده گرفتن مسائل و اشتباهات جزئی که منجر به اتفاقات بزرگتر شده است. کنترل بعضی شرایط از عهده انسان خارج است، مثلاً شرایط محیطی از نظر آب و هوا، دما، ولی نحوه برخورد با این شرایط می‌تواند متفاوت باشد که خسارت کمتری را بدنبال داشته باشد در جدول ۶ و شکل ۱ نمودار آمار هفته‌ساله تعداد پروازهای انجام شده شرکت‌های هواپیمایی ایرانی در پروازهای داخلی را نشان می‌دهد. چارت‌ها و جداول تحقیقات نشان می‌دهد که از سال ۷۷ تا سال ۸۰ روندی یکسان و متعادل در عملیات پروازهای داخلی کشور اعمال شده است. بعد از وقفه ای با نزول همراه بوده که از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ شیب نمودار روندی صعودی و با افزایش تعداد پروازها و تعداد ۳ میلیون نفر اختلاف مسافر جا به جا شده نسبت به سال‌های قبل همراه بوده است. این آمار با وجود ۲ حادثه هوایی و کشته شدن تنها ۳ نفر ثبت شده است که بعد از سال ۸۵ احتیاط و استانداردهای نظارتی بیشتری اعمال شده و تا سال ۸۷ روند پروازها یکسان و بدون تغییرات و بدون هرگونه سانحه ی پروازی ادامه داشته است. از ۸۷ تا ۸۹ با



شکل ۲: نمودار آماری میزان عملکردی تعداد پروازها و تعداد مسافر جابجا شده

برنز و بوناستو<sup>۴</sup> (۲۰۲۰)، پژوهشی با استفاده از روش‌های ارزیابی خطر احتمالی و نرخ‌داده‌های تصادف تاریخی، تجزیه و تحلیلی از میزان قابلیت اطمینان انسانی به حمل و نقل هوایی عمومی را انجام دادند. این تجزیه و تحلیل، سه نوع اقدامات خلبانان اعم از اقدامات دانش‌محور، اقدامات مبتنی بر قانون و اقدامات مهارت محور را به‌عنوان پارامترهای ناشناخته‌ای از احتمال بروز خطای انسانی بررسی می‌کند. فاکتورهای مختلف شکل‌دهی عملکرد، به‌عنوان ضرایب مشخصی برای این احتمالات در تعیین معادلات توالی تصادف مربوط به خلبان اعمال می‌شوند. این معادلات مطابق با فرکانس‌های تصادفات گزارش شده در پایگاه داده‌ی ایمنی هوانوردی عمومی که شامل تقریباً یک هزار تصادف در بیش از بیست میلیون پرواز در سال است، می‌باشد. این معادلات سپس برای مقادیر سه متغیر حل می‌شوند، در نتیجه پایه‌ای تجربی برای انواع اقدامات فرض شده و عوامل شکل‌دهنده‌ی عملکرد مرتبط با آن‌ها ایجاد می‌شود. مدل حاصل شده که با داده‌های پیش‌فرض، مورد آزمایش قرار گرفت، همچنین برای تعیین کمیت تأثیرات ارگونومیک و مزایای ایمنی یک سامانه‌ی اولیه که به خلبانان هوانوردی عمومی، کمک‌های شناختی ارائه می‌کند.

تا اینکه در اواسط سال ۱۳۹۳ با دو حادثه مواجه و منجر به کشته شدن تعداد ۴۰ نفر گردید. در زمینه خطای انسانی سوانح هوانوردی پژوهش‌های زیر انجام شده است.

کیانی فلاورجانی (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی نقش خطاهای انسانی در سوانح هوانوردی» بیان می‌کند که، علل فیزیولوژیکی، حواس پرتی، خستگی، فشار زمان فشار کار پریشانی، آگاهی از موقعیت، اختلال در ارتباطات، آموزش و صلاحیت، رفع مشکلات و تعامل انسان-ماشین به‌عنوان عامل محرک عمده برای خطاهای انسانی می‌باشد. شایان ذکر است که عوامل دیگری نیز فراتر از مخاطرات نام برده شده وجود دارند که می‌توانند به رخداد یک سانحه هوایی کمک کنند. این علل سوانح هوایی شامل مخاطرات ایجاد شده به وسیله پرندگان، دیگر هواپیماهای در حال پرواز، خطاهای کنترل ترافیک هوایی، معایب ساختاری، نیاز به تعمیرات، سوانح هوایی و عملیات جستجو و نجات نیز هستند. 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. عملکرد افراد در بروز اکثر حوادث هواپیمایی نقش عمده‌ای دارد.

حساس در صنعت هوایی کشور که جمعا ۴۵۲۱ نفر می‌باشند با استفاده از فرمول کوکران حجم نمونه ۳۵۵ نفر برآورد شد. روش نمونه‌گیری نصادفی ساده می‌باشد. محاسبات مدل‌سازی ساختاری-تفسیری با نرم‌افزار MicMac انجام گرفته است.

#### یافته‌ها

در این بخش به بررسی تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شده است:

#### آمار توصیفی

بخش کیفی این مطالعه بر اساس دیدگاه ۱۱ نفر از خبرگان حوزه مورد مطالعه انجام شده است. از منظر جنسیت ۷ نفر مرد و ۴ نفر زن هستند. از نظر تحصیلات نیز ۳ نفر کارشناسی ارشد و ۸ نفر دکتری دارند. از نظر سنی ۲ نفر کمتر از ۳۵ سال، ۵ نفر بین ۳۵ تا ۴۵ سال و ۴ نفر بیش از ۴۵ سال سن دارند. از نظر سابقه کاری ۷ نفر بین ۱۰ تا ۲۰ سال و ۴ نفر بیش از ۲۰ سال سابقه کار دارند.

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیت شناختی خبرگان

ویژگی‌های جمعیت شناختی	فراوانی	درصد
جنسیت		
مرد	۷	٪۶۳
زن	۴	٪۳۷
سن		
کمتر از ۳۵ سال	۲	٪۱۸
۳۵ تا ۴۵ سال	۵	٪۴۵
۴۵ سال و بیشتر	۴	٪۳۷
تحصیلات		
کارشناسی ارشد	۳	٪۲۷
دکتری	۸	٪۷۳
سابقه		
۱۰ تا ۲۰ سال	۷	٪۶۳
بالای ۲۰ سال	۴	٪۳۷
کاری		
کل	۱۱	٪۱۰۰

#### بخش کیفی

برای ارائه الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران، مصاحبه‌های تخصصی نیمه ساختاریافته با خبرگان

کلی، اثیمیو<sup>۹</sup> (۲۰۱۹)، در پژوهشی چنین آوردند که سوانح پروازهای کنترل‌شده‌ی برخوردی با زمین، تعداد قابل توجهی از تلفات را در مقایسه با سایر گروه‌های سوانح به حساب می‌آورند. عوامل انسانی در این تصادفات، عوامل مؤثر قابل توجهی محسوب می‌شوند. این مقاله بر روی هدف شناسایی عوامل انسانی درگیر در حوادث هوانوردی که منجر به سوانح پروازهای کنترل‌شده‌ی برخوردی با زمین شده‌اند، معطوف است. روش این مطالعه از چارچوب سیستم آنالیز و طبقه‌بندی عوامل انسانی استفاده کرده است تا عوامل مؤثر در ۵۰ سانحه پروازهای کنترل‌شده‌ی برخوردی با زمین را از ۲۴ کشور در طی یک دوره‌ی ۱۰ ساله، یعنی ۲۰۰۷-۲۰۱۷ بررسی کند. این مطالعه نشان داد که این سوانح در گستره‌ی وسیعی از تجربه‌ی خلبانان رخ می‌دهد و ٪۴۴ از سوانح در طول مسیر پروازی رخ داده است.

#### روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و همچنین در دسته تحقیقات اکتشافی و توصیفی قرار دارد. این پژوهش با روش آمیخته (کمی-کیفی) انجام شده است. جامعه آماری در بخش کیفی این پژوهش شامل مدیران مشاغل حساس در صنعت هوایی کشور می‌باشد. افراد مذکور شامل مدیران باتجربه بالای ۱۵ سال در صنعت هوایی کشور هستند که دارای مدرک تحصیلات تکمیلی و در حوزه رفتار سازمانی دارای دانش و تجربه کافی هستند. در بخش کیفی این مطالعه به صورت هدفمند و با روش گلوله برفی به انتخاب نمونه پرداخته شد. فرایند نمونه‌گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. براین اساس ۱۱ نفر از افراد واجد شرایط در این مطالعه شرکت کرده‌اند. روش اصلی مورد استفاده در بخش کیفی، روش تحلیل محتوا است که از نرم‌افزار MaxQDA 20 استفاده شده است. در بخش کمی جامعه آماری شامل کارکنان مشاغل

## جدول ۲: سؤالات مصاحبه تحلیل کیفی محتوا

ردیف	پرسش
۱	به نظر شما عامل انسانی در بروز سوانح هوایی در ایران به چه میزان دخیل است؟
۲	اگر بخواهیم مدل رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران را طراحی کنیم، مؤلفه‌های اصلی تاثیرگذار بر این مدل کدامند؟
۳	اگر بخواهیم مدل رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل سازمان‌های هوانوردی ایران را طراحی کنیم، مؤلفه‌های فرعی تاثیرگذار بر این مدل کدامند؟
۴	از نظر شما مهم‌ترین مؤلفه یا تاثیرگذارترین مؤلفه از میان مؤلفه‌های معرفی شده کدامست؟

شد. جریان تجزیه و تحلیل با اضافه شدن هر مصاحبه به همین ترتیب تکرار شد. مصاحبه‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. ملاک دستیابی به اشباع نظری رسیدن به تکرار در کدهای استخراجی بوده است. تحلیل محتوا مبتنی بر روش پیشنهادی اترید استرلینگ (۲۰۰۱) شامل مضامین پایه، سازمان دهنده و فراگیر صورت گرفت. متن مصاحبه‌ها که پیش از آن به صورت فایل متن وارد نرم‌افزار شد، بارها مورد مطالعه قرار گرفت و نکات کلیدی آن‌ها به صورت کد وارد نرم‌افزار MaxQDA شد. در مرحله کدگذاری باز ۳۶۵ کد شناسایی گردید. در نهایت از طریق کدگذاری به ۷ مقوله اصلی و ۵۰ مضمون پایه پیدا شد. شاخص‌های الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران مستخرج از مصاحبه‌ها به روش تحلیل محتوا در جدول زیر ارائه شده است.

صورت گرفته است. در این مرحله پیش از شروع مصاحبه پنج پرسش باز در نظر گرفته شده است و در طول فرایند مصاحبه این پیش‌بینی در نظر گرفته شده است که سؤالات جدیدی نیز مطرح شود. برای اینکه پژوهشگر با عمق و گستره محتوایی داده‌ها آشنا شود، اقدام به بازخوانی مکرر داده‌ها و خواندن داده‌ها به صورت فعال (جستجوی معانی و الگوها) گردیده است. سؤالات مصاحبه طراحی الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران در جدول زیر ارائه شده است.

نتایج مصاحبه‌ها با روش تحلیل محتوا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای این منظور متن مصاحبه‌ها چندین بار مطالعه و مرور شد. سپس داده‌ها به واحدهای معنایی در قالب جملات و پاراگراف‌های مرتبط با معنای اصلی شکسته شد. واحدهای معنایی نیز چندین بار مرور و سپس کدهای مناسب هر واحد معنایی نوشته و کدها بر اساس تشابه معنایی طبقه‌بندی

## جدول ۳: شاخص‌های الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران

ابعاد	گویه‌ها
عوامل فردی	تیپ شخصیتی، مهارت‌های تصمیم‌گیری، هوش هیجانی بالا، روابط خانوادگی، اعتماد به نفس (پرهیز از خودشیفتگی)، اخلاق حرفه‌ای، پرهیز از چند پیشگی، مسئولیت‌پذیری، تجربه کاری، انگیزش، آگاهی موقعیتی
عوامل محیط کار	ارگونومی، طراحی تجهیزات، طراحی نمایشگرها، صدا، لرزش محیط، نور، محیط داخلی، دمای هوا، وضعیت جوی، روز یا شب بودن زمان عملیات، توپوگرافی اطراف فرودگاه، مناطق نظامی یا ممنوعه در مسیر پرواز، باز یا بسته بودن مسیرهای پروازی + صحت عملکرد تجهیزات زمینی کمک ناوبری
عوامل گروهی	پذیرش رهبری، مدیریت استرس، شفافیت دستورالعمل‌های کاری و عملیاتی، ارتباطات، تقسیم کار، سازمان‌دهی تیم کاری، شفافیت در بیان نقش‌ها، حذف اختلال‌گرها (مانند تلفن همراه)
عوامل سازمانی	ساختار سازمانی (چشم‌انداز، سیاست‌گذاری‌ها و اولویت‌بندی‌های سازمانی، تشکیلات، روش و فرایندها)، سیستم مدیریت ایمنی سیستم مدیریت ریسک خستگی، مدیریت خطا و تهدید، فرهنگ سازمانی، نظام جبران خدمات، تکنولوژی
نظام منابع	جذب، نگهداشت، مدیریت عملکرد (توانمندسازی، ارتقاء مهارت، کفایت آموزشی، نظارت و ارزیابی)، بازنگشتگی

## انسانی

قطر اصلی برابر یک قرار می‌گیرد. همچنین برای اطمینان باید روابط ثانویه کنترل شود. به این معنا که اگر A منجر به B شود و B منجر به C شود در این صورت باید A منجر به C شود؛ یعنی اگر بر اساس روابط ثانویه باید اثرات مستقیم لحاظ شده باشد، اما در عمل این اتفاق نیفتاده باشد باید جدول تصحیح شود و رابطه ثانویه را نیز نشان داد. فرمول زیر روش تعیین دسترسی را با استفاده از ماتریس مجاورت نشان می‌دهد:

رابطه ۱: تعیین ماتریس دسترسی نهایی

$$A + I \\ = (A + I)^n$$

ماتریس A ماتریس دسترسی اولیه ماتریس همانی و ماتریس دسترسی نهایی است. عملیات به توان رساندن ماتریس طبق قوانین بولین<sup>۹</sup> (رابطه ۲) صورت می‌گیرد.

رابطه ۲: قوانین بولینی

$$1 \times 1 = 1; 1 + 1 = 1$$

(آذر و همکاران، ۱۳۹۸، ص ۲۶۰).

ماتریس دسترسی نهایی در جدول زیر ارائه شده است.

مقوله‌های اصلی در قالب عوامل فردی، عوامل محیط کار، عوامل گروهی، عوامل سازمانی، نظام منابع انسانی دسته‌بندی شده‌اند.

## بخش کمی

کاهش خطای انسانی شامل کاهش خطا در برنامه‌ریزی، کاهش تخطی (عامدانه)، به حداقل رساندن سهل‌انگاری (خطای ناشی از فراموشی)، کاهش لغزش (خطا در اجرا)، رفع مشکلات از قلم‌افتادگی و کاهش نقص در عملکرد می‌باشد برای شناسایی روابط درونی شاخص‌ها و ارائه الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران از روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری<sup>۶</sup> استفاده شده است. الگوی روابط بین شاخص‌های شناسایی شده با استفاده از الگوی مندرج در جدول زیر تعیین شده است.

با شناسایی روابط شاخص‌ها، ماتریس خودتعاملی ساختاری<sup>۷</sup> (SSIM) تشکیل شده است.

ماتریس دریافتی<sup>۸</sup> (RM) از تبدیل ماتریس خودتعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی صفر و یک به دست می‌آید. در ماتریس دریافتی درایه‌های

جدول ۴: علائم مورد استفاده در طراحی الگوی ساختاری-تفسیری

نماد	V	A	X	O
رابطه	متغیر i بر z تأثیر دارد	متغیر z بر i تأثیر دارد	رابطه دوسویه	عدم وجود رابطه

جدول ۵: ماتریس خودتعاملی ساختاری الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی

SSIM	C1	C2	C3	C4	C5	C6
عوامل فردی (C1)		X	X	X	O	V
عوامل محیط کار (C2)			V	X	V	O
عوامل گروهی (C3)				X	O	V
عوامل سازمانی (C4)					V	O
نظام منابع انسانی (C5)						V
کاهش خطای انسانی (C6)						

جدول ۶: ماتریس دستیابی پس از سازگاری

C6	C5	C4	C3	C2	C1	TRM
۱	×۱	۱	۱	۱	۱	عوامل فردی (C1)
×۱	۱	۱	۱	۱	۱	عوامل محیط کار (C2)
۱	×۱	۱	۱	×۱	۱	عوامل گروهی (C3)
×۱	۱	۱	۱	۱	۱	عوامل سازمانی (C4)
۱	۱	۰	۰	۰	۰	نظام منابع انسانی (C5)
۱	۰	۰	۰	۰	۰	کاهش خطای انسانی (C6)

باشد، به عنوان متغیرهای سطح دوم انتخاب می‌شوند. متغیر نظام منابع انسانی (C5) در سطح دو قرار دارد و عوامل فردی (C1)، عوامل محیط کار (C2)، عوامل گروهی (C3) و عوامل سازمانی (C4) در سطح سه قرار دارند. مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها برای هر عنصر در تشکیل ماتریس قدرت نفوذ-وابستگی (تحلیل MICMAC) مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماتریس قدرت نفوذ-وابستگی در جدول زیر ارائه شده است. در الگو (ISM) روابط متقابل و تأثیرگذاری بین معیارها و ارتباط معیارهای سطوح مختلف به خوبی نشان داده شده است که موجب درک بهتر فضای تصمیم‌گیری به وسیله مدیران می‌شود. برای تعیین معیارهای کلیدی قدرت نفوذ و وابستگی معیارها در ماتریس دسترسی نهایی تشکیل می‌شود.

پس از تشکیل ماتریس دستیابی برای تعیین روابط و سطح‌بندی شاخص‌ها باید «مجموعه دستیابی» و «مجموعه پیش‌نیاز» شناسایی شود. برای متغیر  $G_i$  مجموعه دستیابی (خروجی یا اثرگذاری‌ها) شامل متغیرهایی است که از طریق متغیر  $G_i$  می‌توان به آن‌ها رسید. مجموعه‌ی پیش‌نیازها (ورودی یا اثرپذیری‌ها) شامل متغیرهایی است که از طریق آن‌ها می‌توان به متغیر  $G_i$  رسید.

بر اساس نتایج مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، بنابراین متغیر کاهش خطای انسانی (C6) در سطح نخست قرار دارد. پس از شناسایی متغیر (های) سطح اول این متغیر (ها) حذف می‌شوند و مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها بدون در نظر گرفتن متغیرهای سطح اول محاسبه می‌شود. مجموعه مشترک شناسایی و متغیرهایی که اشتراک آن‌ها برابر مجموعه ورودی‌ها

جدول ۷: مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها برای تعیین سطح

اشتراک	ورودی: اثرپذیری	خروجی: اثرگذاری	
C1,C2,C3,C4	C1,C2,C3,C4	C1,C2,C3,C4,C5,C6	عوامل فردی (C1)
C1,C2,C4	C1,C2,C4	C1,C2,C3,C4,C5,C6	عوامل محیط کار (C2)
C1,C2,C3,C4	C1,C2,C3,C4	C1,C2,C3,C4,C5,C6	عوامل گروهی (C3)
C1,C2,C3,C4	C1,C2,C3,C4	C1,C2,C3,C4,C5,C6	عوامل سازمانی (C4)
C5	C2,C4,C5	C5,C6	نظام منابع انسانی (C5)
C6	C1,C3,C5,C6	C6	کاهش خطای انسانی (C6)

جدول ۸: قدرت نفوذ و میزان وابستگی شاخص‌های الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی

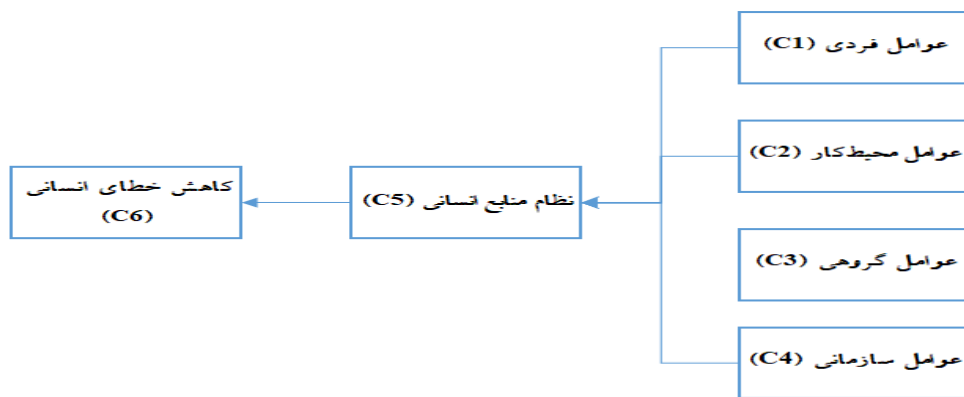
سطح	قدرت نفوذ	میزان وابستگی	متغیرهای پژوهش
۳	۶	۴	عوامل فردی (C1)
۳	۶	۴	عوامل محیط کار (C2)
۳	۶	۴	عوامل گروهی (C3)



۳	۶	۴	عوامل سازمانی (C4)
۲	۲	۵	نظام منابع انسانی (C5)
۱	۱	۶	کاهش خطای انسانی (C6)

بر اساس نمودار قدرت نفوذ-وابستگی متغیرهای عوامل فردی، عوامل محیط کار، عوامل گروهی و عوامل سازمانی قدرت نفوذ بالایی داشته و تأثیرپذیری کمی دارند و در ناحیه متغیرهای مستقل قرار گرفته‌اند. متغیر نظام منابع انسانی یک متغیر پیوندی است و در نهایت متغیر کاهش خطای انسانی نیز از وابستگی بالا اما نفوذ اندکی برخوردار است، بنابراین متغیر وابسته محسوب می‌شود. هیچ متغیری نیز در ربع اول یعنی ناحیه خودمختار قرار نگرفته است.

پس از تعیین روابط و سطح شاخص‌های مذکور، می‌توان آن‌ها را به شکل الگویی طراحی نمود. به همین منظور ابتدا شاخص‌ها را برحسب سطح آن‌ها به ترتیب از بالا به پایین تنظیم می‌گردد. در پژوهش حاضر شاخص‌های کیفی در شش سطح قرار گرفته‌اند. الگوی نهایی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران در نمودار شماره ۱ نمایش داده شده است.



نمودار ۱: الگوی رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران



نمودار ۲: الگوی توسعه یافته رفتاری کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران

## بحث و نتیجه‌گیری

علیرغم تمام پیشرفت‌های تکنولوژیک، همچنان انسان و عامل انسانی بیشترین سهم را در بروز سوانح هوایی دارد، با استقرار مدل رفتاری کاهش خطای انسانی، بخش مهمی از عوامل بروز خطا تحت کنترل قرار خواهد گرفت. در بررسی نتایج حاصله و مقایسه آن با نتایج دیگر تحقیقات انجامی در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره داشت: در نتایج مطالعات ویگمن و همکاران (۲۰۰۵) و هاسیوبان و همکاران (۲۰۲۰) نیز به مؤلفه‌های جذب و نگهداشت منابع انسانی اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر همسو است. همچنین در نتایج مطالعات بوگدان و همکاران (۲۰۱۹) و کرمی و همکاران (۱۳۹۹) نیز به مؤلفه توانمندسازی اشاره شده و با نتایج پژوهش حاضر سازگار است. علاوه بر موارد مذکور در نتایج مطالعات مالکا و همکاران (۲۰۱۸) و جعفری و همکاران (۱۳۹۹) نیز به مؤلفه‌هایی نظیر مهارت و بازنشستگی اشاره شده و با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. در نهایت مشخص گردید نظام منابع انسانی باعث کاهش خطای انسانی در مشاغل حساس سازمان‌های هوانوردی ایران می‌شود. این مهم با نتایج مطالعه برقی و همکاران (۱۳۹۹) نیز هماهنگ است در خصوص کاهش خطای انسانی در سازمان‌های هوانوردی ایران پیشنهاد می‌شود با به حداقل رساندن سهل‌انگاری (خطای ناشی از فراموشی) از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی مدون، استاندارد، مهارت محور و تکراری، سبب جلوگیری از بروز خطای ناشی از فراموشی شوند. تدوین رویه‌های استاندارد کاری و تأکید بر پایبندی کلیه کارکنان بر انجام این رویه‌ها در تمام شرایط نیز موجب کاهش خطای ناشی از سهل‌انگاری خواهد شد. همچنین شناسایی نقص عملکردی تجهیزات پیش از رخداد خطا نیز کمک شایانی در کاهش خطاهای انسانی در سازمان‌های هوانوردی ایران می‌کند. به‌طورکلی کاهش خطا در برنامه‌ریزی و کاهش

تخطی (عامدانه) منجر به کاهش لغزش (خطا در اجرا) شده و با رفع مشکلات از قلم‌افتادگی می‌توان بروز خطا را به حداقل ممکن رسانید.

## منابع و ماخذ

- الوانی، مهدی؛ بودلایی، حسن. (۱۳۹۱). پدیدارشناسی در مطالعات کارآفرینی، فصلنامه علوم مدیریت ایران، دوره ۵، شماره ۱۹، ص ۳۳ تا ۶۱.
- آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه؛ جلالی، رضا. (۱۳۹۸)، تحقیق در عملیات نرم، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
- برقی، هستی؛ منظمی، غزاله؛ مددی، شهریار. (۱۳۹۹). شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی اپراتورهای جرقه‌بیل برقی. بهداشت و ایمنی کار. ۱۰ (۱)، ۱۲-۲۳.
- جعفری، بهنوش؛ نظامی، زینب؛ جزایری، امین. (۱۳۹۹). شناسایی و ارزیابی خطای انسانی در صنایع فولاد خوزستان. بهداشت کار و ارتقاء سلامت. ۴ (۱)، ۵۸-۶۹.
- جعفری ندوشن، مهدی؛ فاطمه طهماسبی آبدر. ۱۳۹۹. شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر بروز خطاهای انسانی و راهکارهای کاهش آن در صنایع نفت و گاز: مرور سیستماتیک. سومین همایش بین‌المللی توسعه فناوری در نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی.
- جلالی، رستم. (۱۳۹۱). نمونه‌گیری در پژوهش‌های کیفی، مجله تحقیقات کیفی در علوم سلامت، دوره ۱، شماره ۴، ص ۳۱۰ تا ۳۲۰.
- دانایی‌فرد، حسن؛ الوانی، مهدی؛ آذر، عادل. (۱۳۹۳). روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع، انتشارات صفار.
- رنجبر، هادی؛ حق‌دوست، اکبر؛ صلصالی، مهوش؛ خوش‌دل، علی. (۱۳۹۱). نمونه‌گیری در پژوهش‌های کیفی: راهنمایی برای شروع. پژوهش علوم سلامت و نظامی، دوره ۲، شماره ۳، ص ۲۳۸ تا ۲۵۰.

- Holsti, O. R. (1969). Content analysis for the social sciences and humanities, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Kim, S., Lee, J., & Kang, C. (2021). Analysis of industrial accidents causing through jamming or crushing accidental deaths in the manufacturing industry in South Korea: Focus on non-routine work on machinery. *Safety Science*, 13(3), 104-128.
- Malka, R. A., Leibovitz-Zur, S., & Naveh, E. (2018). Employee safety single vs. dual priorities: When is the rate of work-related driving accidents lower?. *Accident Analysis & Prevention*, 121, 101-108.
- Metzler, Y. A., Taibi, Y., Bellingrath, S., & Müller, A. (2021). A systematic overview on the risk effects of psychosocial work characteristics on musculoskeletal disorders, absenteeism, and workplace accidents. *Applied ergonomics*, 95, 103-134.
- Monsalvo-Buelvas, J., Tortorella, G., Cómbita-Niño, J., Vidal-Pacheco, L., & Herrera-Fontalvo, Z. (2020). Design of a methodology to incorporate Lean Manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies. *Procedia Computer Science*, 177, 276-283.
- Mullen, J. (2004). Investigating factors that influence individual safety behavior at work. *Journal of safety research*, 35(3), 275-285.
- Porathe, T., Hoem, Å., Rødseth, Ø., Fjørtoft, K., & Johnsen, S. O. (2018). At least as safe as manned shipping? Autonomous shipping, safety and "human error". In *Safety and Reliability-Safe Societies in a Changing World*. CRC Press, 5 (2), 417-425.
- Rantanen, E., & Hujibrechts, E. J. (2021). Organizational Safety in Airline Operations. In 80th International Symposium on Aviation Psychology, 7 (2), 190-211.
- Wiegmann D, Faaborg T, Boquet A, Detwiler C, Holcomb K, Shappell S. 2005. Human error and general aviation accidents: A comprehensive, fine-grained analysis using HFACS. DTIC Document.
- سالاری، سمانه؛ فرخی، مریم؛ خلیلی، آرش. (۱۳۹۸). شناسایی خطاهای انسانی در استفاده از دستگاه و تیلاتور با روش تجزیه و تحلیل پیش‌بینانه خطا. *بهداشت و ایمنی کار*، ۹ (۳)، ۲۱۲-۲۲۰.
- صرافی زاده، علی؛ مدنی، حمید. (۱۳۹۰). سوانح هوایی و تأثیر آن بر توسعه صنعت گردشگری ایران در عرصه جهانی. *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی*، ۴ (۴)، ۱۷۷-۱۴۹.
- کریمی، اسماعیل؛ گودرزی، زهرا؛ کریمی، علی. (۱۳۹۹). شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی در مشاغل حساس. *فصلنامه بهداشت در عرصه*، ۸ (۱)، ۵۸-۶۹.
- نادری فر، مهین؛ گلی، حمیده؛ قلجایی، فرشته. (۱۳۹۶). گلوله برفی روشی هدفمند در نمونه‌گیری تحقیقات کیفی، نشریه گام‌های توسعه در آموزش پزشکی، دوره ۱۴، شماره ۴، ص ۱۰۱ تا ۱۲۱.
- Bernardes, J. M., Gómez-Salgado, J., Ruiz-Frutos, C., & Dias, A. (2019). Self-reports of musculoskeletal symptoms as predictors of work-related accidents: A hospital-based case-control study. *Safety science*, 115, 103-109.
- Bogdane, R., Gorbacovs, O., Sestakovs, V., & Arandas, I. (2019). Development of a model for assessing the level of flight safety in an airline using concept of risk. *Procedia Computer Science*, 149, 365-374.
- Bove, T. (2002). Development and validation of a human error management taxonomy in air traffic control (Doctoral dissertation, Risø National Laboratory & University of Roskilde).
- Darwis, A. M., Nai'em, M. F., & Maksun, S. S. (2021). Trend analysis and projection of work accidents cases based on work shifts, workers age, and accident types. *Gaceta Sanitaria*, 35, S94-S97.
- Hajiakbari, M., Mohammadfam, I., Amid, M., & Mirzaei Aliabadi, M. (2015). Human error assessment in minefield cleaning operation using human event analysis. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*, 2(3), 38-44.
- Hasibuan, C. F., Daeng, P. Y., & Hasibuan, R. R. (2020, May). Human Reliability Assessment Analysis with Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) Method on Sterilizer Station at XYZ Company. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 851 (1), 1-12.

#### یادداشت‌ها

<sup>1</sup> Human factor

<sup>2</sup> ICAO= International Civil Aviation Organization

<sup>3</sup> Federal Aviation Administration

<sup>4</sup> Burns & Bonaceto

<sup>5</sup> Kelly & Efthymiou

<sup>6</sup> Interpretive Structural Modelling

<sup>7</sup> Structural Self-Interaction Matrix, SSIM

<sup>8</sup> Reachability matrix, RM

<sup>9</sup> Boolean rule



## Designing a Behavioral Model for Reducing Human Error in Sensitive Jobs in the Iranian Aviation Industry

Ebrahim Moradi<sup>1</sup>- Mohammad Attaei<sup>2</sup> - Mahdi Kheirandish<sup>3</sup>

### Abstract

**Background:** Since human factors are at the top of the causes of air accidents, the need to pay attention to human factors in the aviation industry is very important.

**Objective:** To design a behavioral model for reducing human error in sensitive jobs in the Iranian aviation industry.

**Method:** The present study is of applied type and also in the category of exploratory and descriptive research. This research has been done by mixed method (quantitative-qualitative). The statistical population in the qualitative sector includes managers of sensitive jobs in the country's aviation industry. These people include managers with more than 15 years of experience in the country's aviation industry who have a graduate degree and have sufficient knowledge and experience in the field of organizational behavior. The sampling process continued until theoretical saturation was reached. Accordingly, 11 eligible individuals participated in this study. The main method used in the qualitative part is the content analysis method, which uses MaxQDA 20 software. In a small part of the statistical population, including employees of sensitive jobs in the country's aviation industry, which is a total of 4521 people, the sample size of 355 people was estimated using the Cochran's formula. The sampling method is simple. Structural-interpretive modeling calculations were performed with MicMac software.

**Findings:** Based on the Delphi technique, 5 factors including individual, group, organizational and environmental factors and human resources system were identified that have been effective in human error in sensitive jobs. According to the influence-dependence power diagram, the variables of individual factors, work environment factors, group factors and organizational factors have high penetration power (equal to 6) and low influence (equal to 3) and are located in the area of independent variables. The human resource system variable is a link variable (penetration power equal to 2 and effectiveness equal to 2), and finally the human error reduction variable has a high dependence (equal to 6) but low influence (equal to 1), so it is considered a dependent variable. No variable is located in the first quarter, ie the autonomous region.

**Conclusion:** If the number of plane crashes is to be reduced; Human factors in aviation should be better understood and related science and knowledge should be used and re-examined. Increasing information on human factors will ultimately lead to safer flight.

**Keywords:** Behavioral pattern, Human error, Sensitive aviation occupations

<sup>1</sup> PhD student in Public Administration- Organizational Behaviour- Department of Public Administration- Qazvin Branch- Islamic Azad University- Qazvin- Iran. Moradi.eby@gmail.com

<sup>2</sup> Phd in Public Administration-Azad Islamic University- Assistant Professor and Faculty Member- Department of Public Administration- Qazvin Branch- Islamic Azad University- Qazvin- Iran. (Corresponding Author) mohamatai@gmail.com

<sup>3</sup> Phd in Public Administration-Allameh Tabatabaei University- Associate Professor and Faculty Member of Shahid Sattari University- Department of Public Administration- Qazvin Branch- Islamic Azad University- Qazvin- Iran. dr.me.kh@gmail.com