



ارائه یک سیستم خبره فازی جهت ارزیابی و سنجش ریسک‌های عملیاتی در سازمان‌های نگهداری و تعمیرات هوایی؛ ص ۳۷-۵۶

جعفر قیدرخلجانی^۱، منصور شامرادی^۲

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۲

چکیده

زمینه و هدف: ماهیت کاری سازمان‌های هوایی به گونه‌ای است که همواره با بروز حوادث و لزوم انجام ارزیابی ریسک صحیح مواجه هستند. یکی از این موارد، فرآیند نگهداری و تعمیرات در این سازمان‌هاست اما همان‌طور که از تعریف ریسک آشکار است، این فرآیند همواره با عدم قطعیت همراه است. بر این اساس باید به این مهم توجه داشت که انجام محاسبات ارزیابی ریسک باید منطبق بر اصولی باشد که بتواند این عدم قطعیت را پوشش دهد.

روش: در این تحقیق، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل ایجاد ریسک برای فرآیند عملیاتی نمودن هواپیما در بخش نگهداری و تعمیرات هوایی سازمان مورد مطالعه است. برای این کار پس از طراحی یک سیستم استنتاج فازی چندمرحله‌ای، معیارهای اصلی و زیر معیارها توسط خبرگان حوزه هوایی و با استفاده از تکنیک طوفان فکری شامل تحقق محصول، زیرساخت‌ها، فناوری، فرآیندهای عملیاتی و نیروی انسانی انتخاب شدند.

یافته‌ها: این پیاده‌سازی باعث شناسایی در پنج شاخص کلی و هفده زیر شاخص از ریسک‌های تأثیرگذار در این صنعت نشان داد که بیشترین تأثیرگذاری در حوزه ریسک شامل فرآیندهای فنی و عملیاتی (۹۸،۳۵) و کمترین اثرگذاری در حوزه تحقق محصولات (۶۶،۳۲) است.

نتیجه‌گیری: استفاده از سیستم خبره فازی مدل‌سازی شده در این تحقیق که به راحتی می‌توان با تغییر ورودی و مشاهده خروجی، میزان اهمیت آن‌ها را تعیین کرد، سعی در برطرف نمودن مشکلات و اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در حوزه مهندسی ایمنی و تحلیل ریسک‌های عملیاتی و فنی سازمان را در هر مرحله از فرآیندهای کاری دارد.

کلمات کلیدی: مدیریت ریسک، ارزیابی ریسک، ایمنی صنعت هوایی، دستگاه‌های مبتنی بر منطق فازی، نت

۱ استادیار، مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران، (نویسنده مسئول) kheljani@mut.ac.ir

۲ دانشجوی دکتری، مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران، mansour.shamoradi@yahoo.com

مقدمه و بیان مسئله

با توجه به ویژگی ذاتی پروژه‌های بزرگ و پیچیده، سازمان‌ها و شرکت‌های مرتبط، نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های مدیریت پروژه از جمله روش مدیریت ریسک هستند. جایگاه و تأثیر مطالعات ریسک بر موفقیت پروژه‌ها موضوعی اثبات شده و غیرقابل کتمان است؛ بنابراین مقوله مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی و شناسایی آن یکی از ابزارهای قدرتمند برای محاسبه سود و زیان و تصمیم‌گیری‌های مختلف در صنایع است؛ اما در صنعت هوایی باوجود دامنه گسترده این صنعت و همچنین سطح فناوری بالا و هزینه‌های بسیار زیاد در این حوزه، مدیریت ریسک هنوز جایگاه مناسبی پیدا نکرده است. (موغلی و دیگران، ۱۳۹۴: ۴۳). اخیراً در صنعت هوایی مدیریت ریسک‌های ایمنی بسیار مورد تأکید قانون‌گذاران و شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات هوایی قرار گرفته است ولی سنجش ریسک‌های عملیاتی و مالی و راهبردی مورد بی‌توجهی و در اولویت‌های کمتر قرار دارد. شرکت‌های هوایی با شرایط و اهداف مختلف به‌منظور گسترش فعالیت‌ها ممکن است تصمیم به سرمایه‌گذاری جدید برای تکمیل/افزایش ناوگان و یا دامنه خدمات نمایند. شناسایی ریسک‌های این صنعت به سرمایه‌گذاران کمک می‌نماید با شناخت بهتر و ضریب اطمینان بالاتری تصمیم‌گیری نمایند. (شرفیافی، ۱۳۹۴: ۵۴). در صنعت هوایی، بیشتر اطلاعات درباره ریسک‌ها از تحلیل حوادث و نیز مدل‌سازی و شبیه‌سازی پرواز و عملیات به دست می‌آید. تحلیل حوادث می‌تواند دانش زیادی درباره عوامل سببی ایجاد کند اما واکنشی است و هزینه های انسانی و مالی زیادی را نیاز دارد. روش‌های مدل‌سازی ریسک معمولاً مجموعه‌ای از دانش جمع‌آوری شده حاصل از تحلیل حادثه و تصادفات، مطالعات نظری و تجربی (مثل آثار خستگی بر عملکرد انسان) و تجربه انسانی است. (موغلی و دیگران، ۱۳۹۴: ۴۸) بنابراین خبرگان موضوع ترجیح می‌دهند دانش خود را برای توصیف متغیر زبانی تجربه، با استفاده از عباراتی نظیر «زیاد» «شدید» یا «کم» استفاده کنند. این عبارات به‌سادگی از طریق توابع عضویت مجموعه فازی بر روی مجموعه‌ای از اصطلاحات نظیر سال‌های پروازی، ساعت‌های پرواز، عمر دهی قطعات و یا تخمین هزینه و زمان اجرای پروژه نمایش داده می‌شوند. یکی از این حوزه‌ها ایمنی صنعت هوایی است. موضوع ریسک در سازمان‌های نگهداری و تعمیرات هوایی یکی از نگرانی‌های اصلی جامعه هوانوردی تجاری است (شرفیافی، ۱۳۹۴: ۵۶).

از سوی دیگر آینده با عدم قطعیت و ابهام همراه است، به همین دلیل همواره مخاطره و ریسک در همه ابعاد وجود دارد. فرایند رایج در طراحی ساختار و سازمان‌دهی نظامی به‌منظور مقابله با تهدیدات پیش‌بینی‌نشده محیط، بسیار شکننده است و در عمل، پیاده‌سازی تحولات ساختاری را به مخاطره می‌اندازد؛ حتی ممکن است منجر به شکست شود. در چنین شرایطی، سازمان ضمن از دست دادن زمان و صرف هزینه زیاد، کارایی و اثربخشی لازم را نخواهد داشت.

یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای حل مسئله عدم قطعیت، ارزیابی، تحلیل و مدیریت ریسک است. میزان تمرکز بر تحلیل ریسک، به عنوان یکی از مراحل اساسی فرایند مدیریت ریسک، به‌طور مستقیم به درجه پیچیدگی سازمان و میزان تعامل آن با محیط پیرامونی وابسته است؛ اما احتمال ضرر و زیان وارده ناشی از ریسک‌ها و مخاطرات همیشه با ارزیابی و تحلیل ریسک قابل کاهش است. در این میان سازمان‌های هوایی باید بتوانند به‌طور منطقی و روش مند مخاطرات بالقوه را شناسایی و تحلیل نموده، برای مدیریت مناسب آن‌ها در شرایط اطمینان اقدام کرده و از تصمیم‌گیری‌های ذهنی و تقریبی پرهیز نمایند (نادریور، ۱۳۹۸: ۴۱). از این‌رو در این مقاله، ضمن بررسی اصول و مبانی ضرورت مطالعه ریسک‌های عملیاتی حوزه هوایی، دانش مدیریت ریسک پروژه و نظریه سیستم‌های فازی مبنای تحقیق بوده و با به‌کارگیری نظرات خبرگان حوزه هوایی و با استفاده از تکنیک طوفان فکری و استفاده از ساختار درخت تصمیم‌گیری، شاخص‌ها و معیارهای تأثیرگذار بر مؤلفه ریسک سازمانی در حوزه فعالیت‌های عملیاتی و پروازی صنعت هوایی، مشخص گردیده است و در ادامه جهت ارزیابی ریسک در این صنعت، یک سیستم خبره فازی برای شناسایی و سطح‌بندی مهم‌ترین ریسک‌ها و تعیین میزان اهمیت هرکدام در حوزه مهندسی ایمنی و تحلیل‌های ریسک سازمانی از فرآیندهای کاری، ارائه شده است. تقسیم‌بندی این ریسک‌ها در یک سازمان هوایی با ویژگی‌هایی مانند فناوری بالا، طراحی و تولید محصولات منحصربه‌فرد، ارتباطات پیچیده و گسترده درون و برون‌سازمانی می‌تواند در حوزه‌های مختلف شامل ۱- تحقق محصولات ۲- زیرساخت‌ها ۳- فرآیندهای عملیاتی ۴- نیروی انسانی ۵- فناوری و غیره باشد. ارزیابی با استفاده از مدلی ریاضی انجام گرفته است که به‌صورت یک سیستم خبره فازی تحت قوانین تعیین شده، ارائه گردیده است. مدل ارزیابی ریسک در این مطالعه، یک سیستم خبره فازی است که با استخراج دانش خبرگان در سازمان‌های هواپیمایی و تعیین ورودی و خروجی‌های مدل و فازی سازی آن‌ها ایجاد شده است. از این‌رو شناخت انواع ریسک‌های موجود در این صنعت به مدیران این امکان را می‌دهد تا با شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های تأثیرگذار در فرآیند تعمیراتی خط هوایی تصمیم بگیرند که کدام‌یک از ریسک‌های شناسایی شده برای سازمان خطری عمده محسوب می‌شود تا برای مقابله با آن اقدامات اصلاحی را تعریف کنند.

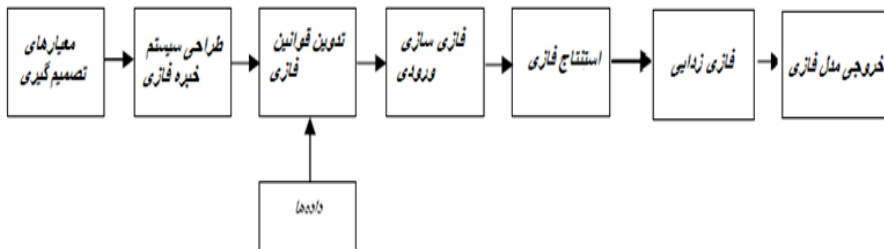
مبانی نظری

سیستم خبره

سیستم خبره یک بسته نرم‌افزاری تصمیم‌گیری است که می‌تواند با کسب دانش به میزان توانمندی یک فرد خبره در تصمیم‌گیری، دست یابد همان‌گونه که انسان برای تصمیم‌گیری و انتخاب به دانش خود مراجعه کرده و پس از بررسی و استنتاج لازم، یک مورد خاصی را انتخاب و ارائه می‌نماید، سیستم خبره نیز با استفاده از یک پایگاه دانش و همچنین بررسی لازم اقدام به

راهنمایی و ارائه راه حل می‌نماید سیستم‌های خبره با هدف در دسترس قرار دادن مهارت‌های افراد متخصص، برای افراد غیرمتخصص طراحی شده‌اند. این برنامه‌ها الگوی تفکر و شیوه‌ی عملکرد انسان را شبیه‌سازی می‌کنند و باعث نزدیکی عملکرد سیستم‌های خبره با عملکرد انسان یا فرد خبره می‌شوند. (حاجی میکائیل، ۲۰۰۹). سیستم خبره فازی را می‌توان به‌عنوان یک سیستم مبتنی بر قواعد یا دانش دانست که در پایگاه دانش خود از منطق فازی استفاده کرده و به کمک داده‌های ورودی کاربر و استنتاج فازی نتیجه‌گیری می‌کند. سیستم‌های خبره فازی مجموعه‌ای از توابع عضویت و قوانین را شامل می‌شوند که مجموعاً برای استدلال استفاده می‌شوند. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد اگر-آنگاه فازی تشکیل شده است.

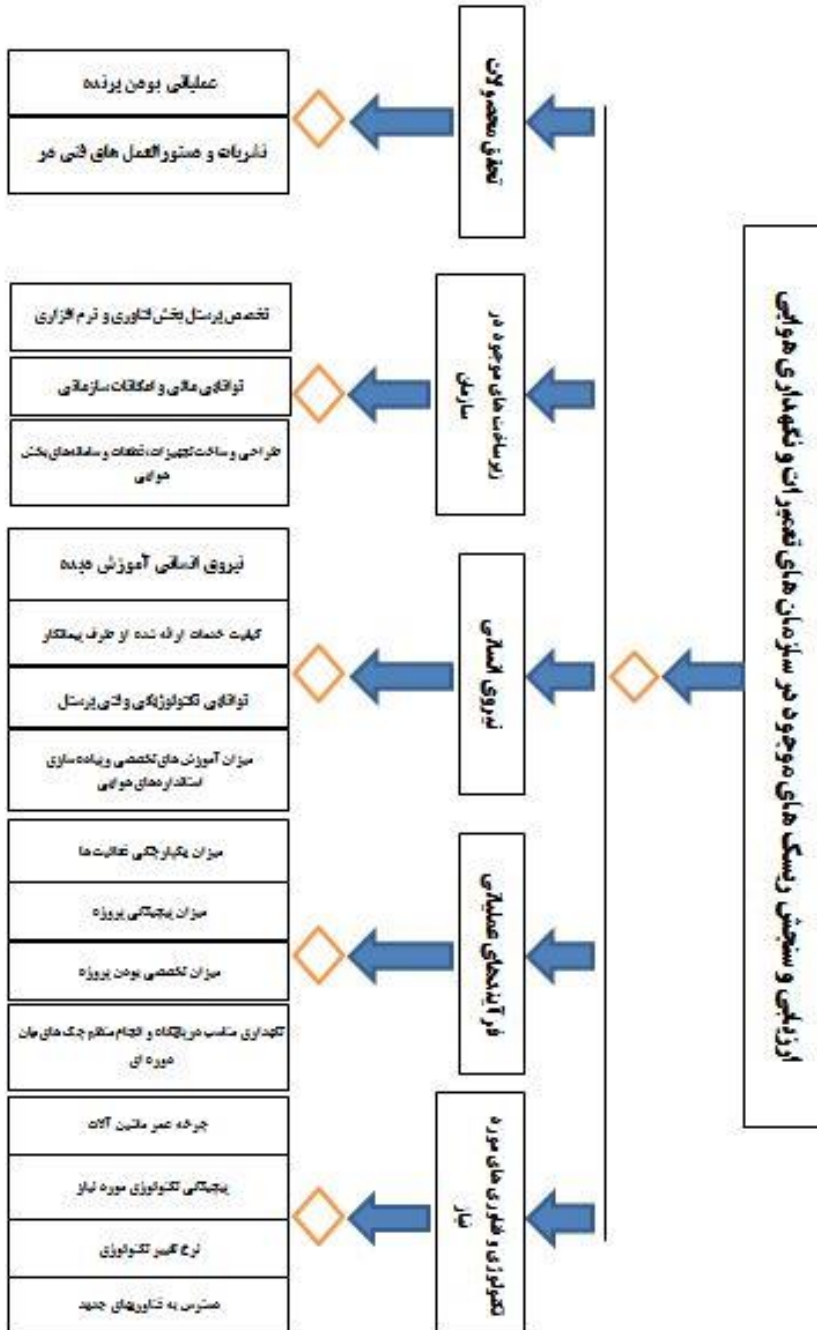
مدل‌های ریسک مبتنی بر تخصص انسانی هستند. این مدل‌ها از دانش و تخصص جمعی و یکدست شده خبرگان موضوع در یک سازمان و درک آن‌ها از فرایندهای اصلی (که ممکن است به حوادث یا اتفاقات منجر شوند) به وجود می‌آید. این تخصص می‌تواند در زمینه عملیات و رویه‌های خاص سازمان و نیز دانش کلی به‌دست‌آمده از پژوهش‌های نظری یا تجربی (نظیر آثار خستگی بر عملکرد انسان) باشد. مدل ارزیابی ریسک مجموعه‌ای سازمان‌یافته از عوامل سببی است که همگی با ریسک مدل‌سازی شده ارتباط دارند. (حاجی میکائیل، ۲۰۰۹). با توجه به اینکه هدف از این تحقیق طراحی سیستم خبره و ارائه مدل است، بنابراین نحوه طراحی برای سطح‌بندی ریسک‌ها در سازمان با توجه به هفت عامل اصلی، ارائه شده است. این سیستم خبره قابل کاربرد در تمام سازمان‌ها است. تصویر کلی سیستم خبره فازی به‌صورت زیر است: (شکل شماره یک). با توجه به مفاهیم گفته‌شده روش‌شناسی ایجاد سیستم خبره فازی از مراحل زیر تشکیل شده است که عبارت‌اند از: ۱- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری ۲- طراحی سیستم خبره فازی برای مسئله موردنظر ۳- تبیین قواعد سیستم خبره فازی، ۴- فازی‌سازی ورودی، ۵- استنتاج فازی، ۶- فازی‌زدایی، ۷- ارزیابی و انتخاب بهترین گزینه.



شکل شماره ۱- سیستم خبره فازی نوآوری

تعیین معیارهای تصمیم‌گیری برای طراحی سیستم خبره فازی مسئله موردنظر

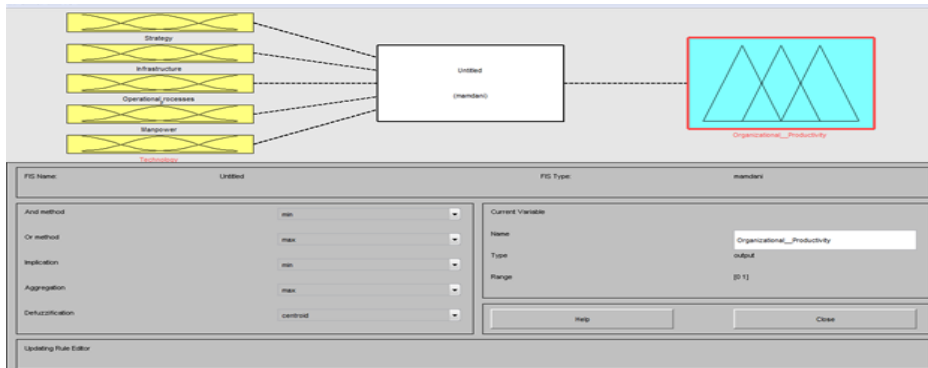
از آنجاکه هر یک از محققان معیارهای متفاوتی برای ارزیابی و سنجش ریسک‌های عملیاتی در حوزه تعمیرات و نگهداری حوزه هوایی در نظر گرفته‌اند لذا پس از بررسی‌های انجام‌شده از مطالعات افراد، در ابتدا معیارهای اصلی و بعد زیر معیارهای مختلف برای هر یک از معیارهای اصلی برای ارائه یک سیستم خبره فازی در نظر گرفته شد که طرح‌واره^۱ آن مشتمل بر عناوین معیارهای اصلی و زیر معیارهای آن‌ها شامل تحقق محصولات (عملیاتی بودن پرنده و نشریات و دستورالعمل‌های فنی در داخل سازمان)، زیرساخت‌ها (تخصص کارمندان بخش نت، توانایی مالی و امکانات سازمان، طراحی و ساخت تجهیزات، قطعات و سامانه‌های بخش هوایی)، فناوری موردنیاز (چرخه عمر ماشین‌آلات، پیچیدگی فناوری موردنیاز، نرخ تغییر فناوری، دسترس به فناوری‌های جدید)، نیروی انسانی (نیروی انسانی آموزش‌دیده، کیفیت خدمات ارائه‌شده از طرف پیمانکار، توانایی فنی کارکنان، میزان آموزش‌های تخصصی و پیاده‌سازی استانداردهای هوایی)، فرآیندهای عملیاتی (میزان یکپارچگی فعالیت‌ها، میزان پیچیدگی و تخصصی بودن پروژه، کنترل‌های کیفی در تحویل محصولات و نگهداری مناسب در پایگاه و انجام منظم چک‌های میان‌دوره‌ای) که در شکل شماره دو، نشان داده شده است.



شکل شماره (۲) - ساختار معیارهای تصمیم گیری

تعریف و مشخص نمودن ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

طرح وارده کلی سیستم خبره فازی که در نرم‌افزار متلب^۱ طراحی شده است، به شکل زیر می‌باشد. (شکل شماره سه)



شکل ۳- سیستم خبره فازی در حالت کلی

در شکل شماره چهار، سیستم فازی پژوهش نشان داده شده است:



شکل (۴) - سیستم فازی پژوهش

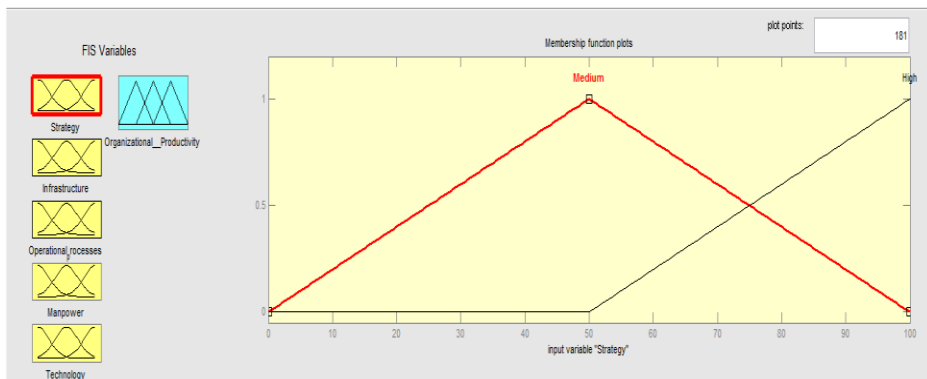
فازی سازی ورودی‌ها

نخستین مرحله پردازش سیستم خبره فازی، فازی سازی ورودی‌های سیستم است. برای ورودی‌های عددی در مرحله فازی سازی معین می‌شود که درجه عضویت هر ورودی که در دامنه مجموعه فازی قرار دارد، در تابع عضویت فازی متناظر آن مجموعه چقدر است که مقادیر آن در

جدول شماره یک، نشان داده شده است (ماتیوس^۱ ۲۰۰۳). در این مرحله متغیرهای کلامی فازی سازی می‌شوند. برای فازی سازی متغیرها از تابع مثلثی استفاده شده است. برای فازی سازی معیارها ابتدا هر یک از آن‌ها با استفاده از متغیرهای کلامی افراز بندی می‌شوند و در ادامه هر یک از متغیرهای کلامی با استفاده از عدد مثلثی فازی به مجموعه فازی تبدیل می‌شوند. در فرایند فازی سازی روابط بین ورودی‌ها و متغیرهای زبانی با استفاده از توابع عضویت تعریف می‌شود در این مرحله مقادیر ورودی به درجه تعلق متغیرهای زبانی متناظر تبدیل می‌شوند. در واقع متغیرهای ورودی از طریق واحد فازی ساز به اعداد فازی تبدیل می‌شوند. (ساروخانی، ۱۳۸۷: ۷۶). در این روش برای فازی سازی از تابع مثلثی استفاده شده است (قاسم نژاد، ۱۳۹۱: ۸۹). که در شکل شماره پنج برای شاخص اول در نرم‌افزار متلب نشان داده شده است.

جدول شماره (۱) - سطوح مختلف دامنه مجموعه فازی

دامنه مجموعه فازی			شاخص‌ها
کم	متوسط	بالا	
-----	(۰ و ۵۰ و ۱۰۰)	۱۰۰ و ۱۰۰ و ۵۰	شاخص اول: تحقق راهبرد شرکت
(۰ و ۵۰ و ۱۰۰)	(۰ و ۵۰ و ۱۰۰)	۱۰۰ و ۱۰۰ و ۵۰	شاخص دوم: زیرساخت‌ها
-----	(۰ و ۵۰ و ۱۰۰)	۱۰۰ و ۱۰۰ و ۵۰	شاخص سوم: فرآیندهای عملیاتی
-----	(۰ و ۵۰ و ۱۰۰)	۱۰۰ و ۱۰۰ و ۵۰	شاخص چهارم: نیروی انسانی
-----	(۰ و ۵۰ و ۱۰۰)	۱۰۰ و ۱۰۰ و ۵۰	شاخص پنجم: فناوری‌ها

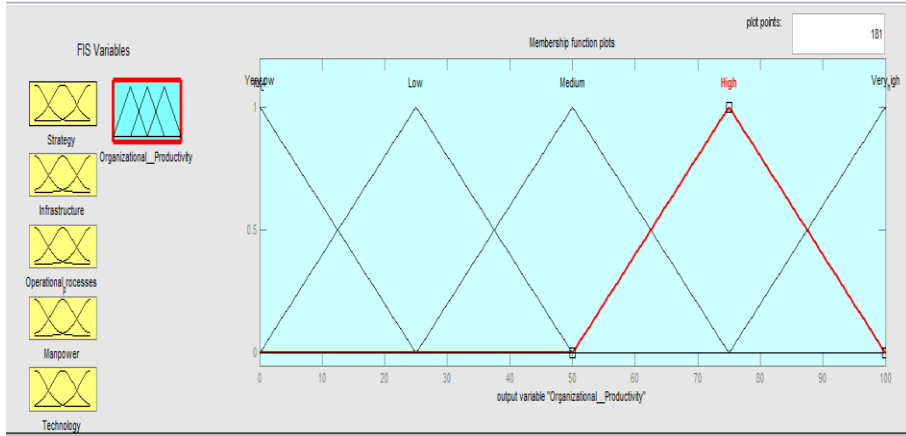


شکل ۵- فازی سازی عامل اول

خروجی مدل سیستم فازی

خروجی مدل سیستم فازی ارائه شده در این پژوهش، سنجش میزان ریسک‌های سازمان و رتبه‌بندی آنان است که فازی سازی آن مطابق با متغیرهای زبانی تعریف شده به صورت زیر است: (شکل شماره شش).

- خیلی پایین = (۰ و ۰ و ۲۵)
- پایین = (۰ و ۲۵ و ۵۰)
- متوسط = (۲۵ و ۵۰ و ۷۵)
- بالا = (۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰)
- خیلی بالا = (۷۵ و ۱۰۰ و ۱۰۰)



شکل ۶- فازی سازی خروجی سیستم خبره

استنتاج فازی (قوانین اگر - آنگاه)

این قانون از دو قسمت تشکیل شده است، قسمت اگر و قسمت آنگاه، بخش اگر که از آن به‌عنوان؛ بخش منطبق سازی الگوها نام برده می‌شود، مشتمل بر یک دسته الگوهایی است که حقایق یا داده هادی را مشخص می‌سازد که سبب می‌شود قانون بتواند با استفاده از آن‌ها، فرایند انطباق الگوها را انجام دهد. بخش آنگاه قانون نیز شامل یک سری اعمالی است که زمانی که قانون قابل به‌کارگیری است اجرا می‌شود. در این حالت، موتور استنباط، یک قانون را انتخاب کرده و سپس عملیات مربوط به قانون انتخاب‌شده، انجام می‌گیرد. این فرایند تا زمانی که دیگر قانونی باقی نماند ادامه می‌یابد (حبیبی پیرکوهی، ۱۳۸۴:۲۴). استنتاج فازی، مهم‌ترین مرحله پردازش سیستم خبره فازی محسوب شده و با توجه به قواعد تبیین شده انجام می‌شود. در این مرحله برای هر کدام از معیارها و به ازای هر گزینه، یک مجموعه فازی ایجاد می‌گردد. در واقع در این مرحله مشخص می‌شود که میزان انطباق مطلوبیت‌های سازمان با هر گزینه برای هر کدام از معیارها چقدر است (چن^۱، ۲۰۰۱). بنابراین برای تکمیل سیستم استنتاج فازی پژوهش، نیاز است تا قواعد منطق فازی که در واقع قلب سیستم فازی هستند تعریف شوند (صالحی، ۱۳۹۸:۳۹). بطور عام و در عمل بیشتر از استنتاج ممدانی (MFIS) و لارسن^۲ (LFIS) که به ترتیب بر اساس عملگرهای MIN و به صورت حاصل ضرب هستند استفاده می‌شود. (ساروخانی، ۱۳۸۷:۷۱). در تحقیق حاضر نیز از استنتاج ممدانی (MFIS) استفاده شده است. قوانین اگر - آنگاه که در مدل ارائه گردیده، با توجه به نظر متخصصان و افراد خبره طرح ریزی شده است که در این تحقیق با توجه به وجود پنج عامل و

1 Chen

2 Larsen

چند متغیر زبانی برای هر کدام شامل $۲=۳*۲*۲*۲$ قانون خواهد بود. این قوانین در جدول شماره دو نشان داده شده است. مثال زیر نیز نحوه استنتاج فازی برای هر کدام از این قوانین را تبیین می کند:

جدول شماره (۲) - قوانین فازی طراحی شده

ریسک سازمان	تأثیر بر					قانون
	فناوری	نیروی انسانی	فرآیند عملیاتی	زیرساخت‌ها	تحقق راهبرد	
خیلی بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	۱
خیلی بالا	بالا	بالا	متوسط	متوسط	بالا	۲
خیلی بالا	بالا	متوسط	بالا	بالا	متوسط	۳
خیلی بالا	بالا	بالا	متوسط	متوسط	بالا	۴
خیلی بالا	متوسط	متوسط	بالا	بالا	بالا	۵
خیلی بالا	بالا	بالا	متوسط	متوسط	متوسط	۶
بالا	متوسط	متوسط	متوسط	بالا	بالا	۷
بالا	متوسط	متوسط	بالا	بالا	متوسط	۸
بالا	بالا	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	۹
بالا	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	بالا	۱۰
بالا	متوسط	متوسط	بالا	بالا	متوسط	۱۱
بالا	بالا	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	۱۲
بالا	بالا	متوسط	متوسط	متوسط	بالا	۱۳
بالا	متوسط	متوسط	بالا	بالا	متوسط	۱۴
بالا	بالا	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	۱۵
بالا	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	بالا	۱۶
خیلی بالا	متوسط	بالا	بالا	متوسط	متوسط	۱۷
بالا	بالا	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	۱۸
بالا	متوسط	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	۱۹
بالا	متوسط	متوسط	بالا	متوسط	متوسط	۲۰
بالا	بالا	متوسط	بالا	متوسط	متوسط	۲۱
بالا	بالا	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	۲۲

۲۳	متوسط	بالا	متوسط	متوسط	بالا
۲۴	بالا	متوسط	بالا	متوسط	بالا
۲۵	متوسط	کم	بالا	متوسط	بالا
۲۶	متوسط	بالا	متوسط	متوسط	بالا
۲۷	متوسط	کم	متوسط	متوسط	بالا
۲۸	متوسط	کم	متوسط	بالا	بالا
۲۹	بالا	کم	بالا	بالا	خیلی بالا
۳۰	بالا	کم	متوسط	بالا	خیلی بالا
۳۱	بالا	کم	بالا	متوسط	خیلی بالا
۳۲	متوسط	کم	متوسط	بالا	بالا
۳۳	متوسط	کم	متوسط	متوسط	بالا
۳۴	بالا	کم	بالا	متوسط	بالا
۳۵	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
۳۶	متوسط	کم	متوسط	متوسط	متوسط
۳۷	متوسط	کم	متوسط	متوسط	بالا
۳۸	بالا	کم	متوسط	متوسط	متوسط
۳۹	متوسط	کم	متوسط	بالا	متوسط
۴۰	متوسط	کم	بالا	متوسط	متوسط
۴۱	بالا	کم	بالا	متوسط	متوسط
۴۲	بالا	کم	بالا	متوسط	بالا
۴۳	بالا	کم	متوسط	بالا	بالا
۴۴	متوسط	کم	متوسط	بالا	متوسط
۴۵	بالا	کم	بالا	بالا	متوسط
۴۶	بالا	کم	بالا	بالا	بالا
۴۷	متوسط	کم	متوسط	بالا	بالا
۴۸	متوسط	کم	بالا	بالا	متوسط

فازی زدایی

ارزش خروجی هایی که در مرحله پیشین به دست می آید، به شکل فازی هستند. برای ساده تر کردن تجزیه و تحلیل، اعداد فازی باید به اعداد معمولی تبدیل شوند. به عبارت دیگر، در این مرحله ارزش خروجی ها غیرفازی می شود. در این پروژه فازی زدایی به روش میانگین فازی با توجه به فرمول شماره یک قابل محاسبه می باشد: (قاسم، ۱۳۹۱، ۲۱۰).

$$\begin{aligned} A_{\max}^{(1)} &= \frac{a+aM+a2}{3} \\ A_{\max}^{(2)} &= \frac{a1+2aM+a2}{4} \\ A_{\max}^{(3)} &= \frac{a1+4aM+a2}{6} \end{aligned} \quad (1)$$

$$Z^* = \{A_{\max}^{(1)}, A_{\max}^{(2)}, A_{\max}^{(3)}\}$$

روش شناسی پژوهش

یکی از مؤلفه‌های ارزشمند سیستم ارزیابی ریسک توانایی شناسایی «پارامترهای مهم» است، یعنی آن دسته از پارامترهای مدل که به تنهایی یا به صورت ترکیبی، بر ارزیابی ریسک تأثیر می‌گذارند؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر، طراحی و ارائه یک سیستم خبره فازی جهت سنجش ارزیابی ریسک‌های عملیاتی در سازمان هوایی است. یک سیستم خبره مبتنی بر دانش مجموعه‌ای از داده‌ها است که دانش خبرگان موضوع را نشان می‌دهد. در این تحقیق به دلیل کیفی بودن اصول و قواعد این نگرش، سنجش آن به روش‌های معمولی و به راحتی امکان‌پذیر نیست. برای غلبه بر این چالش در این تحقیق روش مبتنی بر منطق فازی ارائه شده است. لذا در این تحقیق، ضمن در نظر گرفتن عوامل و متغیرهای مؤثر و تأثیرگذار در انتخاب شاخص‌ها، با استفاده از سیستم خبره، مدلی برای ارزیابی و انتخاب مهم‌ترین ریسک‌های پروژه در سازمان با استفاده از معیارهای مختلف طراحی شده است. تحقیق حاضر بر اساس هدف از نوع کاربردی است، اما بر اساس روش انجام کار تحقیق توصیفی است. روش گردآوری اطلاعات و داده‌ها روش کتابخانه‌ای و استفاده از نظرات خبرگان است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از ریاضیات فازی استفاده شده است. برای فازی سازی از اعداد مثلثی، برای استلزام فازی از روش ممدانی^۱ و برای فازی زدایی از روش مرکز ثقل استفاده شده است.

سؤالات تحقیق

سؤال اصلی

۱. مهم‌ترین ریسک‌های عملیاتی در سازمان‌های نگهداری و تعمیرات هوایی که با استفاده از سیستم خبره فازی طراحی شده است کدام‌اند؟

سؤالات فرعی

۱. مهم‌ترین معیارهای مؤثر (زیر شاخص‌های تعیین شده برای اولویت بندی) ریسک‌ها در سازمان کدام هستند؟
۲. راهبرد مواجهه با هر ریسک از سوی سازمان چگونه خواهد بود (تصمیم گیرنده چه تدابیری برای مواجهه با هر یک از ریسک‌ها در نظر دارد)؟

یافته‌ها

به منظور اجرای مدل پیشنهادی، داده‌های بکار گرفته شده در این تحقیق در یکی از سازمان‌های دولتی جمع‌آوری گردید که از سازمان موردنظر یک نمونه 50 نفری به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب، و با استفاده از طوفان فکری و نظرات خبرگان اقدام به جمع‌آوری اطلاعات در مورد شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مربوط به هر حوزه ریسک سازمانی شده است تا ورودی‌های خود را که همان پنج شاخص ۱- تحقق راهبرد شرکت ۲- زیرساخت‌ها ۳- فرآیندهای عملیاتی ۴- نیروی انسانی ۵- فناوری موردنیاز می‌باشند را تعیین نمود. البته برای هر طیف فازی سازی بدین صورت انجام گرفته است:

$$\left[\begin{array}{l} \text{پایین} = (0, 0, 0, 25) \\ \text{کمی پایین} = (0, 0, 25, 5) \\ \text{متوسط} = (0, 25, 0, 5, 0, 75) \\ \text{کم بالا} = (0, 5, 0, 75, 1) \\ \text{بالا} = (0, 75, 1) \end{array} \right.$$

سپس برای هر شاخص محاسبه میانگین فازی با توجه به فرمول شماره (۲) محاسبه شده است.

$$A_{\text{ave}} = (m_1, m_2, m_3) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_m^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) \quad (2)$$

و در انتها عمل فازی زدایی (روش مجموع میانگین‌ها) با استفاده از فرمول شماره یک انجام گرفته شده است که مقدار به دست آمده برای Z^* انتخاب می‌شود که عدد مربوطه در بازه (۱ و ۰) به دست آمده است. این پنج عدد به دست آمده همان ورودی‌های ما یعنی وزن شاخص‌های ورودی می‌باشند و میانگین به دست آمده برای پنج ورودی بدین صورت محاسبه شده است:

شاخص اول: (۷۲٫۶، ۴۱، ۲۱٫۶)

شاخص دوم: (۹۶٫۶، ۷۹، ۳۱٫۵)

شاخص سوم: (۷۹٫۳، ۵۱، ۲۴٫۳)

شاخص چهارم: (۱۰۰، ۷۲٫۱، ۴۱)

شاخص پنجم: (۹۱، ۶۸٫۱، ۴۵)

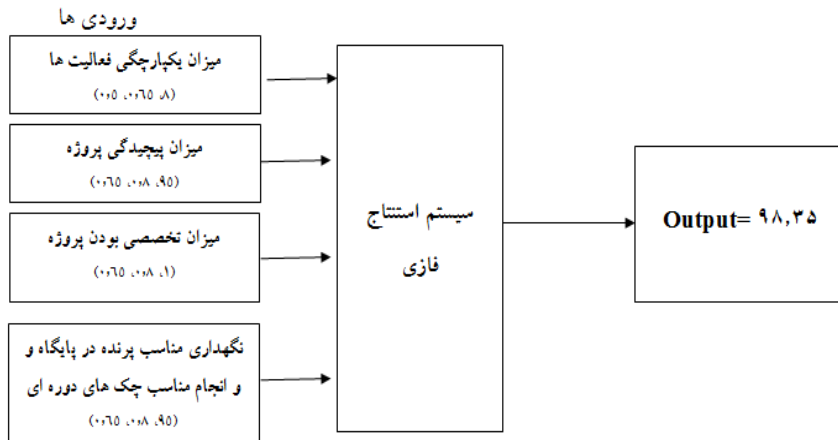
در ادامه برای کسب مقادیر زیر شاخص‌ها برای رتبه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک‌های سازمانی در صنعت هوایی از نظرات خبرگان استفاده شده است که این مقادیر همان ورودی‌های مدل ساخته شده است که در جدول شماره سه نشان داده شده است.

جدول شماره (۳) - رتبه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک‌های عملیاتی

سطح‌بندی	مقادیر	وزن زیرشاخص‌ها	وزن شاخص‌ها	انواع شاخص و زیر شاخص برای ریسک سازمان		
				زیر شاخص	شاخص	
۵	۶۶٫۳۲	(۰٫۳۵، ۰٫۵)	۷۲٫۶	عملیاتی بودن پرنده		
		(۰٫۲، ۰٫۳۵)		۴۱	نشریات و دستورالعمل‌های فنی	
		(۰٫۲، ۰٫۵)	(۲۱٫۶)			
۲	۸۴٫۳۴	(۰٫۵، ۰٫۶۵)	۹۶٫۶	تخصص کارکنان		
		(۰٫۳۵، ۰٫۵)		۷۹	توانایی مالی و امکانات سازمان	
		(۰٫۲، ۰٫۳۵)			۳۱٫۵	طراحی و ساخت تجهیزات، قطعات و سامانه‌های بخش هوایی
		(۰٫۶۵، ۰٫۸)				
		(۰٫۵، ۰٫۶۵)				

۴	۶۸,۹۸	۰,۵,۰,۶۵) (۰,۳۵	۷۹,۳) ۵۱ (۲۴,۳	آموزش کارکنان	نیروی انسانی
		۰,۳۵, ۰,۵) (۰,۲		کیفیت خدمات ارائه شده توسط پیمانکار	
		۰,۸, ۰,۹۵) (۰,۶۵		توانایی فناوریانه و فنی کارکنان	
۴	۶۸,۹۸	۰,۶۵, ۰,۸) (۰,۵	۷۹,۳) ۵۱ (۲۴,۳	پیاده سازی استانداردهای سازمان هوایی	نیروی انسانی
۱	۹۸,۳۵	۰,۶۵, ۰,۸) (۰,۵	۱۰۰) ۷۲,۱ (۴۱	میزان یکپارچگی فعالیتها	فرآیندهای عملیاتی
		۰,۸, ۰,۹۵) (۰,۶۵		میزان پیچیدگی پروژه	
		۰,۶۵, ۰,۸, ۰,۱)		میزان تخصصی بودن پروژه	
		۰,۸, ۰,۹۵) (۰,۶۵		نگهداری مناسب پرنده در پایگاه و انجام مناسب چک های دوره‌ای	
۳	۷۶,۲۸	۰,۶۵, ۰,۸) (۰,۵	۹۱) ۶۸,۱ (۴۵	چرخه عمر ماشین آلات	فناوری‌های موردنیاز
		۰,۵, ۰,۶۵) (۰,۳۵		پیچیدگی فناوری	
		۰,۸, ۰,۹۵) (۰,۶۵		نرخ تغییر فناوری	
		۰,۸, ۰,۹۵) (۰,۶۵		دسترسی به فناوری‌های جدید و به روز	

پس از به دست آوردن مقادیر هر شاخص و زیر شاخص‌ها، این مقادیر با توجه به توضیحات ارائه شده در سیستم استنتاج فازی قرار داده شده و رتبه‌بندی ریسک‌های مورد مطالعه با استفاده از مدل فازی خبره، تحت قوانین مورد نظر بدست آمده است. (جدول شماره دو). امتیاز نهایی همان‌طور که از تابع عضویت خروجی مشخص شده بود عددی بین ۰ تا ۱۰۰ است. به‌عنوان مثال در شکل شماره هفت ورودی‌ها و خروجی شاخص فرآیندهای عملیاتی نشان داده شده است. به همین صورت برای مابقی شاخص‌ها نیز محاسبه گردیده است.



شکل ۷- نحوه به دست آمدن امتیاز نهایی

امتیاز نهایی هر ریسک، نشان‌دهنده مقادیر آن‌ها بر اساس مقداری است که در زیر شاخص‌های مختلف تعریف شده در هر حوزه به دست آمده است. همان طور که از جدول شماره سه می‌گردد امتیاز نهایی ریسک در حوزه فرآیندهای عملیاتی از همه بالاتر است. شاید بتوان گفت که این شاخص به علت توزیع متعادل‌تر امتیازات در زیر معیارها در شاخص محاسباتی امتیاز نهایی بالاتری را کسب کرده است. علاوه بر مقایسه ریسک‌های این سازمان در حوزه‌های مختلف کاری با یکدیگر، می‌توان فاصله هر عامل ریسک را با وضعیت مطلوب یعنی (خروجی^۱ = ۱۰۰) تعیین نمود و با تجزیه و تحلیل حساسیت معیارهایی را که باعث افزایش بیشتر امتیاز نهایی می‌شوند مشخص کرد. در صورتی که بیشتر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار به رتبه‌بندی گزینه‌ها و مقایسه آن‌ها می‌پردازد، با استفاده از سیستم خبره فازی مدل‌سازی شده به راحتی می‌توان با تغییر ورودی و مشاهده خروجی میزان اهمیت آن‌ها را تعیین کرد و سعی در برطرف نمودن مشکلات و ارائه اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در حوزه مهندسی ایمنی و تحلیل‌های ریسک سازمانی در هر مرحله از فرآیندهای کاری ارائه نمود. با توجه به اولویت‌بندی ریسک‌های عملیاتی در سازمان نمونه‌ای از راهبرد سازمان در جهت مدیریت ریسک‌های انتخاب‌شده به صورت یکپارچه در یک بانک اطلاعاتی تدوین شده برای ریسک‌های بااهمیت بالاتر که در این تحقیق ریسک‌های فرآیند عملیاتی، در جدول شماره چهار شده است.

جدول شماره (۴) - نمونه‌ای از بانک اطلاعاتی تدوین شده

ریسک‌ها	منشأ ریسک	شاخص کنترلی	راهبرد برخورد	نوع راهبرد	اقدام پیشنهادی	مسئول مربوطه
میزان یکپارچگی فعالیت‌ها	فرایند	در دسترس نبودن فایل‌ها	ایجاد یک بانک اطلاعاتی	کاهش احتمال ریسک	ایجاد گروه نرم‌افزاری قوی	مدیریت مربوطه
میزان پیچیدگی پروژه	فناوری	افزایش هزینه‌ها	برآوردن نیازها و آموزش کارکنان	کاهش احتمال ریسک	استفاده از فناوری‌های بروز	مدیریت مربوطه
میزان تخصصی بودن پروژه	فناوری	زمان انجام پروژه	ایجاد گروه متخصص	کاهش احتمال ریسک	آموزش افراد جهت پشتیبانی کامل از پروژه	مدیریت مربوطه
نگهداری مناسب پرنده در پایگاه و انجام مناسب چک‌های دوره‌ای	فرایند/مردم	تست‌های پروازی بیشتر	انجام ممیزی‌های دوره‌ای به‌صورت منظم	کاهش احتمال ریسک	نگهداری مناسب در پایگاه و انجام چک‌های میان برنامه‌ای	مدیریت مربوطه

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مقاله روشی را ارائه کرده است که از طریق آن می‌توان ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های موجود در یک سازمان نظیر یک خط هوایی را استخراج کرد، نمایش داد و برای تحلیل ریسک عملیاتی در هر یک از فرآیندهای کاری به کار گرفت. خروجی مدل، میزان شاخص‌های ریسک استاندارد شده‌ای است که می‌توان برای تعیین ریسک نسبی آن را بکار برد. در یک سیستم ارزیابی ریسک شناسایی این عوامل، وزن دهی به تأثیر نسبی آن‌ها و ارائه اطلاعات کافی برای افزایش آگاهی و درخواست اقدام اصلاحی است. این پیاده‌سازی باعث شناسایی در پنج شاخص کلی و هفده زیر شاخص از ریسک‌های تأثیرگذار در این صنعت نشان داد که از بین این شاخص‌های مورد مطالعه پس از انجام محاسبات، بیشترین تأثیرگذاری در حوزه ریسک شامل فرآیندهای عملیاتی است که از حیث به‌کارگیری اقدامات کنترلی و پیشگیرانه مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- ابراهیمی، الهام، قلی پور، آرین، مقیمی، سید محمد، قالیباف اصل، حسن. (۱۳۹۶). *تحلیل و سنجش ریسک‌های منابع انسانی با به کارگیری تکنیک های دیمتل فازی و مشابهت فازی*، مدیریت فرهنگ سازمانی، دوره ۱۵، شماره ۱، ۱-۲۳.
- حبیبی پیر کوهی، آرش، شائمی برزکی، علی. (۱۳۸۴). *سیستم های خبره و کاربرد آن در مدیریت*. سومین کنفرانس بین المللی مدیریت.
- ساروخانی، لیلا، منتظر، غلامعلی. (۱۳۸۷). *طراحی و پیاده سازی سیستم هوشمند شناسایی رفتار مشکوک در بانکداری اینترنتی به کمک نظریه مجموعه های فازی*، فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، سال اول، شماره های 1 و 2.
- شرفیافی، فرزانه، صدقیان، امیر حسین. (۱۳۹۴). *مدیریت ریسک در شرکت های هوایی*، کنفرانس ملی مدیریت ریسک سازمانی.
- صالحی، محمد. (۱۳۹۸). *طراحی سیستم هوشمند فازی امتیازدهی در نظام پیشنهادها*، فصلنامه رشد و فناوری، سال پانزدهم، شماره ۵۸.
- قاسم نژاد، نیما، نریمانی راد، محمد. (۱۳۹۱). *طراحی یک سیستم خبره فازی جهت سنجش میزان رضایت شغلی*، نشریه علمی پژوهشی مدیریت فردا، سال یازدهم، شماره ۳۲.
- موغلی، علیرضا، عبدالمنافی، سعید، صالحی، حسن، صالح، محمود. (۱۳۹۴). *تحلیل ریسک در سازمان های نظامی*، فصلنامه مدیریت نظامی، سال پانزدهم، شماره ۵۸، ۴۳-۶۹.
- نادرپور، عباس، مفید، مسعود، مجروحی، جواد. (۱۳۹۸). *تلفیق مدیریت ریسک و سیستم استنتاج فازی جهت برآورد زمان انجام پروژه ها در پالایشگاه های گاز*، مهندسی عمران شریف، دوره ۲، شماره ۱، ۴۱-۴۹.

Chen, G. Pham, T.T. (2001) *Introduction to Fuzzy Sets. Fuzzy Logic and Fuzzy Control System*: CRC Press.

Hadjimichael.M. (2009). *A fuzzy expert system for aviation risk assessment*. Expert Systems with Applications, (36)4, 6512-6519.

Khatami Firouzabadi Ali., A, Vafadar Nikjoo., A, Shahabi. (2013). *Determining the Most Significant of Categories Project risks with Considering the Causal Relations between Them in the Fuzzy Environment*.

Matthews. C.A, (2003). *formal specification of a fuzzy expert system*. Journal of Information and Software Technology, (45)5, 419-429.