

فرمانده معظم کل قوا: « رویکرد هم افزایی و تحولی برای دفاع نفوذناپذیر از آسمان کشور با استفاده از توانمندی ها و ظرفیت نیروهای مسلح و کشور و تقویت شبکه یکپارچه و به روز فرماندهی و کنترل پدافند هوایی مورد انتظار است » (۱۴۰۰/۰۲/۰۸).

## طراحی الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی

فرهاد فرنی<sup>۱</sup>، سید اسماعیل شهرآئینی<sup>۲</sup>، علی جبار رشیدی<sup>۳</sup>، رسول رمضانی دهقی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۰

### چکیده

شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی کشور به عنوان ستون فقرات سامانه دفاعی هوایی یکپارچه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. تجربه جنگ‌های اخیر بیانگر تغییر رویکرد نبردها به سمت عملیات مشترک ترکیبی چندجانبه با محوریت ناکارآمد سازی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی کشور هدف می‌باشد. استفاده از فناوری دفتر کل توزیع شده به واسطه ویژگی‌ها و قابلیت‌های این فناوری می‌تواند نیاز به ممیزی داده‌ها را کاهش داده و با سطح اعتبار بسیار بالایی اطمینان دهد که داده‌ها قابل اعتماد هستند نقش بسزایی در مقابله با تهدیدات و افزایش پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی ایفا نماید. هدف این تحقیق دستیابی به "الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده" می‌باشد. در این تحقیق که از نظر هدف، کاربردی- توسعه‌ای و از نظر روش توصیفی- تحلیلی است؛ گردآوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای با کمک ابزار پرسشنامه و مصاحبه و در دو مرحله کیفی (روش دلفی) و کمی (پرسشنامه) انجام گرفته است. جامعه آماری تعداد ۹۲ نفر به صورت تمام شمار انتخاب گردیده‌اند. الگوی راهبردی طراحی شده متشکل از ۳ بُعد، ۸ مؤلفه و ۳۸ شاخص می‌باشد. اعتبار الگو با استفاده از محاسبه آلفای (بالای ۰,۷)، پایایی ترکیبی و محاسبه ضرایب بار عاملی تایید گردیده است.

**واژگان کلیدی:** الگوی راهبردی، شبکه فرماندهی و کنترل، پدافند هوایی، فناوری دفتر کل توزیع شده (DLT)

### مقدمه

<sup>۱</sup>. دانشجوی دکتری مدیریت راهبردی فضای سایبر دانشگاه عالی دفاع ملی [fa.farnia99@sndu.ac.ir](mailto:fa.farnia99@sndu.ac.ir) (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup>. استادیار دانشگاه عالی دفاع ملی [s.e.shahraeni@gmail.com](mailto:s.e.shahraeni@gmail.com)

<sup>۳</sup>. دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر [aiorashi@yahoo.com](mailto:aiorashi@yahoo.com)

<sup>۴</sup>. استادیار دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) [sepehrramezany@yahoo.com](mailto:sepehrramezany@yahoo.com)

تجارب جنگ‌های اخیر بیانگر آن است که رهنامه ارتش آمریکا از قدرت آتش و مانور به نبرد هوا-زمینی با محوریت حملات سنگین هوایی تغییر نموده و این مسئله به اثبات رسیده است که اولین هدف در نبردهای هوایی گسترده، مراکز فرماندهی و کنترل، مراکز حیاتی و حساس سیاسی و تصمیم‌گیری، مراکز مهم اقتصادی و از همه مهمتر یگان‌ها و سامانه‌های پدافند هوایی می‌باشد (غفاری، ۱۳۹۸: ۱۱۰). اهمیت سامانه فرماندهی و کنترل در صحنه نبرد را می‌توان در اسناد ناتو به عنوان سیستم ارائه دهنده آگاهی وضعیتی، پشتیبانی اطلاعاتی و مدیریت صحنه عملیات پیدا نمود (تیله<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸: ۴).

در ساختار سامانه فرماندهی و کنترل حال حاضر پدافند هوایی، لایه‌های متعدد احراز هویت به صورت سلسله‌مراتبی وجود دارد که موجب کاهش سرعت در فرآیند تصمیم‌گیری و ارجاع خواهد شد (محمدی، ۱۳۹۷: ۹۵) و در صورت انجام حملات سایبری به سنسورها و سامانه‌های اطلاعاتی موجود در سامانه فرماندهی و کنترل متمرکز، اطلاعات نادرست وارد چرخه تصمیم‌سازی در شبکه گردیده و قابلیت اطمینان داده به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (مردانی، ۱۳۹۷: ۵).

از طرفی دیگر، با ظهور فناوری دفتر کل توزیع شده (DLT)<sup>۳</sup> انقلابی در عرصه پایگاه‌های داده و اشتراک‌گذاری داده‌ها به‌صورت امن و سریع به‌وجود آمد (رجبی، ۱۳۹۷: ۱۸). این فناوری با گذشت بیش از ۱۰ سال از ظهورش، کاربردهای فراوانی در عرصه‌های مختلف اعم از بانکداری، پزشکی، زنجیره تامین و حتی نظامی پیدا نموده است (راک و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹: ۳). استفاده از این فناوری در کار ویژگی‌های مانند صرفه‌جویی در هزینه‌ها، افزایش سرعت و امنیت، ساختارهای متمرکز را به چالش کشیده است. این ویژگی‌ها می‌تواند در حوزه نظامی و به‌ویژه شبکه فرماندهی و کنترل ضمن رفع نقاط ضعف شبکه‌های متمرکز و ارتقای امنیت، قابلیت‌های جدیدی را ایجاد نماید و صحنه نبرد

<sup>۱</sup>- NATO

<sup>۲</sup>- Thiele

<sup>۳</sup>- Distributed Ledger Technology

<sup>۴</sup>- Roeck et al

را در حوزه‌های استفاده از تجهیزات، نفرات، اشتراک اطلاعاتی، کنترل و ... به‌طور قابل توجهی متحول نموده نماید.

در پژوهش پیش رو، پژوهشگران بر آن هستند تا ضمن بیان دغدغه اصلی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی حال حاضر کشور، با بررسی ویژگی‌ها و مشخصات فناوری دفتر کل توزیع شده، نسبت به رفع آسیب‌ها و ارتقای تاب‌آوری شبکه فرماندهی و کنترل بومی پدافند هوایی کشور در برابر انواع حملات در قالب ارائه یک الگو پردازند. در این الگو ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های الگو شناسایی و اولویت آنها تعیین و اعتبار سنجی شده است.

## ۱. کلیات

### ۱-۱. بیان مسئله

پدافند هوایی کشور که امروزه تحت عنوان قرارگاه مشترک پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) کشور شناخته می‌شود، به عنوان یکی از سازمان‌های مهم شبکه محور با بیش از ۵۰ سال تجربه فرماندهی و کنترل در صیانت از آسمان جمهوری اسلامی ایران و مناطق حیاتی و حساس کشور در طول هشت سال دفاع مقدس و پس از آن در دفع تهدیدهای هوافضایی نقش بسزایی را ایفا نموده است (عسکری و فتح‌آبادی، ۱۳۹۷: ۴۹).

شبکه فرماندهی و کنترل فعلی پدافند هوایی دارای ساختار سلسله‌مراتبی، لایه‌های متعدد احراز هویت و معماری متمرکز می‌باشد. از دیدگاه برخی از صاحب‌نظران سامانه پدافند هوایی متمرکز در برابر حملات وسیع ناکارآمد بوده و مقاوم نبودن در برابر حملات سنگین به دلیل اشباع تمامی لایه‌ها، آسیب‌پذیری در برابر بمباران دقیق و ایجاد نقاط حساس در این سامانه از مشکلات اساسی این سامانه‌هاست (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۱). با پیشرفت فناوری، صحنه نبرد با سرعت به سمت مفهوم فرماندهی و کنترل مشترک و مرکب (چند عرصه‌ای) در حال حرکت است که این میدان پیچیدگی‌های فزاینده‌ای را برای صحنه نبرد ایجاد خواهد نمود (شاملو و همکاران، ۱۴۰۱: ۲). در این ساختار، مفهوم فرماندهی مرکزی به سمت توسعه فرماندهی و کنترل توزیع شده با

اختیارات تفویض شده و عملیات نیمه خودمختار برای واحدهای مختلف نظامی، در حال تغییر است.

مقاوم بودن شبکه در برابر حملات سنگین، وجود رابطه خطی بین قدرت و تجهیزات، افزایش سرعت تصمیم‌گیری و تبادل اطلاعات، بازسازی سریع قسمت آسیب دیده، امکان به‌روز رسانی و ارتقای اجزا، امکان اجرای عملیات گسترده، جلوگیری از اشباع شبکه به دلیل ترافیک توزیع شده اطلاعات، امکان پیکره بندی مجدد شبکه با توجه به شرایط صحنه نبرد، افزایش قابل ملاحظه امنیت اطلاعات، تسهیل در استفاده از سامانه‌های متحرک و ... از مزایای شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی توزیع شده می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۲) که با ویژگی‌ها و قابلیت‌های شبکه‌های مبتنی بر فناوری دفتر کل توزیع شده قابل دستیابی است.

بنابراین محققین بر آن هستند که با ارائه الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی کشور و با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده، مشکلات مرتبط با حفظ پایداری در محیط جنگ الکترونیک و عملیات مرکب سایبری، امنیت داده، افزایش سرعت و دقت داده و ... شبکه فرماندهی و کنترل موجود پدافند هوایی کشور را با استفاده از ویژگی‌ها و مشخصه‌های فناوری "دفتر کل توزیع شده" تا حد امکان مرتفع نمایند.

#### ۲-۱. اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

با معرفی الگوی راهبردی فرماندهی و کنترل پدافند هوایی کشور با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده، می‌توان به موارد زیر دست یافت:

- (۱) کمک به روند ارتقای توان عملیاتی پدافند هوایی آجا و ارتقای قدرت نظامی در منطقه.
- (۲) کمک به روند تحقق راهبردهای دفاعی جمهوری اسلامی ایران (بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در ارتقاء آمادگی نیروهای مسلح).
- (۳) اتخاذ تدابیر راهبردی لازم در راستای بهره‌مندی از قابلیت‌های راهبردی فناوری دفتر کل توزیع شده در عرصه نظامی (پدافند هوایی کشور).

(۴) ارائه شاخص‌های ارزیابی شبکه‌های توزیع شده، حفظ و ماندگاری سامانه‌های پدافندی در حملات جنگ الکترونیک و سایبری و صرفه‌جویی در هزینه‌های شبکه فرماندهی و کنترل را با استفاده از فناوری دفتر کل توزیع شده. از طرفی انجام نشدن این تحقیق و یا استفاده نکردن کاربردی از الگوی راهبردی مذکور موجب می‌شود:

- (۱) ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در تصمیم‌گیری‌ها و انجام اقدامات کارآمد و اثربخش، در راستای بهره‌گیری از این فناوری در سطوح راهبردی ممکن نمی‌گردد.
- (۲) موجب غفلت راهبردی و راهکنشی در برابر تهدیدات پیش رو در حوزه تهاجمات هوایی کشورهای دارای فناوری‌های پیشرفته خواهد شد.
- (۳) عدم طراحی الگوی راهبردی موضوع تحقیق، پراکندگی اقدام‌ها در بهره‌برداری از فناوری دفتر کل توزیع شده و در نتیجه موازی کاری در بخش‌های مختلف کشوری و لشکری، سازمان‌های پژوهشی و شرکت‌های دانش بنیان گردیده و محصول متناسب با نیاز نیروهای مسلح و برطرف کننده چالش‌های عملیاتی به دست نیامده و ضمن هدر رفت زمان و سرمایه، موجب عقب افتادگی غیرقابل جبرانی نسبت به کشورهای رقیب و دشمن در این حوزه می‌گردد.

### ۳-۱. پیشینه تحقیق

- (۱) کوشا در پژوهشی سامانه یکپارچه فرماندهی و کنترل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) متناسب با تهدیدات هوایی و موشکی آینده را ارائه نموده است. در این پژوهش ضمن تشریح تهدیدات به مهم‌ترین عناصر (ابعاد) سامانه یکپارچه فرماندهی و کنترل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) پرداخته که عبارتند از: نیروی انسانی، ارتباطات و فناوری‌های اطلاعات، تجهیزات و حساسه‌ها، مقررات و روش‌ها، هماهنگی و همکاری میان سازمانی و به بررسی شاخص‌های آن پرداخته است. (کوشا، ۱۳۹۸).
- (۲) کریمی در پژوهشی الگوی شبکه یکپارچه، کامل، قوی و بروز فرماندهی و کنترل قرارگاه مشترک پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) کشور را طراحی نموده است. الگوی استخراجی شامل ۵ بُعد، ۲۱ مؤلفه و ۱۰۵ شاخص می‌باشد. با توجه به محاسبات آماری

و نظر خبرگان، ابعاد حوزه منابع انسانی و حوزه ارتباطی و اطلاعاتی کمترین امتیاز را دریافت نموده‌اند؛ حوزه های فیزیکی و فرآیندها میانگین امتیاز و حوزه هم‌افزایی و هم‌آهنگی بیشترین امتیاز را دریافت نموده است (کریمی، ۱۴۰۱).

(۳) تسلیمی کار در مقاله مشخصات سامانه های فرماندهی و کنترل نظامی متناسب با ویژگی های محیط جنگ های آینده آینه ضمن تبیین و ویژگی های موثر محیط جنگ های آینده بر عملکرد سامانه های فرماندهی و کنترل، مشخصات سامانه های فرماندهی و کنترل برای ارتقای عملکرد این سامانه ها متناسب با محیط جنگ های آینده را استخراج نموده است. با توجه به محدودیت های موجود در منابع و هزینه ها "امکان جمع آوری اطلاعات در تمام ابعاد زیرسطحی، سطحی، زمینی، هوایی و فضایی" رتبه اول و "قابلیت درک وضعیت" رتبه آخر را در رده بندی دریافت کرده اند (تسلیمی کار، ۱۳۹۹).

(۴) رمضانی دهقی در مقاله بررسی سناریوهای آینده سامانه فرماندهی و کنترل در مواجهه با فناوری های نوین، دو عامل پذیرش فناوری های نوین همکاری حوزه های عملیاتی به عنوان عدم قطعیت های اصلی و طراحی چهار سناریوی اصلی آینده تحت عناوین تکامل - تمرکز - پیشرفت فیزیکی - سکون، سناریوی تکامل ایده آل ترین حالت برای مرکز فرماندهی و کنترل ملی تعیین کرده است (رمضانی، ۱۳۹۸).

(۵) اکتر و همکارانش در پژوهشی تاثیر متفاوت مدل C3I در حوزه هوش مصنوعی را تحلیل می کند و با استفاده از یک پارچگی مناسب سکو زنجیره بلوکی در صنعت نظامی، امنیت بالایی را تضمین می کند. در نهایت نتایج شبیه سازی ثابت می کند که الگوی پیشنهادی از نظر دسترسی، توان عملیاتی و امنیت بالا نسبت به سیستم ایستای معمولی دارای توانمندی لازم است (اکتر و همکاران، ۲۰۱۹: ۷۸۱).

با بررسی مقاله های مذکور، نقاط اشتراک مطالعه های انجام شده با موضوع این تحقیق استفاده از فناوری های نوین در فرماندهی و کنترل صحنه نبرد آینده می باشد. افتراق تحقیق های انجام شده با این مقاله عدم ارائه الگوی راهبردی، عدم ارائه الگوی راهبردی شبکه فرماندهی

و کنترل پدافند هوایی مبتنی بر فناوری دفتر کل توزیع شده و عدم ارائه شاخص‌ها در حوزه استفاده از فناوری دفتر کل توزیع شده در شبکه فرماندهی و کنترل می‌باشد.

#### ۴-۱. سؤال‌های تحقیق

##### ۱-۴-۱. سؤال اصلی

(۱) الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل بومی پدافند هوایی کشور با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده چگونه است؟

##### ۲-۴-۱. سؤال‌های فرعی

(۱) ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده کدام است؟

(۲) آیا الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده دارای اعتبار لازم می‌باشد؟

#### ۵-۱. هدف‌های تحقیق

##### ۱-۵-۱. هدف اصلی

طراحی الگوی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده.

##### ۲-۵-۱. هدف‌های فرعی

(۱) شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های اصلی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده.

(۲) تعیین اعتبار الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده.

#### ۶-۱. روش شناسی تحقیق

این تحقیق از نوع کاربردی- توسعه‌ای است و روش آن توصیفی- تحلیلی و رویکرد آن آمیخته (کیفی- کمی) است. به منظور گردآوری داده‌ها از دو روش

کتابخانه‌ای و میدانی (مصاحبه عمیق) استفاده شده است. با انجام مطالعه‌های اشاره شده، آخرین دستاوردها و نتایج تحقیق‌های صورت گرفته در حوزه مرتبط با موضوع تحقیق استخراج شده است. در گام اول کلیه مستندات، مقاله‌های علمی، گزارش‌ها و اسناد معتبر علمی قابل دسترس در حوزه الگوهای توسعه فناوری و همچنین ویژگی‌های فناوری زنجیره بلوکی و توسعه آن مورد مطالعه قرار گرفته و ابعاد و مؤلفه‌های اصلی آن شناسایی شدند. در مرحله دوم، شاخص‌های مشخص شده در نشست‌های تخصصی و مصاحبه عمیق با تیم خبرگی به تعداد ۱۰ نفر از صاحب‌نظران و اندیشمندان حوزه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی در نیروهای مسلح، استادان دانشگاه با سابقه مدیریتی و اجرایی کلان و راهبردی در حوزه مرتبط با فناوری دفتر کل توزیع شده و فناوری‌های نوظهور، ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌ها مورد بررسی و تایید قرار گرفته است. در مرحله سوم جامعه آماری متشکل از کارشناسان عالی و متخصصین توسعه فناوری در نیروهای مسلح دارای مدرک کارشناسی ارشد و دکتری و حداقل ۵ سال سابقه کار در تخصص مذکور در نیروهای مسلح در سطوح میانی و اجرایی بوده و تسلط و آشنایی کامل با موضوع تحقیق داشتند که در مجموع برابر ۹۲ نفر برآورد گردید. با توجه به حجم کمتر از ۱۰۰ نفر، نمونه آماری تمام شمار لحاظ گردید که با تهیه پرسشنامه، برای تعیین شاخص‌های مشخص شده برای موضوع پژوهش مورد سؤال قرار گرفته‌اند.

پس از امتیازدهی، ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده مشخص شدند. روایی و پایایی پرسشنامه نیز از طریق محاسبه آلفای کرونباخ تأیید گردید. برای سنجش روابط متغیرهای پنهان (مؤلفه‌ها) با گویه‌های سنجش آنها (شاخص‌ها) و آزمون این که آیا متغیرهای پنهان به درستی اندازه‌گیری شده‌اند از آزمون بار عاملی در مدل بیرونی در نرم افزار Smart PLS استفاده شده است.

قلمروی زمانی این تحقیق به دلیل تحولات سریع فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌ویژه حوزه سایبر ۵ ساله تعیین گردید و ضروری است پس از طی دوره مذکور مورد بازنگری قرار گیرند. قلمروی سازمانی تحقیق، نیروهای مسلح ج.ا.ایران می‌باشد.



## ۲. ادبیات و مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱. فرماندهی و کنترل

تعاریف متعددی برای فرماندهی و کنترل ارائه شده است که در ادامه به تعدادی از مهمترین آنها اشاره شده است:

- (۱) اعمال اقتدار و هدایت توسط یک فرمانده به روش درست و از پیش تعیین شده بر نیروهای تحت امر و وابسته برای انجام ماموریت (جی پی ۲، ۲۰۱۳: ۳۸).
- (۲) فرماندهی و کنترل (که به عنوان C2 نیز شناخته می‌شود) اصول بنیادین هنر و دانش جنگ است (ای دی پی ۶، ۲۰۱۹: ۲۸).
- (۳) فرماندهی و کنترل شامل برنامه‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل عملیات و مبتنی بر اجرای موثر سناریوهای عملیاتی می‌باشد و اصلی‌ترین وظیفه آن تصمیم‌سازی است. فرماندهی و کنترل مؤثرترین اقدام به‌ویژه در زمانی است که برتری تصمیم‌گیری مد نظر است (رمضانی دهقی، ۱۳۹۸: ۲).
- (۴) فرماندهی و کنترل عبارت است از توانایی شناخت آنچه باید در یک وضعیت انجام شود و اطمینان از اینکه اقدامات مؤثر صورت گرفته است (اف.ام ۶، ۲۰۱۴).
- (۵) هدف‌یابی، پرورش و انتشار اخبار توسط فرمانده در طرح‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل عملیات را فرماندهی و کنترل گویند (تسلیمی کار، ۱۳۹۹: ۲).

### ۲-۲. پدافند هوایی

برابر تعریف کلیه اعمالی که به‌منظور انهدام، خنثی‌سازی، کاهش اثرات تک هواپیماها و موشک‌های دشمن در هوا انجام می‌گیرد، گفته می‌شود. مراحل پدافند هوایی عبارتند از: تجسس، شناسایی، رهگیری و انهدام هواپیماهای دشمن (نوروزی، ۱۳۸۵: ۲۰۷).

### ۲-۳. فناوری دفتر کل توزیع شده

دفتر کل توزیع شده، هیجان‌انگیزترین موضوع ۱۰ سال اخیر دنیای رمز ارزها بوده است که مبنای کار ارزهای دیجیتال می‌باشد (اکبری، ۲۰۲۰: ۲). تعاریف متعددی برای این

<sup>۱</sup>- JP-2

<sup>۲</sup>- ADP-6

<sup>۳</sup>- FM-6

فناوری تاکنون ارائه شده است؛ فناوری دفتر کل توزیع شده در صنعت فناوری اطلاعات (IT) به عنوان یک پارادایم قدرتمند و اثبات شده برای به اشتراک گذارستن اطلاعات به طور قابل اعتماد، ایمن و پیوسته در میان ذینفعان متعدد به روشی غیر متمرکز ظهور کرده است (راجو و همکاران، ۲۰۱۹:۲). فناوری دفتر کل توزیع شده عملکرد یک پایگاه داده بسیار در دسترس و باز (تحت عنوان یک دفتر کل توزیع شده) را که توسط دستگاه‌های ذخیره سازی و محاسباتی توزیع شده فیزیکی (به عنوان گره‌ها) در یک محیط غیرقابل اعتماد نگهداری می‌شوند، امکان پذیر می‌کند (کورس و گولد، ۲۰۱۶:۸). دفتر کل توزیع شده، پایگاه داده است که بر اساس سازو کار تفاهم و معماری داده مورد قبول مشارکت کنندگان شبکه، نگهداری و به روز رسانی می‌شود (رجبی، ۱۳۹۷:۵). فناوری زنجیره بلوکی به عنوان یکی از زیر شاخه‌های فناوری دفتر کل توزیع شده می‌باشد (فرنیا و موحدی صفت، ۱۴۰۲:۹۴).

جدول ۱: ویژگی‌های دفتر کل توزیع شده

ویژگی دفتر کل توزیع شده	توصیف
انعطاف پذیری	درجات آزادی در توسعه برنامه‌های کاربردی و سفارشی سازی دفتر کل توزیع شده
عدم شفافیت <sup>۲</sup>	درجه میزان استفاده و عملکرد دفتر کل توزیع شده ای که قابلیت رهگیری ندارد
کارایی <sup>۳</sup>	انجام یک کار معین در دفتر کل توزیع شده تحت استفاده از منابع محاسباتی و زمان
خط مشی <sup>۴</sup>	توانایی هدایت و تائید عملکرد صحیح یک دفتر کل توزیع شده
عملی بودن <sup>۵</sup>	میزانی که کاربران یک دفتر کل توزیع شده می‌توانند به اهداف عملی روزمره خود با توجه به محدودیت‌های اجتماعی و فنی-اجتماعی دست یابند
امنیت <sup>۶</sup>	احتمال آن که عملکرد دفتر کل توزیع شده و داده‌های ذخیره شده به خطر نیفتند

<sup>۱</sup> Information Technology

<sup>۲</sup> Opaqueness

<sup>۳</sup> Performance

<sup>۴</sup> Policy

<sup>۵</sup> Practicality

<sup>۶</sup> Security

## ۲-۴. ویژگی‌ها و مشخصات دفتر کل توزیع شده

با توجه به تأثیر ویژگی‌های دفتر کل توزیع شده بر طرح دفتر کل توزیع شده، می‌توان این ویژگی‌ها را گروه‌بندی نمود (به عنوان مثال، کارایی یا امنیت) (گوبل و کرزسینسکی، ۲۰۱۷) (زوپان و همکاران، ۲۰۱۷) (نلسون و همکاران، ۲۰۱۶) (تیان، ۲۰۱۶) (کارون، ۲۰۱۸) (داقر و همکاران، ۲۰۱۸) (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۷) (لهیکوینن، ۲۰۱۸). ویژگی‌های دفتر کل توزیع شده در صورتی که به موضوعات امنیتی رایج مانند محرمانگی، یکپارچگی و در دسترس بودن مرتبط باشند، در امنیت دفتر کل توزیع شده گروه‌بندی می‌شوند. در نهایت ویژگی‌ها و مشخصات دستیابی شده دفتر کل توزیع شده در جداول ۱ و ۲ دسته‌بندی گردیده‌اند (کانگیسر و همکاران، ۲۰۲۰: ۹).

## ۳. یافته‌های تحقیق و تجزیه و تحلیل آن‌ها

۳-۱. دستیابی به ابعاد، مؤلفه و شاخص‌های شبکه فرماندهی و کنترل پدافند

هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده

با توجه به تعاریف آورده شده از مفهوم شبکه فرماندهی و کنترل و همچنین تعریف مرتبط با فناوری دفتر کل توزیع شده که مبتنی بر شبکه می‌باشد، می‌توان الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی را متناسب با ویژگی‌هایی از فناوری دفتر کل توزیع شده که بر شبکه اثر می‌گذارند، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای تعریف نمود. با در نظر گرفتن این مهم، در تحقیق پیش‌رو با بررسی منابع و تحقیقات انجام شده، ۴۰ شاخص برابر تعریف آورده شده در جدول ۲ مشخص گردید. این ۴۰ شاخص در ۶ مؤلفه امنیت، عدم شفافیت، انعطاف‌پذیری، کارایی، خط و مشی و عملی بودن دسته‌بندی گردیده‌اند.

۱- Gobel & Krzesinski

۲- Zupan et al

۳- Nelson et al

۴- Tian

۵- Caron

۶- Dagher et al

۷- Liang et al

۸- Lehikoinan

در این تحقیق براساس نتایج مطالعات اکتشافی و یافته‌های حاصل از آن تعداد ۳ بُعد اصلی براساس وجوه مشترک و فراوانی مطابق جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۲: مشخصات دفتر کل توزیع شده

ویژگی	مشخصه	ویژگی	مشخصه
انعطاف پذیری	قابلیت همکاری	عدم شفافیت	قابلیت ردیابی
	قابلیت نگهداری		مشاهده محتوای تراکنش
	قراردادهای هوشمند		عدم شناسایی کاربر
	پشتیبانی از توکن <sup>۱</sup>		تائید کنترلگرهای گره
خط مشی	محموله تراکنش	امنیت	اتمی بودن
	انطباق		اعتبار
	درجه عدم تمرکز		دسترس پذیری
	سازوکارهای پاداش		مقاومت در برابر سانسور
کارایی	مسئولیت		محرم‌انگی
	قابلیت حسابرسی		ثبات
	توان عملیاتی		دوام
	تاخیر در اعتبارسنجی تراکنش		تحمل خطا
	زمان ایجاد بلوک		یکپارچگی
	محدودیت اندازه بلوک		جداسازی
	تاخیر در تایید		عدم انکار
عملی بودن	مصرف منابع		قابلیت اطمینان
	تاخیر در انتشار	قدرت رمزنگاری	
پشتیبانی از دستگاه‌های محدود شده <sup>۳</sup>	نرخ تراکنش	سهولت در راه اندازی گره <sup>۲</sup>	
		سهولت کاربری <sup>۴</sup>	

۱- Token

۲- Ease of node setup

۳- Support for constrained device

۴- Ease of use

جدول ۳: ابعاد شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده

ابعاد	خدمات اطلاعاتی	شبکه مدیریت شبکه	شبکه امنیت
فرماندهی		✓	
کنترل		✓	
ارتباطات			
اطلاعات	✓		✓
پروژه‌ها	✓		
تخصیص تصمیم	✓		
توزیع اطلاعات			✓
طرح‌ریزی	✓		
هدایت		✓	
هماهنگ‌سازی		✓	
گردآوری اطلاعات	✓		
ارزایی شرایط	✓		
شناسایی اهداف	✓		
برنامه‌ریزی		✓	
اجتماعی			
شناختی	✓		
کاربران (حقیق - دیجیتال)			✓
ساختار شبکه	✓	✓	✓
ذخیره‌سازی	✓		
نمایش			
انتشار			✓
حفاظت			✓
انطباق پذیر بودن		✓	
علم شفافیت	✓		
کارایی	✓		
نخه‌مسی		✓	
عملی بودن		✓	
امتیاز			✓

برای استخراج شاخص‌ها ابتدا با مصاحبه و پرسشنامه، در سه مرحله، نظر خبرگان را پیرامون شاخص‌های مشخص شده از منابع کتابخانه‌ای دریافت و طی پرسشنامه‌ای باز، درخواست بیان دیگر عامل موثر بر الگوی مورد اشاره گردید. پس از دریافت امتیازها (برمبنای طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای) میانگین داده‌های حاصل از پرسشنامه محاسبه و ضمن ارائه میانگین نمرات و حذف موارد کمتر از ۳ امتیاز، مجدد در خواست امتیاز دهی با توجه به میانگین امتیاز محاسبه شده و موارد جدید از تیم خبرگان گردید. نتیجه نهایی مرحله کیفی در جدول‌های ۴ تا ۶ نشان داده شده است.

جدول ۴: نتایج حاصل از سه مرحله پرسشنامه دلفی برای تعیین شاخص‌های بعد خدمات اطلاعاتی

میانگین امتیاز			عنوان شاخص	مولفه	بعد
مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول			
۳	۳/۲۸	۳/۱۴	مقیاس پذیری	گرد آوری داده	خدمات
۴/۱۴	۳/۷۱	۳	پشتیبانی از توکن		
۳/۲۸	۳/۱۴	۳/۲۸	پشتیبانی از دستگاه‌های محدود شده		
۳/۲۸	۳/۷۱	۳/۸۵	سازوکارهای اجماع	پردازش داده	اطلاعاتی
۳/۱۴	۳/۲۸	۳/۷۱	قراردادهای هوشمند		
۳/۲۸	۳/۱۴	۳	مصرف منابع		
۳/۲۸	۳/۸۵	۳/۴۲	محدودیت اندازه بلوک		
۳/۸۵	۳/۷۱	۴/۱۴	سازوکارهای پادارش		
۳/۷۱	۳/۸۵		سرعت پردازش		
۳	۳/۱۴	۳/۲۸	نرخ بلوک قدیمی		
۳/۲۸	۳	۳/۱۴	قابلیت نگهداری	ذخیره سازی داده	
۳/۸۵	۳/۸۵	۳/۷۱	قابلیت حسابرسی		

پس از سه مرحله دریافت نظرها، شاخص "سرعت پردازش" به شاخص‌ها اضافه و با محاسبه آزمون کندال، مقدار آماره آزمون برابر  $0/534$  بوده و از طرفی مقدار  $\text{Sig}$  یا همان مقدار احتمال ( $p$  value) برابر  $0/091$  می‌باشد که کوچکتر از سطح آزمون  $0/05$  است در نتیجه فرض صفر که عدم تطابق نتایج آراء در نظر گرفته شده را رد نموده است. همچنین مقدار آماره کای برای این آزمون  $17/632$  است که با توجه به بزرگتر بودن از  $0/95$  این توزیع، تایید تطابق نتایج آراء و رسیدن به اتفاق نظر می‌باشد.

جدول ۵: نتایج حاصل از سه مرحله پرسشنامه دلفی برای تعیین شاخص‌های بعد مدیریت شبکه

میانگین امتیاز			عنوان شاخص	مؤلفه	بعد
مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول			
۴/۱۴	۴/۲۸	۴/۵۷	مشاهده محتوای تراکش	کنترل	مدیریت شبکه
۳	۳/۱۴	-	قابلیت دسته بندی		
۳/۲۸	۳/۷۱	۳/۱۴	تاخیر در انتشار		
۳/۸۵	۳/۵۷	۳/۷۱	تاخیر در تایید		
۳/۸۵	۴/۵۷	۴/۱۴	توان عملیاتی		
۴/۲۸	۴/۱۴	۴/۴۲	نرخ تراکش		
۳/۸۵	۴/۱۴	۳/۷۱	تاخیر در اعتبارسنجی		
۴/۱۴	۳/۴۲	۳/۲۸	زمان ایجاد بلوک	هدایت	
۳/۵۷	۳/۲۸	۳/۱۴	محموله تراکش		
۴/۲۸	۴/۵۷	۴/۷۱	قابلیت ردیابی		
۴/۱۴	۴/۱۴	-	تغییر در مسیره‌دهی		

بر اساس نظر خبرگان، شاخص "تائید کنترلگرهای گره" که دارای میانگین ۲/۵۷ بوده، حذف شاخص‌های "قابلیت دسته‌بندی" و "تغییر در مسیره‌دهی (توپولوژی شبکه)" از طریق سوال باز مطرح شده به شاخص‌ها اضافه گردید. محاسبه آزمون کندال، مقدار آماره آزمون برابر ۰/۸۲۸ بوده و از طرفی مقدار احتمال برابر ۰/۰۰۶۱ می باشد که کوچکتر از سطح آزمون ۰/۰۵ است در نتیجه فرض صفر که عدم تطابق نتایج آراء در نظر گرفته شده را رد نموده است. همچنین مقدار آماره کای برای این آزمون ۲۴/۸۵۲ است که با توجه به بزرگتر بودن از ۰/۹۵ این توزیع، تایید تطابق نتایج آرا و رسیدن به اتفاق نظر می باشد.

جدول ۶: نتایج حاصل از سه مرحله پرسشنامه دلفی برای تعیین شاخص‌های بعد امنیت شبکه

میانگین امتیاز			عنوان شاخص	مولفه	بعد
مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول			
۳/۸۵	۴/۲۸	۴/۷۱	عدم شناسایی کاربر	محرمانگی	امنیت شبکه
۴/۲۸	۴/۱۴	۴/۴۲	قابلیت اطمینان		
۳/۷۱	۴/۱۴	۴/۵۷	قدرت رمزنگاری		
۳/۸۵	۴/۲۸	۳/۵۷	جداسازی		
۴/۱۴	۳/۸۵	۳	تحمل خطا	یکپارچگی	
۳/۲۸	۳/۷۱	۳/۱۴	مقاومت در برابر سنسور		
۳/۷۱	۳/۲۸	-	ردیابی منبع نامعتبر		
۳/۵۷	۳/۸۵	۴/۱۴	ثبات		
۴/۱۴	۳/۲۸	۴/۲۸	دوام		
۳/۸۵	۴/۱۴	۳/۸۵	اتمی بودن		
۳/۵۷	۳/۷۱	۴	انطباق	دسترس پذیری	
۴	۴/۱۴	۳/۲۸	درجه عدم تمرکز		
۴/۱۴	۴/۲۸	۳/۸۵	عدم انکار		
۴/۱۴	۴/۲۸	۴/۸۵	سهولت در راه اندازی گره		
۴/۲۸	۴/۱۴	۴/۷۱	سهولت کاربری		

بر اساس نظر خبرگان، شاخص "اعتبار" که دارای میانگین ۲/۴۲ بوده حذف و شاخص "ردیابی منبع نامعتبر" از طریق سوال باز مطرح شده به شاخص‌ها اضافه گردید. در این مرحله نیز مقدار آماره آزمون برابر ۰/۵۵۲ بوده و از طرفی مقدار احتمال برابر ۰/۰۴۷ می‌باشد که کوچکتر از سطح آزمون ۰/۰۵ است و همچنین مقدار آماره کای برای این آزمون ۲۳/۱۹۰ است که با توجه به بزرگتر بودن از ۰/۹۵ این توزیع، تطابق نتایج آرا تایید و اتفاق نظر حاصل شده است.



با توجه به نتایج حاصل از مرحله کیفی تحقیق، ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های الگوی راهبردی تحقیق به تعداد ۳ بُعد، ۸ مؤلفه و ۳۸ شاخص مشخص گردید. الگوی نهایی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده

### ۲-۳. آمار استنباطی الگوی پژوهش

پس از گردآوری داده‌های پژوهش و بررسی اعتبار آن‌ها، به منظور ارزیابی آن‌ها، با استفاده از مدل‌های معادلات ساختاری نسبت به تایید و یا رد نتایج به دست آمده اقدام می‌شود. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق، آزمون فرضیه‌ها و

برازندگی مدل از مدلیابی معادلات ساختاری و روش حداقل مربعات جزئی (PLS) استفاده شده است.

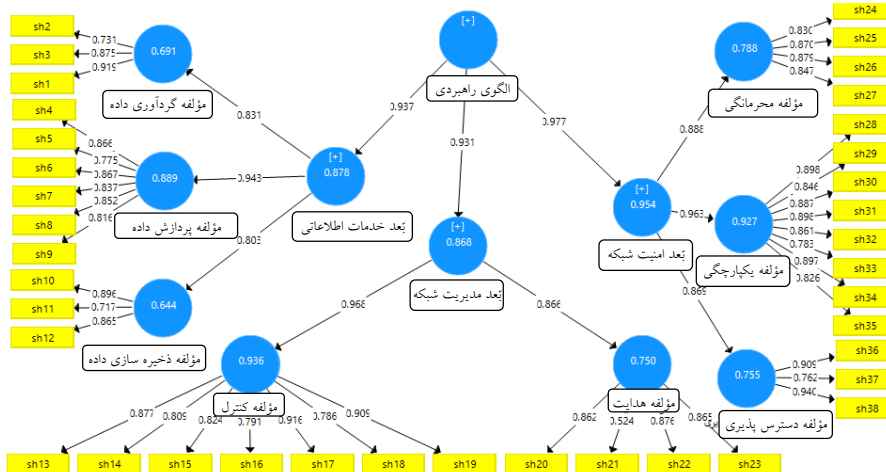
برای سنجش همبستگی درونی پرسشنامه یا به اصطلاح پایایی پرسشنامه برای ارزیابی قابلیت اطمینان ساختاری از آلفای کرونباخ استفاده می‌شود. آلفای کرونباخ مقادیر بین ۰ تا ۱ دارد و مقادیر بالای ۰/۷ (۷۰ درصد) نشان از قابلیت ساختاری خوب مدل PLS دارد. در روش حداقل مربعات جزئی معیار پایایی ترکیبی (CR) نسبت به آلفای کرونباخ معیار مدرن‌تری محسوب می‌شود. در نتیجه برای سنجش بهتر پایایی از هر دو معیار استفاده شده است..

آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی متغیرهای تحقیق بالای ۰/۷ بوده و لذا پایایی الگوی پژوهش مورد تایید می‌باشد؛ همچنین نظر به اینکه ( $AVE > 0.5$ ) هر متغیر بزرگتر از ۰,۵ است بنابراین یکی از شروط روایی برقرار است.

### ۳-۳. ضرایب بار عاملی شاخص‌ها نسبت به مؤلفه‌ها

برای سنجش روابط متغیرها (مؤلفه‌ها) با گویه‌های سنجش آنها (شاخص‌ها) و آزمون این که آیا متغیرهای پنهان به درستی اندازه‌گیری شده‌اند از آزمون بار عاملی در الگوی بیرونی در نرم افزار Smart PLS استفاده می‌شود. نتیجه پردازش انجام شده در نرم افزار مورد اشاره در شکل ۲ و در جدول ۷ آورده شده است.

در جدول ۷ ضرایب بارهای عاملی مؤلفه‌ها و شاخص‌های شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده از نظر جامعه آماری ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول قابل مشاهده می‌باشد تمامی ضرایب عاملی از ۰/۴ بیشتر بوده که بیانگر مناسب بودن معیار مربوطه می‌باشد.



شکل ۲: ضرایب بار عاملی الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده

جدول ۸: جدول ضرایب بار عاملی الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده

بُعد امنیت شبکه		بُعد مدیریت شبکه		بُعد خدمات اطلاعاتی			شاخص / مؤلفه	شماره	
دسترسی پذیری	یکپارچگی	محرمانگی	هدایت	کنترل	ذخیره سازی داده	پردازش داده			گرد آوری داده
							۰/۹۱۵	مقیاس پذیری	sh1
							۰/۷۱۳	پشتیبانی از توکن	sh2
							۰/۸۷۸	پشتیبانی از دستگاهها	sh3
						۰/۸۶۶		سازوکارهای اجماع	sh4
						۰/۷۷۵		قراردادهای هوشمند	sh5
						۰/۸۶۷		مصرف منابع	sh6
						۰/۸۳۷		محدودیت اندازه بلوک	sh7
						۰/۸۵۲		سازوکارهای پاداش	sh8
						۰/۸۱۳		سرعت پردازش	sh9
					۰/۸۹۶			نرخ بلوک قدیمی	sh10
					۰/۷۱۷			قابلیت نگهداری	sh11
					۰/۸۶۵			قابلیت حسابرسی	sh12
				۰/۸۷۷				مشاهده محتوای تراکنش	sh13
				۰/۸۰۵				قابلیت دسته بندی	sh14
				۰/۸۲۴				تاخیر در انتشار	sh15

				۰/۷۹۱				تاخیر در تایید	sh16
				۰/۹۱۰				توان عملیاتی	sh17
				۰/۷۸۶				نرخ تراکنش	sh18
				۰/۹۰۵				تاخیر در اعتبارسنجی	sh19
				۰/۸۶۲				زمان ایجاد بلوک	sh20
				۰/۵۲۴				محموله تراکنش	sh21
				۰/۸۷۶				قابلیت ردیابی	sh22
				۰/۸۶۵				تغییر در مسیردهی	sh23
				۰/۸۳۰				عدم شناسایی کاربر	sh24
				۰/۸۷				قابلیت اطمینان	sh25
				۰/۸۷۸				قدرت رمزنگاری	sh26
				۰/۸۷۴				جداسازی	sh27
				۰/۸۹۸				تحمل خطا	sh28
				۰/۸۴۶				مقاومت در برابر سنسور	sh29
				۰/۸۸۷				ردیابی منبع نامعتبر	sh30
				۰/۸۹۶				ثبات	sh31
				۰/۸۶۱				دوام	sh32
				۰/۷۸۳				اتمی بودن	sh33
				۰/۸۹۷				انطباق	sh34
				۰/۸۲۶				درجه عدم تمرکز	sh35
				۰/۹۰۵				عدم انکار	sh36
				۰/۷۶۲				سهولت در راه اندازی گره	sh37
				۰/۹۴۰				سهولت کاربری	sh38

#### ۴. نتیجه‌گیری

با انجام این تحقیق، ۳ بُعد، ۸ مؤلفه اصلی و ۳۸ شاخص احصا گردید. در پاسخ به سوال "ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده کدام است؟" بُعدهای خدمات اطلاعاتی، مدیریت شبکه و امنیت شبکه به عنوان ابعاد اصلی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده می‌باشند.

مؤلفه‌های اصلی بُعد خدمات اطلاعاتی عبارتند از: گرد آوری داده، پردازش داده و ذخیره سازی داده؛ مؤلفه‌های بُعد مدیریت شبکه عبارتند از: کنترل و هدایت؛ و مؤلفه‌های بُعد امنیت شبکه عبارتند از: محرمانگی، یکپارچگی و دسترس پذیری.

شاخص‌های مؤلفه گرد آوری داده عبارتند از: مقیاس پذیری، پشتیبانی از توکن و پشتیبانی از دستگاه‌های محدود شده؛ شاخص‌های مؤلفه پردازش داده عبارتند از: سازوکارهای اجماع، قراردادهای هوشمند، مصرف منابع، محدودیت اندازه بلوک، سازوکارهای پاداش و سرعت پردازش؛ شاخص‌های در ارتباط با مؤلفه ذخیره سازی داده عبارتند از: نرخ بلوک قدیمی، قابلیت نگهداری و قابلیت حسابرسی؛ شاخص‌های مرتبط با مؤلفه کنترل عبارتند از: مشاهده محتوای تراکنش، قابلیت دسته بندی، تاخیر در انتشار، تاخیر در تائید، توان عملیاتی، نرخ تراکنش و تاخیر در اعتبارسنجی؛ شاخص‌های مرتبط با مؤلفه هدایت عبارتند از: زمان ایجاد بلوک، محموله تراکنش، قابلیت ردیابی و تغییر در مسیردهی؛ شاخص‌های مرتبط با مؤلفه محرمانگی عبارتند از: عدم شناسایی کاربر، قابلیت اطمینان، قدرت رمزنگاری و جداسازی؛ شاخص‌های مرتبط با مؤلفه یکپارچگی عبارتند از: تحمل خطا، مقاومت در برابر سنسور، ردیابی منبع نامعتبر، ثبات، دوام، اتمی بودن، انطباق و درجه عدم تمرکز؛ و در نهایت شاخص‌های مرتبط با مؤلفه دسترس پذیری عبارتند از: عدم انکار، سهولت در راه اندازی و سهولت در کاربری.

در پاسخ به سوال "اعتبار الگوی راهبردی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده چگونه است؟"، اعتبارسنجی الگوی راهبردی به دست آمده از پاسخ جامعه آماری براساس سنجش روایی و پایایی پرسشنامه انجام گرفته است. با محاسبه آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی متغیرهای تحقیق و بدست آمدن ضرایب بالای ۰,۷ پایایی الگوی به دست آمده تائید گردید. با محاسبه AVE، و حاصل شدن نتایج بالای ۰,۵، روایی همگرایی پژوهش حاصل شد. با محاسبه ضرایب بار

عاملی مؤلفه‌ها و شاخص‌ها و به دست آمدن ضرایب بالای ۰,۴، مناسب بودن معیارها نیز تایید گردید. با توجه به موارد بیان شده، اعتبار کلی الگو مورد تأیید قرار گرفت.

### پیشنهادها

- (۱) تدوین مدل‌ها و راهبردی‌های شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی کشور با بهره‌گیری از فناوری دفتر کل توزیع شده مورد بررسی و تحقیق قرار گیرند.
- (۲) تعیین الزامات اجرایی الگوی راهبردی به دست آمده، می‌تواند نقش مهمی در پیاده‌سازی و توسعه فناوری مذکور در نیروهای مسلح ج.ا.ایران و کشور ایفا نماید.
- (۳) استاندارد سازی شاخص‌های به دست آمده متناسب با توان فنی، فناوری و عملیاتی نیروهای مسلح ج.ا.ایران و کشور از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند توسط محققین و علاقه‌مندان به موضوع مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

### منابع و یادداشت‌ها

#### الف. منابع فارسی

۱. اکبری، تورج (۲۰۲۰). مقایسه فناوری های دفتر کل توزیع شده. تهران: کوین ایران. بازیابی از <https://coiniran.com>
۲. تسلیمی کار، بهروز (۱۳۹۹). مشخصات سامانه های فرماندهی و کنترل نظامی متناسب با ویژگی های محیط جنگ های آینده. فصلنامه علمی- پژوهشی فرماندهی و کنترل، شماره ۴.
۳. رجبی، ابولقاسم (۱۳۹۷). فناوری دفاتر کل توزیع شده فراتر از فناوری زنجیره بلوکی. تهران: معاونت پژوهش های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری های نوین.
۴. رمضانی دهقی، رسول (۱۳۹۸). بررسی سناریوهای آینده سامانه فرماندهی و کنترل در مواجهه با فناوری های نوین. فصلنامه علمی- پژوهشی فرماندهی و کنترل، شماره ۳.
۵. شاملو، رضا و یوسفی خوش‌قلب، محمد و فرخنده نژاد، محمدرضا (۱۴۰۱)، عوامل موثر بر تدین اصول رهنامه عملیاتی نیروی پدافند هوایی ارتش ج.ا.ایران، فصلنامه علمی راهبرد دفاعی، شماره ۷۷.

۶. عسکری، احمد و فتح آبادی، حسین (۱۳۹۷). شنا سایی و تحلیل عوامل موثر بر عملکرد شبکه یکپارچه فرماندهی و کنترل (C4ISR). فصلنامه علمی-پژوهشی فرماندهی و کنترل، شماره ۳.
۷. غفاری، بهزاد (۱۳۹۸). تبیین نقش فرماندهی و کنترل در برترسازی و ارتقای توان رزمی پدافند هوایی. فصلنامه علمی-پژوهشی فرماندهی و کنترل، ۱۰۸-۱۲۸، شماره ۴.
۸. فرنیاء، فرهاد و موحدی صفت، محمدرضا (۱۴۰۲)، شاخص سازی توسعه فناوری زنجیره بلوکی در نیروهای مسلح ج.ا.ایران، فصلنامه علمی راهبرد دفاعی، شماره ۸۲.
۹. کریمی، وحید (۱۴۰۱). طراحی الگوی شبکه یکپارچه، کامل، قوی و بروز فرماندهی و کنترل قرارگاه مشترک پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) کشور. تهران: دانشکده دفاع دانشگاه عالی دفاع ملی.
۱۰. کوشا، حسن (۱۳۹۸). طراحی سامانه یکپارچه فرماندهی و کنترل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) متناسب با تهدیدات هوایی و موشکی آینده. تهران: دانشگاه عالی دفاع ملی.
۱۱. محمدی، اردشیر و بختیاری، ایرج و چمنی، مسلم (۱۳۹۷). تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و ارائه راهکار مناسب برای ارتقای میزان پایداری، فصلنامه علمی-پژوهشی فرماندهی و کنترل، شماره ۲.
۱۲. مردانی شهربابک، محمد (۱۳۹۷)، ارائه چارچوب نوین آسیب شناسی نظام فرماندهی و کنترل، فصلنامه علمی-پژوهشی فرماندهی و کنترل، شماره ۴.
۱۳. نوروزی، محمد (۱۳۸۵). فرهنگ دفاعی- امنیتی. تهران: انتشارات سنا.

#### ب. منابع انگلیسی

۱. Akter, R., Bhardwaj, S., Lee, J. M., & Kim, D. S. (2019). **Highly Secured C3I Communication Network Based on Blockchain Technology for Military System**. International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC) (pp. 780-783). Jeju, South Korea: IEEE.
۲. Caron, F. (2018). **The Evolving Payments Landscape: Technological Innovation in Payment Systems**. IT Professional Journal, 20(2), 53-61. doi:10.1109/MITP.2018.021921651
۳. Dagher, G. G., Mohler, J., Milojkovic, M., & Marella, P. B. (2018). **Ancile: Privacy-preserving framework for access control and interoperability of electronic health records using blockchain**

- technology.** Sustainable Cities and Society Journal, 39, 283-279. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.014>
۴. Gobel, J., Keeler, H. P., Krzesinski, A. E., & Taylor, P. G. (2016). **Bitcoin blockchain dynamics: The selfish-mine strategy in the presence of propagation delay.** Performance Evaluation, 23-41. doi:10.1016/j.peva.2016.07.001
  ۵. Krush, S. R., & Gold, N. A. (2016). **Adding FinTech and Blockchain to Your Curriculum.** Business Education Innovation Journal, 8(2), 6-12.
  ۶. Kannengiesser, N., Lins, S., Dehling, T., & Sunyaev, A. (2020). **Trade-offs between Distributed Ledger Technology Characteristics.** ACM Computing Surveys Journal, 53(2), 1-37. doi:10.1145/3379463
  ۷. Lehtikoinen, T. (2018). **This summer, fishing in Finland means food traceability on the menu. IBM Blockchain.** Retrieved from <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/07/this-summer-fishing-in-finland-means-food-traceability-on-the-menu/>
  ۸. Liang, X., Shetty, S., Tosh, D., Kamhoua, C., Kwiat, K., & Njilla, L. (2017). **ProvChain: A Blockchain-Based Data Provenance Architecture in Cloud Environment with Enhanced Privacy and Availability.** 17th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGRID) (pp. 468-477). Madrid, Spain: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/CCGRID.2017.8>
  ۹. Nelson, J., Ali, M., Shea, R., & Freedman, M. J. (2016). **Extending Existing Blockchains with Virtualchain.** Retrieved from [https://www.zurich.ibm.com/dccl/papers/nelson\\_dccl.pdf](https://www.zurich.ibm.com/dccl/papers/nelson_dccl.pdf)
  ۱۰. Raju, R., Mital, R., & Mital, R. (2019). **Using Distributed Ledger Technology to Mitigate Challenges with Flight Information Exchange.** 2019 IEEE/AIAA 38th Digital Avionics Systems Conference (DASC) (pp. 1-9). San Diego, CA, USA: IEEE.
  ۱۱. Tian, F. (2016). **An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology.** 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM) (pp. 1-6). Kunming: IEEE. doi:10.1109/ICSSSM.2016.7538424



۱۲. Theile, R. D. (2020). **Over five years of Russian hybrid warfare against Ukraine provide lessons how to make**. ISPSW Strategy Series: Focus on Defense and International Security(662), 1-5.
۱۳. unknown(2019). **ADP 6-0: Mission Command- Command and Control of Army Forces**. Washington D.C.: Headquarters Department of the Army.
۱۴. unknown(2014) **FM 6-0: Mission Command- Command and Control of Army Forces**. Washington D.C.: Headquarters Department of the Army.
۱۵. Zupan, N., Zhang, K., & Jacobsen, H. A. (2017). **Demo: HyperPubSub: a Decentralized, Permissioned, Publish/Subscribe Service using Blockchains**. 18th ACM/IFIP/USENIX Middleware Conference: Posters and Demos (pp. 15-16). Las Vegas, NV, USA: ACM. doi:10.1145/3155016.3155018

\*\*\*\*\*