

مطالعه مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی و ارائه مدلی نو با استفاده از روش‌های جدید ارائه شده جهت بررسی سوانح

نایبی علیرضا، رمضانی‌زاده مهدی*^۱ و

- ۱- مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران
 - ۲- دانشکده مهندسی هوافضا، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران
- (دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۱)

چکیده

کشف علت بروز سانحه هوایی، بخش عمده‌ای از صنعت هوانوردی است که در طول تاریخ صنعت هوانوردی به عنوان موتور محرک تحقیق و توسعه عمل کرده و مرجعی برای برطرف نمودن ایرادات طراحی و ساخت می‌باشد. در این تحقیق، با توجه به لزوم ارتقاء و به‌روزرسانی مدل بررسی سوانح هوایی نظامی، در ابتدا مدل فعلی مورد مطالعه قرار گرفته و نقاط ضعف آن مشخص شده است. سپس، ۱۲ روش کارآمد ارائه شده جهت بررسی سوانح معرفی شده است. در ادامه، با توجه به این که جهت بررسی سوانح هوایی نظامی مدل یکسانی وجود ندارد و تابع قوانین، مقررات و پیمان‌های نظامی مشترک است، با در نظر گرفتن ویژگی‌های روش‌های کارآمد معرفی شده، مدل نوینی جهت این کار ارائه شده است. در این مدل نوین، ضمن برطرف نمودن نواقص و اشکالات مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی که شامل کشف عامل بروز سانحه است، بر روی بررسی و کشف چپستی و چرایی بروز سانحه تمرکز شده و از این طریق و با ریشه‌یابی واقعی علت بروز سانحه، می‌توان از بروز سوانح مشابه در آینده، پیشگیری به عمل آورد.

واژه‌های کلیدی: بررسی سوانح هوایی نظامی، روش‌های بررسی سانحه، مدل فعلی بررسی سوانح هوایی، مدل نوین بررسی سوانح هوایی

Investigation of Current Military Aircraft Accidents Investigation Model and Presenting a New Model, Considering the Newly Suggested Accidents Investigation Methods

Abstract

Discovering the cause of the aircraft accident is the major part of the aviation industry which has been act as the driving force of the research and development and is a reference to design & manufacturing deficiencies. In this research, considering the necessity of upgrading and updating the military aircraft accidents investigation model, the current model has been studied and its shortcomings are addressed. Afterwards, 12 efficient methods which were presented to investigate the accidents are introduced. It should be noted that there is no universal model to investigate the military aircraft accidents and it is based on the countries laws, regulations and joint military pacts. Therefore, considering the characteristics of the introduced efficient methods, a new model has been presented. In this new model, while eliminating defects and bugs of the current military aircraft accidents investigation model which only includes the accident cause discovery, investigations are focused on exploring and discovering how and why an accident occurs. Therefore, by finding the real root cause of the accident, similar accidents would be prevented in the future.

Keywords: *Military Aircraft Accidents Investigation- Accident Investigation Methods- The Current Model of Aircraft Accidents Investigation- New Aircraft Accidents Investigation Model*

مقدمه

سوانح هوایی در هر سال مبالغ بسیار هنگفتی را به صورت مستقیم و غیرمستقیم به شرکت‌های هواپیمایی و خطوط مسافربری تحمیل می‌کند. البته سوانح هواپیماهای نظامی، علاوه بر خسارت‌های بسیار سنگین مالی، دارای تبعات سیاسی و امنیتی نیز می‌باشد. اگر آمار سوانح هوایی نظامی جهان در سه دهه اخیر میلادی مورد توجه قرار گیرد، مشاهده می‌شود که تعداد این گونه سوانح قابل توجه می‌باشد. به عبارت دیگر، از سال ۱۳۶۹ تا پایان سال ۱۳۷۸ تعداد ۱۴۷ مورد، از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۸ تعداد ۲۵۱ مورد و از سال ۱۳۸۹ تا پایان مرداد ماه سال ۱۳۹۴ تعداد ۲۵۲ مورد سانحه‌هوایی نظامی در جهان ثبت شده است [۱]. لازم به ذکر است که آمار مذکور، مربوط به آمار سوانح هوایی عمده انواع هواپیما و بالگرد نظامی در انواع مختلف شکاری، بمب‌افکن، رهگیر، باری و آموزشی بوده که به نوعی رسانه‌ای و آشکار شده است.

کشف علت بروز یک سانحه هوایی، بخش عمده‌ای از صنعت هوانوردی است که در طول تاریخ صنعت هوانوردی به عنوان موتور محرک تحقیق و توسعه عمل کرده و مرجعی برای برطرف نمودن ایرادات طراحی و ساخت می‌باشد. بررسی سانحه یا رویداد هوایی، فرآیندی است که پس از اطلاع از بروز سانحه شروع شده و تا آخرین مرحله که نتیجه‌گیری و مشخص نمودن علت بروز سانحه و ارائه پیشنهادها لازم به منظور جلوگیری از بروز سانحه مشابه است، ادامه می‌یابد. این فرآیند، بسته به نوع سانحه، کشور و محل وقوع سانحه، نظامی یا غیر نظامی بودن وسیله‌ی پرنده سانحه دیده و ... متفاوت است. اما آن چه که تقریباً در تمامی سوانح هوایی مشترک است، فرآیند کلی بررسی سانحه هوایی است که با تشکیل یا فراخوانی تیم بررسی سانحه هوایی شروع شده و با اعزام تیم به محل بروز سانحه، بررسی میدانی محل سانحه، جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصله و نتیجه‌گیری، این فرآیند ادامه می‌یابد. در نهایت، با ارائه پیشنهادها لازم به منظور پیش‌گیری از بروز سوانح هوایی مشابه و توصیه‌های ایمنی خاتمه می‌یابد. بررسی سانحه هوایی، فارغ از روش‌ها و فرآیندهای متفاوتی که برای آن به کار گرفته می‌شود، از

بابت ترکیب تیم، مدت زمان بررسی، مرجع بررسی‌کننده، امکانات، نظامی و غیرنظامی بودن سانحه در مجموع در سه مرحله اساسی انجام می‌پذیرد. مرحله اول عبارت است از جمع‌آوری اطلاعات، شواهد، قرائن و حقایق. قسمت دوم شامل تحلیل شواهد و اطلاعات و نتیجه‌گیری کلی است و در نهایت، قسمت سوم دربرگیرنده قضاوت نهایی در مورد علت یا علل بروز سانحه و ارائه گزارش نهایی است که با ارائه یافته‌ها و پیشنهادات ایمنی و با رویکرد پیش‌گیری از بروز سوانح مشابه می‌باشد. در این تحقیق، به مطالعه روش بررسی سوانح هوایی نظامی و ارائه مدل نوین بررسی سانحه مبتنی بر آخرین دستاوردهای موجود، پرداخته شده است.

طی دهه‌های گذشته، مدل‌های متعددی برای بررسی سوانح ارائه و در کتب و مقالات مختلف علمی این روش‌ها معرفی شده‌اند. در همین راستا، عمده پژوهشگرانی که در زمینه روش‌های بررسی و تجزیه و تحلیل سانحه طی سالیان اخیر فعالیت داشته‌اند عبارتند از: جانسون [۲]، هندریک و پِنر [۳]، ریزن [۴]، گرونوگ [۵]، کِجِلِن [۶]، کِلِتَز [۷]، لُونسون [۸]، اسکِلِت [۹ و ۱۰]، کاتساکیوری و همکاران [۱۱]، راتنایاکا و همکاران [۱۲] و ... که به بررسی سانحه و روش‌های تجزیه و تحلیل آن و نتیجه‌گیری کلی پرداخته‌اند. هر کدام از روش‌های بررسی و تجزیه و تحلیل سانحه، حوزه‌های کاربردی مختلفی دارند. به عنوان نمونه، می‌توان به تجزیه و تحلیل عوامل انسانی و خطای عامل انسانی، تجزیه و تحلیل سامانه‌ها و ... اشاره کرد که هر کدام از آن‌ها، توانایی بررسی و تحلیل عوامل خاصی را بر عهده دارند. شایان ذکر است که هر کدام از روش‌های تجزیه و تحلیل سانحه، بر قسمتی از بررسی سانحه تمرکز دارد، بدین صورت که برخی از روش‌ها به دنبال یافتن پاسخی برای این سؤال هستند که چه اتفاقی افتاده است؟ و برخی از روش‌ها که قادر به بررسی عمیق و ریشه‌ای علت بروز سانحه می‌باشند، پاسخ سوال چرا سانحه اتفاق افتاد را مشخص می‌کنند.

در حوزه بررسی سوانح، اتفاق نظر عمومی پیرامون تعاریف و مفاهیم وجود ندارد و تا حدودی، نظریات و ایده‌های متعدد و نسبتاً متفاوتی ارائه شده است [۹]. بیشترین اختلاف نظرات نیز مربوط به مفهوم کلمه "سبب" بوده است. برخی از محققین و سازمان‌های بررسی‌کننده

در این تحقیق، چند هدف دنبال می‌شود. اولین هدف مطالعه مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی در ایران است. در همین راستا با توجه به این که در مدل نوین بررسی سوانح هوایی از آخرین روش‌های تحلیلی بررسی سانحه بهره گرفته شده، از این رو چند مدل تحلیل سوانح ارائه و به صورت خلاصه تشریح گردیده است. در ادامه مدل نوین بررسی سوانح هوایی نظامی (غیر نظامی) ارائه و به صورت مختصر توضیح داده شده است. مقایسه و بحث در مورد روش فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی و مدل نوین ارائه شده، قسمت بعدی این تحقیق است. در انتها، نتایج حاصل ارائه و جمع‌بندی شده است.

مطالعه مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی

با توجه به اهمیت و حساسیت سوانح هوایی غیرنظامی، پس از پیمان شیکاگو و تشکیل شدن سازمان ایکائو، مبحث بررسی سوانح و رویداد وسایل پرنده و هواپیماهای غیرنظامی به عنوان سیزدهمین ضمیمه پیمان شیکاگو [۱۷] تحت عنوان آنکس ۱۳ مورد توافق کشورهای عضو این پیمان قرار گرفت و تصویب شد. هدف کلی از مطرح نمودن بحث بررسی سوانح و رویدادهای هوایی در ایکائو به عنوان آنکس ۱۳، یکسان‌سازی و استاندارد نمودن فعالیت‌ها و نحوه بررسی سوانح و رویدادهای هوایی غیر نظامی بوده و در این مقررات، نقش و وظایف هر بخش و قسمتی از جمله شرکت هواپیمایی کشوری که سانحه در محدوده آن رخ داده، کشور یا شرکت مالک هواپیما و... به صورت مشخص و واضح تعیین شده است. ماهیت کلی آنکس ۱۳ مبتنی بر توصیه‌های ایمنی به کشورهای عضو ایکائو است و در برخی از موارد نیز تکالیفی برای کشورهای عضو تعیین شده است.

ایران از سال ۱۳۲۷ به صورت رسمی از اولین اعضاء ایکائو می‌باشد و در زمینه بررسی سوانح و رویدادهای وسایل پرنده از قوانین و مقررات ایکائو تبعیت می‌نماید. در زمینه بررسی سوانح و رویدادهای هوایی، سازمان هواپیمایی کشوری ایران مرجع رسمی و عهده‌دار بررسی سوانح و حوادث هوایی غیرنظامی در قلمرو جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. در همین زمینه و با توجه به آنکس ۱۳، آیین‌نامه بررسی سوانح و حوادث هوایی [۱۸] مبنای عملکرد و

سانحه، روی عوامل سبب‌ساز بروز سانحه [۱۳]، برخی روی تعیین عوامل بروز سانحه، تعدادی سهم عوامل، برخی روی عوامل و زمینه‌های آشکار و پنهان بروز سانحه و تعدادی نیز روی مشکلات ایمنی تمرکز داشته‌اند. از این‌رو، تعیین شاخص و ویژگی‌های مشترکی که بتوان با آنها روش‌های مختلف بررسی سانحه را مقایسه و ارزیابی کرد، کار نسبتاً دشواری است. به همین منظور و برای همگرایی در زمینه بررسی سانحه و حصول یک برداشت مشترک، کِلِتَز [۷] پیشنهاد داده که به جای پرداختن به مفهوم و محتوای کلمه سبب و علل بروز سانحه، به این موضوع پرداخته شود که چه کارها و اقداماتی می‌تواند یا می‌توانسته از بروز سانحه جلوگیری کند. راسموسن [۱۴] به عنوان اولین پژوهشگر در این حوزه سوانح، اعتقاد دارد که تمامی عوامل، فعالان و تصمیم‌گیرندگان یک سازمان، بطور مستقیم یا غیرمستقیم، بر فرآیند کار کارکنان اثر می‌گذارند. لذا، در بروز سانحه نیز به همان طریق تأثیرگذارند. این تأثیرگذاری، در بررسی سانحه نیز رخ می‌دهد. حوزه و سطح بررسی سانحه، به ۶ رده تقسیم‌بندی می‌شود. اولین رده، محیط کاری و سامانه‌های مرتبط با فن‌آوری است. رده‌های دوم تا چهارم به ترتیب شامل کارمندان، مدیران و شرکت یا سازمان می‌باشد. پنجمین رده اتحادیه، انجمن یا سازمان کلی و کلان است و ششمین رده، دولت و حکومت می‌باشد.

اهمیت مباحث ایمنی و استقرار نظام ایمنی با رویکرد پیشگیری از بروز سوانح و رویدادهای پروازی مشابه تا آنجا بوده که ایکائو با انتشار سند شماره ۹۸۵۹ با عنوان راهنمای مدیریت ایمنی [۱۵] و طرح مسائلی از جمله دسته‌بندی انواع خطرات شامل خطرات طبیعی^۱، خطرات فنی^۲، خطرات اقتصادی^۳، چگونگی شناسایی خطرات^۴ و همچنین تبیین ریسک‌های ایمنی^۵ سعی در شناسایی و دسته‌بندی انواع مخاطرات ایمنی به منظور استقرار و اجرای صحیح سیستم مدیریت ایمنی^۶ داشته است. اهمیت بحث ایمنی در هوانوردی تا آنجا بوده که ایکائو تصمیم گرفت که استقرار سیستم مدیریت ایمنی در کشورهای عضو را الزامی نموده و در همین راستا در سال ۱۳۹۲ نوزدهمین ضمیمه ایکائو [۱۶] را به مبحث مدیریت ایمنی^۷ اختصاص داد.

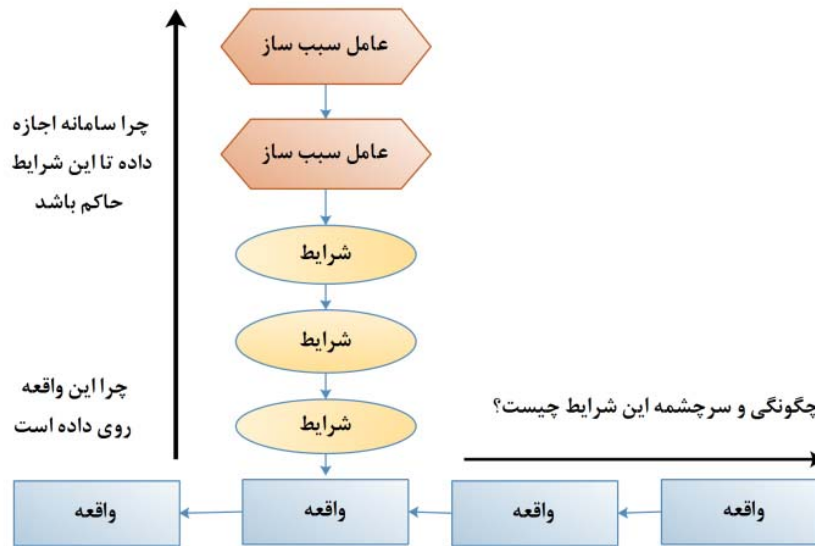
در خصوص بررسی سوانح و رویدادهای هواپیماهای نظامی در ایران، ستاد کل نیروهای مسلح به عنوان عالی‌ترین رده ستادی در نیروهای مسلح، از لحاظ قانونی وظیفه بررسی سوانح و رویدادهای عمده نظامی را در ج.ا.ا بر عهده دارد. در همین راستا و با توجه به ماهیت تخصصی و تجربی بررسی سوانح هواپیماها و وسایل پرنده نظامی، ستاد کل نیروهای مسلح ج.ا.ا وظیفه بررسی سوانح هوایی را به نیروهای نظامی مربوطه تفویض نموده است. از این رو، بررسی سوانح هوایی در زمان وقوع سانحه توسط نیروی مربوطه و با تشکیل و فراخوانی تیم بررسی سانحه صورت می‌پذیرد.

تیم بررسی سوانح هوایی نظامی ایران در حال حاضر از دو ترکیب اصلی و جانبی تشکیل شده است. اعضای اصلی شامل رئیس تیم، متخصصین عملیات (خلبانان باتجربه)، رئیس گروه متخصصین فنی (نگهداری و آمادی)، هماهنگ‌کننده تیم، افسر تحقیق، پزشک و حفاظت است و چنانچه تخصص دیگری نیاز باشد به ترکیب اصلی اضافه می‌شود. تیم‌های جانبی شامل گروه جانبی پیگیری حقوقی و قضایی، گروه جانبی عملیات، گروه جانبی تعمیر و نگهداری، گروه جانبی حفاظت، گروه جانبی پزشکی، گروه جانبی هواشناسی و گروه جانبی برج مراقبت است و بنا به تشخیص رئیس تیم و با هماهنگی سایر گروه‌های جانبی از جمله بازخوانی ضبط‌کننده‌های پروازی، انجام آزمایشات تکمیلی و... تشکیل می‌گردد.

بررسی سانحه در مدل فعلی بررسی سوانح نظامی، با تشکیل تیم بررسی سانحه شروع شده و محور بررسی سانحه از ابتدای امر و اعزام تیم بررسی سانحه به سایت سانحه رئیس تیم، متخصصین عملیات (خلبانان با تجربه تیم) و افسر تحقیق می‌باشند. لازم به ذکر است کلیه اعضاء تیم بررسی سانحه و سرپرستان گروه‌های فنی، هواشناسی، مراقبت پرواز، پزشکی و... متناسب با وظایف واگذار شده در بررسی سانحه، گزارش یافته‌ها و بررسی خود را به صورت جداگانه تهیه و به افسر تحقیق تیم بررسی سانحه ارائه می‌نمایند. افسر تحقیق نیز پس از جمع‌بندی گزارشات و با توجه به یافته‌ها و بررسی‌هایی که انجام داده است، در نهایت گزارش اولیه بررسی سانحه را تهیه و تنظیم و به رئیس تیم

بررسی سوانح هوایی سازمان هواپیمایی کشوری ایران می‌باشد که در آخرین مرحله و پس از انجام اصلاحات لازم در مورخه ۱۳۹۰/۵/۳۰ در جلسه هیئت وزیران طرح و به تصویب رسیده است. بررسی سوانح و حوادث هوایی غیرنظامی در ایران با مدیریت سازمان هواپیمایی کشوری و توسط مجموعه‌ای متشکل از کارشناسان و متخصصان مربوطه در یازده گروه پس از بررسی محل سانحه برابر دستورالعمل مربوط به بررسی سوانح هوایی [۱۹] و انجام اقدامات لازم شروع شده و با جمع‌آوری، نگهداری و تجزیه و تحلیل اطلاعات در دسترس، تعیین علت یا علل وقوع سانحه یا حادثه (در صورت امکان)، صدور توصیه‌های ایمنی (در صورت نیاز) و تکمیل گزارش نهایی ادامه می‌یابد. در نهایت، سازمان هواپیمایی کشوری گزارش بررسی سانحه را برابر الگوی ایکائو تهیه و به مبادی مربوطه و گیرندگان که در آنکس ۱۳ تعیین شده است ارسال می‌نماید.

بررسی سوانح نظامی در کشورهای مختلف، با توجه به ساختار نظامی و وسعت و تنوع نیروها، با یکدیگر متفاوت است. ولی در مجموع، عالی‌ترین نهاد یا مقام نظامی به عنوان مسئول بررسی سانحه هواپیماهای نظامی در کشورهای مختلف جهان می‌باشد. در زمینه تعامل و همکاری و همچنین ارائه گزارش اولیه و نهایی بررسی سانحه، این موضوع به قراردادهای و پیمان‌های نظامی بین کشورها مرتبط است. بنابراین، قانون یا ضابطه خاص و ویژه‌ای همانند آنکس ۱۳ درباره چگونگی و نحوه بررسی سوانح هوایی نظامی و تعامل کشورها با یکدیگر در این زمینه وجود ندارد. از طرفی با توجه به ماهیت هواپیماهای نظامی و به خصوص جنگنده‌ها، محدوده عملکرد این هواپیماها و وسایل پرنده، قلمرو قانونی کشورها و آب‌های آزاد بین‌المللی است، بنابراین تردد و عبور این نوع هواپیماها از فضای یک کشور دیگر، مگر در صورت اجازه مخصوص و داشتن پیمان‌های سیاسی و نظامی با کشور ثالث، در سایر شرایط امکان‌پذیر نبوده و تجاوز به خاک کشور ثالث محسوب می‌گردد. از این رو، بسیاری از قوانین و مقررات و آیین‌نامه‌هایی که به بررسی سانحه هواپیماهای غیرنظامی عبوری متعلق به کشورهای ثالث می‌پردازد، در خصوص هواپیماهای نظامی مصداق ندارد.



شکل ۲- روش تحلیل وقایع و عوامل سبب‌ساز (ای.سی.اف.ای).

موانع و در نهایت، ارزیابی پیامدهای از بین رفتن و عدم عملکرد موانع در سانحه است.

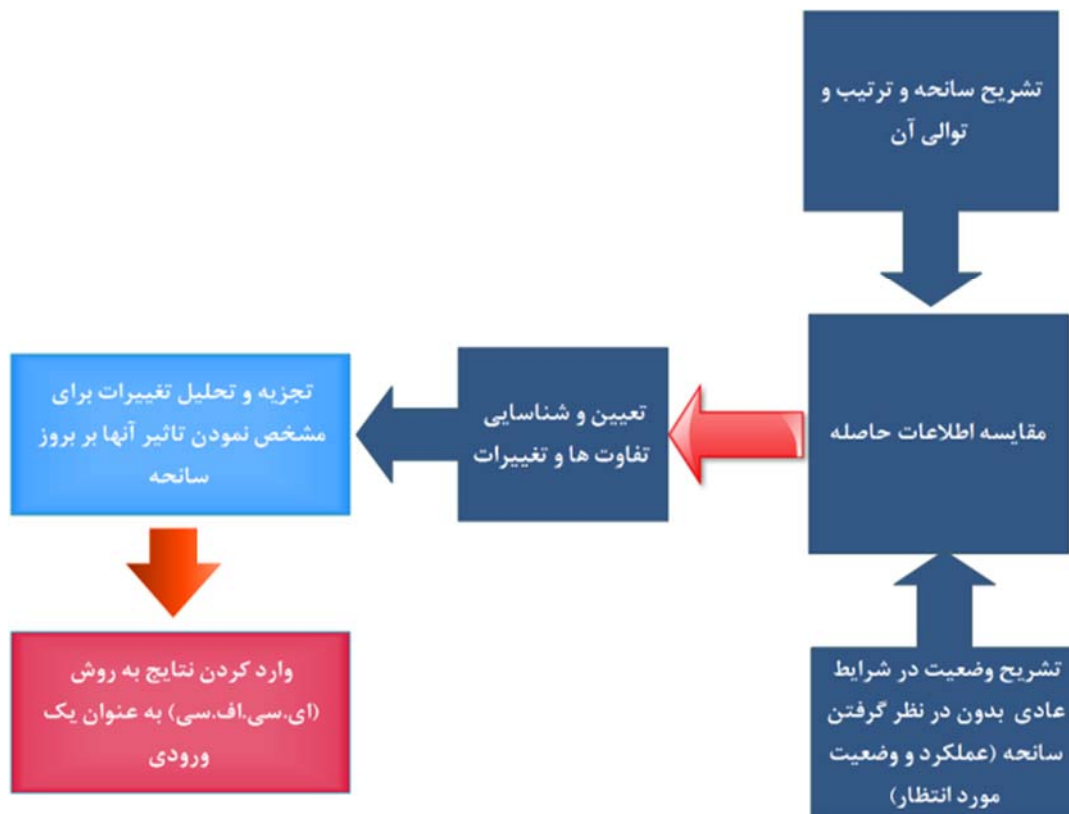
روش تحلیل تغییرات^{۱۱}

روش تحلیل تغییرات، هرگونه تغییرات برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده در یک سامانه و سازمان را که مسبب و عامل زمینه‌ساز بروز یک واقعه و بروز یک موضوع غیر قابل انتظار شده است را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این روش، تغییرات شامل هر چیزی که موازنه و عملکرد سامانه را با برنامه ابلاغی به هم بزند، می‌باشد. همچنین، تغییرات به عنوان منشاء انحراف عملکردهای یک سامانه تعریف می‌گردد. این روش، آزمونی است برای بررسی یک سانحه به وسیله تحلیل تفاوت‌ها بین این موضوع که چه اتفاقی به‌وقوع پیوسته یا مورد انتظار بوده که به وقوع بپیوندد با آنچه که در واقع اتفاق افتاده است. بنابراین، بررسی‌کننده سانحه می‌تواند تفاوت‌های خاص و معینی بین آن چه می‌بایست بدون در نظر گرفتن سانحه انجام می‌پذیرفته با آنچه که در واقع در سانحه به‌وقوع پیوسته است را مشخص نماید. این تفاوت‌ها و تغییرات، برای مشخص نمودن و تعیین این موضوع که آیا تغییرات به وجود آمده مسبب یا سهمی در بروز سانحه داشته است یا خیر، تعیین و ارزیابی می‌گردد. شکل ۳، روند اجرایی روش تحلیل تغییرات را نشان می‌دهد.

روش تحلیل موانع^{۱۰}

روش تحلیل موانع، به مشخص نمودن مخاطرات مرتبط و وابسته به یک سانحه می‌پردازد. همچنین، موانعی که بایستی برای جلوگیری از بروز سانحه در محل و موقعیت‌های مناسب گذاشته شود، در این روش مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. در واقع، به هر وسیله و توانایی که برای کنترل، پیش‌گیری یا بازداشتن مخاطرات با هدف جلوگیری از تبدیل شدن به یک واقعه یا سانحه در یک سامانه تعریف و به کار گرفته می‌شود، مانع اطلاق می‌گردد. به طور کلی، دو نوع موانع مخاطرات وجود دارد. اولین نوع، موانع فیزیکی و دومین نوع، موانع مدیریتی هستند. تشخیص موانع و حصارهای فیزیکی، معمولاً به راحتی امکان‌پذیر است اما تشخیص موانع و حصارهای مخاطرات در حوزه مدیریتی و ساختاری، نسبت به موانع فیزیکی، مشکل‌تر است.

با توجه به موارد بالا، فرآیند و مراحل به‌کارگیری روش تحلیل موانع مخاطراتی به ترتیب عبارت است از: مشخص نمودن مخاطرات و هدف‌ها و ثبت آن، شناسایی هر کدام از موانع، مشخص نمودن چگونگی عملکرد موانع و حصارها، مشخص نمودن و رسیدگی به عوامل منجر به از بین رفتن



شکل ۳- نمودار روند اجرایی روش تحلیل تغییرات.

روش تحلیل عوامل ریشه‌ای^{۱۲}

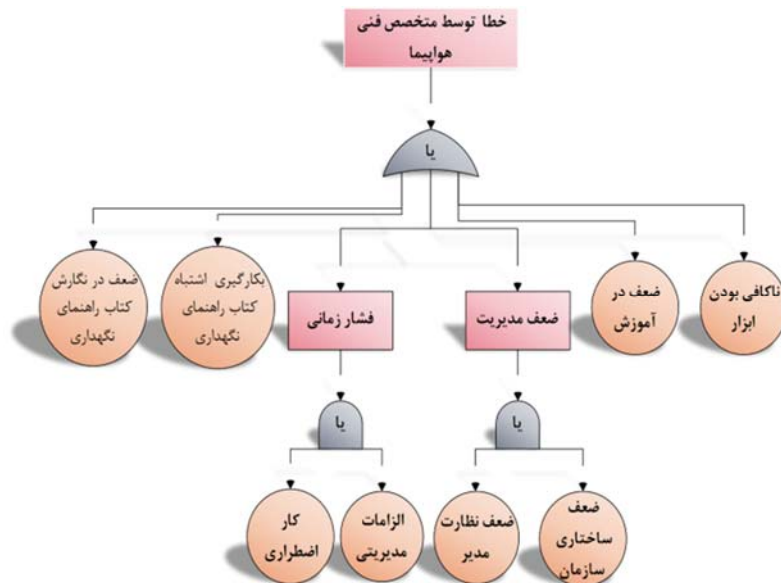
در واقع، روش تحلیل عوامل ریشه‌ای بروز سانحه، تحلیلی است که نسبت به شناسایی نقص و کمبودهای زیرشاخه‌های سامانه مدیریت ایمنی که در آن سانحه رخ داده است، اقدام می‌کند. این نقایص، در صورتی که شناسایی و کنترل گردد، از بروز سوانح تکراری و مشابه جلوگیری خواهد کرد. تحلیل عوامل ریشه‌ای یک فرآیند، اصولی است که واقعیات و نتایج حاصل از شیوه‌های تحلیل منشاء بروز سانحه را به کار می‌گیرد تا مهم‌ترین علل بروز سانحه را تعیین نماید. در صورتی که شیوه‌های تحلیل منشاء عوامل سبب‌ساز بتواند به پرسش‌هایی راجع به چگونگی، زمان، مکان، افراد درگیر و کیفیت بروز سانحه پاسخ دهد، روش تحلیل عوامل ریشه‌ای می‌تواند به پرسش چرایی بروز سانحه پاسخ دهد.

روش تحلیل درختی خطا (اف.تی.ای)^{۱۳}

روش تحلیل درختی خطا، روشی بسیار مناسب و قوی برای تعیین عوامل سبب‌ساز سانحه است. این روش، ترکیب متفاوتی از وقایع عادی، از کارافتادن تجهیزات، خطای عوامل انسانی، شرایط آب و هوایی و ... که می‌تواند در بروز سانحه نقش داشته باشد را به صورت گرافیکی به تصویر می‌کشد. روش تحلیل درختی خطا می‌تواند کیفی یا کمی یا شامل هر دو نوع باشد. نتایجی که از تحلیل سانحه با این روش حاصل می‌گردد، شامل ترکیبی از عوامل سبب‌ساز سانحه از جمله شرایط آب و هوایی، خطای عوامل انسانی و از کارافتادگی تجهیزات یا سامانه‌ها است که نتیجه آن بروز یک واقعه است. روش تحلیل درختی خطا، علاوه بر تحلیل سوانح از بُعد شناخت و تعیین عوامل سبب‌ساز، به عنوان روشی برای تحلیل و پیش‌بینی عوامل بالقوه و ناخواسته بروز واقعه در حین طراحی سامانه‌های نوین نیز کاربرد دارد. تحلیل سامانه‌های الکتریکی هواپیما، یکی از کاربردهای

سوانح هوایی [۲۱]، در صنایع مختلف از جمله انرژی هسته‌ای، صنایع شیمیایی و حتی قضاوت کاربرد دارد. شکل ۴، نمونه‌ای از مدل‌سازی ریاضی احتمال بروز خطای عوامل نگهداری فنی هواپیما با استفاده از روش تحلیل درختی خطا را نشان می‌دهد.

عمده این روش است. لازم به ذکر است که این روش، قابلیت تشخیص احتمال بروز یک واقعه در زمان خاص را دارا می‌باشد. قدرت و مزیت اساسی این روش، توانایی خرد کردن سانحه به اجزاء کوچک به منظور کشف و تعیین عوامل ریشه‌ای بروز سانحه است. لذا، یکی از پرکاربردترین روش‌های تجزیه و تحلیل وقایع بوده و علاوه بر تحلیل



شکل ۴- مدل‌سازی انجام خطای متخصصین نگهداری هواپیما با استفاده از روش تحلیل درختی خطا.

روش درختی اشتباه مدیریتی و خطر (ام.او.آر.تی)^{۱۵}

ام.او.آر.تی، روشی نظام‌مند مبتنی بر تحلیل درختی به منظور برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی و هدایت جامع بررسی سانحه می‌باشد. با به‌کارگیری روش ام.او.آر.تی، کاستی‌ها و نقایص عوامل ویژه کنترلی و عوامل مدیریتی سامانه مشخص می‌گردد. این عوامل، ارزیابی و تحلیل شده تا در نهایت، عوامل سبب‌ساز سانحه مشخص گردد. در سطح اولیه، ام.او.آر.تی بازبینی گرافیکی است که شامل انواع سؤال می‌باشد که موجب می‌شود بررسی‌کننده تلاش کند پاسخ‌ها و داده‌های واقعی را به‌دست آورد. روش ام.او.آر.تی در سطحی بالاتر، بر عوامل پنهان و بالقوه سبب‌ساز سانحه تمرکز کرده و آن‌ها را مشخص می‌نماید.

روش استپ^{۱۶}

روش استپ، برای تحلیل و بررسی کل فرآیند بروز

روش تحلیل درختی واقعه (ای.تی.ای)^{۱۴}

روش تحلیل درختی واقعه، برای تحلیل ترتیب و توالی پیامدهای بروز یک واقعه، بعد از آغاز آن است. در این روش، واقعه‌ای مثل برخورد دو هواپیما با یکدیگر یا هر مورد دیگری که روی داده یا احتمال رخداد آن در آینده وجود دارد، در بالاترین مرحله در نظر گرفته می‌شود. سپس، با توجه با موانعی که در آن سازمان یا واحد هوانوردی تعریف شده است، پیامدهای عملکرد موفق یا عدم عملکرد هر کدام از موانع به ترتیب تحلیل می‌گردد. پیامدهای عدم عملکرد موانع می‌تواند قابل پذیرش یا غیر قابل پذیرش در نظر گرفته شود. ترتیب و توالی وقایع به صورت گرافیکی، می‌تواند در دو شاخه عملکرد یا عدم عملکرد موانع موجود در سامانه و پیامدهای مختص به هر حالت، نمایش داده شود.

روش تحلیل انسان، فن آوری و سازمان (ام.تی.ا.)^{۱۸}

پایه و اساس روش تحلیل ام.تی.ا عبارت است از انسان، فن آوری و سازمان و عوامل فنی که می‌بایست بصورت برابر در بررسی سانحه روی آن‌ها تمرکز شود. ام.تی.ا، با ترکیب سه روش ایجاد شده است. پیکره اصلی و استخوان‌بندی این روش مبتنی بر اساس استفاده از نمودار وقایع و عوامل سبب‌ساز است. ضمناً، تحلیل تغییر با توضیح چگونگی تغییرات و انحراف از وقایع اخیر انجام می‌شود و تحلیل موانع با شناسایی و تشخیص موانع فن‌آورانه و مدیریتی که از بین رفته یا از کار افتاده باشد، صورت می‌پذیرد. شکل ۶، شمای کلی و مفهومی این روش را نشان می‌دهد.

روش گتس^{۱۹}

روش گتس، مدلی برای کشف و تحلیل علل سبب‌ساز بروز سانحه است که مبتنی بر تشریح واقع‌بینانه سامانه حمل و نقل هوایی سانحه داده می‌باشد. ضمناً، رابطه بین عوامل فنی و مدیریت سامانه را بررسی می‌کند. بروز یک سانحه هوایی، نتیجه مجموعه‌ای از عوامل سبب‌ساز از جمله خطای عوامل انسانی، نقص فنی، شرایط محیطی و آب و هوایی و عوامل و تأثیرات تفکرات مدیریتی است. به عنوان نمونه، سوانحی که شامل وقایعی همچون از دست دادن کنترل، برخورد، آتش سوزی و... است، در واقع پیامد و نتیجه عوامل سبب‌ساز دیگری در فازهای مختلف پروازی (تاکسی، خزش، پرواز مستقیم الخط، نشست و...) می‌باشد. در این روش، سوانح هوایی که غالباً پیچیده و چند جانبه هستند را با مدل‌سازی جداگانه هر شاخه سانحه و هر فاز پروازی، تحلیل می‌کند.

مدل نوین بررسی سوانح هوایی نظامی

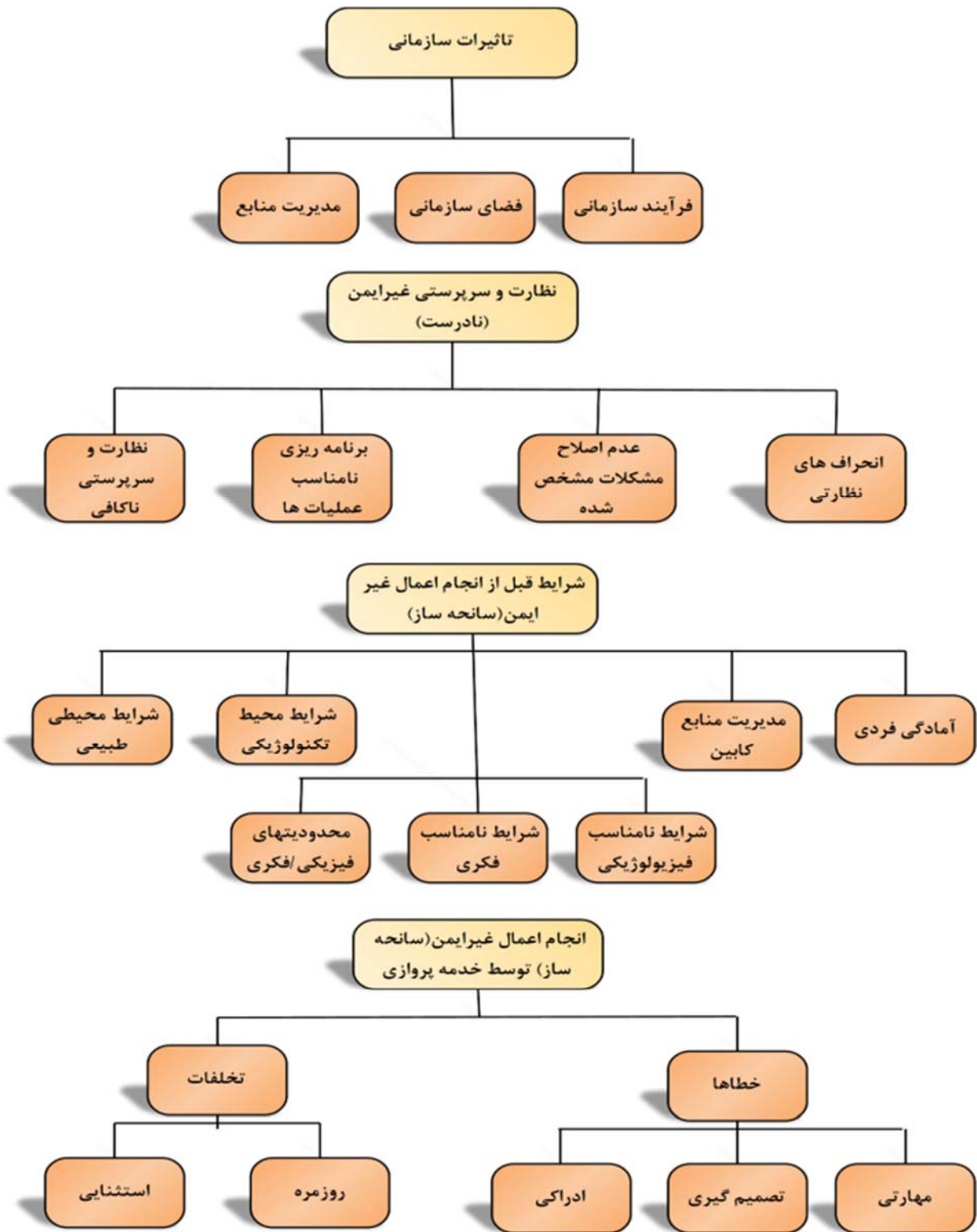
همان‌گونه که در بخش اول این مقاله تشریح گردید، در مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی، فرآیندی برای بررسی، تجزیه و تحلیل و کنترل عوامل زمینه‌ساز و ریشه‌ای بروز سانحه پیش‌بینی نشده‌است. از این‌رو با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، مدل نوین بررسی سوانح هوایی نظامی (غیر نظامی) با تاکید بر مشخص نمودن عوامل زمینه ساز و ریشه‌ای بروز سانحه و با به کارگیری روش‌های نوین

سانحه مبتنی بر ترتیب و توالی وقایع به‌صورت چند خطی و به‌ترتیب زمانی ابداع گردیده است. این روش، بر اساس چهار مفهوم بنا شده است. اول اینکه هیچ یک از سوانح و بررسی آن زنجیره خطی مستقل یا ترتیب و توالی تکی ندارند، بلکه فعالیت‌ها و اقدامات متعدد در زمان واحد صورت می‌گیرد. دومین مطلب این‌که شکل قالب‌های بنای وقایع برای داده‌ها، به منظور توضیح سانحه روی کاربرگ به‌کار برده می‌شود. سومین مطلب، وقایع به صورت منطقی در مسیر فرآیند سانحه با یکدیگر مرتبط هستند. خط‌های جهت‌دار در کاربرگ روش استپ، نشان‌گر جریان سانحه است.

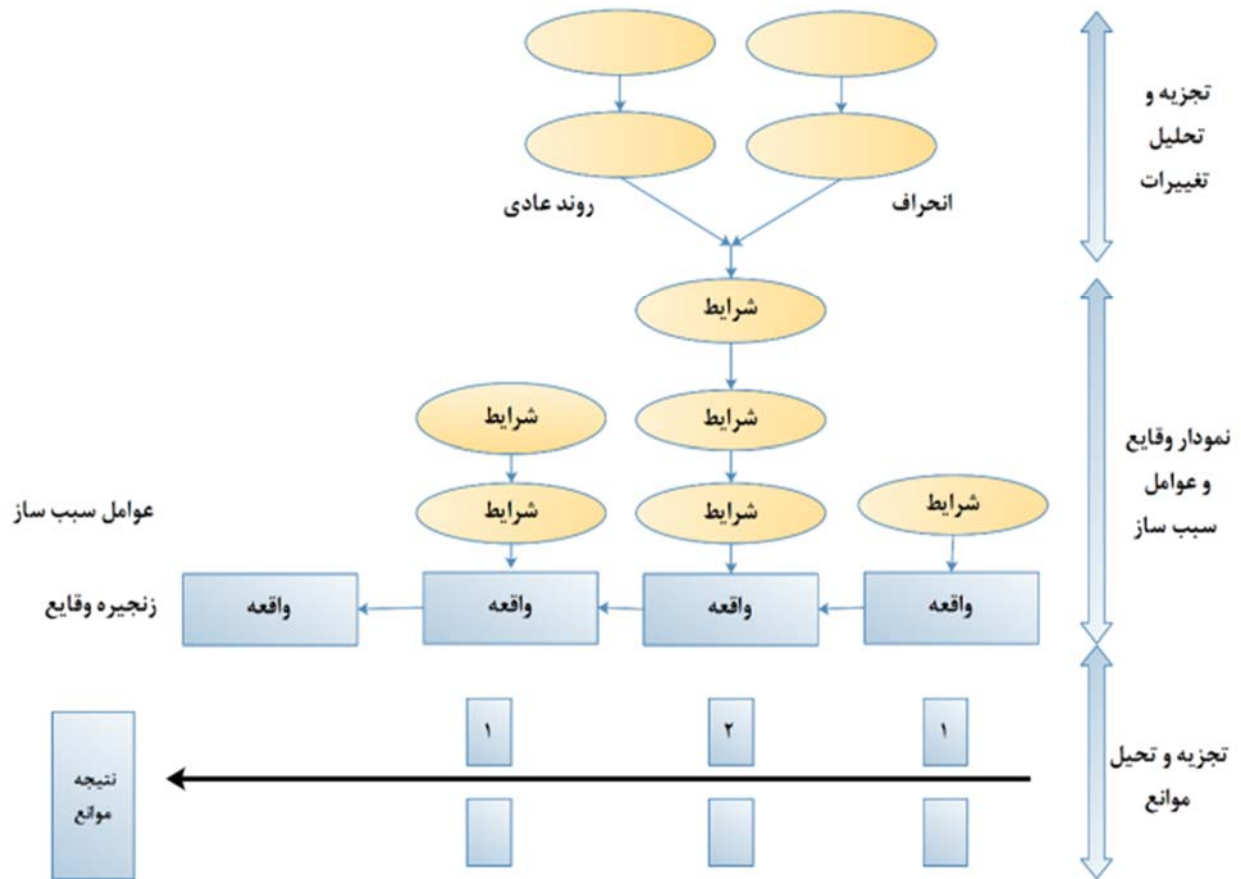
روش تحلیل و رده‌بندی عوامل انسانی (ا.ج.اف.ای.سی.اس)^{۱۷}

روش تحلیل و رده‌بندی عوامل انسانی، یکی از جدیدترین روش‌های تحلیل نقش و ارتباط عوامل انسانی در رده‌های مختلف به عنوان عامل اصلی یا عامل سبب‌ساز بروز سانحه می‌باشد. در این روش، خط‌های عوامل انسانی خط مقدم عملیاتی (خلبانان، خدمه پروازی، متخصصین فنی و ...) با قصور و اشکالات پنهان سامانه ترکیب شده و موجب نفوذ در موانع سامانه می‌گردد [۲۲]. این اشکالات پنهان در رده‌های بالاتر سازمانی، مدیریتی و قوانین و مقررات و ساختارها، به تناسب مشخص و کیفیت و نوع ارتباط آن نیز مشخص می‌شود. طی دو دهه گذشته و در مدل‌های بررسی و تجزیه و تحلیل قدیمی سانحه، تعیین سهم و نقش یک فرد به عنوان عامل سانحه بوده است. تقرب به این موضوع در گذشته مبتنی بر این اصل بوده که عمل اشتباه و غیر ایمن افراد بلافاصله موجب بروز یک واقعه غیر معمول و غیر منظره گردیده است. اما در رویکردهای جدید بررسی سانحه، سامانه و سازمان مورد نظر نیز بررسی می‌گردد. هدف از این بررسی ساختار و سازمان این است که نقایص سامانه که به عنوان عوامل مسبب سانحه بوده است، مشخص گردد؛ نه اینکه صرفاً فرد یا افرادی که بصورت مستقیم در سانحه درگیر بوده‌اند مقصر محسوب و سرزنش گردند [۲۲]. این روش، شامل ۴ رده است که در شکل ۵ به‌صورت نموداری نشان داده شده است.

تحلیل سوانح هوایی مطابق شکل ۷ ارائه شده است. در ادامه، اجزای عمده مدل جدید معرفی و تشریح شده است.



شکل ۵- مدل روش تحلیل و رده‌بندی عوامل انسانی (اچ.اف.ای.سی.اس)



شکل ۶- نمودار مفهومی روش تحلیل ام.تی.ا.

هدف از این جلسه، بررسی وسایل مورد نیاز تیم بررسی سانحه و اطمینان از وجود وسایل مورد نیاز و همچنین، دریافت و جمع‌آوری اطلاعات اولیه راجع به سانحه می‌باشد. لذا متناسب با اطلاعات دریافت شده، وسایل و تجهیزات مورد نیاز به محل سانحه برده می‌شود. این اطلاعات شامل شماره پرواز هواپیما، محل دقیق سانحه، ارتفاع از سطح دریا، ساعت و تاریخ دقیق سانحه، نزدیک‌ترین فرودگاه یا پایگاه هوایی، شماره بدنه (برای هواپیماهای نظامی) یا رجیستر هواپیما (برای هواپیماهای غیرنظامی)، نوع پرواز از بُعد آی.اف.آر.۲۲ یا وی.اف.آر.۲۳، فاز پروازی (خزش، نشستن، پرواز مستقیم، تقرب و ...)، هدف از پرواز، مأموریت پرواز، آخرین ارتفاع ثبت و گزارش شده هواپیما، آخرین سرعت ثبت و گزارش شده، مسیر پروازی، نام و نشان خلبانان و خدمه پروازی، وضعیت خدمه پروازی و مسافری (زنده یا مرده) است.

وقوع سانحه و گزارش اولیه سانحه

در مورد هواپیماهای غیرنظامی، گزارش سانحه بایستی مطابق با کیفیت مطرح شده در فصل ۴ انکس ۱۳ که به آگهداد ۲۰ و فصل ۷ که به گزارش سانحه ۲۱ به ایکائو اشاره دارد، انجام شود. برای هواپیماهای نظامی، گزارش بروز سانحه باید برابر روش نظامی صورت پذیرد. این روش شامل اطلاعاتی از قبیل نوع هواپیما، شماره بدنه هواپیما، مشخصات خلبان و خدمه پروازی، نوع مأموریت، ساعت برخاستن از باند پروازی به همراه نام پایگاه، ساعت خزش، مدت زمان پرواز و هر گونه اطلاعات تکمیلی اولیه دیگری است که به سلسله مراتب سامانه فرماندهی و ستادهای بالاتر نظامی ارائه می‌شود.

برگزاری جلسه توجیهی تیم بررسی سانحه و برنامه‌ریزی اولیه

فراخوانی و تشکیل تیم بررسی سانحه

یکی از تفاوت‌های اساسی مدل ارایه شده، ترکیب پیشنهادی تیم بررسی سانحه نظامی شامل ۱۰ گروه مستقل به سرپرستی رئیس تیم بررسی سانحه شامل گروه‌های عملیات پرواز، هواشناسی، مراقبت پرواز، شاهدین عینی، سازه، موتور (پیش‌رانه)، سامانه‌های فنی، متخصصین فنی تعمیر و نگهداری، عوامل انسانی و در نهایت گروه عملکرد عوامل انسانی است که در واقع همان گروه امداد و نجات و جستجو می‌باشد. این ترکیب، با توجه به این نکته که اکثر هواپیماهای نظامی فاقد دستگاه ضبط اطلاعات و مکالمات پرواز هستند، پیشنهاد گردیده و تأکید آن بر یافته‌های صحنه‌ای و علایم و نشانه‌های بجا مانده از هواپیما و عملکرد خلبان و خدمه پروازی در محل سانحه است. نکته دیگر این که کار تجزیه و تحلیل سانحه و به‌کارگیری روش‌های نوین تحلیلی در این روش می‌تواند توسط اعضاء گروه‌های ده‌گانه یا توسط گروه مستقل دیگری با عنوان گروه تجزیه و تحلیل و مشخص نمودن عوامل ریشه‌ای و سبب‌ساز تحت نظارت رئیس تیم بررسی سانحه سازماندهی گردد. قرنطینه سایت سانحه، عکس‌برداری و فیلم‌برداری اولیه از محل سانحه، دریافت گزارش‌های اولیه از شاهدین عینی و امداد و نجات مجروحین و تخلیه اجساد، جزء اولین اقدامات سازمان بررسی کننده سانحه می‌باشد که در قسمت نظامی، این اقدامات اولیه باید توسط بازرسی و ایمنی نزدیک‌ترین پایگاه هوایی به محل سانحه صورت پذیرد. نکته دیگر این که اقدامات اولیه‌ای که به آنها اشاره شد، همزمان با تشکیل فراخوانی تیم بررسی سانحه می‌باشد.

اقدامات تیم بررسی سانحه

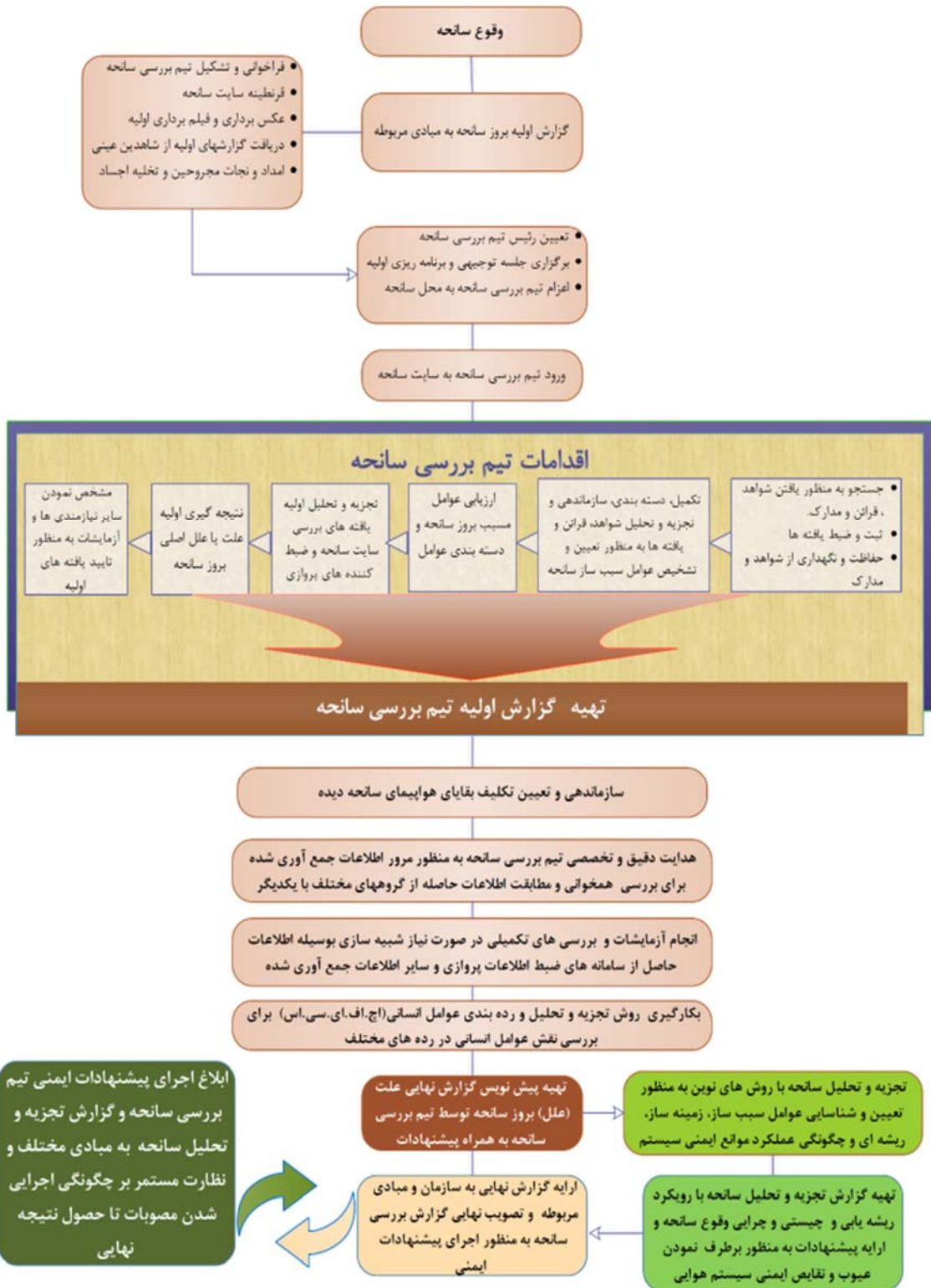
اقداماتی که تیم بررسی سانحه در سایت سانحه و بعد از آن در محل پیش‌بینی شده برای تکمیل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها بایستی انجام دهد، بسیار مفصل و دارای جزئیات بسیار گسترده است و با توجه به نوع هواپیمای سانحه داده و محل وقوع سانحه، متغیر می‌باشد. به‌طور کلی، با توجه به ترکیب تیم بررسی سانحه که شامل ۱۰ گروه پیشنهادی است، هر گروه پس از ورود به سایت سانحه متناسب با تخصص و شرح وظایف تعریف شده بدنال علایم و

نشانه‌های عملکردی سامانه‌های مختلف هواپیما پرداخته و بدین ترتیب یافته‌های مرتبط با تخصص خود را ثبت و ضبط می‌نماید.

ترتیب اقداماتی که تیم بررسی سانحه باید از لحظه ابلاغ ماموریت انجام دهد و مطابق آن سانحه را بررسی نماید، صرف نظر از اقداماتی که بصورت مجزا برای بررسی سوابق خلبان و اقدامات فنی بایستی صورت پذیرد عبارتند از: شکل و ترکیب هواپیما بعد از برخورد با زمین، موقعیت کلیدهای کابین خلبان، وضعیت سازه و ساختمان هواپیما به خصوص از لحاظ پراکندگی، وضعیت نشان‌دهنده‌های پروازی، سامانه پیش‌رانه، سامانه ملخ و متعلقات، کنترل فرامین، شواهد و قرائن سامانه الکتریک، شواهد و قرائن سامانه هیدرولیک، شواهد و قرائن آتش‌سوزی غیر از آتش‌سوزی مرتبط با سانحه، در صورتی که هواپیما مجهز به سامانه ضبط اطلاعات پرواز است اقدامات مرتبط با جمع‌آوری، نگهداری و حمل و نقل ضبط‌کننده‌های پروازی، دریافت و ثبت و ضبط اظهارات شاهدین عینی و ... در این مدل، تمامی اقدامات مذکور با تکیه بر یافته‌های صحنه‌ای و علایم بجا مانده از سامانه‌های مختلف فنی هواپیما برنامه‌ریزی شده است.

پس از اتمام اولیه بررسی‌های میدانی، نوبت به بررسی و پیاده‌سازی نوار مکالمات برج مراقبت، رادار، پیاده‌سازی اطلاعات ضبط‌کننده‌های پروازی از جمله سامانه ضبط اطلاعات پرواز (اف.دی.آر)^{۲۴} و ضبط مکالمات کابین (سی.وی.آر)^{۲۵} می‌رسد. سپس، با استخراج و نتیجه‌گیری از یافته‌های تیم بررسی سانحه، عوامل اولیه مسبب بروز سانحه مشخص خواهد شد. به منظور تایید یافته‌های اولیه که مبتنی بر بررسی‌های صحنه‌ای گروه‌های ۱۰ گانه تیم بررسی سانحه می‌باشد، آزمایشات و بررسی‌های تکمیلی و همچنین، در صورت نیاز شبیه‌سازی با استفاده از اطلاعات به دست آمده نیز در این مدل انجام می‌شود. در قسمت نهایی مرحله اقدامات تیم بررسی سانحه، نتایج آزمایشات تکمیلی که معمولاً شامل آزمایشات تخمین عمر سطوح شکسته مشکوک، تخمین عمر ترک با استفاده از روش فراکتوگرافی و آزمایشات سوخت، روغن و سیالات هواپیما می‌باشد دریافت می‌گردد. با به‌کارگیری اطلاعات حاصل شده از این قسمت و تکمیل خلاءهای اطلاعاتی موجود و

همچنین، در صورت نیاز با انجام سایر آزمایش‌های تکمیلی مورد نیاز و انجام شبیه‌سازی رایانه‌ای پرواز منجر به سانحه، نتایج اولیه علت بروز سانحه تایید یا رد خواهد شد.



شکل ۷- مدل نوین بررسی سوانح هوایی نظامی (غیرنظامی).

تهیه گزارش اولیه تیم بررسی سانحه

پس از حصول نتایج اولیه علت بروز سانحه (علت اصلی)، گزارش اولیه بررسی سانحه توسط تیم تهیه می‌گردد. همان‌گونه که از نام این گزارش مشخص است، این گزارش به هیچ عنوان قطعی و نهایی نبوده و می‌بایست در مراحل بعدی با توجه به یافته‌های تکمیلی و در صورت نیاز شبیه‌سازی رایانه‌ای یا شبیه‌سازی کلی پرواز و همپوشانی کلی اطلاعات به‌دست آمده، گزارش علت بروز سانحه تکمیل گردد. لازم به ذکر است که کاربرد گزارش اولیه، صرفاً برای تیم سانحه است و این گزارش به هیچ عنوان قابل انتشار نیست.

سازمان دهی و تعیین تکلیف بقایای هواپیمای سانحه دیده

پس از تهیه گزارش اولیه تیم بررسی سانحه، کلیه اطلاعات جمع‌آوری شده که بر اساس آن گزارش اولیه تهیه شده است، با محوریت رئیس تیم بررسی سانحه و در حضور اعضای تیم بررسی سانحه، مرور شده و صحت هرکدام با دلایل، مدارک و مستندات موجود بررسی می‌گردد. در مرحله بعد، همخوانی و مطابقت اطلاعات حاصل از گروه‌های مختلف با یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هدایت تیم به منظور مرور و مطابقت اطلاعات جمع‌آوری شده

در این مرحله، اطلاعات حاصل از گروه‌های ۱۰ گانه تیم بررسی سانحه تحت مدیریت و سرپرستی رئیس تیم بررسی سانحه هوایی مجدداً مرور و بررسی می‌گردد. لازم به ذکر است که کلیه اطلاعات حاصل از گروه‌های مختلف باید با یکدیگر همخوانی و همپوشانی داشته باشد. به عنوان مثال، اطلاعات حاصل از گروه پیشران در مورد وضعیت و حدود دوران موتور یا موتورهای هواپیما، با اطلاعات حاصل از بازخوانی اف.دی.آر یا سایر علائم صحنه سانحه مرتبط با موتور هواپیما باید در یک محدوده قرار داشته باشد. در صورتی که به هر عنوان اطلاعات جمع‌آوری شده با یکدیگر همخوانی نداشته باشد، باید ابتدا علت آن مشخص شود و پس از آن، مرحله بعدی بررسی سانحه شروع شود.

انجام آزمایش‌های تکمیلی و لزوم شبیه‌سازی رایانه‌ای

در صورت لزوم و بنا به تشخیص و با توجه به یافته‌های تیم بررسی سانحه، می‌توان پرواز منجر به سانحه را شبیه‌سازی رایانه‌ای نمود. در این مرحله، برای به تصویر کشیدن کل فرآیند بروز سانحه و عوامل جانبی آن، توصیه می‌شود که از روش تحلیلی استپ که بسیار کارآمد است، استفاده شود.

به‌کارگیری روش تحلیل و رده‌بندی عوامل انسانی (اچ.اف.ای.سی.اس)

یکی از تفاوت‌ها و تکامل‌های اساسی مدل نوین ارایه شده برای بررسی سوانح هوایی، تمرکز بر بررسی و کشف چپستی و چرایی بروز سانحه، علاوه بر کشف عامل بروز سانحه و چگونگی بروز آن می‌باشد. در مدل نوین ارائه شده، با توجه به نقش ویژه عوامل انسانی، استفاده از روش اچ.اف.ای.سی.اس در فرآیند بررسی سانحه توسط تیم بررسی سانحه گنجانده شده است.

تهیه پیش‌نویس گزارش نهایی علت (علل) بروز سانحه

در این مرحله، کار اصلی گروه‌های ۱۰ گانه تیم بررسی سانحه تقریباً به اتمام رسیده و پیش‌نویس گزارش نهایی علت یا علل اصلی بروز سانحه توسط تیم بررسی سانحه مشخص می‌گردد. ضمناً، با توجه به یافته‌های تیم بررسی سانحه در مورد علت بروز سانحه، پیشنهادات ایمنی به منظور پیش‌گیری از بروز سوانح مشابه به سازمان یا ارگان متولی امر بررسی سانحه ارایه می‌گردد.

تحلیل سانحه

پس از تهیه پیش‌نویس گزارش نهایی علت (علل) بروز سانحه، با توجه نوع سانحه و اطلاعات حاصل از آن در خصوص علل اولیه بروز سانحه و همچنین متناسب با نظر تیم بررسی سانحه، می‌توان از روش‌های مرتبطی که در بخش (۳) این مقاله به آنها اشاره شد، استفاده کرد. البته، با توجه به ارتباط و ویژگی‌های خاص هر یک از روش‌های تحلیل سانحه مذکور، می‌توان برای تجزیه و تحلیل سوانح هوایی در مدل نوین، از ترکیب روش‌ها به ترتیبی که در

صورتی که در بررسی اولیه تیم بررسی سانحه مشخص شود که یکی از علل اصلی بروز سانحه عوامل مؤثر بر ساختار و سازمان است، می‌توان برای تحلیل عوامل ریشه‌ای از روش تریپاد استفاده نمود و جزئیات و زیر شاخه‌های بروز این علت عمده را مشخص کرد.

به همین ترتیب و همان‌گونه که اشاره شد، شکل ۸ به مثابه یک جعبه ابزار بوده که با بکارگیری روش‌های اشاره شده در بند ۳ این مقاله، تحلیل‌کننده سانحه متناسب با نوع سانحه و همچنین اطلاعات بدست آمده از تیم بررسی سانحه، می‌تواند از آن‌ها بصورت مستقل یا بصورت پیوسته و زنجیره‌ای استفاده نماید.

اطمینان از اجرای مصوبات و پیشنهادات تیم بررسی سانحه (گزارش اصلی و گزارش تحلیلی)

یکی از علل بروز سوانح مشابه در جهان و به خصوص در ایران، عدم رعایت و اجرای کامل پیشنهادات تیم‌های بررسی سانحه به منظور جلوگیری از بروز سوانح مشابه است. از این رو در مدل نوین آرایه شده، مرحله‌ای با نظارت مستمر و تعامل تنگاتنگ عالی‌ترین مقام سازمان (ستاد تخصصی) در راستای اطمینان از اجرایی شدن پیشنهادات آرایه شده از طرف تیم بررسی سانحه و همچنین اجرایی نمودن پیشنهادات گزارش تحلیلی ریشه یابی علل بروز سانحه پیش‌بینی شده است تا بدین نحو، از بروز سوانح مشابه پیش‌گیری گردد.

بحث و مقایسه دو مدل فعلی و نوین

مدلی که فعلاً در بررسی سوانح هوایی نظامی کشور استفاده می‌شود، مبتنی بر مدل قدیمی اف.ای.ای می‌باشد و صرفاً به بررسی علت بروز سانحه می‌پردازد. این مدل، با روش و سازماندهی قدیمی، به منظور بررسی این موضوع که چه اتفاقی افتاده و عوامل اصلی مقصر در بروز آن چه افرادی بوده‌اند به کار می‌رود. لازم به ذکر است که طی دهه‌های اخیر، روش‌های متعددی برای تحلیل سانحه آرایه شده است. هر یک از روش‌های تحلیلی آرایه شده، بخش‌های مختلفی از جمله نیروی انسانی، محیط، تجهیزات، ساختار، سازمان و ... را مد نظر قرار می‌دهد و کیفیت و کاستی‌های خاص خود را

شکل ۸ آمده است، استفاده نمود. مطلب حائز اهمیت راجع به فرآیند تحلیل سوانح که شمای آن در شکل ۸ آرایه شده این است که تمامی روش‌های آرایه شده در این نمودار، به تنهایی در حوزه خاص خود قابل به‌کارگیری هستند. بنابراین، در صورتی که اطلاعات ورودی متناسب با نیازمندی ورودی روش‌ها جمع‌آوری شده باشد، قابل استفاده در هر یک از روش‌های تجزیه و تحلیل سوانح هوایی خواهد بود. در واقع، نمودار مذکور به عنوان یک جعبه ابزار است که بازرس بررسی‌کننده سانحه، متناسب با شرایط سانحه و قابلیت هر کدام از این روش‌ها، یک یا چند روش را انتخاب و سانحه را با استفاده از آن تجزیه و تحلیل می‌نماید. خطوط ارتباط بین روش‌های مختلف مبین ارتباط منطقی این روش‌ها از بُعد ورودی و قابلیت تحلیل است. در این نمودار، برای هر روش خروجی خاصی رسم نشده است که علت آن همانگونه توضیح داده شد، قابلیت خروجی و تحلیل خاص هر یک از روش‌ها می‌باشد. بنابراین، این نمودار خروجی کلی و ثابتی نداشته و متناسب با روند انتخاب روش‌های مختلف، خروجی متفاوتی خواهد داشت.

به عنوان مثال، در صورتی که در سانحه‌ای ترتیب و توالی بروز سانحه و عوامل مرتبط با آن تا حدود زیادی مشخص باشد، با استفاده از روش استپ یا ام.ای.اس می‌توان ابتدا ترتیب و توالی سانحه را نشان داده و با تحلیل آن بوسیله روش‌های استپ یا ام.ای.اس، کلیه عاملین دخیل در سانحه را به تفکیک نقش و عمل آنها و همچنین به ترتیب زمانی مشخص نمود. به همین ترتیب برابر شکل ۸، در صورتی که اطلاعات حاصل از بررسی سانحه توسط تیم بررسی سانحه هوایی بیان‌گر این مطلب باشد که اعمال تغییرات برنامه‌ریزی شده یا برنامه‌ریزی نشده از عوامل اصلی زمینه ساز سانحه است، ادامه کار تحلیل سانحه هوایی با بکارگیری روش تحلیل تغییرات شروع می‌شود. در ادامه و برابر نمودار شکل ۸، برای مدل سازی گرافیکی از روش ای.سی.اف.سی استفاده شده و نمودار وقایع با اطلاعات کسب شده از بررسی اولیه سانحه رسم می‌شود. بسته به نظر و نیازمندی تیم بررسی سانحه، می‌توان به منظور تحلیل دقیق‌تر یک یا چند واقعه که تحت شرایط خاص روی داده است، از روش تکمیلی ای.سی.اف.ای نیز استفاده نمود. در

صرفاً به یافتن علت بروز سانحه پرداخته و در خصوص چپستی و چرایی بروز سانحه که شامل علت‌های زمینه‌ساز، علت‌های ریشه‌ای، موانع سامانه و... می‌باشد، تمرکزی ندارد. بنابراین با توجه به مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته و همچنین تجربیات موجود مبنی بر تکرار سوانح، چنین به نظر می‌رسد که مدل فعلی کارآیی لازم برای بررسی سانحه با هدف پیش‌گیری از بروز و تکرار مجدد سوانح هوایی نظامی را ندارد. از این رو با توجه به آخرین یافته‌های علمی و تجربی موجود، مدل نوین بومی برای بررسی سوانح هوایی نظامی (و غیر نظامی) ارائه گردیده است.

دارد. بنابراین، برای بررسی و تحلیل عوامل مختلف دخیل در سانحه هوایی، به نظر می‌رسد که لازم است ترکیبی از روش‌های مذکور به کار گرفته شود. بنابراین، ترکیب تیم بررسی سانحه نظامی فعلی کارآیی لازم را نداشته و تمامی مسئولیت‌های عمده بر عهده افسر تحقیق می‌باشد. لذا در ترکیب تیم ارائه شده در این تحقیق، گروه‌های ده‌گانه‌ای در نظر گرفته شده است که در مقایسه با ترکیب فعلی تیم‌های بررسی سوانح نظامی، کارآیی بسیار بالاتری داشته و تعداد نیروی کمتری برای بررسی سانحه هوایی نیاز دارد. مدل فعلی بررسی سوانح هوایی دارای دو نقص اساسی است. اولین نقص این است که تنها به نقش عوامل انسانی در رده‌های اول می‌پردازد. نقص دوم این است که این مدل



شکل ۸- مدل تحلیل سوانح هوایی با روش‌های نوین.

از مزیت‌های عمده مدل نوین ارایه شده برای بررسی سوانح هوایی، بررسی و تحلیل ریشه‌ای عوامل بروز سانحه به منظور شناسایی و برطرف نمودن اشکالات مشاهده شده می‌باشد. نکته دوم این که در این مدل، ساختار و ترکیب تیم بررسی سانحه برابر آخرین ترکیب‌های تیم‌های بررسی سانحه و متناسب با شرایط فعلی هواپیماهای نظامی ایران در نظر گرفته شده است. با توجه به سهم بسیار بالای عوامل انسانی در بروز سوانح، در روند بررسی سانحه با مدل نوین، روش تجزیه و تحلیل و رده‌بندی عوامل انسانی که به عنوان جدیدترین روش تحلیلی نقش عوامل انسانی در دنیا مطرح است، نیز گنجانده شده است. از آنجا که هدف نهایی بررسی سوانح هوایی اعم از نظامی یا غیر نظامی، پیش‌گیری از بروز سوانح هوایی مشابه است؛ از این رو استقرار صحیح و اجرای سیستم مدیریت ایمنی (اس.ام.اس) مطابق با سند شماره ۹۸۵۹ ایکائو [۱۵] و همچنین اجرای دقیق مفاد ضمیمه شماره ۱۹ ایکائو [۱۶]، می‌تواند در راستای ارتقاء سطح ایمنی و در نتیجه کاهش سوانح بسیار مؤثر باشد. اجرای مواردی از جمله شناسایی صحیح و اصولی خطرات سیستم، دسته‌بندی خطرات مرتبط با سیستم هوانوردی مورد نظر و همچنین بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی به منظور بدست آوردن و مشخص نمودن سطح قابل تحمل ریسک نیز می‌تواند در کاهش نرخ سوانح هوایی در سازمان‌های نظامی تا حد بسیار زیادی مؤثر باشد. به کارگیری مقررات آژانس دفاعی اروپایی (ای.دی.ای) ^{۲۶} شامل مقررات نظامی صلاحیت پروازی اروپایی (ای.ام.ای.آر) ^{۲۷} از دیگر راهکارهایی است که می‌تواند در راستای کاهش نرخ سوانح هوایی نظامی نقش بسزایی داشته باشد.

نتیجه‌گیری

برای بررسی سوانح هواپیماهای غیر نظامی روش و قوانین و مقررات یکسانی وجود دارد؛ ولی برای بررسی سوانح هوایی نظامی روش یکسانی وجود ندارد و تابع قوانین، مقررات و پیمان‌های نظامی مشترک کشورهای مختلف است. ضمناً با توجه به مطالعات انجام شده در این تحقیق، مدل فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی دارای دو نقص اساسی است. اولین نقص مدل فعلی این است که تنها به نقش عوامل انسانی در رده‌های اول و نهایتاً دوم می‌پردازد. نقص دوم این است که مدل فعلی تنها به علت اصلی بروز سانحه می‌پردازد و به چرایی و عوامل

سبب‌ساز، ریشه‌ای و زمینه‌ساز بروز سانحه نمی‌پردازد. ضمناً ترکیب فعلی تیم‌های بررسی سانحه نظامی کارآیی لازم را نداشته و تمامی مسئولیت‌های عمده بر عهده افسر تحقیق گذاشته شده است. از این رو، ترکیب تیم با گروه‌های ده‌گانه پیشنهاد شده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده، مدل نوینی جهت بررسی سوانح هوایی نظامی با تأکید بر مشخص نمودن عوامل زمینه‌ساز و ریشه‌ای بروز سانحه و با به کارگیری روش‌های نوین تحلیل سوانح ارایه شده است. در این مدل، می‌توان ضمن برطرف نمودن نقایص و اشکالات مدل فعلی بررسی سوانح هوایی که شامل کشف عامل بروز سانحه است، به بررسی و کشف چرایی و چرایی بروز سانحه هوایی نیز تمرکز نمود و از این طریق و با ریشه‌یابی واقعی علت بروز سانحه، از بروز سوانح مشابه در آتی پیشگیری به عمل آورد.

پی‌نوشت

- 1- Natural Hazards
- 2- Technical Hazards
- 3- Economic Hazards
- 4- Hazards Identification
- 5- Safety Risks
- 6- Safety Management System (SMS)
- 7- Safety Management
- 8- Events and Casual Factors Charting (ECFC) Method
- 9- Events and Casual Factors Analysis (ECFA) Method
- 10- Barrier Analysis Method
- 11- Change Analysis Method
- 12- Root Cause Analysis Method
- 13- Fault Tree Analysis (FTA) Method
- 14- Event Tree Analysis (ETA) Method
- 15- Management Oversight and Risk Tree (MORT) Method
- 16- Sequential Timed Events Plotting (STEP) Method
- 17- Human Factor Analysis and Classification (HFACS) Method
- 18- Man Technology and Organization (MTO) Analysis Method
- 19- Casual Model for Air Transport Safety (CATS) Method
- 20- Notification
- 21- Accident/Incident Data Reporting (ADREP)
- 22- Instrument Flight Rule (IFR)
- 23- Visual Flight Rule (VFR)
- 24- Flight Data Recorder (FDR)
- 25- Cockpit Voice Recorder (CVR)
- 26- European Defense Agency (EDA)
- 27- European military Airworthiness Requirements (EMAR)

مراجع

- Model Description. *Journal of the Process Safety and Environmental Protection*, vol. 89, 2011, pp. 151-164.
- [13] Accident Investigation and Prevention Volume I: Accident Analysis Techniques. 3rd ed., U.S. Department of Energy, Washington, 2012.
- [14] Rasmussen J., Risk Management in a Dynamic Society: A Modeling Problem. *Journal of the Safety Science*, vol. 27, No. 2, 1997, pp. 183-213.
- [15] "Aircraft Accident and Incident Investigation". International Civil Aviation Organization, Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation, Canada, Nov. 2009.
- [16] "ICAO Doc 9859, Safety Management Manual (SMM)". 2th ed., International Civil Aviation Organization, Canada, Nov. 2009.
- [17] "Safety Management". International Civil Aviation Organization, Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation, Canada, July. 2013.
- [۱۸]. آئین نامه بررسی سوانح و حوادث هوایی (آیین نامه ۱۱۳)، سازمان هواپیمایی کشوری ایران، ۱۳۹۰.
- [۱۹]. دستورالعمل بررسی سانحه و حادثه هوایی (دستورالعمل ۶۷۱۳)، سازمان هواپیمایی کشوری ایران، ۱۳۸۹.
- [۲۰]. نایبی، علیرضا، مطالعه روش فعلی بررسی سوانح هوایی نظامی و ارائه روشی نو با استفاده از آخرین دستاوردهای موجود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران، اسفند ماه ۱۳۹۲.
- [21] Vestrucci P., On the "Post-Dictive Use" of the Fault Tree Method for Accident Investigation to Aid Judicial Procedures. *Journal of the Safety Science*, vol. 53, 2013, pp. 240-247.
- [22] Li W. C., Harris D., and Yu C. S., Routes to Failure: Analysis of 41 Civil Aviation Accidents from the Republic of China Using the Human Factor Analysis and Classification System. *Journal of the Accident Analysis and Prevention*, vol. 40, 2008, pp. 426-434.
- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_accidents_and_incidents_involving_military_aircraft.
- [2] Johnson W.G., MORT Safety Assurance Systems. Marcel Dekker Press, New York, 1980.
- [3] Hendrick K. and Benner L., Investigation Accident with STEP. Marcel Dekker Press, New York, 1987.
- [4] Reason J., Human Error. University Press, Cambridge, 1990.
- [5] Groeneweg J., Controlling the Controllable, the Management of Safety. 4th ed., DSWO Press, Netherland, 1998.
- [6] Kjellen U., Prevention of Accidents through Experience Feedback. Taylor and Francis, London, 2000.
- [7] Kletz T., Learning from Accident. 3rd ed., Gulf Professional Publishing, Oxford, 2001.
- [8] Levenson N., A New Accident Model for Engineering Safer Systems. *Journal of the Safety Science*, vol. 42, 2004, pp. 237-270.
- [9] Sklet S., Comparison of Some Selected Methods for Accident Investigation. *Journal of the Hazardous Materials*, vol. 111, 2004, pp. 29-37.
- [10] Sklet S., Safety Barriers: Definition, Classification, and Performance. *Journal of the Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 19, 2006, pp. 494-506.
- [11] Katsakiori P., Sakellaropoulos G., and Manatakis E., Towards an Evaluation of Accident Investigation Methods in Terms of their Alignment with Accident Causation Models. *Journal of the Safety Science*, vol. 47, 2009, pp. 1007-1015.
- [12] Rathnayaka S., Khan F., and Amyotte P., SHIPP Methodology: Predictive Accident Modeling Approach. Part I: Methodology and