

## مقاله پژوهشی: ارائه راهبردهای نگهداری و تعمیر هواپیما در رویکرد تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر

ارسطو توحیدی<sup>۱</sup>، حسین فیاضی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۴

### چکیده

انجام موفق مأموریت سازمان‌ها و شرکت‌های هوایی وابسته به وجود هواپیماها و تجهیزاتی است که در هر لحظه بتوانند متناسب با نیاز از آمادگی به‌کار مناسبی برخوردار بوده و پاسخ‌گوی مأموریت واگذاری باشند، لذا موضوع نگهداری و تعمیر اهمیتی دوچندان دارد. امروزه رویکرد جدیدی با عنوان نت بهره‌ور فراگیر برای ارتقاء کیفیت نت مطرح شده است که بکارگیری آن مورد توجه سازمان‌ها قرار گرفته است. بنابراین پژوهشی با هدف تدوین راهبردهای نگهداری و تعمیر هواپیماها در رویکرد تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر به انجام رسیده که در این مقاله ارائه شده است. این پژوهش کاربردی- توسعه‌ای با روش تحقیق زمینه‌ای - موردی انجام و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی و نمودار SPACE انجام گرفته و جهت تدوین راهبرد از تکنیک SWOT پیشرفته بهره گرفته شده است. جامعه آماری هم کارشناسان خبره نگهداری و تعمیر سازمان‌های هوایی بوده‌اند. نتایج پژوهش، تعداد پانزده راهبرد ترکیبی می‌باشند که به‌کارگیری آنها می‌تواند نگهداری و تعمیر هواپیماها را رویکرد مورد نظر مقاله توسعه دهد.

**کلیدواژه‌ها:** نت بهره‌ور فراگیر، هواپیماها، راهبردهای توسعه نت هواپیماها.

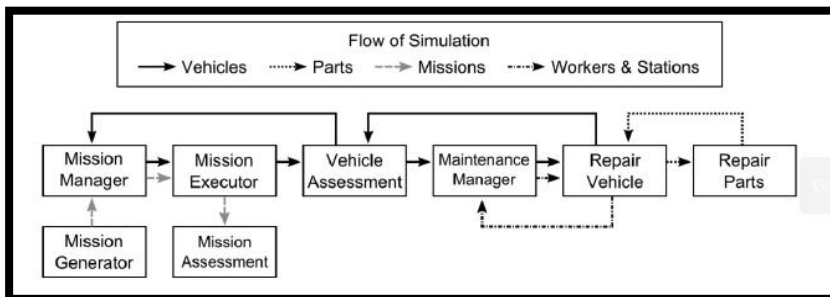
۱. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه عالی دفاع ملی

۲. دانشجوی دکتری دانشگاه عالی دفاع ملی (نویسنده مسوول). Hosein\_fayyazi@yahoo.com

## مقدمه

عملیات نگهداری در سازمان‌های تجهیزات محور از اهمیت بالایی برخوردار است و اغلب پویایی سازمان به آماده به کاری تجهیزات سازمان وابسته است. در صورتی که سازمان نتواند تجهیزات خود را به نحو مطلوبی برای تحقق مأموریتی که برای آن شکل یافته است، مورد استفاده قرار دهد، ماهیت وجودی خود را از دست داده و در عمل فاقد بهره‌وری خواهد بود. فعالیت‌های نگهداری وظیفه عملیاتی نگاه داشتن دستگاه‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزاتی را دارند که باعث می‌گردند قابلیت عملیاتی آنها حفظ شود.

نگهداری و تعمیرات که آن را به اختصار نت می‌نامند یکی از مفاهیم اساسی در سازمان‌های پیشرفته و در حال حرکت به سمت کلاس جهانی است که از جایگاه ویژه‌ای در سطح مدیران به ویژه مدیران ارشد و کارکنان سازمان برخوردار است. شاید در گذشته سازمان‌ها مفهوم نگهداری را در قالب تعمیرات مستتر می‌دیدند، اما امروزه با گسترش مفاهیم علمی و پیشرفت‌های حوزه دانش و ساختارهای دانایی محور، تفکر نسبت به تعمیرات به طور کلی متحول گردیده و رویکردها به سمت شکل‌گیری نگهداری به جای تعمیرات تغییر یافته است؛ به عبارت دیگر اکنون مفهومی به عنوان تعمیرات در ادبیات علمی نت جایگاه خود را از دست داده است و تعمیرات نیز به عنوان جزئی از نگهداری، در قالب نت اضطراری و یا نت اصلاحی تعریف می‌شود. شاید بتوان مبنای این تفکر صحیح را پارادایم متداول در حوزه سلامت یعنی "پیشگیری همواره بهتر از درمان است" دانست؛ چرا که سازمان‌های کنونی که در محیطی شدیداً رقابتی در حال فعالیت هستند، دیگر مجالی برای اشتباه ندارند و کوچکترین اشتباهی صدمات زیادی را به سازمان وارد می‌کند. از این‌رو، در محیطی که سازمان‌ها را ناگزیر از به‌کارگیری تجهیزات و دارایی‌های سرمایه‌ای با قیمت‌های گزاف نموده است، نگهداری از آنها اهمیت بیشتری می‌یابد. (آقای، ۱۳۹۴) در سازمان هوایی تحقق مأموریت وابسته به وجود هواپیماها و تجهیزاتی است که در هر لحظه بتوانند متناسب با نیاز از آمادگی مناسبی برخوردار بوده و پاسخ‌گوی مأموریت واگذاری باشند. برای شناخت نقش فعالیت‌های نگهداری در انجام مأموریت پروازی به مدل محیطی و فرایندی آماده‌سازی هواپیماها برای انجام مأموریت در شکل (۱) توجه شود.



شکل ۱- مدل محیطی و فرایندی آماده‌سازی هواپیماها برای انجام ماموریت (Iwataa&Mavrisa,2013)

در شرایطی که نیروهای مسلح ما در تحریم قرار داشته و امکان نوسازی و جایگزینی برخی از تجهیزات و هواپیماها وجود ندارد، توجه ویژه به موضوع نگهداری اهمیت دو چندان دارد. مقام معظم رهبری میفرمایند: "در بخش سازندگی و نیز در بخش نگهداری، تلاش کنید. نگهداری خیلی مهم است." و نیز میفرمایند: "در بخش نگهداری نیز که از اهمیت زیادی برخوردار است، باید حفظ و حراست از وسایل موجود، مورد توجه جدی قرار گیرد."<sup>۱</sup>

بنابراین دغدغه محقق و مسئله تحقیق چگونگی توسعه نت هواپیماها در سازمان‌های هوایی است. امروزه رویکرد جدیدی با عنوان نگهداری و تعمیر بهره‌ور فراگیر برای ارتقاء کیفیت نت مطرح شده است که بکارگیری آن مورد توجه سازمان‌ها قرار گرفته است.

با توجه به نقش پر رنگ نگهداری و تعمیرات در آمادگی سازمان‌های هوایی در این پژوهش تلاش شده است راهبردهای حل مسائل حوزه نگهداری هواپیماها در جمهوری اسلامی ایران، در رویکرد نت بهره‌ور فراگیر ارائه گردند. بر این اساس این پژوهش از اهمیت و ضرورت برخوردار است زیرا با انجام این پژوهش از لحاظ نظری با استحصال عوامل اثرگذار در حوزه نت هواپیما به توسعه ادبیات موجود پرداخته و باعث می‌شود کارایی و اثربخشی نت هواپیما ارتقاء یابد. از لحاظ عملی الگویی برای اقدام جهت حل مشکلات نت ایجاد می‌گردد. در صورت عدم انجام پژوهش ممکن است مسائل راهبردی نت در سازمان‌های هوایی به موقع شناسایی نگردیده و در نتیجه عدم حل آن‌ها کاهش توان رزمی را به دنبال داشته باشد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تدوین راهبردهای نگهداری و تعمیر هواپیماها در رویکرد تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر به انجام رسیده و پاسخ به این سؤال که "راهبردهای نگهداری و تعمیر هواپیماهای سازمان‌های هوایی در رویکرد تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر کدامند؟" انجام شده است.

## مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

### پیشینه‌شناسی

(۱) امین پاشایی هولاسو، حسین دهقانی پوده، ابوطالب شفقت و ناصر پورصادق در تحقیق خود با عنوان شناسایی و ارائه چارچوب مؤلفه‌های نوآوری چابک در سازمان‌های صنعتی دفاعی به این نتیجه رسیده‌اند که ابعاد نوآوری و چابکی، شامل ساختار (دانش محوری؛ ظرفیت جذب؛ زیرساخت فرهنگی؛ فضای خلاق و نوآور؛ شبکه سازی و غنی سازی پایگاه دانش؛ درگیری همه جانبه با نوآوری؛ ساختار سازمانی مناسب (افقی با شبکه ای) ارتباطات گسترده (سریع و همه جانبه) بین واحدهای سازمانی؛ امنیت شغلی کارکنان؛ اختیار سازمانی؛ انسجام و هماهنگی؛ ا

۱. بیانات در دیدار جمعی از فرماندهان و پرسنل ارتش. ۱۳۷۴/۷/۵.

مهندسی شغلی؛ آموزش همه جانبه و مستمر کارکنان؛ نیروی کار کیفی؛ ادغام، یکپارچگی و پیچیدگی اندک و سیستم اطلاعاتی)، راهبردی (بصیرت و هوشمندی محیطی؛ هوشمندی فناوری؛ آینده‌نگری؛ قابلیت محوری؛ تفکر بهبود مستمر؛ پذیرش فرهنگ تغییر؛ سرعت پاسخ‌گویی به تهدیدات؛ نیازهای جدید بازار و تغییرات محیطی) و صنعتی (کنترل هزینه‌های برنامه‌ریزی و طراحی روش تولید نوآورانه؛ تغییر فرآیندهای کاری و فنی؛ قابلیت پیکره‌بندی مجدد؛ سرعت طراحی و تولید محصولات جدید؛ شایستگی در طراحی محصولات جدید؛ انعطاف‌پذیری در طراحی محصول و فرآیند تولید و بهبود سطح کیفیت محصولات و خدمات) در نوآوری چابک سازمان‌های صنعتی دفاعی موثر هستند. (پاشایی هولاسو و همکاران، ۱۳۹۹)

(۲) سیاوش حسن‌آبادی در تحقیق خود با عنوان طراحی الگوی راهبردی توانمندسازی کارکنان فنی یک سازمان هوایی به این نتیجه رسیده است که از بین مؤلفه‌های زمینه‌ای، فرهنگ سازمانی، از بین مؤلفه‌های ساختاری، متغیرهای ساختاری و از بین مؤلفه‌های رفتاری، انگیزش کارکنان بیشترین تأثیر را بر توانمندسازی مدیران فنی با اولویت مؤلفه‌های رفتاری، مؤلفه‌های ساختاری و مؤلفه‌های زمینه‌ای دارند. همچنین در مورد عوامل مؤثر بر توانمندسازی کارکنان فنی نشان می‌دهد از بین مؤلفه‌های زمینه‌ای، منزلت اجتماعی، از بین مؤلفه‌های ساختاری، تربیت و آموزش بیشترین تأثیر را به توانمندسازی کارکنان فنی سازمان هوایی دارد. و اولویت به ترتیب مؤلفه‌های زمینه‌ای، مؤلفه‌های ساختاری و مؤلفه‌های رفتاری در توانمندسازی کارکنان فنی سازمان هوایی است. (حسن‌آبادی، ۱۳۹۳)

(۳) آرمان آذرلی و آرش آرمون در تحقیق خود با عنوان مقایسه تأثیرات تحریم بر صنعت دفاعی با بخش اقتصادی و شناسایی راهبردهای موفقیت‌ساز صنعت دفاع به این نتیجه رسیده‌اند که تحریم‌های ج.ا.ایران در سنوات اخیر شدت یافته و توانسته بر رشد اقتصادی کشور تأثیر بگذارد اما هم‌زمان توان نظامی بخش دفاع در قالب محصولات نظامی، شاهد رشد و توسعه بوده است. نگارنده راهبردهایی را به عنوان عوامل موفقیت‌ساز بخش دفاعی احصاء نموده که در چهار دسته ولایت‌مداری، نگاه به درون، توسعه سازمان‌های دانش‌بنیان و بهینه‌سازی ساختاری دسته‌بندی می‌گردند. (آذرلی و آرمون، ۱۳۹۸)

(۴) توماس اونیل، هاکی مین، دانیل چروبینی و سئونگ جانگ جو در تحقیق خود با عنوان معیارگذاری عملکرد تعمیر و نگهداری هواپیما با استفاده از تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها دو یافته قابل توجه دارند. این موارد (۱) افزایش تعداد اقدامات (تامین قطعات لازم از هواپیماهای موجود) ۲۰٪ در کاهش کارایی نگهداری بسیار موثر است. (۲) مهمترین عامل برای بهره‌وری عملکرد تعمیر و نگهداری، تعداد هواپیماهای آماده مأموریت است (O'Neal&Others,2020).

۱) Benchmarking aircraft maintenance performances using data envelopment analysis

۲) Cannibalization

(۵) حسینعلی حاجیلو و علیرضا علی احمدی در تحقیق خود با عنوان استراتژی نگهداری و تعمیرات در یک واحد تولیدی چیست؟ به این نتیجه رسیده‌اند که با توجه به تغییرات سریع تکنولوژیکی بخصوص در زمینه‌های کامپیوتر و اتوماسیون و فناوری اطلاعات و ارزشمند شدن هرچه بیشتر ماشین و نیروی انسانی با مهارت، لازم است که دپارتمان نت با یک برنامه‌ریزی و سبب استراتژی‌های خود را با توجه به آینده بنگاه تولیدی و رشد تکنولوژیکی مشخص کند. برای تدوین این استراتژی و اجرای ۵ مرحله اساسی شامل: شناخت بنگاه، شناخت دپارتمان، تعیین متدولوژی استراتژی، برنامه‌ریزی استراتژی و اجرا را ذکر کردیم. امید است با توجه به اسلوبی که پیشنهاد شد، بتوان یک برنامه‌ریزی استراتژیک قابل تحقق برای دپارتمان نت پیاده سازی کرد. (حاجیلو و علی احمدی، ۱۳۸۴)

#### مفهوم شناسی:

**تدوین راهبرد:** تدوین راهبرد، عبارت است از طراحی طرح‌های بلند مدت برای مدیریت مؤثر بر فرصت‌ها و تهدیدهای محیطی و بررسی نقاط قوت و نقاط ضعف سازمان. تدوین راهبرد شامل تعریف مأموریت سازمان، تعیین اهداف قابل تحصیل، طراحی راهبردها و تعیین رهنمودهای مربوط به سیاست (خط مشی) (هانگر، ۱۳۸۱: ۲۲).

**نگهداری (نگهداری و تعمیر):** نگهداری و تعمیر عبارت است از یک سلسله فعالیت‌های مستمر که به منظور حفظ آمادگی عملیاتی سیستم‌ها و تجهیزات و نیز بازسازی، به‌سازی و توسعه آنها، مطابق با استانداردهای تعیین شده انجام می‌شود. (آیین‌نامه مدیریت نگهداری، ۱۳۷۲: ۱)

**اهداف نگهداری (نگهداری و تعمیر) در سازمان‌های هوایی:** منظور نهائی از نگهداری (و تعمیر) در سازمان‌های هوایی عبارتست از حفظ قابلیت خدمت و آمادگی عملیاتی سیستم‌ها و تجهیزات با صرف حداقل هزینه، در راستای اجرای مأموریت‌های محوله. به سازمان جهت تامین و تحقق این منظور اهدافی را بشرح زیر تعیین و دنبال می‌نماید. (همان)

الف: طراحی ساختار مناسب تشکیلات نگهداری و تعمیر به گونه‌ای انعطاف‌پذیر که بتواند کلیه الزامات عملیاتی و مأموریت‌های واگذاری را در هر شرایطی تامین و انجام دهد.

ب: ایجاد و حفظ توان نگهداری و تعمیر مورد نیاز جهت اجرای عملیات و مأموریت‌های محوله در هر زمان.

ج: ایجاد سیستم‌ها و روش‌های فنی - نگهداری مناسب، موثر و مقرون به‌صرفه به نحوی که بتواند:

- میزان خوابیدگی و از کارافتادگی سیستم‌ها و تجهیزات را کاهش و عمر مفید آنها را افزایش دهد.

- کیفیت کارها و فعالیت‌های نگهداری و تعمیر را کنترل و ضریب ایمنی کار را افزایش دهد.

- با سیستم‌ها و تجهیزات جدید توافق و سازگاری داشته باشد.

د: ارتقاء سطح اطلاعات و دانش فنی پرسنل نگهداری و تعمیر با ایجاد و حفظ سیستم‌های آموزشی مؤثر و پویا.

**سطوح نگهداری و تعمیر:** نگهداری و تعمیرات در سازمان‌های هوایی در سه سطح اصلی انجام می‌شود (همان:۳).

الف: سطح سازمانی<sup>۱</sup>: این سطح از نگهداری و تعمیر توسط واحدهای دارنده سیستم‌ها و تجهیزات که صرفاً روی سیستم‌ها و تجهیزات انجام می‌شود. این سطح که بیشتر جنبه پیش‌گیری دارد معمولاً شامل کارها و اعمالی نظیر بازرسی، سرویس، روغنکاری، تنظیم، آزمایش، پیاده و سوار کردن قطعات و متعلقات و یا تعویض برخی از قطعات و اجزاء سیستم‌ها و تجهیزات می‌گردد.

ب: سطح میانی<sup>۲</sup>: این سطح نیز توسط واحدهای دارنده سیستم‌ها و تجهیزات انجام می‌شود، با این تفاوت که کارها و اعمال نگهداری و تعمیر در داخل شعبات تخصصی و روی قطعات، متعلقات و اجزایی که از سیستم‌ها و تجهیزات جدا و پیاده شده‌اند صورت می‌گیرد. این سطح بیشتر جنبه اصلاح دارد و معمولاً شامل کارهایی نظیر عیب‌یابی، تعمیر، تعویض قطعات و اجزاء معیوب و غیرقابل خدمت، آرایش فنی، کالیبراسیون و همچنین مساعدت فنی به سطح سازمانی می‌گردند. برخی از امور نگهداری در این سطح بنا به اقتضاء ممکن است روی سیستم‌ها و تجهیزات نیز انجام گیرد.

ج: سطح آمادگایی<sup>۳</sup>: این سطح به عنوان بالاترین سطح نگهداری و تعمیر، در مراکز اختصاصی تعمیرات اساسی انجام می‌شود و ممکن است هر دو جنبه پیش‌گیری و اصلاحی را در برداشته باشد. نگهداری و تعمیر در این سطح معمولاً شامل کارها و اعمالی نظیر تعمیرات کلی و اساسی، بازیابی، نوسازی، ساخت، آرایش‌های فنی و کالیبراسیون‌های سنگین می‌باشد.

### روندها و رویه‌های نگهداری و تعمیر

در دهه‌های اخیر و در نتیجه تغییر و تحول در راهبردهای کسب و کار و نیز تغییر در الگوهای حاکم در تولیدات صنعتی و با رهایی عوامل دیگر نظیر پیشرفت جوامع به سمت جامعه‌ی اطلاعاتی، رویکردها و رویه‌های مختلف نگهداری و تعمیرات به وجود آمده‌اند که هر یک کارکرد ویژه خود را در شرایط مختلف خواهند داشت. برخی از مهم‌ترین این رویکردها و رویه‌ها عبارتند از نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده<sup>۴</sup>، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه<sup>۵</sup>، نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه<sup>۶</sup>، نگهداری و تعمیرات اضطراری<sup>۷</sup>، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط<sup>۸</sup>، نگهداری و تعمیرات مبتنی

<sup>۱</sup> Organization Level.

<sup>۲</sup> Intermediate Level.

<sup>۳</sup> Depot Level.

<sup>۴</sup> Planned Maintenance

<sup>۵</sup> Preventive Maintenance (PM)

<sup>۶</sup> Predictive Maintenance (PDM)

<sup>۷</sup> Emergency Maintenance

<sup>۸</sup> Condition Based Maintenance (CBM)

بر قابلیت اطمینان؛ نگهداری و تعمیرات ناب؛ نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر؛<sup>۳</sup> نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر ناب؛<sup>۴</sup> نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک؛<sup>۵</sup> نگهداری و تعمیرات چابک؛<sup>۶</sup> نگهداری و تعمیرات مجازی.<sup>۷</sup>

می‌توان گفت راهبرد متمرکز بر وسایل و تجهیزات فقط زمانی می‌تواند نمود داشته باشد که طراحان اهداف به طور دقیق نقاط ضعف و قوت سیستم‌های جاری مدیریت نگهداری و تعمیرات در سازمان و شرایط واقعی و سطوح عملکرد تجهیزات کلیدی سازمان را بدانند. باید توجه داشت که راهبرد متمرکز شده بر تجهیزات، تغییرات را هم زمان از دو جنبه ارتقا می‌دهد (Campbell, 2006: ۷۶):

۱- بالا رفتن سطوح عملکردی تجهیزات.

۲- تغییر ارتباط بین افراد و تجهیزات و تغییر سیستم‌های اطلاعاتی پشتیبان که عملکرد مستمر و مطمئن را در سطوح بالاتر ایجاد خواهند کرد.

امروزه رویکرد جدیدی با عنوان نگهداری و تعمیر بهره‌ور فراگیر برای ارتقاء کیفیت نت مطرح شده است که به‌کارگیری آن مورد توجه سازمان‌ها قرار گرفته است.

**نگهداری و تعمیر اضطراری:** این روش تعمیراتی با نام‌های مختلفی نظیر تعمیرات بعد از خرابی، تعمیرات عکس‌العملی و بهره‌برداری از ماشین تا توقف کامل نامیده می‌شود و آن را می‌توان اولین روش تعمیراتی در طی تاریخ حیات بشر دانست. از انسان بدوی گرفته تا درصد بالایی از بشر متمدن امروزی، هنگامی به پزشک مراجعه می‌کنند که احساس بیماری و کسالت کنند. بسیاری از اتومبیل‌ها توسط بکسل یا چرتقیل به تعمیرگاه برده می‌شوند. این وقایع نشان می‌دهد که فرهنگ کهنه تعمیرات بعد از خرابی، هنوز هم جایگاهی قابل توجه در زندگی و فرهنگ تعمیراتی بشر دارد. البته در بعضی از صنایع که ماشین‌دارای جایگزین می‌باشد و هزینه‌های پرسنلی و مواد اولیه سهم چندانی در هزینه تولید ندارد، استفاده از این فرهنگ چندان نگران‌کننده نمی‌باشد. با وجود تمامی معایبی که این فرهنگ دارد، هنوز هم در بسیاری از واحدهای صنعتی، بالاخص صنایع کوچک و قدیمی با تکنولوژی کهنه و سنتی، حضور و یا حتی حاکمیت دارد. سازمان‌ها در طی بهره‌گیری از این روش تجربیات جدیدی را کسب می‌کنند به‌طوری که قادرند تا حدودی بروز حوادث را پیش‌بینی کرده و تدابیر لازم را جهت تسریع در رفع عیوب اتخاذ نمایند (حاج شیرمحمدی، ۱۳۹۳: ۷).

**نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه:** بررسی‌های انجام شده بر روی خرابی‌های به وجود آمده نشان می‌دهد که بین خرابی و زمان کارکرد ماشین در بسیاری از موارد یک رابطه غیر قابل انکار وجود

۱) Reliability Central Maintenance (RCM)

۲) Lean Maintenance

۳) Total Productive Maintenance (TPM)

۴) Lean TPM

۵) Risk Based Maintenance (RBM)

۶) Agile Maintenance

۷) Virtual Maintenance

دارد. بر این اساس بسیاری از مدیران فنی و کارشناسان بر این باور شدند که برای تعویض یا تعمیر قطعات یک ماشین، زمان معینی را تعیین کرده و با فرارسیدن آن نسبت به تعویض قطعه و یا تعمیر ماشین اقدام نمایند. به همین خاطر این روش تعمیر و نگهداری به‌روشنی پیش‌گیری و یا براساس زمان کارکرد ماشین نیز نامیده می‌شود (ویسی، ۱۳۹۴: ۷).

از این روش بالاخص برای نگهداری و تعمیرات ماشین‌هایی که به‌صورت پیوسته مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند و همچنین برای ماشین‌آلات استاتیکی و غیر حساس روش مناسبی می‌باشد. مهم‌ترین مشکل در اجرای این روش تعیین دقیق زمان انجام تعمیرات مورد نیاز می‌باشد. هر چند که سازندگان ماشین‌آلات بر اساس تجربیات خود و نظرات اعلام شده از سوی مشتریان، زمان تقریبی مورد نیاز برای انجام تعمیرات را در دستورالعمل‌های مربوطه درج نموده و در اختیار مشتریان خود قرار می‌دهند، ولی به لحاظ تاثیر عوامل بیرونی نظیر کیفیت اپراتوری، شرایط جوی و آلودگی هوا، نحوه سرویس و نگهداری و غیره عملاً ممکن است ماشین دچار خرابی‌های زودرس گردد که در این حالت گویی ماشین در روش قبلی نگهداری شده است. همچنین نباید نگاه منفعت‌طلبانه سازندگان را در امر خدمات‌دهی فراموش کرد. اکثر سازندگان ماشین‌آلات، سود اصلی خود را از فروش قطعات یدکی و پشتیبانی آنها کسب می‌کنند و بدیهی است هرگونه کاهش مصرف قطعات به ضرر آنها تمام خواهد شد. لذا دستورالعمل‌های شرکت سازنده نباید تنها معیار و ملاک هرگونه تصمیم‌گیری در امر برنامه‌ریزی تعمیرات باشد، بلکه باید از تجربیات سازمانی و سایر راه‌کارها نیز برای اصلاح دوره‌های زمانی توصیه شده از سوی سازنده استفاده کرد (رمضانی دهقی، ۱۳۹۸).

**نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه:** ماشین همانند انسان وقتی دچار مشکل (خرابی) می‌گردد، تغییراتی در وضعیت آن مشاهده می‌شود. همان‌طوری که در بسیاری از بیماری‌ها انسان دچار تب، لرز و تغییرات در ترکیبات خون می‌گردد، ماشین‌ها (بالاخص ماشین‌های دوار نظیر کمپرسورها و توربین‌ها) دچار لرزش، بالا رفتن دما و مشاهده فلزات ناشی از فرسایش قطعات و آلودگی در روغن می‌گردند. از آنجا که در این روش، تعمیرات تنها بر اساس وضعیت ماشین و در صورت خرابی انجام می‌گیرد. آن را نگهداری و تعمیر بر اساس وضعیت ماشین یا به اختصار <sup>۱</sup>CBM نیز می‌نامند. سازمان در تمامی زمینه‌ها از نظر نیروی انسانی، قطعات و خدمات مورد نیاز آمادگی داشته و لذا تعمیرات در کمترین زمان ممکن اجرا و ماشین برای بهره‌برداری مجدد آماده می‌شود. در این روش این مدیران هستند که تصمیم می‌گیرند چه وقت ماشین را تعمیر کنند نه آن که خرابی و توقف ماشین، مدیران را مجبور به انجام تعمیرات کند (همان).

نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه در اکثر سازمان‌ها توسط بخشی از واحد بازرسی فنی اجرا می‌شود که اصطلاحاً بخش <sup>۲</sup>CM نامیده می‌شود. بخش <sup>۱</sup>CM پس از بازدید و بررسی سوابق تعمیراتی به

<sup>۱</sup> Condition Based Maintenance

<sup>۲</sup> Condition Monitoring



منظور دسته‌بندی و شناسایی ماشین‌آلات حساس که باید تحت نظر مداوم قرار گیرند، به جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای مراقبت از وضعیت آنها با استفاده از مدارک فنی سازنده، استانداردها، سوابق تعمیراتی و تجربیات سازمان می‌پردازد. با این اطلاعات، فرهنگ تعمیراتی و گروه کاری، برآورد مواد و تجهیزات مورد نیاز، دقیق‌تر و آسان‌تر می‌شود. بخش CM از انجام تعمیرات بر روی تجهیزاتی که بر اساس نتایج بازرسی‌ها و آنالیزها نیاز به تعمیر ندارند جلوگیری می‌کند تا خسارت متداول در اجرای روتین‌های تعمیراتی سطح سه کاهش یابد. به این صورت که واحد برنامه‌ریزی تعمیرات قبل از صدور انجام روتین‌های تعمیرات پیشگیرانه از سطح سه، از بخش CM می‌خواهد که شرایط ماشین را بررسی کند. بنابراین اگر بخش CM مشکل خاصی را تشخیص ندهد، تعمیرات بر روی آن ماشین لغو و از آن به بعد تحت کنترل بخش CM قرار می‌گیرد و چنانچه عیوب خاصی را تشخیص دهد، نتایج را برای انجام تعمیرات به واحد مربوطه گزارش خواهد کرد (Mobley, 2002:32).

تجربیات عینی نشان می‌دهد که خرابی اکثر ماشین‌آلات دوار با افزایش لرزش، افزایش دما، مشاهده ذرات جامد و تغییر در خواص شیمیایی و فیزیکی روغن، کاهش راندمان، خوردگی، افزایش توان مصرفی و غیره توأم می‌باشد. بنابراین هر یک از این پارامترها، علایم مشخصه وضعیت ماشین‌آلات بوده و در بخش CM مورد بررسی قرار می‌گیرند.

نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط (اصلاحی): فعالیت‌هایی هستند که به منظور حفظ تجهیزات در سطح استاندارد به هنگام بروز شکست و یا پدید آمدن عیوب انجام می‌شود. این فعالیت‌ها می‌توانند به منظور اصلاح و یا بهبود وضعیت تجهیزات به کار برده شوند. در این شاخه نت امکان برنامه‌ریزی جهت تخصیص بهینه منابع و از بین بردن عیوب وجود دارد و می‌توان از انبار نمودن بیهوده ابزار آلات، تجهیزات، قطعات یدکی و مواد مصرفی جلوگیری نمود و با حداقل نیروی انسانی خدمات لازم را ارائه نمود. تفاوت نت اصلاحی با نت اضطراری در حساس بودن و یا غیر حساس بودن نوع فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات می‌باشد. این جمله بدین معنا است که در اجرای فعالیت‌های نت اضطراری نمی‌توان هیچ‌گونه تاخیری را متصور بود، ولی فعالیت‌های نت اصلاحی را می‌توان در برنامه‌های سیستم نت وارد نمود و آن را در زمان مقرر انجام داد. (معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۸: ۱۷).

**نگهداری و تعمیرات ناب:** نت ناب یک رویکرد نوین و نظام‌مند به سیستم نگهداری و تعمیرات است، که با تبعیت از اصول ناب به حفظ ارزش‌ها و حذف زواید می‌پردازد و در نهایت به دنبال تحقق رضایتمندی مشتری و کاربران تجهیزات می‌باشد. این رویکرد پس از رویکرد تولید ناب مطرح گردیده است. نت ناب، مجموعه‌ای از اصول، مفاهیم و تکنیک‌ها برای کمک به یافتن و حذف اتلاف می‌باشد. به طور خلاصه نت ناب ساده‌سازی، استفاده کمتر و کار بیشتر می‌باشد. نت ناب موجب

افزایش در قابلیت اطمینان، دقت، کیفیت، رضایت کاربران و در دسترس بودن تجهیزات و کاهش در زمان انتظار، هزینه‌های سیستم، عیوب، دوباره کاری، حرکت‌های اضافی و حمل و نقل اضافی خواهد شد (Sheppard, ۲۰۰۵: ۱۱).

**نت مبتنی بر قابلیت اطمینان:** اساساً نت مبتنی بر قابلیت اطمینان، اصولی را تشریح می‌کند که برای تضمین مناسب عملکرد تجهیزات و تعیین نیازمندی‌های فعالیت‌های نت تجهیزات بکار می‌رود. این اصول به دنبال ایفای نقش قابل اطمینان در جریان فرآیند عملیات هستند. به این منظور در اجرای این اصول، بایستی دنبال پاسخ به هفت سوال اساسی زیر باشیم.

- معیار و حد اجرای فعالیت‌ها چقدر باشد؟
- به اجرا در آمدن با به نتیجه نرسیدن فعالیت‌ها چه نتیجه‌ای دنبال دارد؟
- عدم اجرای کدام یک از فعالیت‌ها منجر به از کار افتادگی تجهیزات می‌شود؟
- وقتی از کار افتادگی تجهیزات پیش می‌آید چه اتفاقی می‌افتد و از کار افتادگی دستگاه‌ها چگونه پیش می‌آید؟
- چگونه از از کار افتادگی پیشگیری می‌کنید و یا چگونه از وقوع آن جلوگیری می‌کنید؟
- چرا نمی‌توانید بعضی از کار افتادگی‌ها را پیش‌گیری کنید و یا از وقوع آن جلوگیری کنید؟

نت مبتنی بر قابلیت اطمینان برای پاسخ به سوالات مطرح شده بالا به اطلاعات دقیق تجهیزات نیازمند است و می‌توان گفت با گذشت زمان نتایج اجرای اینگونه نت جهت سازمان حاصل می‌شود. در آن هنگام اجرای نگهداری و تعمیرات و توجه به راه‌های کوتاه‌تر موجب کاهش هزینه‌ها می‌گردد، اجرای همزمان این موضوعات برنامه‌ریزی‌های قبلی را منتفی خواهند کرد. از این رو اجرای اینگونه نت مستلزم سرمایه‌گذاری در وقت و پول جهت تربیت پرسنل فنی ماهر و آشنا به اصول نت می‌باشد. پس صرف زمان و بودجه، موانعی هستند که باید رفع گردند ولی نتایج حاصله از اجرای نت بسیار مهم می‌باشند.

**نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM):** نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر یا TPM یک روش خاص در مدیریت نگهداری و تعمیرات است. اجرای این روش موجب خلاقیت و مشارکت تمامی پرسنل و بهبود مستمر در محیط کار می‌شود و می‌توان گفت TPM مجموعه فعالیت‌هایی است که به صورت اصلاح یک سیستم نت از طریق اصلاح ماشین‌آلات، دستگاه‌ها و تغییر در فرهنگ کارکنان انجام می‌گیرد.

TPM نظریه‌ای است که توسط ژاپنی‌ها در دهه ۱۹۶۰ به وسیله تجربیاتی که در زمینه نگهداری و تعمیرات در طول دهه ۱۹۵۰ در ایالات متحده کسب نموده بودند، مطرح شد. تعمیرات پیش‌گیرانه روزنه‌ای بود برای خلق فکر جدید. اپراتورها توسط ماشین‌آلات، مشغول تولید محصول بودند و

پرسنل نگهداری و تعمیرات وظیفه تعمیر این دستگاه‌ها را به عهده داشتند. با اتوماتیک شدن دستگاه‌ها حجم کار نگهداری ماشین آلات به شدت افزایش یافت و باید نیروی زیادی جهت انجام این کارها استخدام می‌شد. مدیریت به این فکر افتاد که فعالیت‌های روتین و ساده نگهداری را می‌توان به اپراتورها سپرد (این همان تعمیرات خود کنترلی است یکی از اصول TPM) واحد نگهداری و تعمیرات تنها تعمیرات تخصصی را انجام دهد. شرکت‌ها که به دنبال انجام تعمیرات پیش‌گیرانه بودند، فعالیت‌های نگهداری را به اپراتورهای تولید محول کرد و نیروی واحد نت بر روی بهینه‌سازی تجهیزات متمرکز شد. بنابراین تعمیرات پیش‌گیرانه و پیش‌گیری از تعمیرات و قابلیت دسترسی و تعمیر پذیری دستگاه‌ها افزایش یافت و نگهداری و تعمیرات بهره‌ور متولد شد. هدف نت بهره‌ور افزایش اثربخشی تجهیزات سازمان به منظور بهینه‌سازی هزینه تولید محصول است. (فرهادیان، ۱۳۸۷: ۳۳).

**ارکان نگهداری و تعمیر بهره‌ور فراگیر:** در استقرار نت بهره‌ور فراگیر، پنج هدف درون بخشی به عنوان کمینه‌ی نیازمندی‌های برنامه قابل تعریفند. این پنج هدف عبارتند از: (حاج شیرمحمدی، ۱۳۸۴)

- ۱- بهبود و اثربخشی تجهیزات.
- ۲- نگهداری و تعمیرات مستقل توسط اپراتورها (نت مستقل).
- ۳- برنامه‌های ساختاریافته توسط بخش نت پیشگیرانه.
- ۴- آموزش به منظور ارتقای مهارت‌های اپراتورها و کارکنان نت.
- ۵- یک برنامه‌ی زود هنگام برای مدیریت تجهیزات که از بروز اشکالات و مسائل در زمان راه اندازی ماشین‌آلات جلوگیری می‌کند. (نت طراحی)

یک انجمن نگهداری و تعمیرات ژاپنی پیشنهاد داد که مقدمه‌ی برنامه‌ی TPM بر پیاده‌سازی هشت رکن در یک مسیر سیستماتیک، به منظور بهینه کردن اثربخشی تجهیزات به وسیله‌ی یک رابطه‌ی تمام عیار بین انسان و تجهیزات، باشد که این هشت مرحله به شرح زیر است (Kedaria, 2014):

- ۱- **نظام آراستگی پنج اس (۵S):** در زندگی شخصی، خانوادگی، اجتماعی و کاری، از جمله روش‌های موثر در اجرای بهبود مستمر فردی، ۵S است. ۵S روشی است که به منظور برقراری و حفظ فضای کیفیتی در یک سازمان به کار گرفته می‌شود و وجه تسمیه‌ی آن پنج کلمه ژاپنی مرتب‌سازی، سازماندهی، نظافت، استانداردسازی<sup>۴</sup> و انضباط<sup>۵</sup> است. (همان)

نظام آراستگی همچون یک آینه منعکس کننده‌ی عادات و الگوهای رفتاری است، نظام آراستگی برنامه‌ای برای مشارکت همه جانبه‌ی همه کارکنان است، در حقیقت، هدف اصلی نظام آراستگی

اصلاح شیوه‌ی مدیریت است. همفکری، همکاری، همدلی از نتایج زیبای نظام آراستگی می‌باشد، که نقش موثر در پیاده‌سازی سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع دارد. وقتی محیط کار تمیز نباشد، مشکلات به خوبی شناخته نمی‌شوند. نظافت و سازماندهی محل کار به تیم‌ها کمک می‌کند که مشکلات را ببینند و دیدن ایرادات اولین قدم برای رفع آن‌ها است.

۲- **نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (برنامه‌ریزی شده):** نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه عبارت است از تشخیص به موقع و سریع وضعیت و همچنین رفع معایب و شرایط غیر طبیعی تجهیزات، قبل از به وجود آمدن معایب اساسی (حاج‌شیرمحمدی، ۱۳۸۴).

۳- **نت خودکنترلی:** امروزه افزایش اثربخشی و استفاده بهینه از ماشین‌آلات و تجهیزات عاملی تعیین‌کننده در بازار رقابتی و کاهش هزینه‌ها است. انجام کارهای نت به‌وسیله اپراتورها یا نت خودکنترلی می‌تواند کمک شایانی به اثربخشی تجهیزات کند. (همان)

۴- **پیشگیری از نیاز به تعمیرات (نت طراحی):** به طور کلی مدیریت بر تجهیزات را می‌توان به دو بخش مهندسی نت و مهندسی پروژه تقسیم کرد که پیش‌گیری از نیاز به تعمیرات به عنوان فصل مشترک بین مهندسی پروژه و مهندسی نت است. هدف از امور پیشگیری از نیاز به تعمیرات شامل عملیات طراحی تجهیزاتی است که به راحتی قابل نگهداری و بهره‌برداری باشند (همان).

۵- **بهبود مستمر (کایزن):** کایزن یک کلمه‌ی ژاپنی به معنی بهبود مستمر است. بر اساس کایزن پرسنل سازمان توانایی بهبود کارها و روش انجام آن‌ها را دارند. کایزن یک بخش ضروری TPM است. فعالیت‌های بهبود بخشی از TPM با هدف حذف شش اتلاف بزرگ است. بطور کلی شش اتلاف که موجب اتلاف در بازده تجهیزات و باعث ضرر سازمان می‌شوند عبارتند از: خرابی اضطراری دستگاه‌ها، تنظیم دستگاه‌ها، توقفات موقتی دستگاه‌ها، کم‌بودن سرعت کار، خرابی محصولات و دوباره کاری‌ها، اشکالات در فرایند (همان).

۶- **آموزش:** آموزش اصلی‌ترین و اولین گام برای استقرار گام به‌گام سیستم TPM است. همچنین TPM به مهارت‌های سطح بالا در امور نگهداری و تعمیرات و بهبود روحیه در کارهای گروهی نیاز دارد و این امر جز با آموزش و تعلیم و تربیت فراگیر حاصل نمی‌شود. مهم‌ترین علامت در ضرورت آموزش فراگیر و همگانی، ایجاد زبان مشترک بین کارکنان از مدیران ارشد تا اپراتورهاست تا همه یک دیدگاه مشترک نسبت به این سیستم داشته باشند و اهداف را بشناسند، با اصطلاحات و شاخص‌های آن در حیطه‌ی کاری خود آشنا شود تا بتوانند در راه بهبود سازمان در نگهداری و تعمیرات به طور صحیح گام بردارند (مصطفوی، ۱۳۹۷).

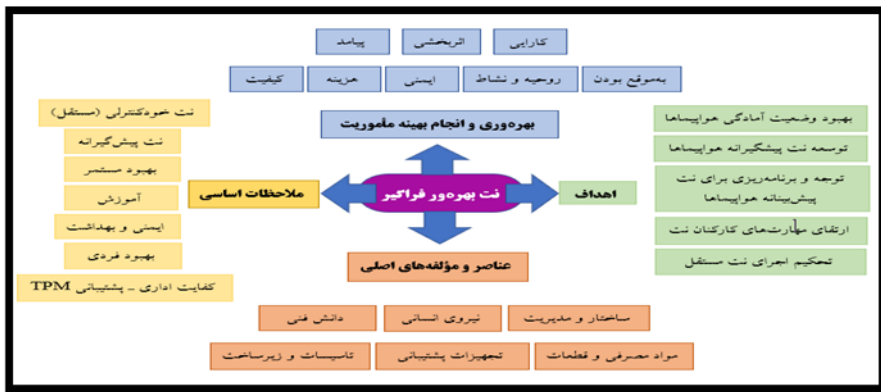
۷- **ایمنی و بهداشت:** یکی از اهداف سیستم‌های نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) ایجاد محیطی بانشاط و ایمن برای پرسنل برای افزایش انگیزه و رسیدن به اهداف عالی TPM است. بنابراین یکی از مهم‌ترین اعمال در سیستم‌های نگهداری و تعمیرات و از جمله TPM در قالب

مدیریت ایمنی، شناسایی عوامل بالقوه در بروز حوادث و تعیین راه کارهایی برای از بین بردن عوامل بروز حوادث، کاهش حوادث، کمینه کردن صدمات جدی و آتش سوزی ها و .... است (همان).

۸- اداری - پشتیبانی نت بهره ور فراگیر: از ارکان نت بهره ور فراگیر، اداری - پشتیبانی نت بهره ور فراگیر است. هدف افزایش بهره‌وری و کارایی در فعالیتهای مدیریتی و ستادی است. تحلیل فعالیت‌ها، افزایش سطح اتوماسیون کارهای اداری از مهم‌ترین اقدامات در این رکن است (توکلی، ۱۳۸۴).

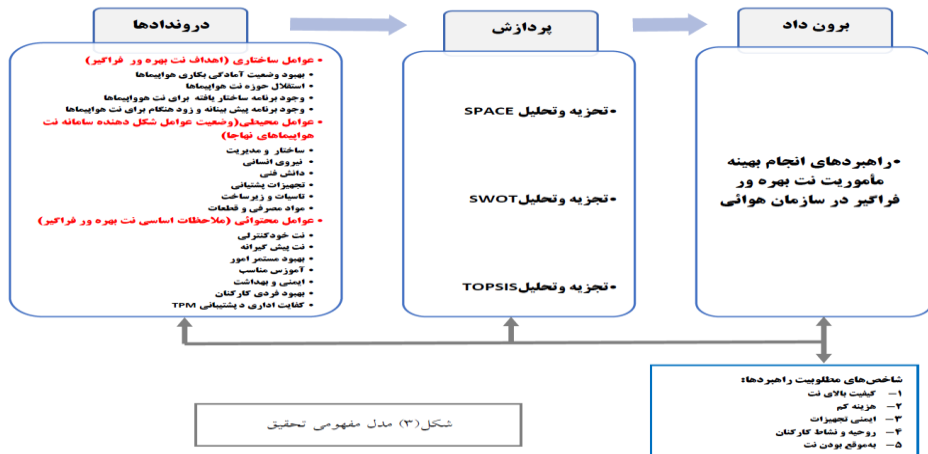
### چارچوب نظری و مدل مفهومی تحقیق

چارچوب نظری: با توجه به ادبیات تحقیق چارچوب نظری نت بهره‌ور فراگیر برای هواپیماهای سازمان‌های هوایی به شرح مدل زیر انتخاب شده است.



شکل ۲- چارچوب نظری نت بهره ور فراگیر در سازمان هوایی

مدل مفهومی تحقیق: با توجه به روش شناسی انتخاب شده و چارچوب نظری بالا مدل مفهومی زیر برای تحقیق و تدوین راهبرد طراحی شده است.



### روش‌شناسی تحقیق

در این مقاله نوع تحقیق کاربردی- توسعه‌ای و روش تحقیق، زمینه‌ای - موردی و با رویکرد کمی است. و عوامل محیطی و داده‌های پرسش‌نامه که بر اساس نظرسنجی از کارشناسان و افراد آگاه در این زمینه انجام شده از طریق ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی و نمودار SPACE تحلیل شده اند. جهت تدوین راهبرد هم از تکنیک SWOT پیشرفته بهره گرفته شده است. جامعه آماری را خبرگان بخش نت نیروی هوایی تشکیل می‌دهند که ویژگی‌های دانش هوایی و فنی بالا، خدمت در بخش‌های نگهداری و مدیریتی، سابقه خدمت بالای بیست سال و میزان تحصیلات دانش هوایی دانشگاهی در سطح کارشناسی ارشد و بالاتر را دارا می‌باشند و در سمت‌های مدیران ارشد، مدیران میانی و روسای مرتبط با بخش‌های نگهداری و تعمیر در حال انجام وظیفه بوده و جهت پژوهش دسترسی به آنان مقدور باشد که تعداد آنها حدود ۱۵۰ نفر برآورد گردیده و نمونه آماری با استفاده از فرمول کوکران ۵۰ نفر است. سؤالات پرسش‌نامه بر مبنای ادبیات تحقیق و مفاهیم مندرج در ذیل نت بهره‌ور فراگیر تدوین و از طریق آزمون‌های الفای کرباخ و تحلیل عاملی تأییدی، پایایی و روایی آنها تأیید شد که نتایج به شرح جداول زیر است

جدول نتایج آزمون الفای کرونباخ برای پایایی سؤالات پرسشنامه

رتبه پایایی	میزان آلفای کرونباخ حاصله	پرسشنامه	ردیف
عالی	.۹۱۳	سؤالات پرسشنامه	۱

جدول نتایج آزمون تحلیل عاملی تأییدی برای روایی سؤالات پرسشنامه

درصد روایی پرسشنامه	ارزش کلی پرسشنامه	میزان پراکندگی پاسخ‌ها	پرسشنامه	ردیف
حدود ۸۱ درصد	۸۱٫۵۳	۵٫۹۱	سؤالات پرسشنامه	۱

### یافته‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در سازمان هوایی منتخب به صورت پایلوت عوامل داخلی و خارجی با نظر خواهی از نمونه آماری شناسایی و با ماتریس‌های تحلیل عوامل داخلی و خارجی مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت که با توجه به محدودیت در حجم مقاله برای نمونه نتایج حاصله تحلیل فرصت‌ها و تهدیدها در سازمان منتخب به شرح جداول زیر می‌باشد.

جدول (۱): ارزیابی عوامل خارجی (تهدیدها)

ردیف	گویه (عامل خارجی)	امتیاز میانگین	وزن میانگین $\bar{x}$	میانگین $\bar{y}$	موزون	امتیاز
1	کیفیت نیروی انسانی ورودی به سازمان‌های هوایی	۲/۲۶	۴/۲۶	۰/۱۴۳۴	۰/۳۲	
2	میزان دسترسی به منابع تامین کننده قطعات مطمئن	۲/۰۵	۴/۳۶	۰/۱۴۶۷	۰/۳۰	

3	میزان دسترسی به دانش روز بشری در حوزه نت	۱/۶۳	۴/۴۲	۰/۱۴۸۸	۰/۲۴
4	میزان حمایت و کفایت بودجه و اعتبارات	۱/۶۳	۴/۵	۰/۱۵۱۵	۰/۲۵
5	امکان دسترسی به مستندات فنی کشورهای پیشرفته و سازندگان تجهیزات برای به روزرسانی نشریات فنی و دستورالعمل های حوزه نت	۲/۰۵	۴/۲۳	۰/۱۴۲۴	۰/۳۰
6	امکان تعامل و همکاری با دیگر ملل دو ست در توسعه نت هواپیماهای سازمان های هوایی	۲/۳۶	۳/۸۴	۰/۱۲۹۲	۰/۳۱
حاصل جمع امتیاز موزون تهدیدها		۲/۰۴			

جدول (۲): ارزیابی عوامل خارجی (فرصتها)

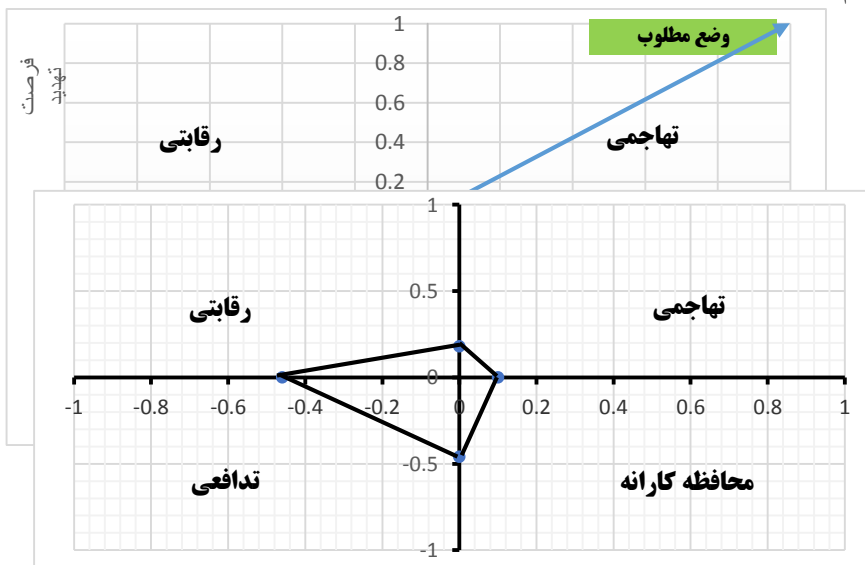
ردیف	گویه (عامل خارجی)	امتیاز 2	میانگین منفی x	نرمالیزه وزن	امتیاز موزون a*b
1	میزان حمایت سلسله مراتب از ارتقاء نت هواپیماها در سازمان های هوایی	۲/۷۸	۴/۰۵	۰/۰۹۲۲	۰/۲۵۶۳۲
2	میزان تأثیر محیط نت رده های بالاتر بر ارتقاء نت هواپیماهای سازمان های هوایی	۲/۶۸	۴/۲۶	۰/۰۹۷۰	۰/۲۵۹۹۶
3	وجود قوانین و مقررات حمایت کننده در رده بالا برای ارتقاء نت هواپیماهای سازمان های هوایی	۲/۵۷	۴/۲۱	۰/۰۹۵۸	۰/۲۴۶۲۱
4	امکان استفاده سازمان هوایی از تسهیلات دیگر سازمان های هوایی کشور	۲/۶۸	۳/۹۴	۰/۰۸۹۷	۰/۲۴۰۴۰
5	امکان استفاده از مرکز تحقیقاتی و دانشگاه های داخلی در توسعه نت	۲/۷۸	۳/۹۷	۰/۰۹۰۴	۰/۲۵۱۳۱
6	حمایت فرهنگ عمومی و جامعه کشور در تلاش برای بهبود مستمر عملکرد	۲/۵۷	۳/۷۸	۰/۰۸۶۰	۰/۲۲۱۰۲
7	امکان بهره مندی از آموزش های فراسازمانی در توسعه توانمندی کارکنان نت	۲/۸۹	۴/۱۳	۰/۰۹۴۰	۰/۲۷۱۶۶
8	میزان توجه به مقررات ایمنی پرداز در سطح جامعه و فرهنگ عمومی	۲/۵۷	۳/۸۱	۰/۰۸۶۷	۰/۲۲۲۸۲
9	سطح رعایت انضباط اجتماعی و کاری جامعه در مشاغل	۲/۵۲	۳/۸۴	۰/۰۸۷۴	۰/۲۲۰۲۵
10	وجود ظرفیتهای ملی مناسب برای توسعه نت سازمان هوایی	۲/۸۹	۴/۲۱	۰/۰۹۵۹	۰/۲۷۷۱۵

رتبه	گویه (عامل خارجی)	امتیاز a	میانگین منفی x	میانگین مثبت y	وزن	نرخ بهره	امتیاز موزون a*b
11	میزان اختیار و قدرت قانونی تصمیم‌گیری مدیران بخش نت هواپیماهای سازمان‌های هوایی	۲/۵۲	۳/۷۳	۰/۰۸۴۹	۰/۲۱۳۹۵		
	جمع امتیاز موزون فرصت‌ها				۲/۶۸		

برای ترسیم نمودار SPACE و تعیین موقعیت راهبردی نیاز است عدد امتیازهای موزون به میانگین صفر تبدیل شوند، لذا محاسبات به شرح زیر انجام گردید.

$$\begin{aligned}
 2/6 &= \text{جمع امتیازات موزون نقاط قوت در میانگین } 2/5 \\
 2/04 &= \text{جمع امتیازات موزون نقاط ضعف در میانگین } 2/5 \\
 0/1 &= 2/6 - 2/5 = \text{جمع امتیازات موزون نقاط قوت در میانگین صفر} \\
 -0/46 &= 2/04 - 2/5 = \text{جمع امتیازات موزون نقاط ضعف میانگین صفر} \\
 -0/36 &= 0/1 - 0/46 = \text{جمع جبری امتیازات موزون قوت و ضعف} \\
 2/68 &= \text{جمع امتیازات موزون فرصت‌ها در میانگین } 2/5 \\
 2/04 &= \text{جمع امتیازات موزون تهدیدها در میانگین } 2/5 \\
 0/18 &= 2/68 - 2/5 = \text{امتیازات موزون فرصت‌ها در میانگین صفر} \\
 -0/46 &= 2/04 - 2/5 = \text{امتیازات موزون تهدیدها در میانگین صفر} \\
 -0/28 &= 0/18 - 0/46 = \text{جمع جبری امتیاز فرصت و تهدید}
 \end{aligned}$$

از نمودار فوق چنین استنباط می‌شود موقعیت فعلی نگهداری و تعمیر سازمان هوایی منتخب با توجه به مفاهیم موجود در رویکرد تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر در وضعیت تدافعی است لذا به منظور





روشن کردن سهم انواع راهبرها در نمودار زیر ترسیم که سطح مثلث واقع در هر یک از نواحی سهم را مشخص کرده است و نمودار نشان می‌دهد بیشترین سهم مربوط به راهبردهای wt و کمترین سهم مربوط به SO می‌باشد.

### تدوین راهبرد با تکنیک swot پیشرفته:

در ابتدا هر یک از نقاط ضعف و قوت ویا فرصت‌ها و تهدیدها به ترتیب امتیاز مرتب شده‌اند و سپس متناسب با اهداف نسبت به تدوین راهبردها اقدام شده است که برای نمونه جدول مربوط به فرصتها و قوتها در زیر آمده است.

جدول ۵: نمونه ماتریس SWOT

اهداف	تهدیدها - T
(۱) استقرار نت بهره ورفراگیرهواپیماها (۲) بهبود وضعیت آمادگی هواپیماها (۳) توسعه نت پیش‌گیرانه هواپیماها (۴) توسعه و برنامه‌ریزی نت پیش‌بینانه هواپیماها (۵) ارتقای مهارت‌های کارکنان نت (۶) تحکیم اجرای نت مستقل	(۱) کیفیت نامناسب نیروی انسانی ورودی به نت سازمان‌های هوایی (۲) دسترسی نامناسب به منابع تامین کننده قطعات مطمئن (۳) دسترسی خیلی نامناسب به دانش روز بشری در حوزه نت (۴) حمایت و کفایت خیلی نامناسب بودجه و اعتبارات (۵) دسترسی نامناسب به مستندات فنی کشورهای پیشرفته و سازندگان تجهیزات برای به‌روزرسانی نشریات فنی و دستورالعمل‌های حوزه نت (۶) تعامل و همکاری نامناسب با دیگر ملل دوست در توسعه نت هواپیماهای سازمان‌های هوایی (۷) دسترسی نامناسب به توانمندی‌های صنعتی پیشرفته
نقاط قوت - S	راهبردهای ST
(۱) پیوند خوب بین اجزاء سازمان‌های نت (۲) میزان خوب جلوگیری از عیوب (۳) کارآمدی و خلاقیت خوب کارکنان نت (۴) پایبندی خوب به مقررات و انجام صحیح وظایف کارکنان (۵) مدیریت تخصصی خوب حوزه نت (۶) عملکرد خوب کارکنان نت هواپیماها (۷) دانش فنی خوب پایه کارکنان نت (۸) سطح خوب رعایت مقررات و دستورالعمل‌های کاری و ایمنی کارکنان (۹) بهبود کارها و مشارکت کارکنان نت	S3T1- اصلاح برنامه آموزش حین خدمت پویا با استفاده از کارآمدی و خلاقیت کارکنان نت هواپیماهای سازمان منتخب به منظور جبران کیفیت نامناسب نیروی انسانی ورودی به نت سازمان‌های هوایی . S3T2- اصلاح و گسترش سامانه کنترل تعمیر قطعات و به‌کارگیری توان کارکنان نت با استفاده از کارآمدی و خلاقیت خوب کارکنان نت هواپیماهای سازمان‌های هوایی برای جبران عدم دسترسی به منابع تامین کننده قطعات مطمئن. S5T4- بازشناسی و حداکثر به‌کارگیری توانمندی داخل سازمانی با استفاده از توانمندی مدیریت تخصصی حوزه نت برای جبران بودجه و اعتبارات خیلی نامناسب نت سازمان‌های هوایی. S7T7- سازماندهی مرکز تحقیقات صنعت هوایی نظامی با استفاده از کارآمدی و خلاقیت کارکنان نت هواپیماهای سازمان‌های هوایی به منظور جبران دسترسی نامناسب به توانمندی‌های صنعتی پیشرفته.

۱۰) رعایت خوب نظم و ترتیب و نظافت محیط کار و دسته‌بندی اقلام و مدارک توسط کارکنان نت	S4T7- توسعه دستورالعمل‌های نت با رویکرد تمرکز بر اقدامات نت پیش‌بینانه با استفاده از پایبندی به مقررات و انجام صحیح وظایف کارکنان برای جبران دسترسی نامناسب به توانمندی‌های صنعتی پیشرفته. S7T5- ساماندهی مرکز توسعه و به‌روز رسانی نشریات فنی با استفاده از دانش فنی پایه کارکنان نت هواپیماهای سازمان‌های هوایی برای جبران دسترسی نامناسب به مستندات فنی کشورهای پیشرفته و سازندگان تجهیزات.
--	---

### راهبردهای ترکیبی

راهبردهای ترکیبی از ترکیب راهبردهای چهارگانه ST, SW, WT, WO تدوین شده‌اند که در نتیجه مقاله ارائه می‌شوند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهاد

#### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش به ۱۵ راهبرد زیر جهت نگهداری و تعمیر هواپیماهای سازمان‌های هوایی در رویکرد تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر منجر گردید، که با اجرای آنها تحول و پیشرفتی مطلوب در نت هواپیماهای سازمان‌های هوایی حاصل خواهد شد.

۱. اصلاح و گسترش سامانه تأمین قطعات هواپیماهای سازمان‌های هوایی و کنترل کیفیت آنها با رویکرد حداکثر استفاده از ظرفیتهای داخل، اولویتهای و دانش روز قطعه سازی، بمنظور به حد اقل رساندن نیاز به خارج و رفع محدودیت‌های عدم همکاری منابع خارجی، و تدارک مطمئن و بموقع نیازها در سامانه نت بهره‌ور فراگیر از طریق:

الف: حمایت از شرکت‌های دانش بنیان؛

ب: شناسایی و بکارگیری مقدرات داخلی سازمان‌های هوایی کشور؛

ج: استفاده از توان تولید صنایع هوایی کشور؛

د: استفاده از ظرفیت‌ها داخلی سازمان هوایی منتخب و کارآمدی و خلاقیت کارکنان نت مرتبط؛

ه: تلاش مضاعف برای دستیابی دانش روز بشر؛

۲. ساماندهی شبکه مدیریت دانش و توسعه فرهنگ یادگیرندگی فردی و سازمانی و اصلاح و گسترش آموزش‌های حین خدمت در سامانه نت سازمان‌های هوایی و نظام بخشی مرکز شناسایی توان علمی و صنعتی داخل کشور، به‌منظور ارتقاء سطح توانمندی تخصصی و فنی و مهارت کارکنان نت هواپیماها و استقرار بهینه نت بهره‌ور فراگیر هواپیماها در سازمان منتخب، از طریق:

الف: استفاده خلاقیت و کارآمدی کارکنان نت سازمان هوایی منتخب،

ب: استفاده از تجارب سازمان‌های تعمیراتی هواپیماها در دیگر تشکیلات هوایی کشور،

ج: انتقال سازمان یافته تجربیات کارکنان شاخص نت به دیگر کارکنان نت هواپیماها،

د: استفاده از تجربیات دیگر سازمان‌های هوائی و برگزاری جلسات نقد و بررسی و ارزیابی عیوب تکراری هواپیماها و ارتباط و پیوند هدفمند با مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های داخلی و ظرفیت‌های فرا ملی مناسب،

۳. توسعه رایزنی‌ها و هماهنگی‌ها برای یکپارچه نمودن نت‌های سازمان‌های هوائی به منظور تأمین به موقع قطعات و مواد مصرفی مورد نیاز نت‌های هواپیماها از توان صنعت هوائی و تسهیلات دیگر سازمان‌های هوائی در شبکه نت بهره‌ور فراگیر هواپیماهای سازمان منتخب، از طریق:

الف: استفاده از حمایت خوب سلسله مراتب و پیوند مطلوب بین اجزای سازمان‌های نت سازمان‌های هوائی؛

ب: استفاده از ظرفیت‌های ملی مناسب قابل بهره‌برداری مشترک و زیرساخت‌های تکمیل‌کننده نت‌های هواپیماها؛

۴. اصلاح مقررات و دستورالعمل‌های اجرایی نت با رویکرد نت بهره‌ور فراگیر و توسعه سامانه جامع اطلاعات نت، به منظور جبران سطح نامناسب بکارگیری اتوماسیون در کارهای اداری، توسعه اقدامات نت پیش‌بینانه، جبران محدودیت‌های دسترسی به مستندات فنی کشورهای پیشرفته برای استقرار سامانه نت بهره‌ور فراگیر، از طریق:

الف: استفاده از مدیریت تخصصی خوب حوزه نت،

ب: قوانین و مقررات حمایت‌کننده؛

ج: تجزیه و تحلیل اطلاعات و نشریات مربوط به نت‌های هواپیماها؛

د: همکاری و بهره‌برداری از فعالیت‌های شرکت‌های دانش‌بنیان،

۵. ظرفیت‌سازی داخلی برای زیرساخت‌ها و ساخت تجهیزات پشتیبانی زمینی مناسب در سازمان منتخب، به منظور توسعه زیرساخت لازم برای استقرار سامانه نت بهره‌ور فراگیر و کمک به رفع محدودیت‌های بودجه‌ای، از طریق:

الف: شناسایی و به‌کارگیری توان صنعتی و علمی کشور؛

ب: استفاده از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های داخلی؛

ج: استفاده بهینه از زیرساخت‌های داخل سازمان هوائی منتخب و مناسب برای رفع نیازهای نت‌های هواپیماها؛

د: ارائه توانمندی‌های دانشی و نوآوری‌های داخلی در صحنه جهانی و ایجاد انگیزه برای دیگر کشورها در جهت ایجاد امکان‌های بیشتر همکاری آنان.

۶. بازنگری در استفاده از توانمندی‌ها و منابع بلامصرف داخلی سازمان هوائی منتخب با رویکرد بهره‌برداری حداکثری، به منظور جبران محدودیت‌های بودجه‌ای در تأمین نیازهای نت‌های هواپیماها، اعم

از تأمین قطعات یا نیازهای معیشتی کارکنان نت و اسقرار بهینه نت بهره ور فراگیر هواپیماها. از طریق:

الف: تکیه بر توانمندی مدیریت تخصصی حوزه نت،

ب: حمایت خوب سلسله مراتب؛

ج: همکاری گسترده با شرکت‌های دانش بنیان،

۷. توسعه همکاری، تعامل و پیوند با سازمان هواپیمائی کشور و سازمان‌های مشابه در کشورهای دوست و برقراری ارتباط هدفمند و رقابت آمیز بین مراکز نت و مراکز علمی و دیگر مؤسسات تعمیراتی داخلی و خارجی مرتبط، به‌منظور جبران محدودت‌های کیفیت کارکنان ورودی و توسعه آموزش‌های مهارت‌آموزی، ارتقاء کارآمدی و رشد خلاقیت کارکنان نت مورد نیاز سامانه نت بهره‌ور فراگیر، از طریق:

الف: دیپلماسی دفاعی فعال و انعقاد موافقت‌نامه‌های همکاری در حوزه نت هواپیماها؛

ب: انعقاد قراردادهای همکاری‌های متقابل آموزشی نوین و مهارت افزائی تکمیلی فراسازمانی کارکنان نت هواپیماها با کشورهای دوست ؛

۸. ساماندهی، توسعه و تدوین دوره‌های آموزشی نوین، آموزش‌های تکمیلی تخصصی، آموزش‌های فراگیر و همگانی و دوره‌های توجیهی برای کارکنان نت هواپیماها در رویکرد نت بهره‌ور فراگیر، به‌منظور ارتقای مهارت‌های آنان و جبران آموزش‌ها و فنون نامناسب آنان، از طریق:

الف: با استفاده تسهیلات دیگر سازمان‌های هوایی،

ب: استفاده از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های داخلی؛

ج: استفاده از امکانات آموزشی فراسازمانی ملی و بین‌المللی؛

د: بکارگیری توانمندیها و خلاقیت‌های فردی و سازمانی کارکنان نت سازمان هوایی منتخب؛

۹. بهبود بخشی وضعیت معیشتی کارکنان نت سازمان منتخب، به منظور افزایش روحیه و نشاط و ارتقای کارایی و مهارت‌های کارکنان نت سازمان منتخب، از طریق:

الف: بازسازی و نوسازی اماکن و امکانات کارکنان نت؛

ب: ساماندهی سیستم پرداخت پاداش هوشمند؛

ج: ارتقاء کمی و کیفی امکانات زیستی کارکنان نت هواپیماها؛

د: استفاده از وجود قوانین و مقررات حمایت کننده؛

هـ: بهره‌گیری از مقدمات داخلی سازمان هوایی ؛

و: مشارکت دادن کارکنان نت هواپیماها در شرکت‌های دانش بنیان و منافع آنان،

۱۰. بهبود بخشی نظام سطح‌بندی تخصصی کارکنان نت و تفکیک تخصصی کارکنان رده‌ها و سطوح تعمیراتی سازمانی، میانی و آمادگایی، به منظور استفاده بهینه از تخصص کارکنان نت و بهره‌وری مطلوب، از طریق:

الف: استفاده از دانش فنی پایه خوب کارکنان نت هواپیماها؛

ب: استفاده از تسهیلات دیگر سازمان‌های هوایی؛

ج: بهره‌گیری از قوانین و مقررات حمایت‌کننده؛

د: ارزیابی عملکردها

۱۱. برقراری سامانه کنترل اقدامات برنامه‌ریزی شده و نظارت بر وضعیت نت، به منظور توسعه نت پیش‌بینانه هواپیماها و جبران سطح نامناسب بکارگیری اتوماسیون در امور نت، از طریق:

الف: استفاده از وجود ظرفیت‌های ملی مناسب؛

ب: بهره‌گیری از مدیریت تخصصی خوب حوزه نت؛

ج: بکارگیری تسهیلات دیگر سازمان‌های هوایی،

۱۲. ساماندهی و اجرای برنامه ساختار یافته و مدون برای گسترش و تقویت سامانه‌های مکانیزه نت هواپیماهای سازمان منتخب با رویکرد نت پیشگیرانه، به منظور جبران دسترسی نامناسب به توانمندی‌های صنعتی پیشرفته، توسعه نت پیش‌گیرانه هواپیماها و برنامه‌ریزی نت پیش‌بینانه هواپیماها و پایبندی کارکنان نت سازمان منتخب به مقررات و انجام صحیح وظایف، از طریق:

الف: استفاده از وجود قوانین و مقررات حمایت‌کننده؛

ب: تلاش برای ارتباط سازنده با کشورهای دارای دانش برتر نت؛

ج: بهره‌برداری از خلاقیت‌ها و مهارت‌های کارکنان نت هواپیماها و دانشمندان شرکت‌های

دانش بنیان،

۱۳. بازآرایی ساختار سازمانی نت سازمان منتخب با رویکرد نت پیشگیرانه و نت بهره‌ور فراگیر، به منظور استقرار نت بهره‌ور فراگیر هواپیماها در سازمان منتخب و بهبود وضعیت آمادگی هواپیماها، از طریق:

الف: تکیه بر حمایت خوب سلسله مراتب؛

ب: ارتقاء سیستم‌های مدیریت نت با توجه به مدیریت تخصصی خوب حوزه نت هواپیماها؛

ج: بهره‌گیری از قوانین و مقررات حمایت‌کننده؛

د: تفکیک تخصصی کارکنان سطوح و رده‌های نت هواپیماهای سازمان منتخب،

۱۴. ساماندهی مرکز تحقیقات صنعت هوایی نظامی و ساماندهی مرکز توسعه و به‌روز رسانی نشریات فنی، به منظور توسعه نت پیش‌گیرانه هواپیماها، از طریق:

الف: استفاده از کارآمدی و خلاقیت کارکنان نت هواپیماها و دانش فنی پایه آنان؛

ب: تلاش مضاعف برای جبران دسترسی به توانمندی‌های صنعتی پیشرفته و مستندات فنی کشورهای پیشرفته و سازندگان تجهیزات،

۱۵. بازنگری در سامانه نظارت و ارزیابی نت هواپیماها با رویکرد نت بهره‌ور فراگیر به ویژه در سامانه کنترل تعمیر قطعات، به منظور بهبود مستمر عملکردها و نهادینه شدن نت بهره‌ور فراگیر مستقل در سازمان هوایی منتخب، از طریق:

الف: بکارگیری سامانه‌های مکانیزه کنترل کیفیت؛

ب: تکیه بر مدیریت تخصصی خوب حوزه نت هواپیماها،

ج: بهره‌گیری از عملکرد مطلوب کارکنان نت هواپیماها؛

د: تکیه بر فرهنگ عمومی کشور،

### پیشنهاد:

پیشنهاد می‌شود:

۱. فرماندهان و مدیران نت سازمان‌های هوایی با اجرای راهبردهای پیشنهادی که به صورت پایلوت با محیط شناسی یک سازمان هوایی معتبر کشور مورد پژوهش قرار گرفته و بر اساس داده‌های به دست آمده که می‌تواند قابل تعمیم به همه سازمان‌های هوایی کشور باشند را برای پیاده‌سازی نت بهره‌ور فراگیر را در حوزه نگهداری و تعمیر هواپیماهای مربوط به کار گیرند.
۲. محققین هم درباره راهبردهای پیاده‌سازی نت بهره‌ور فراگیر در دیگر حوزه‌های نت در کشور پژوهش نمایند.

## منابع

## الف- فارسی

- آذرلی، آرمان و آرمون، آرش (۱۳۹۸)، «مقایسه تأثیرات تحریم بر صنعت دفاعی با بخش اقتصادی و شناسایی راهبردهای موفقیت ساز صنعت دفاع»، *فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک*، دانشگاه عالی دفاع ملی.
- آقایی، رضا، آقایی، اصغر و ناجیزاده، محمدحسین (۱۳۹۴)، «شناسایی شاخص‌های موثر بر تعمیرات و نگهداری چابک با رویکرد دلفی فازی»، *فصلنامه مدیریت صنعتی دانشگاه تهران*.
- نهاجا، (۱۳۷۲)، «آیین‌نامه مدیریت نگهداری و جلد یکم: اهداف، خط مشی‌ها و سیاست‌ها»، نشریات مرکزی نهاجا.
- پاشایی هولاسو، امین، دهقانی پوده، حسین، شفقت، ابوطالب و پورصادق، ناصر (۱۳۹۹) «شناسایی و ارائه چارچوب مؤلفه‌های نوآوری چابک در سازمان‌های صنعتی دفاعی»، *فصلنامه مطالعات بین رشته‌ای دانش راهبردی*.
- توکلی، حسین (۱۳۸۴)، «تعمیر و نگهداری کل تولید»، *سومین همایش ملی نگهداری*، تهران
- حاج شیر محمدی، علی (۱۳۹۳)، «برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات»، تهران: انتشارات غزل.
- حسن‌آبادی، سیاوش (۱۳۹۳)، «طراحی الگوی راهبردی توانمندسازی کارکنان فنی سازمان منتخب»، رساله دکتری، دانشگاه عالی دفاع ملی.
- رضایی دهقی، رسول (۱۳۹۸)، «راهبرد مناسب جهت نگهداری و تعمیر سامانه‌های دفاعی»، *نشریه مطالعات بین رشته‌ای دانش راهبردی*.
- زیاری، مسعود و خشنود قویم، علی (۱۳۸۴)، «مقدمه‌ای بر طرح ریزی، توسعه و مدیریت موثر در برنامه قابلیت اطمینان، نگهداری و تعمیرات»، *سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات*، تهران، <https://civilica.com/doc/6955>
- سازمان توسعه بهره‌وری آمریکا (۱۳۸۶)، «*اثر بخشی کلی تجهیزات OEE*»، ترجمه محمد علی متولیان، اول، تهران، رسا، صص ۸۰-۲۴۰.
- علی احمدی، علیرضا و همکاران (۱۳۸۲) «نگرش جامع مدیریت استراتژیک»، تهران، انتشارات تولید دانش.
- حاجیلو، حسینعلی و علی احمدی، علیرضا (۱۳۸۴)، «راهنمای تدوین استراتژی نگهداری و تعمیرات در یک واحد تولیدی»، *کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات*، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- فرهادیان، بابک (۱۳۸۷)، «نگاهی به نظام *TIIM* و جایگاه شاخص *OEE* در نگهداری و تعمیرات»، اصفهان: انتشارات ارکان دانش.

- مصطفوی، مصطفی و تابان، هادی (۱۳۹۷)، «اهمیت و اثربخشی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر»، *فصلنامه مهندسی صنایع و مدیریت شریف*.
- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (۱۳۸۸)، «مدیریت نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات عمرانی»، نشریه شماره ۴۴.
- ویسی، امید (۱۳۹۴) «برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات»، انتشارات دانشگاه افسری امام علی، تهران.
- هانگر، جی. دیوید و توماس، ال. ویلن، (۱۳۸۱) «مبانی مدیریت استراتژیک» ترجمه سیدمحمد اعرابی و داود ایزدی، تهران: دفتر پژوهشهای فرهنگی.

#### ب- انگلیسی

- Abdulmalek, F.A. and Rajgupal, J. (2007) "Analyzing the benets of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study", *International Journal of production Economics*, p:236.
- Campbell Dixon, J. (2006) "*Strategies for excellence in maintenance management*", Third Edition, Toronto.
- Iwataa, Curtis, Mavrisa, Dimitri, (2013) "*Object-Oriented Discrete Event Simulation Modeling Environment for Aerospace Vehicle Maintenance and Logistics Process*", Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, 19.
- Katila, peka. (2000) "TPM principles in the flexible manufacturing systems". *Jornal of Technical Report*.
- Kedaria, V.D., Vivek, A. and Deshpande, V.A. (2014) \Implementation of total productive maintenance methodology: a review", *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, p. 644-648.
- Mobley, Keith. R. (2002) "*An Introduction To Predictive Maintenance*" ,2nd edition ,Elsevier Science.
- O'Neal, T.,Min, H.,Cherobini, D. and Joo, S.-J. (2020), "Benchmarking aircraft maintenance performances using data envelopment analysis", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2020-0157>
- Sheppard, Jill. (2005) "*Bringing Lean into Maintenance*", Springsteen Publishing LLC.



## COPYRIGHTS

2025 by the authors. Published by The National Defense University. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>