دوفصلنامه بازی جنگ، سال چهارم، شماره ۸، بهار و تابستان ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳

از صفحه ۷ تا صفحه ۳۱

امکان‌سنجی بهره‌برداری از مدل‌سازی ماژولار، جایگزین ساختار لایه‌ای در شبکه‌های فرماندهی و کنترل (مطالعه موردی : جنگ اوکراین)

نوع مقاله: مروری

محمدتقی شجیع* [۱]

حمید البرز نیا [۲]

احمدجهانباز [۳]

چکیده

به‌روزرسانی و ارتقاء هم‌سطح نیازمندی صحنه‌های نبرد کنونی مبتنی بر طراحی، فرایند گزینی و پیاده‌سازی ساختارهای سامانه‌ای، تجهیزاتی و تسلیحاتی در سازمان‌های مبتنی بر شبکه‌های یکپارچه اطلاعاتی می باشد. در این پژوهش سعی گردیده است ضمن تبین ساختارهای لایه‌ای دفاعی سامانه های فرماندهی و کنترل، با بیان نقاط ضعف این ساختارها نقدی کارا به این مبحث وارد نموده و در ادامه امکان‌سنجی جایگزینی ساختارهای لایه‌ای با ساختارهای ماژولار که راهکاری نوین برای افزایش سرعت در عملکرد و تصمیم‌گیری در فرایندهای سامانه‌های فرماندهی و کنترل مبتنی بر این مدل است، بیان نمود. نتایج حاصل از این تحقیق بیان‌گر افزایش بهره تاب‌آوری بعنوان یکی از اساسی‌ترین فاکتورهای کیفیت‌سنجی فرایندهای فرماندهی و کنترل در ساختارهای ماژولار نسبت به ساختارهای لایه‌ای می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:

فرماندهی و کنترل ، ساختار ماژولار، دفاع لایه‌ای، تاب‌آوری.

---

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد رشته طرح‌ریزی و معماری شبکه‌های فرماندهی و کنترل دانشگاه پدافندهوایی خاتم‌الأنبیاء، تهران، ایران.

[۲] دکترای فیزیک، مدرس دانشگاه پدافندهوایی خاتم الأنبیاء آجا، تهران، ایران.

[۳] کارشناس ارشد مدیریت دفاعی،دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: mtshaji267@gmail.com

CC BY NC ND

مقدمه

فرماندهی و کنترل از گذشته توسط تحلیلگران و کارشناسان نظامی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کامپوننت های عرصه جنگ و میدان‌های مبارزه و هم‌چنین به‌عنوان ابزاری اساسی برای استفاده کاربر از تجهیزات نظامی شناخته‌شده است. به‌علاوه، نیاز به سامانه‌های فرماندهی و کنترل در عرصه‌های جدید جنگی باوجود نیاز روزافزون به اطلاعات لحظه‌ای و تصمیم‌گیری سریع در محیط‌هایی که به‌سرعت تغییر می‌کنند بیش از انواع قبلی جنگ‌ها احساس می‌شوند. سامانه فرماندهی و کنترل موجب ایجاد شیوه کـه‌ای مختلف تصمیم‌گیری(متمرکز و غیرمتمرکز) در نیروهای مسلح هر کشور (و یا هر سازمان بحران محور) گردیده تا مدیریت و فرماندهی نظامی هماهنگ را چه در زمان صلح و چه در زمان جنگ، مقدور سازد. این سامانه با بهره‌گیری از قابلیت‌ها و امکانات موجود سعی دارد تا با ایجاد هماهنگی، همکاری و مشارکت در انجام فعالیت‌های آفندی و پدافندی نیروهای مسلح، نقش مؤثر و تعیین‌کننده‌ای داشته باشد[۱۲].

هدف از نگارش این پژوهش **"امکان‌سنجی رسیدن به راهکاری نوین در عرصه همگام‌سازی و به‌روزرسانی سامانه‌ها، بسترها و زیرساخت‌های حوزه فرماندهی و کنترل جهت نیل به تطبیق‌پذیری ساختار سازمانی و داده‌ای در عرصه‌های مختلف با توجه به ماهیت مدیریت صحنه‌های نبرد کنونی "** پرداخته‌ایم تا بسترسازی باشیم برای ایجاد معماری نوین در حوزه چارچوب گذاری مدل‌ها ، رویکردها و نگرش‌های مختلف عملیاتی و سامانه‌ای و تاکتیکی در این حوزه.

مبانی نظری

تعریف مسئله

امروزه با تغییرات اساسی صورت گرفته در ماهیت جنگ‌های نوین، فقط سامانه فرماندهی و کنترل چابک، توان مقابله با چالش‌های موجود در این جنگ‌ها، که درصحنه‌های پویا و پیچیده‌ای شکل می‌گیرند، دارا می‌باشد [۲۴]. در ساختار ***C4ISR***[1] مورد استناد این پژوهش یکی از مهم‌ترین برگ خریدهای در نظر گرفته‌شده برای یک سامانه‌ی تحت فعالیت در شبکه‌های یکپارچه اطلاعاتی، ویژگی تاب‌آوری هست. در این پژوهش بامطالعه موردی علل تاب‌آوری سامانه کنترل فرماندهی اوکراین(مطالعه موردی) و بررسی چرایی این تاب‌آوری در

[1] Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance.

زمانه تهاجم یکی از ابرقدرت‌های نظامی دنیا به راهکارهایی خواهیم پرداخت که این آستانه سطح تاب‌آوری یک سامانه کنترل فرماندهی را به‌خصوص در هنگام بحران را تا سطح قابل‌توجه ای افزایش خواهد داد. در شرایط کنونی (عصر اطلاعات و ارتباطات گسترده) که فناوری نسبت به گذشته با شتاب بیشتری سیر تکاملی خود را می‌پیماید. تأمین نیازمندی‌های نظامی و غیرنظامی مشکل‌تر و پر چالش تر شده است[۱۲].

در این خصوص ابتدا باید به چالش‌های مطرح‌شده در خصوص سامانه‌های حاضر که با رویکرد دفاع لایه‌ای و متمرکز طراحی و به‌کارگیری شده‌اند پرداخته شود و با برشماری مشکلات و راهکارهای عملی به درمانی مناسب در این خصوص دست‌یابیم. ماژولاریزه کردن در علوم مختلف از قبیل علوم طبیعی و بیولوژیکی، علم رایانه، عمران و معماری، شبکه‌ها، هنر، روباتیک و غیره کاربردهایی فراوان دارد[۵].

پرسش‌های تحقیق و بیان فرضیه‌ها

۱- تغییر رویکرد ایجادشده در معماری حوزه نرم و سخت‌افزارهای رایانه‌ای در دهه اخیر به چه سمتی بوده است؟
۲- ساختار شبکه‌های فرماندهی و کنترل نوین بر پایه چه آرایشاتی بنانهاده شده است؟
۳- تهدیدات نوین در چه حوزه‌های در تقابل با شبکه‌های یکپارچه فرماندهی و کنترل که عمدتاً دارای منابع غنی اطلاعاتی می‌باشند مطرح می‌گردد؟
۴- سطح تاب‌آوری یک سامانه فرماندهی و کنترل نوین و ساختار پیاده‌سازی آن با چه معیارهایی سنجیده می‌گردد؟
۵- راهکارهای برون‌رفت از نقاط ضعف سازمانی در این حوزه با توجه به رویکرد اتخاذشده به چه نحوه و الگویی هست؟
۶- تجربه‌ای نوین از بهره‌مندی از این رویکرد در وقایع اخیر (جنگ‌های منطقه‌ای و یا فرا منطقه‌ای) در خصوص جنبه‌های نظامی این مقوله وجود داشته است و تا چه اندازه‌ای با معیارهای در نظر گرفته‌شده مطابقت دارد؟

با توجه به تغییرات رویکردی مدنظر این پژوهش مهمترین فرضیه درنظر گرفته شده در خصوص ارتقاء سطح تاب آوری به مدد کاربرد این ساختارهای پیشنهادی (مدلسازی ماژولار) پرداخته و در ادامه به فاکتورهای وابسته به این مقوله به عنوان المان های مأثر در سطوح ارتقاء تصمیم گیری ، کاهش زمان واکنش و افزایش سطح کارایی فرایند های وابسته به مقوله فرماندهی و کنترل می پردازیم. بعد از نیل به گام های عنوان شده با ارائه امکان سنجی برای

رفتن به سمت طراحی مدل های ماژولار برای ساختارهای فرماندهی و کنترل درگام ها و پژوهش های بعدی خواهیم پرداخت.

پیشینه تحقیق

با توجه به بکر بودن عنوان مطرح‌شده، تنها پژوهش‌های مشابه در تمامی فاکتورها مدنظر موردبررسی قرار نگرفته و پژوهش‌های مرتبط با هر یک از مؤلفه‌های فرایندی این مسئله نیز موردتوجه هست.

(استارک،جان ۲۰۱۵). در پژوهش‌هایی تحت عنوان طراحی ماژولار به این مقوله پرداخته و در موجودیت‌های مورد طراحی قابلیت افزودن سامانه‌ها و تجهیزات جانبی پس از طراحی را در به سامانه‌ای اصلی وصف می‌نماید. تعریف گره‌های مستقل با نیازهای شناخته‌شده در عرصه معماری‌های صورت گرفته از جمله ***C4ISR*** را می‌توان نمونه بارز یک طراحی نوین (ماژولار) دانست.

(گراناسن و همکاران ۲۰۱۸) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی مأموریت در مفهوم فرماندهی و کنترل آینده، به بررسی کاربرد ۸ دستورالعمل مأموریت را در محیط عملیاتی آینده پرداخته و بیان می‌دارند که فرماندهی و کنترل آینده برای مقابله با محیط‌های عملیاتی غیرقابل‌پیش‌بینی و استفاده از پیشرفته‌ای فناورانه، باید چابک و انعطاف‌پذیر باشد. و درنهایت نتیجه‌گیری نموده است که فرماندهی و کنترل فعلی جوابگوی محیط عملیاتی پیچیده در جنگ‌های آینده نبوده و به‌طور فزاینده‌ای نیاز به توسعه مداوم عملکرد سامانه‌های مختلف زیرمجموعه فرماندهی و کنترل مطابق با پیشرفته‌ای فناورانه می‌باشد.

(سو و همکاران۲۰۱۹)، در مقال‌هایی تحت عنوان بررسی معماری سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوشمند، فناوری‌های کلیدی جهت نیل به فرماندهی و کنترل هوشمند را معرفی نموده و یک مدل معماری سیستم فرمان و کنترل را مبتنی بر رایانش ابر نظامی ارائه می‌دهند که پشتیبانی فنی را برای توسعه آینده سیستم فرماندهی و کنترل هوشمند فراهم می‌نماید.

(بالودین و کلارک ۲۰۱۸) در سری مقالات منتشرشده در حدفاصل زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ در مقالات خود نیز با اتکا به این ساختار (ماژولار) پیچیدگی‌های شبکه‌های یکپارچه را در علوم مختلف به چالش کشیده و با راهکارهای ارائه‌شده به ساده‌سازی روابط و توسعه‌پذیری بیشتر این بسترهای شبکه‌ای اصرار می‌ورزند.

(انتشارات دپارتمان وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۳-۲۰۲۲) بعد از بررسی‌های به‌عمل‌آمده طی سالیان گذشته (۲۰ سال اخیر) این نهاد نظامی همراه با تدوین الگوها و ساختارهای متفاوت در گام‌های نهایی به ارائه معماری برتر در این حوزه پرداخته که طبق مستندات مطرح‌شده در

منابع این مستندات به ارائه راهکارهایی پویا ، هدفمند ، فرایند محور و ماژولار تأکیدات فراوانی داشته است.

ادبیات نظری تحقیق

ادبیات مربوط به ماژول (مدوله) اولین بار در نظریات برنامه‌نویسی رایانه‌ای نمود پیداکرده و باعث تحولاتی شگرف در عرصه تولید و کاربردی نمودن نرم‌افزارها گردید. در ابتدا به تعریف واژگان این حوزه از زبان مبدأ پرداخته و در ادامه تعاریف مدنظر این پژوهش در این بخش ارائه می‌گردد.

ماژول: ماژول‌ها در (ادبیات برنامه‌نویسی) به مجموعه برنامه‌های مستقلی اطلاق می‌شود که در داخل برنامه‌های دیگر به اجرا درمی‌آیند. ماژول‌ها در حقیقت قطعه کدهای برنامه‌نویسی شده‌ای هستند که از طریق آن‌ها امکانات مختلفی در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. ماژول‌ها به‌راحتی به صفحات اضافه می‌شوند، ویرایش می‌گردند، و قابل‌حذف، ذخیره، و جابجایی بر روی صفحات می‌باشند**.** ازنقطه‌نظر این نگارش هر ماژول به‌مانند یک کپسول عملکردی مستقل و یا نیمه‌مستقل در عرصه فعالیت‌های شبکه‌ای یکپارچه ارائه خدمت می‌نماید.

تعریف ماژولار(کپسولی): تقسیم‌بندی یک بستر شبکه‌ای بزرگ با ماهیت‌های مجزا که به گره‌های مستقل آن توان انجام و به نتیجه رساندن مأموریت‌های ***C4ISR*** را به‌تنهایی و یا در لقای یک شبکه مادر بدون هرگونه تأثر عدم ارتباطات متمرکز می‌دهد؛ در این ساختار هر ماژول قادر به تعریف و انجام فرایندهای شبکه‌ای فرماندهی و کنترل را داشته و سعی بر آن است که در صورت صدمه دیدن لینک‌های ارتباطی در این ساختار نوین مأموریت‌ها تمام و کمال به نتیجه رسانده شود.

طراحی ماژولار[1]: یا مدولار بودن در طراحی، یک اصل در طراحی است که یک سیستم را به قطعات کوچک‌تر به نام ماژول تقسیم می‌کند. ماژول‌ها می‌توانند به‌طور مستقل ایجاد شوند، اصلاح شوند، جایگزین شوند یا با ماژول‌های دیگر یا بین سامانه‌های مختلف جابه‌جا شوند.

ساختار لایه‌ای[2]: یکی از راه‌حل‌های مناسب برای افزایش سرعت توسعه شبکه ، استفاده از معماری‌های شبکه لایه‌بندی شده هست زیرا لایه‌بندی می‌تواند مشکلات پیچیده را به قطعات کوچک‌تر و قابل‌کنترل‌تر تبدیل کند. در این‌گونه معماری‌ها ، پروتکل‌های شبکه با توجه به اهداف ، ساختار و نحوه عملکردشان، گروه‌بندی‌شده و هر گروه در یک‌لایه قرار می‌گیرد. درنتیجه پروتکل‌های هر ل

[1] Modular design
[2] Layer structure

ایه از مدل شبکه موردنظر، نشان‌دهنده نحوه عملکرد آن لایه در مدل می‌باشند.
در این پژوهش ساختار لایه‌ای در شبکه فرماندهی و کنترل تقسیم‌بندی بر پایه وظایف و بدون توجه به فرآیندهای سازمانی بر اساس اهداف در نظر گرفته‌شده هست. مهم‌ترین ویژگی این ساختارهای لایه‌ای این هست که این ساختارها به‌تنهایی قادر به اتمام یک فرایند تا مرحله تصمیم‌گیری و اجرا نبوده و نیاز به کسب مجوزهای لایه‌های بالاتر از خود می‌باشند.

کلیات

در عصر حاضر شاهد تغییرهای شگرفی درزمینه‌های مختلف علمی و فنّاورانه در تمامی عرصه‌های بسزای کلان و خرد اجتماعات می‌باشیم. با توجه به رشد جمعیت‌ها و کمبود منابع طبیعی و یا تولیدی متناظر روزبه‌روز منازعات افزایش‌یافته و تهدیدات گسترده‌تر، متنوع‌تر و سریع‌تر از گذشته مطرح می‌گردند. با این توضیح ساختارهای گذشته به مصاح این تغییرات نیازمند تغییرات بسزای درزمینه های ساختاری، سازمانی و فرایندی هست. یکی از این مهم‌ترین عرصه ها در سازمان‌های رخداده است که بر اساس وظایف و فرایندهای محوله به امور فرماندهی و کنترل پرداخته‌اند.(لزوماً ساختار فرماندهی و کنترل توسط سازمان‌های نظامی موردنیاز نبوده و در عرصه حاضر مدیریت صحنه‌های بحران‌های سازمانی، منطقه‌ای و ملی و فرا منطقه‌ای بسیار موردنیاز شرکت‌ها و سازمان‌های کوچک و بزرگ بوده و با توجه به صبغه این فعالیت‌ها در سازمان‌های نظامی این دست تشکلات در این زمینه پیش رو و الگویی مناسب برای رشدهای اجتماعی می‌باشند. مراکز کنترل فرماندهی قدرتمند و توانا، علاوه بر بهره‌گیری از آخرین توانمندی‌های علمی، زیرساخت ارتباطی آن‌ها بایستی به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود که در صورت بروز مشکل در یک لینک یا یک مسیر، شبکه دچار مشکل نشود و کیفیت سرویس ارائه خدمات تضمین شود[۶].

در دنیایی که پیشرفت دانش در آن باعث ایجاد پیچیدگی‌های بسیاری شده، انسان جهت غلبه بر این پیچیدگی‌ها دست به ساده‌سازی این عوامل زده و نگرشی جدید در برخورد با آن‌ها به وجود آورده است. به این نگرش که امروزه برای مدل‌سازی در بیشتر علوم استفاده می‌شود، ماژولاریزه کردن می‌گویند .ازنظر مهندسی، ماژولاری ته کارهای متفاوتی انجام می‌دهد ازجمله اینکه پیچیدگی سیستم را قابل مدیریت می‌کند. همچنین ماژولاری ته باعث عدم انجام کارهای موازی می‌شود[۵].

از منظر نظامی هدف نهایی نیروهای مسلح، جنگیدن و پیروز شدن درنبردها بوده و خواهد بود .اگر قرار است که نیروهای مسلح کشور سریع‌تر، قدرتمندتر و دقیق‌تر ازآنچه امروز هستند، درآینده باشند، بایستی به سرمایه‌گذاری و گسترش قابلیت‌های نظامی جدید ادامه داد[۱۴].

بعد از مطالعه اکثر ساختارهای فرماندهی و کنترل کشورهای پیشرو در این حوزه به این مهم دست‌یافتیم که ساختارها ، مناسبات و روابط با توجه به تهدیدات جدید، دچار تحولاتی شگرف شده و روزبه‌روز همت سازمان‌ها به کارایی و بهره بر نمودن این بسترها توجه بیشتری می‌نمایند . چراکه آینده و بقای سازمانی هر کسب‌وکار موفقی نیازمند به انجام رساندن تمامی تمهیداتی است که در ساختار فرماندهی و کنترل تعریف و ارزش‌گذاری گردیده است. در امر فرماندهی و کنترل تعامل‌پذیری به توانایی دستگاه‌ها، واحدها یا نیروها در فراهم ساختن و پذیرفتن خدمات از دیگر دستگاه‌ها، واحدها یا نیروها و استفاده از خدمات به‌صورتی متعامل و قابل‌معاوضه و به‌نحوی‌که آن‌ها را قادر به انجام عملیات مؤثر با یکدیگر نماید، اطلاق می‌شود [۱۴]. بعد رشد ابعادی سازم آن‌ها حجم فرایندهای درون و برون‌سازمانی نیز به‌شدت افزایش‌یافته و برای به انجام رساندن مأموریت‌های محوله نیازمند دسته‌بندی و لایه‌بندی فعالیت‌ها متصور گردید است. هرچند این لایه‌بندی فرایندهای سازمانی به‌سرعت عمل‌ها کمک نموده و تصمیم‌گیری را در میدان‌های بحران و نبرد بسیار مفیدتر نموده است ولی با شدت گرفتن حوزه و سرعت تهدیدات و تغییر ماهیت‌های مداوم این تهدیدات نیاز به پویایی بیشتر در ساختارهای سازمانی مبرهن و بسیار حیاتی است. ارتش ایالات‌متحده به‌عنوان یکی از پیشروها در این عرصه در چند سال اخیر خود را بنا به تغییرات اساسی به وجود آمده به مدد طراحی و معماری نوینی همچون ***DODAF***[1] فعالیت‌های خود را بر مبنای عواملی چون : پویایی ، گسترش سریع و اقدامات نظامی بر پایه دسته‌بندی‌های قرارگاهی نموده است . نمونه‌های بسیاری از این تمرینات در اقدامات انجام‌شده به‌خصوص در رزمایشات پرشمار سالانه این نیروها با سایر کشورهای دیگر قابل‌ملاحظه است.

مطالعه موردی

بعد از تهاجم ارتش روسیه در پنجم اسفند ۱۴۰۰ تحت عنوان عملیات ویژه نظامی و به بهانه دفاع از مناطق استقلال‌طلب دونباس کشور اوکراین و به طبع آن سامانه فرماندهی و کنترل این کشور مورد آماج حملات هوایی، موشکی و توپخانه‌ای متنوع و عمدتاً دوربرد قرار گرفت . یکی از نکات قابل‌توجه در حوزه فعالیت‌های دفاعی اوکراین، حفظ حضور در تمامی عرصه‌های نبرد تا ماه‌ها بعد از شروع درگیری‌ها را می‌توان دانست. در یک عبارت خلاصه می‌توان این تدافع را : «تاب‌آوری ماشین دفاعی اوکراینی‌ها» دانست. طبق اسناد منتشره از آخرین هم‌اندیشی فرماندهی و کنترل که در کیف (۲۰۱۹) برگزارشده بود ژنرال‌های ارتش این کشور طی

[1] Department of Defense Architecture Framework

سخنرانی‌های خود اعلام داشته که ۷ پروژه بزرگ در ارتش این کشور جهت بهبود عملکردهای فرماندهی و کنترل در حال انجام است . طبق اطلاعات منتشره خروجی این طرح‌های تحولی ایجاد چارچوبی در این خصوص در قالب استانداردهای ناتو بوده است[27].

این تاب‌آوری صرف‌نظر از حمایت‌های بی‌شائبه‌صورت پذیرفته از این کشور(از سوی کشورهای غربی در جنبه‌های مالی و تسلیحاتی) را می‌توان در تغییر رویکرد مناسب این کشور در حوزه فرماندهی و کنترل خود(از سال ۲۰۱۴ و بعد از تهاجم روسیه به کریمه) در تمامی بخش‌ها به‌خصوص در بخش‌های نظامی دانست. یکی از عمده انتقادات مطرح‌شده به جبهه روسیه عدم توان کسب برتری هوایی علی رقم قدرت برتر هوایی در اختیار می‌توان برشمرد. با توجه به آماج حملات در تمامی خاک سرزمینی اوکراین بعد از گذشت ماه‌ها از تهاجم خطوط دفاعی این کشور از هم نپاشیده و هواگردها و بالگردهای این کشور به مأموریت‌های خود در حوزه‌های تدافعی و پشتیبانی مشغول بوده‌اند. مهم‌ترین اصلی که در این تاب‌آوری می‌توان مؤثر باشد، استفاده از ساختاری پویا ، قابل‌تغییر (از جنبه مکان و مأموریت) و حفظ قابلیت‌های کنترل غیر تمرکزی در عرصه‌های مختلف نبرد دانست. بعد از گزارش‌ها مکرر وزارت دفاع روسیه مبنی بر موردحمله قرار دادن مراکز فرماندهی و کنترل اوکراین و بعد از بررسی‌های صورت پذیرفته و تأیید این اخبار منتشره از سوی منابع اوکراینی (و یا گاهاً غربی) بااین‌وجود کماکان این ساختار پابرجا بوده و در حال مدیریت عرصه‌های مختلف بحران و نبرد می‌باشند. حال باید دید عمده راهکارهای استفاده‌شده در این جبهه جهت حفظ تاب‌آوری چه بوده است :

۱- مهم‌ترین عامل تشکیل شبکه هدایت و طرح‌ریزی‌های ماژولار
۲- استفاده از تجارب جنگی ناتو بعد از شرکت در رزمایشات مشترک در سال‌های گذشته حتی چندین ماه قبل از شروع درگیری‌ها
۳- ساختارهای گراف گونه و ارتباطات چندلایه مستقل از سخت‌افزار (البته در این حوزه حمایت‌های ماهواره‌ای و اینترنت استارلینک نیز نقش بسزای را ایفا نموده است.)
۴- ایجاد مراکز فرماندهی و کنترل کاملاً پویا و تاکتیکی که طبق پروتکل‌های ناتو در مکان‌هایی موردنیاز برپا و اقدام به مدیریت صحنه‌های نبرد نموده است.
۵- توجه بسیار به تعلیم فرماندهان در قالب مدیران ارشد صحنه نبرد و ایجاد ساختار شبکه‌ای بر پایه عامل‌های انسانی تأثیرگذار در امر فرماندهی و کنترل. و ...

در این پژوهش به مهم‌ترین بعد برتر ساز شبکه فرماندهی و کنترل (تماماً غربی شده) اوکراین از منظر بهره بری از ساختار ماژولار (به‌عنوان مؤلفه مستقل)جهت حفظ و تداوم ساختارهای

مربوطه می‌پردازیم و راهکارها و امکان‌سنجی توان بهره‌برداری این ساختار را در ادامه ساختارهای سنتی موجود که میراث ۵۰ ساله هست، مورد کاوش قرار خواهیم داد.

مطالعه هستان‌شناسی در این حوزه

طرح اجرای بازطراحی معماری فرماندهی و کنترل در وزارت دفاع آمریکا برای هدایت، همگام‌سازی، ادغام و هماهنگی فعالیت‌های برنامه‌ریزی و اجرا در همه سطوح به‌طور کاملاً مستقل (اشاره به ساختار ماژولار) استفاده‌شده که طبق سند منتشرشده توسط وزارت دفاع آمریکا در سال ۲۰۰۹ این طرح را در ۵ فاز و از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ اعلام نموده بود [25].

بیان اهمیت موضوع نیاز به سامانه‌ها و زیرسامانه‌های فرماندهی و کنترل ماژولار با توجه به تجارب و تجهیزات مورداستفاده نیروهای ائتلاف و آمریکا در این حوزه که با رویکردهای مدنظر طراحی گردیده و در جنگ‌ها و رزمایشات اخیر مورد آزمودن و بهره‌برداری عملیاتی قرارگرفته است به‌اختصار اشاره می‌شود: [26]. **سامانه رهگیری محموله‌ها با استفاده از ماهواره:** نرم‌افزار مورداستفاده سامانه، هماهنگ‌کننده خودکار اطلاعات حمل‌ونقل برای سامانه‌های متحرک[1] نام دارد. داده‌ها با یک بی‌سیم با ضریب امنیت بسیار بالا به نرم‌افزار **TC-AIMSII** واقع در وزارت دفاع آمریکا فرستاده می‌شد.

- سامانه موقعیت‌یاب جهانی (**GPS**)[2]: این سامانه همانند نقشه‌ای عمل می‌کند که همواره می‌تواند محموله‌ها و نیروها را به محل مقصد در خط مقدم هدایت کند. همچنین بعضی از این **GPS** ها می‌توانند امکان تبادل مستقیم اطلاعات جغرافیایی بین آن‌ها را بدون گذر از مرز کنترل فراهم نمایند.
- سامانه **JLWI**[3]: یک سامانه اطلاعاتی برای بالابردن آمادگی جهت ضمانت پشتیبانی و واکنش به‌موقع به درخواست‌های آماد توزیع و موجودی است. این سامانه اطلاعات لحظه‌به‌لحظه موجودی واحدهای مختلف ارتش را به سامانه استاندارد آماد ارتش می‌فرستد.
- **سامانه شناسایی به‌وسیله امواج رادیویی RFID[4]**: این سامانه جایگزین بسیار کارآمد و قابل‌اعتمادی برای سامانه‌های بارکد است که استفاده از آن فراگیر است. اولین مزیت این سامانه بر سامانه‌های بارکدی، سادگی در استفاده از آن است.

[1] TC-AIMSII (Transportation coordinators Automated Information for movement system II
[2] Global positioning system
[3] Joint Logistics War Environment
[4] RADIO Frequency Identification

- **سامانه ویدئو اجلاس**[1]: به‌وسیله این سامانه تصاویر ویدیویی به‌صورت لحظه‌ای از صحنه‌های جنگ به مقر فرماندهی ارسال می‌شد. این امواج حامل اطلاعات یا یک کد هستند و به‌وسیله دستگاه گیرنده رمزگشایی می‌شوند.
- **سامانه فرماندهی دفاع هوایی**: این سامانه به کمک مجموعه‌ای از ابررایانه‌ها و ذخیره کننده‌های بسیار قوی، قابلیت رهگیری هم‌زمان صدها هواپیما و موشک را دارد. این سامانه، اطلاعات مربوط به هواپیماها و موشک‌های در حال حرکت را بر روی یک صفحه نمایشگر بزرگ نشان می‌دهد.

و همین‌طور نمونه‌هایی از سیستم **C4ISR** که در جهان و به‌خصوص در ساختار معماری فرماندهی و کنترل ایالات‌متحده مورداستفاده قرار می‌گیرد:

- **سیستم کنترل و فرماندهی جهانی**[2]: سیستم فرماندهی و کنترل جهانی به‌منظور ارائه تصویری یکپارچه از میدان جنگ و همچنین ابزارهای اصلی برنامه‌ریزی و ارزیابی موردنیاز فرماندهان جنگ طراحی‌شده است. این سیستم شامل مجموعه‌ای از برنامه‌های درحال‌توسعه است که شامل:

(۱) سیستم برنامه‌ریزی و اجرای عملیاتی مشترک، که برای برنامه‌ریزی و اجرای عملیات مشترک نظامی استفاده می‌شود.

(۲) برنامه توسعه و تجزیه‌وتحلیل الزامات، که باعث ایجاد نیروی مرحله‌به‌مرحله و پایگاه داده مستقر برای یک عملیات (شامل نیروی مرحله‌به‌مرحله و داده‌های کارکنان؛ داده‌های مربوط به حرکت به سمت برنامه عملیات؛ واحدهایی که برای پشتیبانی از برنامه عملیاتی مستقر می‌شوند؛ مسیریابی نیروهای مستقر، حرکت مرتبط با استقرار نیروها و نیازمندی‌های حمل‌ونقل).

- **سامانه‌های اصلی عملیات مدیریت صحنه نبرد (*TBMCS*[3])**: سیستم اصلی کاربردهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است که توسط فرماندهی مؤلفه هوایی نیروهای مشترک (**JFACC**[4]) و ستاد به‌منظور طراحی و اجرای عملیات هوایی درصحنه نبرد استفاده‌شده است. این سیستم بین سطوح نیرو، عملیات‌ها، و یگان شبکه‌بندی شده تا وسایلی که دیتا را جمع‌آوری و پردازش نموده و اطلاعات حاصله را در سراسر صحنه عملیات جهت به‌کارگیری قدرت هوایی مؤثر و بهنگام منتشر می‌نمایند، تأمین

[1] VOIP (Video over Internet Protocol)
[2] Global Command and Control System
[3] Theater Battle Management Core Systems
[4] Joint Force air Component Commander

کند.**TBMCS** واسطی است که برای اپراتور طیف خودکاری از اطلاعات فرماندهی و کنترل را فراهم نموده تا درنتیجه طرح‌ریزی و اجرای رزم‌های هوایی مشترک را پشتیبانی نماید [25].

- **سیستم برنامه‌ریزی هوایی نبردهای احتمالی**[1]: سیستم برنامه‌ریزی هوایی نبردهای احتمالی به کارکنان نبرد هوایی در تهیه و اجرای دستورات تعیین تکلیف هوایی، که نقشه حمله برای دارایی‌های هوایی را تعیین می‌کنند و عملکرد سایر دارایی‌های موجود در هوا را کنترل می‌کنند، کمک می‌کند.
- **سیستم اطلاعات فرماندهی دریایی مشترک**[2]: سیستم اطلاعات فرماندهی دریایی مشترک، سیستم فرماندهی و کنترل نیروی دریایی برای سیستم فرماندهی و کنترل جهانی آینده است. این برنامه از فرماندهی و کنترل و نیازهای جنگ اطلاعاتی تاکتیکی برای واحدهای شناور، ساحلی و تاکتیکی / سیار پشتیبانی می‌کند. سیستم اطلاعات فرماندهی دریایی مشترک، مدیریت به‌موقع، دقیق و کاملی از اطلاعات **C4ISR** را به‌طور کامل فراهم می‌کند و یک تصویر عملیاتی مشترک برای ارزیابی، برنامه‌ریزی و اجرای مأموریت جنگ ایجاد می‌کند. این سیستم شامل نرم‌افزار **C4I** گروه رزمی هوایی-زمینی نیروی دریایی است.
- سیستم کنترل هوایی صحنه عملیات نیروی هوایی **(TACS[3])** : سیستم مذکور به‌عنوان ستون فقرات مشارکت قوای نیروی هوایی در سیستم هوا به زمین صحنه عملیات **(TAGS[4])** بوده و شامل وسایل متحرّک، تجهیزات و یکان‌های آموزش‌دیده‌ای است که اجرای مناسب فرماندهی و کنترل را برای انجام عملیات هوافضا در گسترهٔ نبرد میسّر می‌سازند. اجزای **TACS** ممکن است به‌عنوان یک سیستم کامل استفاده‌شده یا اینکه در جهت تقویت سیستم ثابت یا متحرک موجود درصحنه عملیات باشند. از آنجائی که **TACS** سیستم جنگ‌افزاری نیروی هوایی است، این سیستم ازلحاظ کنترل عملیاتی در اختیار فرماندهی نیروی هوایی قرار می‌گیرد. طراحی **TACS** بر مبنای اصل متمرکز کردن "کنترل" و غیرمتمرکز نمودن "اجرا" استوار می‌باشد [۱].

---

[1] Contingency Theater Air Planning System
[2] Joint Maritime Command Information System
[3] Theater Air Control Systems
[4] Tactical Air to Ground Systems

- **سیستم کنترل مانور**[1]: سیستم کنترل مانور، نظم نبرد و قوانین درگیری چندبعدی (هوا، زمین، دریا و فضا) را به واحدها ارائه می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، این فرماندهان تاکتیکی ارتش و کارمندان آن‌ها (سپاه از طریق گردان) را برای برنامه‌ریزی، هماهنگی و کنترل عملیات تاکتیکی به‌صورت خودکار، به‌صورت آنلاین و نزدیک به زمان واقعی فراهم می‌کند.
- **سیستم داده تاکتیکی توپخانه میدانی پیشرفته**[2]: این سیستم توابع فرماندهی و کنترل پشتیبانی خودکار، ازجمله جهت آتش تاکتیکی، برنامه‌ریزی آتش، اجرای مأموریت آتش و کنترل دارایی آتش را فراهم می‌کند.
- **سیستم توزیع اطلاعات مشترک تاکتیکی**[3]: سیستم توزیع اطلاعات مشترک تاکتیکی، داده‌های دیجیتالی و ارتباطات صوتی محافظت‌شده ضد پارازیت را برای صحنه نبرد، هوا، زمین و نیروی دریایی فراهم می‌کند. این سیستم به‌منظور ارتقا توان رزمی در هواپیماهای جنگنده ، سکوهای فرماندهی و کنترل و واحدهای پدافند هوایی سطحی طراحی‌شده است و یک ارتباط انتقال داده بین سکوهای سلاح و سامانه‌های **C4I** را برای آگاهی از وضعیت واقعی، هدف‌گیری و پشتیبانی متقابل فراهم می‌کند.
- **پایگاه‌های گسترش سریع DABS**[4] : این پایگاه‌های متحرک که به **DABS** مشهور هستند دربسته‌های قابل‌حمل با هواپیماهای ترابری جابجا شده و با استقرار در یک محل، امکانات پایگاهی باقابلیت شروع عملیات هوایی را در اختیار فرماندهان قرار می‌دهد. این ساختار یکی از روشن‌ترین گره‌ها باقابلیت ماژولار به‌کاربرده شده توسط ارتش ایالات‌متحده هست.
- **مرکز عملیات هوایی مرکب ناتو (CAOC**[5]) : سامانه پشتیبانی عملیات مشترک هوایی که با رویکردی تهاجمی در نیروهای عضو پیمان ناتو به‌عنوان نسل بعدی سامانه **NADGE**[6] ایجاد گردیده که این سامانه دارای رویکرد تدافعی است. موفق‌ترین قسمت این سامانه مدل متحرک **DL-15** می‌باشد، که در سه اتاقک قرار دارد و هرکدام وظیفه خاص خود رادارند[۲].

---

[1] Maneuver Control System
[2] Advanced Field Artillery Tactical Data System
[3] Joint Tactical Information Distribution System
[4] Deployable Air Base System kits
[5] Combined Air Operations Center
[6] NATO Air Defense Ground Environment

به‌طورکلی صحنه‌های نبرد قرن بیست و یکم بر اساس اهداف و دکترین مطرح‌شده در طرح‌های عمده و جامع و توسط معماری **C4ISR** ترسیم می‌گردند. ویژگی‌های بارز میدان نبرد به شرح زیر می‌باشند [۱].

۱- یکپارچگی صحنه نبرد ۲- صحنه نبرد دیجیتالی

۴- تعامل درصحنه‌های نبرد ۵- صحنه نبرد چندملیتی

در طراحی‌های سامانه‌های جدید نوعی فرماندهی مرکزی و اجرای عملیات غیرمتمرکزی را با ترکیبی از عناصر و عوامل ثابت و متحرک ایجاد می‌کند. افزایش تعداد ایستگاه‌های ارتباطی و راداری در سامانه فرماندهی‌و کنترل جدید طوری پیش‌بینی‌شده که باعث افزایش عملکرد مجموعه سامانه می‌گردد [۲].عملیات نظامی مدرن باید در سراسر رقابت در یک محیط پیچیده امنیتی جهانی اجرا شود. این امر مستلزم ترکیب مناسبی از نیروها با روابط فرماندهی مشخص و مکانیسم‌های فرماندهی و کنترل مناسب است (نشریه فرماندهی و کنترل نیرو هوایی آمریکا ،۲۰۲۲).

یکی دیگر از برگ خریدهای که در مدل ماژولار می‌توان بدان توجه نمود شرکت در عملیات‌های چندملیتی است . کشورهای غربی در تمامی عملیات‌های خود در دهه‌های اخیر با ساختاری این‌چنین وارد درگیری‌ها گردیده‌اند. حال اگر شبکه‌های فرماندهی و کنترل هر کشور تنها در شرایطی قابلیت همبستگی و تعامل‌پذیری با دیگر شبکه‌ها را خواهد داشت که با رویکردی ماژولار طراحی و پیاده‌سازی شده باشد. استراتژی امنیت ملی ایالات‌متحده و ماهیت روابط بین‌الملل هر دو نشان می‌دهند که این به‌احتمال‌زیاد ساختار غالبی خواهد بود که توسط آن، ایالات‌متحده در عملیات نظامی در آینده شرکت می‌نماید. فرماندهی و کنترل منبع اصلی تنش در میان شرکت‌کنندگان در عملیات‌های چندملیتی بوده و خواهد بود. تنشی که عموماً به‌عنوان یک نگرانی سیاسی در مورد اینکه کدام فرمانده کنترل عملیات را اعمال می‌کند و میزان اختیارات او آشکار می‌شود. (نشریه : شورای آتلانتیک ایالات‌متحده؛سرهنگ دوم میخائیل کانا، ۲۰۰۴).

روش‌شناسی

با توجه به این‌که این پژوهش علم جدیدی را ارائه نخواهد نمود لذا نوع پژوهش انتخاب‌شده بر اساس هدف، کاربردی برای تحصیل سودمندی علمی خواهد بود. روش تحقیق انجام‌شده اکتشافی و ارزیابی‌ها کیفی خواهند بود. در این حوزه بامطالعه تطبیقی و کتابخانه‌ای از جمع کثیری از اسناد بالادستی منتشرشده توسط نهاده‌ای نظامی و غیرنظامی کشورهای مختلف به همراه اقتباس روش‌های نوین به کار گرفته‌شده در سایر تلاش‌ها در قالب بررسی مقالات و کتب

این حوزه تدوین گردیده است. لازم به ذکر است بعد از احصاء تعاریف این حوزه به تقسیم‌بندی‌های لازم جهت معرفی رویکرد پیشنهادی به جهت امکان‌سنجی وبرتری بینی این رویکرد با روندهای حال حاضر می‌پردازیم. روایی و پایایی نتایج به‌دست‌آمده از روش ارزیابی کیفی با تکنیک لینکولن و گوبا سنجیده شده و به‌صورت روایی مورد اثبات قرار می‌گیرد.

تجزیه وتحلیل

بررسی ساختارهای موجود بر اساس معماری منتخب

چارچوب **C4ISR** که به‌عنوان یکی از ابتدایی و کاملاً ترین چارچوب‌های معماری سازمانی توسط ایالات‌متحده جهت مدیریت ارتباطات و منابع اطلاعاتی و سامانه‌های اطلاعاتی با سه رویکرد مستقل ایجاد گردید از بسیاری جهات می‌تواند پاسخ گوی نیروهای نظامی از جنبه فرماندهی و کنترل مورد بهره‌برداری قرار گیرد. این چارچوب با توجه به دارا بودن استانداردهای بین‌المللی و سازگاری با تغییر مأموریت سازمان‌ها و پیشرفته‌ای فناوری، تعامل‌پذیری و اجرای مأموریت‌های مشترک را در قالب معماری سازمانی ممکن می‌سازد [۲۴]. بنابراین تعیین چیستی الگوی مناسب و نوین فرماندهی و کنترل کارا در جنگ‌های آینده متناسب با مؤلفه‌های مؤثر در این جنگ‌ها از دغدغه‌های اصلی محقق در این مقاله است؛ مسئله اصلی این تحقیق، امکان‌سنجی جهت تغییر رویکرد از الگوی فرماندهی و کنترل موجود با ایجاد طرح گذاری برای رفتن به‌سوی الگوی متناظر با جنگ‌های آینده است. مؤلفه اصلی در نظر گرفته‌شده سطح تاب‌آوری سامانه‌های فرماندهی و کنترل در کنار مؤلفه مستقل (ساختار ماژولار) و عوامل متعدد وابسته که به این معماری منجر خواهد شد در نظر گرفته‌شده است. ازجمله مؤلفه‌های موردبررسی قرارگرفته :

- ✓ **علل ضعف رویکرد موجود با توجه به برگ خریدهای جنگ‌های نوین**

ساختارهای فرماندهی و کنترل سنتی با توجه به ماهیت متفاوت ارتباطات و تعاملات در سال‌های گذشته شکل‌گرفته و این باعث فرسایشی شدن ساختار و فرایندها و گاهاً به نتیجه مطلوب در زمان موردنیاز، رسیدن نمی‌گردد. با توجه به رشدهای پرشمار فنآوری در حوزه‌های مختلف این بسترها نیازند تغییر، اصلاح و یا بازطراحی‌های مجدد می‌باشد تا هم‌خوانی‌های لازم در حوزه تهدید و قابلیت‌ها میا گردد. برخی از ضعف‌های اقتباس‌شده به شرح ذیل بیان می‌گردد:

- ماهیت ارتباطات بر اساس لایه‌های سازمانی
- یکنواخت بودن بسترهای ارتباطی و متکی به سازمان‌های دیگر بودن بدون داشتن تعامل لازم در این حوزه

- گسترده شدن ساختار هر گره با توجه به فعالیت‌های غالباً لایه‌ای
- عدم پویایی و تحرک لازم در هر گره (مراکز و یا واحدها)
- عدم تطابق ارتباطات لایه‌ای گره‌های متناظر در معماری حال حاضر با سطح ارتباطات و تعاملات داده‌ای

✓ **امکان‌سنجی و طرح نیازمندی فرایندهای لازم برای بازطراحی و یا ایجاد فرایندهای خودکارسازی شده جهت نیل به این رویکرد در ساختار نوین شبکه محور**

عمده تفاوت نسل‌های سنتی فرماندهی و کنترل با نسل‌های حاضر در مطالعه نمونه‌های سایر کشورهای پیشرو در این حوزه عبارت‌اند از:

- تغییر نسل‌ها در ماهیت‌های فرایندی در هر لایه و متأثر نمودن عملکرد مثبت سایر لایه‌های بالادستی
- عدم گزارش‌گیری مناسبت داده‌های شبکه‌های فرماندهی و کنترل جهت مدیریت مؤثر صحنه‌های نبرد و بحران در ساختارهای سنتی.
- تولید سامانه‌های خودکارسازی فرایندها بر مبنای فرایندهای لایه‌ای . چراکه نبود و عدم کارکرد مناسب یک سامانه عملکرد دیگر سامانه‌ها را نیز متأثر ساخته و باعث کاهش شدید بهره‌وری و نهایتاً تأخیر در تصمیم‌گیری می‌گردد.
- ارتقاء ارتباطات و سطح و تعدد گره‌ها با توجه به نیازهای عملیاتی و سرعت گسترش در ماژول‌های از پیش طراحی‌شده
- ایجاد امنیت‌های چندلایه در برقراری ارتباطات فی‌مابین گره‌ها و مراکز در ارتباطات فرا گره‌ای

حال بعد از بررسی نقاط تمایز این دو ساختار به مبحث امکان‌سنجی‌ها در این رابطه در خصوص شبکه‌های خودی می‌پردازیم. در ساختار شبکه‌ها یکپارچه که فرایند خودکارسازی فرایندهای آن در دهه‌های اخیر بسیار موردتوجه قرارگرفته سامانه‌های محرک و تاکتیکی ازجمله حساسه‌ها و سامانه‌های مدیریت و تجمیع ارتباطات تولید گردیده که برای راهبری و بهره‌برداری در تعمیم این ساختار بسیار نقش بسزایی را ایفا می‌نماید. ساختارهای کپسولی (شیلترهای مستقل در خصوص نیازهای لازم برای انجام یک نوبت ۲۴ ساعته در آن) یکی از گام‌های مؤثر در راستای ماژولار سازی ساختار بوده که در سال‌های گذشته بدین سو برداشته‌شده است. نکته مغفول مانده در این پیشروی ایجاد بستری مستقل و یکپارچه و بهره‌برداری ماژولار از این سامانه‌هایی موجود هست. در خصوص مدیریت هزینه‌های پشتیبانی این گره‌ها از مزایای قابل‌توجه ای بهره‌مند بوده و عمدتاً بدون نیاز پشتیبانی‌های بیرونی

(ازجمله برق و نیازمندی‌های زیست) ساعت‌ها قادر به انجام مأموریت هست. ساختار تولید داده دیجیتال و به همراه پروتکل‌های یکپارچه ایجاد یکپارچگی را در ساخت یک بستر ماژولار بسیار کمک خواهد نمود.

درزمینه های بهره بری از سامانه‌های استاتیک نیز می‌توان ماژولار سازی را در سطح زیر واحدهای مستقل و نیمه‌مستقل و یا سامانه‌های اصلی ایجاد نمود و برای به حداکثر رساندن فرایندهای انجام‌شده که درنتیجه آن نیل بیشتر به رسیدن به اهداف فرایندی را منجر می‌گردد را می‌توان برشمرد.

✓ **بررسی عواید حاصله از این نگاه و تغییر شرایط**

بعد از بررسی زوایای مختلف به این مقوله خواهیم پرداخت که این رویکرد ماژولار سازی در چه سطوح و تنوعی قابل‌اجرا هست. (بر اساس مدل‌های به‌دست‌آمده از مطالعه تجربیات سایر کشورها مندرج در نگرشت بیشینه تحقیق) : [33].

۱- **ماژولار سازی زیر واحدهای سازمانی** (هر گره از شبکه فرماندهی و کنترل در کنار ارائه خدمات به شبکه یکپارچه و در نقش گره‌ای از یک ساختار متمرکز توان ارائه نقش‌های مجزا و مستقل را نیز درراه سرعت بخشیدن به اقدمت حیاتی نیز باید داشته باشد.)

یکی از مهم‌ترین مسائل در حفظ اثربخشی شبکه‌های یکپارچه فرماندهی و کنترل حفظ روابط درون و برون‌سازمانی و ایجاد تعاملی همیشگی و پویا برای تبادل با محیط‌های سازمانی جهت تعریف فرایندهای مربوطه هست. در ساختارهای سازمانی موفق(ماژولار) تأمین‌کننده‌ها تا عرضه‌کنندگان محصولات دریک شبکه ارتباطی از روابط سازمانی بکار گرفته می‌شوند تا هرگونه کمبودات در فرایندهای یک زیر واحد با درخواست واحدهای مستقل دیگر پیگیری و مرتفع می‌گردد. (استقلال عمل هر ماژول (زیر واحد و یا واحدهای برون‌سازمانی وابسته) همراه با ارائه خروجی‌های موردنیاز در سایر بخش‌ها با طراحی فرایندهای متنوع و متفاوت در هر مجموعه به‌طور مستقل)

۲- **ماژولار سازی فرایندهای عمده و تأثیرگذار مستقیم در تصمیمات نهایی** (در رأس هرم شبکه فرماندهی و کنترل)

a. **ماژولار سازی در سطح فرایندهای کارکردی**

یکی از فاکتورهای تأثیرگذار در مدیریت صحنه نبرد دسترسی سریع بلادرنگ به واحدهای اطلاعاتی در حوزه‌های مختلف است (اطلاعات ، عملیات ، شناسایی و ...) این فاکتورها در سامانه‌های فرماندهی و کنترل به‌عنوان زیر بخش‌های متنوع و در ساختار برنامه‌نویسی ماژولار

می‌توان بهره‌برداری گردند؛ تا با حفظ ارتباطات و تعاملات لازم و همچنین بلادرنگ، تمامی فرایندهای هر بخش در چرخه فرایندی خود قرارگرفته و خروجی‌های مناسبی جهت تصمیم سازی به فرماندهان تصمیم گیر در این ساختار ارائه نمایند . (گزارش‌گیری‌های سفارشی و پویا)

b. **ماژولار سازی در سطح فرایندهای کاربردی**

یکی از مهم‌ترین معضلات سازمانی بالانس وظایف و تعدد فرایندها در جنبه‌های مختلف فرایندی است.(یک تخصص دارای بیشترین حجم کاری با بیشترین حساسیت‌ها و یک تخصص با کمترین فرایندها و با درجه حساسیت‌های پایین). در رویکرد ماژولار به این تناسب خواهیم رسید که هر ماژول تعدادی فرایند از پیش محوله را برای رسیدن به اهداف فرایندی با توجه به ابتکارات و تسهیلات در اختیار به عهده خواهند گرفت و فعالیت هر ماژول کاربرد خاص خود و تعریف مجزای برای آماده‌سازی صحنه نبرد برای تصمیم‌گیری فرماندهان خواهد داشت.

۳- **ماژولار سازی سازه‌ای** (تدوین گره‌های شبکه یکپارچه فرماندهی و کنترل با ساختارهای کپسولی و متشکل از ماژول‌های کوچک‌تر)

یکی از ویژگی‌های مدنظر برای هر گره در شبکه‌های فرماندهی و کنترل وجود سازمان ویل مرکز معادل با یک گره است که برای مرتفع نمودن چندین نیازمندی خواص تعریف و تعیین می‌گردد. (**SOC**،**CRC** و ...) بزرگ‌ترین ویژگی که در ساختارهای لایه‌ای پیشین برای این مراکز در نظر گرفته می‌شد این بود که غالباً این مراکز از واحدهایی برای انجام اموری در خصوص یکی از لایه‌های وظیفه و بنا به اقتضائات شامل چندین ساختمان و عمدتاً استاتیک و گسترده می‌باشند.

در ساختار ماژولار این مراکز شامل کپسول‌های مجزا و با محوریت‌های کلی نظیر (عملیات ، ارتباط و پشتیبانی) بوده که در کنار حفظ تمامی وظایف پیشین با خودکارسازی اکثر فرایندها نیروهای انسانی متناظر در بخش‌های اپراتوری، پشتیانی و مراقبت را به‌شدت کاهش داده و با تعدادی معدود عامل انسانی تصمیم گیر مدیریت و هدایت می‌گردند. در این ساختار به علت مجتمع گردیدن این واحدها امکان متحرک نمودن سازه‌های مربوطه وجود داشته و در صورت هرگونه نیاز جهت تنوع بخشیدن به نحوه مدیریت صحنه‌های بحران و نبرد دچار تغییر آرایش و یا آمایش می‌گردند.

این مهم الزاماً به‌واسطه تشکیل تشکل‌های جدید در سازمان‌های پیشین ایجاد نگردیده و می‌توان فقط با تغییر نقش‌ها پویایی لازم را به ساختارهای جدید سازه‌ای تحت شبکه بخشید.

یکی از مسائل مهم شبکه، مسئله پوشش حداکثری است که در آن به دنبال حداکثر کردن پوشش نیازها است. درحالی‌که تعداد تسهیلات و تجهیزات جهت استقرار از پیش تعیین‌شده

است. این مسئله با توجه به‌کاربردهایی که در زمینه‌های مختلف دارد بسیار قابل‌توجه و پرکاربرد است و پژوهش گران بسیاری آن را بررسی کرده‌اند و به تکمیل و توسعه این مدل پرداخته‌اند[۵].

۴- ماژولار سازی ارتباطات و روابط (در کنار حفظ لایه‌های ارتباطی متنوع)

یکی از مشکلات بزرگ در شبکه‌های فرماندهی و کنترل در مدیریت صحنه‌های نبرد و بحران حفظ ارتباطات بلادرنگ و دریافت به‌موقع داده‌ها و اقدامات کنشی و واکنشی در محدوده زمانی مجاز هست. این مهم را درگذشته با تعریف لایه‌ای ارتباطات مقاوم‌سازی نموده که در عمل خروجی‌های بسزایی نداشته است. چراکه این ساختار لایه‌ای ارتباطات منجر به عدم موفقیت دررسیدن به اهداف فرایندی می‌گردید. چراکه در یک بسته کاربردی کامل این دسته‌بندی‌ها صورت نمی‌پذیرفت. (عدم وجود ساختار ماژولار). در یک ساختار ماژولار در این حوزه لایه‌های تشکیل‌شده در تمامی ابعاد از یکدیگر مستقل گردیده و در هیچ‌یک از مراحل طراحی ویل بهره‌برداری‌های عملیات لازم و ملزوم یکدیگر قرار نخواهند گرفت. (اشاره به وجود یک بستر فیزیکی برای ارتباط در یک یا چندین لایه از ارتباطات دو گره).

۵- ماژولار سازی در سطح فناوری‌های روز

با توجه به رشد روزافزون فنّاوری‌ها و تغییرات شگرف هر نسل از فناوری و سرعت‌بالای آن سازم آن‌ها برای همراهی با این تغییرات نیازمند یک ساختار ماژولار جهت بهره‌مندی مرحله‌ای از عواید این فناوری‌ها (اینترنت اشیاء، واقعیت مجازی ، واقعیت افزوده و...)را برخوردار گردند . چراکه در ساختار ماژولار محصولات با سایر سامانه‌های موجود قدیمی‌تر سازمان در تعامل و تبادل است و فرایندهای درونی هر ماژول بر روی کل بستر شبکه یکپارچه تأثیرگذار نخواهد بود [38]

به اشتراک‌گذاری اطلاعات مربوط به شبکه‌های فرماندهی و کنترل در محیط عملیاتی پیشرفت‌های مداوم در فناوری اطلاعات ذینفعان را برای شناسایی و اجرای بهترین شیوه‌های مدیریت اطلاعات به چالش می‌کشد درحالی‌که نوآوری اجازه می‌دهد اطلاعات بدون مانع در سراسر مرزهای ارزیابی، عملکردی و سازمانی حرکت کند [41]

ماژولار سازی در سطح نیروهای مسلح کشورها (صحنه‌های نبرد چندملیتی)

با توجه به تغییر ماهیت جنگ‌های امروزی و لزوم هم‌صدایی در تهاجمات و یا تدافعات آینده یکی از گزینه‌های لازم برای بسترهای فرماندهی و کنترل در جنگ‌های آینده سطح تعامل‌پذیری و قابلیت تبادل داده آنی هست[۱۲].لذا بسترهای ماژولار قابلیت تعمیم‌پذیری و اتصال خروجی‌های ماژول‌های فرایندی خود (فرایندهای مرتبط و مشخص)را داشته و باعث

افزایش سطح تطبیق‌پذیری و تلفیق داده صرف‌نظر از محتوی فرایندهای درون ماژولی خود خواهند داشت.

۶- ماژولار سازی در سطح امنیت (بلوک‌بندی‌های امنیتی و سطوح دسترسی)

یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای این رویکرد افزایش سطوح امنیتی و جدا کردن حوزه‌های اطلاعاتی بوده و این موضوع چنان بااهمیت است که رویکرد ماژولار را در اکثر صنایع همه‌گیر نموده است . بازارهای دیجیتالی ، تبادلات تجاری الکترونیکی در بستر شبکه‌های آنلاین و رمز ارز ها از حوزه‌های مختلف کاربری این رویکرد می‌باشند[44].

بررسی روایی و پایایی

روایی و پایایی پیشنهاد ارائه‌شده با توجه به تعدد منابع استناد شده بر اساس اتکا به اسناد رسمی و مقاله‌های منتشرشده تا تاریخ تدوین این پژوهش و بر اساس تکنیک لینکولن و گوبا (ارزیابی روش‌های کیفی) هست :

- ✓ **قابلیت اعتبار**

در این پژوهش به دلیل عدم دسترسی مستقیم به اکثر خبرگان این حوزه در خصوص سامانه‌های ارائه‌شده به‌عنوان موردمطالعه (تجارت برتر) رویکرد کسب نظرات از سوی نگارشات کتب رسمی سازمان‌های مربوطه (مانند وزارت دفاع آمریکا و اروپا) و مقالات و نشریات چاپ‌شده در مبادی رسمی و منتشرشده که تماماً در منابع ارجاع دهی گردیده است. استناد گردیده است.

- ✓ **قابلیت انتقال‌پذیری**

با توجه به اتکا الگوهای نوین موجود در (سازمان‌های نظامی سایر کشورها) به رویکرد ماژولار و مشهود بودن این معماری با توجه به مدل **C4ISR** و الگوی نوین آن **DODAF** ورژن ۲.۰۲ منتشرشده در سپتامبر ۲۰۲۲ به‌عنوان نگارش پایه که آخرین ارائه از نسخه‌هایی بوده که از سال ۲۰۰۳ طی مراتبی بازنگری و روایی گردیده است مستند گردید است که در نزدیک به ۲۰ سال اخیر این رویکرد پیشنهادی همواره مورد تأیید و تکرار بوده است.

- ✓ **قابلیت اطمینان**

با توجه به ساختار مورد تأیید در تولید و توزیع سامانه‌های رایانه ویل شبکه محور بر طراحی و پیاده‌سازی بر مبنای الگوی ماژولار، لذا تمامی اموری که از ارتباطات رایانه‌ای و پروتکل‌های تحت آن تبعیت می‌نماید ملزم به بهره‌برداری و همگام‌سازی با این ساختار می‌باشند که در این نگارش بدان اشاره گردیده است.

✓ **تأیید پذیری**

الگوی پیشنهادی (ماژولار سازی الگوی سازم آن‌ها و سامانه‌های بر پایه شبکه فرماندهی و کنترل) به دلیل ثبات موضوعیتی در نشریات استناد شده (نزدیک به ۵۰ منبع) در مرجع که به‌عنوان اسناد بالادستی در این نگارش قلم داد می‌گردد. طی ۲۰سال اخیر در ارائه الگوهای متناظر و تولید سامانه‌های شبکه محور در خصوص به اشتراک‌گذاری منابع اطلاعاتی و ... یکسان و هم قول بوده و این مهم می‌تواند دلیل واضحی بر تأیید روای این مدل هست.

نتیجه‌گیری

سازمان فرماندهی و کنترل متشکل ازمکانهای مستقل عملیاتی، حسگرها، تجهیزات ناوبری و هدایت، مراکز پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری، تجهیزات ارتباطی و ... است که با تضمین امنیت در تبادل داده‌ها باید در طول دوران صلح و جنگ(بصورت ۲۴ ساعته) پایدار بوده و بتواند وظیفه هدایت جنگ‌افزارها را به‌خوبی انجام دهد. در یک نبرد امروزی کلیه عناصر تشکیل‌دهنده سامانه فرماندهی و کنترل در معرض خطر قطعی و انهدام بوده و چنانچه دشمن از ناحیه سامانه‌های پدافند هوایی احساس خطر کند، در مرحله اول به سرکوب و انهدام سامانه فرماندهی و کنترل مربوطه خواهد پرداخت. درصورتی‌که بتوان آسیب‌پذیری سامانه فرماندهی و کنترل را در مقابل حملات دشمن کاهش داد و به حداقل ممکن رسانید، می‌توان امیدوار بود که این سامانه نجات‌یافته و قادر به هدایت مؤثر عناصرآفندی و پدافند هوایی قرارگیرد.

معرفی الگویی به‌منظور نظام‌مند نمودن ، همگرا کردن، قابلیت توسعه سریع، تطبیق‌پذیری و همراه با تلفیق تنوع کثیری از داده‌های ناهمگن و درنهایت شبکه محور شدن ساختار شبکه‌های فرماندهی و کنترل در تعاملات و تبادلات داده درکنار سایر منابع می‌تواند کمک بسزای در افزایش کارایی و اثربخشی که نهایتاً منجر به بهره‌وری این دست سامانه‌ها و در غایت امر به افزایش سطح تاب‌آوری منجرب می‌گردد؛ شود. این مهم ، از دغدغه‌های اساسی نویسندگان برای ایجاد این پژوهش و پژوهش های آتی بوده و هست.

یکی از ساختارهای به‌روزی که در کشور از این رویکرد بهره‌برداری حداکثری را می‌نماید حوزه رمز ارزها[1] است. این ماهیت که به دلیل ایجاد ارزش‌افزوده بسیار زیاد و فزاینده بوده و به دلیل جذابیت ذاتی آن با تهدیدات بسیاری در عرصه ارتباطات سایبری موجه می باشد. با استفاده از این ساختار ماژولار (بلوک‌بندی) به ماهیت‌های ارزش‌دار خود امنیت صدچندان بخشیده است . این مهم را می‌توان در ارائه الگوهای مرتبط در این خصوص به‌وضوح مشاهده نمود[44]. اما

[1] cryptocurrency

پذیرش این ساختار در سازمان‌های نظامی فرایندی تدریجی داشته که می‌تواند تحت تأثیر عوامل بازدارنده و پیش برنده متعددی قرار گیرد. پژوهش فعلی به دنبال یافتن موانع و پیشرانه‌ای پذیرش این فناوری در سازمان موردی خواهد بود، تا از این طریق آگاهی بخشی مناسب به مدیران (فرماندهان) سازمان‌های مورداشاره داده تا بتوان مسیر پذیرش این رویکرد را هموارتر کرده و شرایطی ایجاد نمود جهت استقرار این الگوهای فناورانه در سازمان‌ها به همراه برنامه‌ریزی‌های لازم صورت پذیرفته تا چارچوب بهتر، پویاتر و تعامل‌پذیرتری داشته باشند.

مجدداً لازم به ذکر است، همان‌گونه که امر فرماندهی و کنترل یک امر فرا سازمانی و مرتبط با اکثر سازمان‌هایی است که به‌نوعی با مدیریت صحنه نبرد و بحران سروکار داشته تصحیح رویکردهای سنتی و به‌روزرسانی معماری‌ها در این حوزه برای همه این سازمان‌ها امری حیاتی بشمار رفته و می‌توان با تطبیق معماری سازمان‌های کسب‌وکار پایه با پلتفرم‌هایی چون **ERP** ، **CRM** ، **BI** و ... کارایی و اثربخشی در این حوزه‌ها را تا حد ممکن افزایش داد.

میزان مقبولیت مدیران و فرماندهان عالی رتبه بر اصول اولیه و محورهای مطرح شده می تواند معماران این حوزه را همگرا نموده و در مسیر اهداف راهبردی سازمانی (ماموریت،هدف و چشم انداز) تعالی بخشد.

پیشنهادات

در خصوص بهره‌وری بیشتر از ویژگی‌های برتر ساز الگوی پیشنهادی (ساختار ماژولار) می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ساختار سامانه فرماندهی و کنترل به جهت مقابله با نبردهای با حجم بالا و در سطحی گسترده طراحی و به‌روز گردد تا بتوان پاسخ‌گوی سنگین‌ترین حملات هوایی نیروهای متخاصم باشد. در صورت عدم توجه به این مهم، نیروهای متخاصم با طرح‌ریزی مشخص، اجرای دقیق و استفاده از نقاط ضعف سامانه فرماندهی‌وکنترل نیروهای خودی خواهند توانست درنبرد احتمالی با کمترین تلفات و حداقل زمان، صدمات و آسیب‌های جدی وارد سازند.
- دشمن سعی دارد با ارتقاء قابلیت‌های کنترل فرماندهی و مدیریت صحنه نبرد، زمان تصمیم‌گیری و حمله را بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده به حداقل ممکن برساند. در شرایط حساس کنونی و اولویت پدافند مؤثر از فضای کشور با توجه به مشخصات اصلی نیروی پدافند هوایی، نظیر آمادگی، انعطاف‌پذیری، برسرپاماندن و ... نیاز است ضمن تقویت بسترهای ارتباطی شبکه یکپارچه پدافندی و بهره‌گیری از فناوری‌های

نوین با انجام عملیات‌های شبیه‌سازی‌شده در ساختاری تعاملی زمان عکس‌العمل در برابر حملات احتمالی دشمن را به حداقل ممکن رساند.

- ازآنجاکه بهره بردن از شبکه‌های یکپارچه فرماندهی و کنترل مختص نهاد ها و سازمان‌های نظامی نمی‌باشد می‌توان از این رویکرد در سایر سازمان‌های مطبوع نیز بهره‌برداری‌های لازم را برده تا با مناسب‌سازی‌های فرایندی و سازمانی صورت پذیرفته، همگنی در ارتباطات فرا سازمانی بیش‌ازپیش و سریع‌تر مهیا گردد.
- سازمان نیروهای نظامی در حال حاضر نیز سامانه‌های پرشماری در سال‌های اخیر تولید نموده که قادر به ساختارمند شدن با رویکرد ماژولار را به‌خوبی خواهند داشت و با انجام امور مربوط به معماری‌های تطبیقی در این خصوص میزان بهره‌وری در خصوص به اشتراک‌گذاری منابع و محصولات این سامانه‌ها را بیش‌ازپیش افزایش داد.
- همانگونه که مطرح شد به استناد درس آموخته های نبردهای اخیر باید از ساختارهای تعاملی، هدفمند، پویا و مسلماً ماژولار در سازماندهی های سازمانی و نیروی در تمامی سطوح ممکن بهره برد و با ارائه الگوهای مفهومی و ساده این مقوله را در تمامی سطوح اجرایی چارچوب بندی نمود تا در معنای کامل کلمه اثربخشی و بهره وری را به بالاترین میزان ممکن خود رساند.

گام‌هایی برای آینده

با توجه به نوین بودن راهکار ارائه‌شده متصور است در آینده نشریات و پژوهش‌های بیشتری در راه معادل‌سازی این الگو با زیرساخت‌ها داخلی صورت پذیرفته و در این راستا می‌توان با بهره‌برداری از ویژگی‌های منحصربه‌فرد این رویکرد گامی عظیم به سمت تدوین الگویی مفهومی و معماری ملی نظامی اختصاصی کشور عزیزمان (که جای آن در نیروهای مسلح بسیار خالی است) را برداشته و آن را گام به گام، طراحی و پیاده‌سازی نمود تا یکپارچگی به‌عنوان اصلی بی‌بدیل در امر ارتباطات و تعاملات شبکه محور بیش‌ازپیش در سراسر سازمان‌های نیازمند به ارتباطات و مدیریت یکپارچه ایجاد گردد.

قدردانی

از خبرگان توانمندی که در طول پژوهش، دانش خویش را سخاوتمندانه در اختیار محققان این پژوهش قرار دادند و استواری پژوهش حاضر بر مشارکت و دانش این بزرگواران قرارگرفته است بسیار سپاسگزاریم.

منابع

[۱]اسلامی، حسین و علی علوی،۱۳۹۶؛ " *شناسایی و تعیین عوامل مؤثر در ایجاد نظام فرماندهی و کنترل ارتباطات و اطلاعات شبکه محور دفاعی(نظامی)* "

[۲]امیری، غلامعلی ، ۱۳۸۴ ؛ " *سامانه فرماندهی-اطلاعاتی متمرکز ناتو(چرخه اطلاعات جهانی)* ".

[۳]انتشارات ایز ایران؛ ۱۳۸۱؛"*اصول پیاده‌سازی چارچوب معماری* **C4ISR** *به روش شی گرا* "

[۴]آزاد بیانی، محمد و اردشیر محمدی، ۱۳۹۷؛" *مطالعه تطبیقی الگوهای تصمیم‌گیری در فرماندهی و کنترل برای به‌کارگیری در شبکه یکپارچه پدافند هوایی کشور* ".

[۵]باقری نژاد، جعفر و همکاران، ۱۳۹۶؛ "*مدل‌سازی و حل مسئله پوشش ماژولار پویا با ظرفیت‌های محدود متغیر*".

[۶]پارسائی، محمدرضا و همکاران، ۱۳۹۶؛"*ارائه روشی نوین جهت بهبود تحمل‌پذیری خطا در شبکه‌های فرماندهی و کنترل با استفاده از شبکه‌های مبتنی بر نرم‌افزار* ".

[۷]تسلیمی‌کار، بهروز ،۱۴۰۰؛" *مشخصات سامانه‌های فرماندهی و کنترل نظامی متناسب با ویژگی‌های محیط جنگ‌های آینده* ".

[۸]ثروتی، لیلا و همکاران، ۱۳۹۷؛ " *تولید یک هستان‌شناسی بومی نظامی به‌عنوان زیرساخت معنایی سامانه‌های فرماندهی و کنترل صحنه نبرد* ".

[۹]جعفر زاده، امید، حسن کوشا، ۱۳۹۷؛ " *شاخص سازی فرماندهی و کنترل با رویکرد دفاع دانش‌بنیان* " چاپ شده در مجله فرماندهی وکنترل سال ۱۳۸۹ ص ۲۳

[۱۰]جعفری، غلامحسین و همکاران، ۱۳۹۰ ؛ " *شیوه مقابله با تهدیدات نوین با استفاده از سامانه‌های فرماندهی و کنترل* "

[۱۱]حشمتی راد، مهدی ، محمد سپهری و همکاران،۱۳۹۰؛ " *دیجیتالی نمودن سامانه‌های فرماندهی کنترل* **C4I** *در میدان‌های نبرد بامطالعه بر (اداره دیجیتالی کردن ارتش در آمریکا)* ".

[۱۲]حیدریان، محسن ، امیر هوشنگ خادم؛ ۱۳۹۸؛ "*الگوی فرماندهی و کنترل هوایی در جنگ‌های آینده.*"

[۱۳]رضاخان احمدلو، سجاد ذوقی، ۱۴۰۰ ؛ " *شناسایی موانع و پیشرانه‌ای پذیرش فناوری واقعیت مجازی به‌منظور ایجاد سامانه فرماندهی و کنترل مجازی: مطالعه موردی یک سازمان نظامی* ".

[۱۴]رمضانی، رسول، ۱۳۹۸؛ " *بررسی سناریوهای آینده سامانه فرماندهی و کنترل در مواجهه با فناوری‌های نوین* "

[۱۵]سرهنگ دوم رزاریو ام سیمونتی (ترجمه: محمد مهاجر ۱۴۰۰)،۲۰۲۰؛ "*اتوماسیون و آینده فرماندهی و کنترل* ".

[۱۶]سهیلی، محمدرضا ، حسین مسلمی،۱۳۹۳؛ " *بررسی و ارائه راهکارهای توانمندسازی فاوای نیروهای نظامی با رویکرد عملیات تأثیر محور و تأکید بر اثربخشی سامانه فرماندهی و کنترل در مقابله با تهدیدات الکترونیکی پیشرفته* ".

[۱۷]صمیمی، مهدی ، سید حسن حسینی ،۱۳۹۷؛ "*کشف و احصاء عوامل مؤثر بر نوآوری در یگانه‌ای نظامی* ".

[۱۸]عبدی، فریدون ،۱۳۹۰؛ " *سامانهٔ فرماندهی و کنترل* **C5I2** *بررسی نقش رایانه‌ها در آن* "

[۱۹]عزیز زاده، سیامک ، ۱۳۸۹ ؛ "*فرماندهی و کنترل در جنگ نامتقارن* "

[۲۰]قلمبر دزفولی، علی ،امید رجبی،۲۰۱؛ " *مدل اتصال سامانه های ارتباطی در شبکه های فرماندهی و کنترل* "

[۲۱]گراناسن و همکاران، ۲۰۱۸؛ " *بررسی مأموریت در مفهوم فرماندهی و کنترل آینده* ".

[۲۲]محمدی، اردشیر، ۱۳۸۹؛ " *ویژگی‌های ارتباطی شبکه‌های* **C4I** *در میدان نبرد* " *چاپ شده در مجله فرماندهی وکنترل سال ۱۳۸۹ ص ۸۹.*

[۲۳]مروی، نام محمدرضا و همکاران؛ ۱۳۹۳؛"*تهدیدات آینده و رهیافت‌های نوین فرماندهی و کنترل*".

[۲۴]یوسفی، مجید و همکاران، ۱۳۹۰؛ " *مروری بر چارچوب* **C4ISR** *و راهکارهای پیاده‌سازی آن در ایران* "

[25] Air Force Doctrine Publication, 2020. "*(3-30) Command and Control*"

[26] Ali Pourghaffari, 2022. "*Toward Cyber Command and Control System Architecture Using Data-Driven Analysis Solutions*".

[27] Andrew Feickert, 2013. "*The Unified Command Plan and Combatant Commands: Background and Issues for Congres*".

[28] Baldwin, C., & Clark, K. (2000). "*Design Rules, Volume 1, the Power of Modularity*". Cambridge MA: MIT Press.

[29] Christopher L. Spillman. 2020. "*A New Era in Air and Missile Defense*".

[30] Congressional Research service, "*Joint All-Domain Command and Control (JADC2)*".

[31] Congressional Research Service, 2021. "*Defense Primer: What Is Command and Control?*".

[32] DANIEL A. EISENBERG, 2018. "*Network Foundation for Command and Control (C2) Systems: Literature Review*".

[33] DOD Publication. 2010. "*C2 Implementation Plan v1*".

[34] DOD Publication, 2009. "*Department of Defense Information Sharing Implementation Plan*".

[35] DOD Publication, 2019. "*DOD DIGITAL MODERNIZATION STRATEGY*".

[36] DOD Publication, 2020. "*DOD COMMAND, CONTROL, AND COMMUNICATIONS (C3) MODERNIZATION STRATEGY*".

[37] DOD Publication, 2020. "*DoD Modernization Priorities Microelectronics*".

[38] DOD Publication, 2022. "*JOINT ALL DOMAIN COMMAND & CONTROL (JADC2) STRATEGY*".
[39] Greg Youst, 2014. "DoD's *Strategic Mobility Vision: Needs & Challenge*".
[40] Jafar Bagherinejad with e.g., 2018. "Modeling and solving the dynamic modular capacitated maximal covering location problem".
[41] Jeffrey HukiLL. 2012 . "*Air Force Command and Control the Need for Increased Adaptability*".
[42] Lloyd J. Austin III Secretary of Defense, 2022. "*MICROELECTRONICS VISION*".
[43] Michael Canna, 2004. "*Command and Control of Multinational Operations Involving U.S. Military Forces*".
[44] Michele Boreale & Maria Grazia Buscemi, 2013. "*Symbolic Analysis of Crypto-Protocols Based on Modular Exponentiation*".
[45] Neil Mazuranic, 2018. "DoD Mobility Program".
[46] OFFICE OF THE DIRECTOR OF NATIONAL INTELLIGENCE PUBLICATION, 2008 . "*Information Sharing Strategy*".
[47] Report to Congressional Committees, 2021. "*DEFENSE TRANSPORTATIO*N".
[48] ROBERT J. HOUGHTON, 2009. "*Command and control in emergency services operations*".
[49] Sherrill Lingel WIITH e.g, 2020. "*Joint All-Domain Command and Control for Modern Warfare*".
[50] THE WHITE HOUSE Publication, 2012. "*NATIONAL STRATEGY FOR INFORMATION SHARING AND SAFEGUARDING*".
[51] Todd Harrison and Christopher Reid, 2022. "*BATTLE NETWORKS AND FUTURE FORCE*".