فصلنامه علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال ششم، شماره چهار، زمستان ۱۴۰۱

بررسی تطبیقی و ارایه مدل بلوغ فرماندهی و کنترل

امیر محترمی*[۱]،افشین علیپور[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵

چکیده

هدف این مقاله توسعه یک مدل بلوغ فراگیر برای فرماندهی و کنترل است. برای این هدف، از روش تحقیق استقرایی برای طراحی مدل بلوغ استفاده شده است. بدینصورت که نخست، مطرح ترین مدل‌های مختلف بلوغ موجود در فرماندهی و کنترل از جمله مدل بلوغ مفهومی، مدل بلوغ ستادی، مدل ناتو و مدل بلوغ مراکز فرماندهی و کنترل یکپارچه (**ICCCs**) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در بین مدل های مورد مطالعه، مدل ناتو گسترده تر می‌باشد از این رو آن را به عنوان یک پایه برای توسعه مدل خود برگزیدیم. سپس به روش گروه کانونی، مراحل و متغیرهای بلوغ مورد تحلیل قرار گفت. یافته های تحقیق نشان می دهد که برخی از ویژگی های مهم بلوغ سیستم فرماندهی و کنترل در مدل پایه نادیده گرفته شده است. بنابراین، نوآوری این تحقیق افزودن ویژگی های جدید برای دستیابی به مدل جامع تر است. نتیجه یک مدل شامل ۵ سطح و ۲۰ ویژگی است. اعتبار سنجی مدل از طریق مطالعه تطبیقی و روش گروه کانونی انجام شده است که باید با مطالعات موردی و تحقیقات پیمایشی بیشتر تقویت شود.

واژگان کلیدی: فرماندهی و کنترل، مدل بلوغ، تعامل پذیری، یکپارچگی

[۱] نویسنده مسئول، استادیار گروه فناوری اطلاعات، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی مالک اشتر Mohtarami@gmail.com

[۲] پژوهشگر دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، afshin_alipour@yahoo.com

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

۱. کلیات

امروزه فناوری اطلاعات و ارتباطات و زیرشاخه های آن سبب تحولات وسیعی در عرصه سیستم/سازمان در سطح خرد و اقتصاد، سیاست و جامعه در سطح کلان شده اند. از این رو، دانش سازمان و مدیریت نیز به شدت از این حوزه فناورانه متاثر شده است **[1]**. پیکره دانش سازمانی[1] در مسیر توسعه خود، روش ها، ابزارها و فنون مختلفی را ایجاد و بکارگرفته است. یکی از این روشها، برنامه ریزی مبتنی بر سطوح بلوغ است. حال، حوزه تمرکز آن می تواند سیستم ها، نظامات مدیریتی و سازمانی و یا پدیده های اجتماعی مختلفی باشد. مدل‌های بلوغ اساساً تئوری‌هایی را در مورد چگونگی تکامل قابلیت‌های سازمانی به شیوه‌ای مرحله به مرحله در طول مسیر بلوغ پیش‌بینی‌شده، مطلوب یا منطقی نشان می‌دهند**[1]** . در مدل‌های بلوغی که نظریه‌های تکامل مرحله ای را نشان می‌دهند، هدف اصلی، توصیف مراحل و مسیرهای بلوغ است. بر این اساس، ویژگی های هر مرحله و رابطه منطقی بین مراحل متوالی باید توضیح داده شود. در مورد کاربرد آن‌ها در عمل، انتظار می‌رود مدل‌های بلوغ، سطوح بلوغ فعلی و مطلوب را آشکار ساخته و اقدامات بهبود مربوطه را در برگیرند. برای استفاده و کاربرد مدل های بلوغ می توان دو هدف عمده را برشمرد **[2]**:

(۱) **توصیفی**[2]: یک مدل بلوغ اگر برای ارزیابی‌های وضعیت موجود با توجه به یکسری معیارهای ارزیابی به‌کار گرفته شود، کاربرد توصیفی خواهد داشت. به عبارتی در اینجا، مدل بلوغ به عنوان یک ابزار تشخیصی استفاده می شود. سپس سطوح بلوغ تعیین شده را می‌توان به ذینفعان داخلی و خارجی ارایه کرد.

(۲) **تجویزی**[3]: یک مدل بلوغ اگر چگونگی شناسایی سطوح بلوغ مطلوب و راهنما و معیارهایی را برای نیل به آن سطح و بهبود وضعیت را ارائه دهد، در واقع یک هدف تجویزی را دنبال می کند. به عبارتی، مدل های تجویزی، مجموعه ای از اقدامات معین برای ارتقاء به سطح بلوغ مطلوب را مشخص می کنند.

(۳) **مقایسه ای**[4]: یک مدل بلوغ در صورتی که امکان محک زنی[5] داخلی یا خارجی را فراهم کند، یک هدف مقایسه ای از کاربرد را دنبال می کند. در این مدل‌ها، با توجه به داده های تاریخی کافی از تعداد زیادی از نمونه های ارزیابی شده، سطوح بلوغ واحدها یا یگانهای مشابه را می توان با هم مقایسه کرد.

یکی از حوزه هایی که می تواند جهت رشد قابلیت‌ها از رویکرد مدل‌ها بلوغ بهره گیرد، حوزه فرماندهی و کنترل است. در تعریف، دو طیف از برداشتهای وسیع و محدود از فرماندهی و کنترل وجود دارد. به‌گونه ای که در تعریف وسیع تقریبا با سبک خاصی از مدیریت مشابه می شود ولی در این پژوهش، ما تعریف موسسه ملی استاندارد و فناوری**(NIST)** آمریکا را ملاک قرار می دهیم که به شرح زیر است:

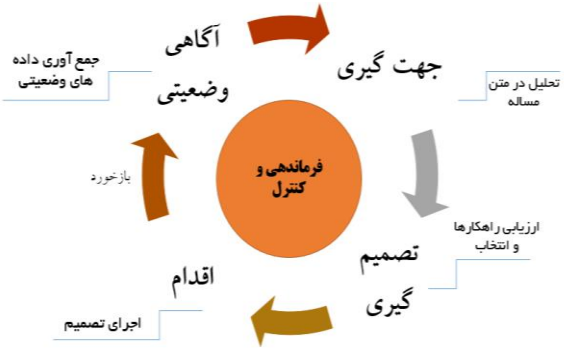
فرماندهی و کنترل[6] *عبارت است از اعمال اقتدار و هدایت توسط یک فرمانده به درستی تعیین شده بر نیروهای تعیین شده و وابسته در انجام مأموریت. وظایف فرماندهی و کنترل از طریق ترکیبی از پرسنل، تجهیزات، ارتباطات، امکانات و روش‌های به کار گرفته شده توسط یک فرمانده در برنامه‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل نیروها و عملیات در انجام مأموریت انجام می‌شود* **[3]**.

ساده ترین و در عین حال کاملترین دسته بندی از فرایندهای فرماندهی و کنترل را می توان در چرخه معروف به اودا[7] تصویر نمود. حلقه **OODA** (مشاهده، جهت‌یابی، تصمیم‌گیری، عمل) یک رویکرد چهار مرحله‌ای برای تصمیم‌گیری است که بر تصفیه اطلاعات موجود تمرکز می‌کند، آن‌ها را در متن مساله قرارداده

[1] Organization Body of Knowledge
[2] Descriptive
[3] Perscriptive
[4] Comparative
[5] Benchmarking
[6] Command and Control
[7] OODA(Observe, Orient, Decision, Action)

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

و به سرعت مناسب‌ترین تصمیم را اتخاذ می‌کند که منجر به اقدام مناسب خواهد بود. این خود منجر به داده های بازخوردی جهت اصلاح یا تقویت حلقه می شود(شکل ۱).



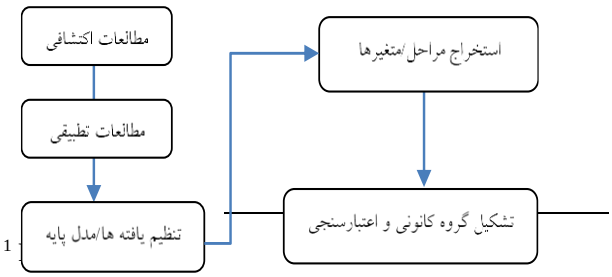
شکل (۱) فرایندهای اصلی در فرماندهی و کنترل[4]

با این تعریف، سوال اصلی پژوهش این است که الف: مدلهای بلوغ مطرح در زمینه فرماندهی و کنترل کدامند؟ ب) یک مدل بلوغ فراگیر فرماندهی و کنترل چه سطوح و چه متغیرهایی را دارد؟ وضعیت هر متغیر در سطوح مختلف چگونه است.

۲. روش شناسی پژوهش

با هدف توسعه یک مدل بلوغ فراگیر فرماندهی و کنترل، در این مقاله از روش استقرایی استفاده شده است. به این معنی که با مطالعه مدل‌های بلوغ موجود در حوزه های فرماندهی و کنترل، سپس انتخاب یک مدل پایه مبنایی برای طراحی مراحل و متغیرهای بلوغ در حوزه فرماندهی و کنترل ایجاد گردید.

در این پژوهش از چهار روش اصلی مطالعات تطبیقی، مصاحبه‌های نیمه ساخت‌یافته و تشکیل گروه های متمرکز۱ برای جمع آوری داده، تحلیل و اعتبار سنجی مدل استفاده گردید. مهمترین گامهای انجام پژوهش در شکل(۲) نمایش داده شده است.

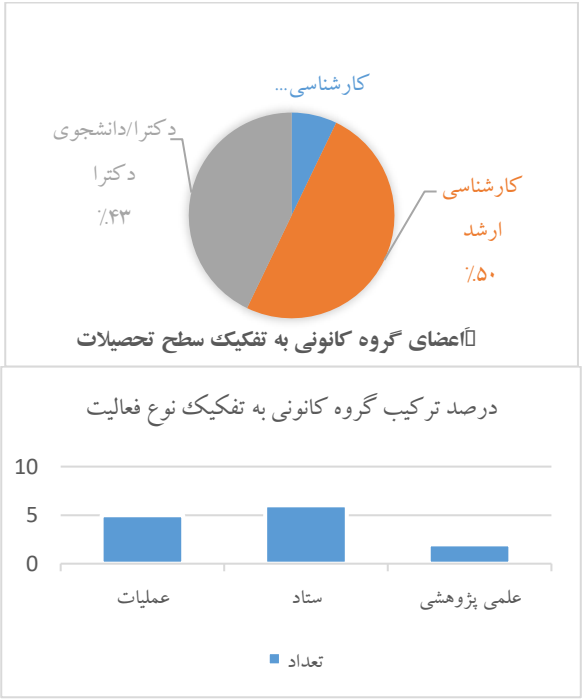


شکل (۱) گامهای اجرایی پژوهش

در مرحله نخست، تیم پژوهش بررسی ادبیات نظری مدلهای بلوغ بطور عام و مطالعات تطبیقی مدل های بلوغ فرماندهی و کنترل بطور خاص مورد مطالعه و بررسی قرار داد. نتایج هر یک از این فعالیتها در جلسات مشترک تیم مورد بررسی قرار گرفته و الزامات آنها در طراحی مدل بلوغ بومی فرماندهی و کنترل کشور تصریح گردید.

بر اساس چارچوب مفهومی و الزامات بومی، محورهایی برای مصاحبه با صاحبنظران ذینفع در خصوص توسعه فرماندهی و کنترل، استخراج گردید که نتایج این مصاحبات در پردازش درون تیمی منجر به شکل گیری ۳ سناریوی بلوغ فرماندهی و کنترل پیرامون دو بعد (تعداد سطوح، تعداد متغیرها) گردید.

به دنبال طراحی سناریوهای بلوغ، این سناریوها در دو نشست با حضور بیش از ۱۳ نفر از صاحبنظران و ذینفعان، مورد بررسی و نظرسنجی واقع شد که بر اساس آن مطلوب ترین سناریوی ساختاری بر اساس ۵ سطح طراحی گردید و در همین نشست‌ها سناریوی منتخب مورد ارزیابی قرار گرفت بگونه‌ای که مهمترین نقاط قوت و ضعف آن شناسایی شد. این موارد مبنای تنظیم متغیرها و وضعیت هر یک در سطوح مختلف بلوغ می باشد.



[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

شکل (۲) ترکیب اعضای گروه کانونی مشارکت داده شده در پژوهش

۳. پیشینه مطالعات در خصوص بلوغ فرماندهی و کنترل

ریشه رویکرد مدل بلوغ در حوزه مهندسی نرم افزار قابل رهگیری است. جاییکه دانشمندان موسسه مهندسی نرم افزار و دانشگاه کارنگی ملون مدل بلوغ قابلیتها[1] **(CMM)** را ارایه دادند. به دنبال آن، ایده استفاده از مدل بلوغ از برنامه ریزی و مهاجحوزه نرم افزار و سیستم ها به سایر سیستمهای پیچیده فنی-اجتماعی سرایت نمود فلذا مشاهده می کنیم تحقیقات زیادی در خصوص طراحی مدل بلوغ سازمانها**[6] [5] [4]** ، صنعت نسل چهار **[2] [7]**، مدیریت دانش**[9] [8]** ، مهندسی نرم افزار و فناوری اطلاعات**[11] [10]** ، قابلیتهای تولید و ساخت، هوش مصنوعی **[11]**و البته فرماندهی و کنترل ارایه شده است.

در حوزه فرماندهی و کنترل، بررسیهای ما ٤ مدل اصلی بلوغ فرماندهی و کنترل را به شرح زیر شناسایی نمود (۱) مدل بلوغ فرماندهی و کنترل شبکه محور ناتو (۲) مدل بلوغ فرماندهی ستاد (۳) مدل بلوغ تعامل پذیری مفهومی (٤)مدل بلوغ مراکز یکپارچه فرماندهی و کنترل. در ادامه هر یک از این مدلها بطور خلاصه معرفی می شود.

۳-۱- مدل ناتو

مدل بلوغ فرماندهی و کنترل شبکه محور ناتو[2] (N2C2M2) توسط گروه تحقیقاتی RTO SAS-065 در یک دوره حدودا سه ساله توسعه داده شد.این مدل با تعریف تعدادی از رویکردهای فرماندهی و کنترل، از فرماندهی کنترل متعارض۳ گرفته تا فرماندهی و کنترل لبه٤، که با نواحی مختلف در فضای افراز رویکرد فرماندهی و کنترل مطابقت دارند، شروع می‌شود. در این مدل ۵ سطح بلوغ در نظر گرفته شده است**[12]** .

در مقایسه با سایر مدلهای بلوغ در این حوزه، این مدل جوانب و متغیرهای بیشتری را دیده است.

جدول ۱. انواع رویکردهای فرماندهی و کنترل و سطوح بلوغ در مدل ناتو[1]

	رویکرد فرماندهی و کنترل	تفویض اختیار تصمیم گیری	الگوهای تعامل میان موجودیتهای همکار	توزیع اطلاعات
سطح ۱	متعارض فرماندهی و کنترل	-	-	اطلاعات ارگانیک
سطح ۲	فرماندهی و کنترل غیر متعارض	محدود به قیود مشخص	خیلی محدود و متمرکز	اطلاعات بیشتر در خصوص قیود و محدودیت ها
سطح ۳	فرماندهی و کنترل هماهنگ شده	وجود فرایندهای هماهنگ سازی و طرحهای اتصال	محدود و متمرکز	اطلاعات بیشتر در خصوص زمینه های و وظایف هماهنگ شده
سطح ۴	فرماندهی و کنترل مشارکتی	وجود فرایندهای مشارکتی و طرحهای اشتراک	وسیع	اطلاعات بیشتر در خصوص زمینه های و وظایف مشترک
سطح ۵	فرماندهی و کنترل در لبه	خودتنظیم و پویا	نامحدود در صورت نیاز	تمام اطلاعات مربوط و موجود در دسترس است

در این مدل، برای ارزیابی الگوهای تعامل بین نهادهای شرکت کننده، ۳ ویژگی: (۱) خوشه نهادی دخیل در تعامل (۲) میزان اتصال خوشه ها (۳) تکرا یا تداوم تعامل در نظر گرفته شده است.

جدول ۲. ویژگیهای انواع الگوی تعامل بر اساس انواع رویکردهای فرماندهی و کنترل و سطوح بلوغ در مدل ناتو[1]

	رویکرد فرماندهی و کنترل	خوشه جاذب تعاملات	میزان اتصال بین خوشه ای	تکرار/تداوم
سطح ۱	متعارض فرماندهی و کنترل	نهادهای سازمانی	-	-
سطح ۲	فرماندهی و کنترل غیر متعارض	مختلط، عمدتا نهادها و تعدادی یگانهای وظیفه ای	محدود	گسسته
سطح ۳	فرماندهی و کنترل هماهنگ شده	مختلط، عمدتا ن یگانهای وظیفه ای و تعدادی نهاد	حداقلی	دوره ای
سطح ۴	فرماندهی و کنترل مشارکتی	وظایف و اهداف	زیاد	تقریبا پیوسته

[1] Capability Maturity MOdel

[2] NATO Network Enabled Capability C2 Maturity Model (N2C2M2)

3 Conflicted C2

4 Edge C2

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

سطح ۵	فرماندهی و کنترل در لبه	خودتنظیم و پویا	کامل	پویا

ویژگی دیگر در سنجش سطح بلوغ در مدل ناتو عبارتست از اثربخشی. معیارهای اثربخشی در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳. معیار اثربخشی تلاش در مدل ناتو[1]

	رویکرد فرماندهی و کنترل	میزان آگاهی اشتراکی	میزان فهم اشتراکی	تطبیق پذیری فرایندهای جمعی c2
سطح ۱	متعارض فرماندهی و کنترل	–	-	–
سطح ۲	فرماندهی و کنترل غیر متعارض	لبه مرزی	–	خیلی محدود
سطح ۳	فرماندهی و کنترل هماهنگ شده	محدود	محدود	محدود
سطح ۴	فرماندهی و کنترل مشارکتی	زیاد	زیاد	متوسط
سطح ۵	فرماندهی و کنترل در لبه	وسیع، گسترده و پویا	وسیع، گسترده و پویا	زیاد

۳-۲- مدل بلوغ ستاد فرماندهی

مدل بلوغ ستادی (**HQMM**)، که در جدول ٤ نشان داده شده است، پنج سطح را توصیف می کند که به عنوان یک پیوستار نظری تعریف شده است که در طول آن ستاد ممکن است از قابلیت های پایه در سطح ۱ به قابلیت های پیشرفته در سطح ۵ پیشرفت کند. به عبارتی از یک ستاد فرماندهی وظیفه محور در ابتدایی ترین حالت به یک ستاد فرماندهی چابک و خودسازمانده بلوغ پیدا کندکه ناشی از تکامل و بلوغ سطوح اثربخشی و شایستگیها است**[13]** .

مقایسه این مدل با مدل ناتو به خوبی نشان می دهد که مدل ستاد فرماندهی متغیرهای وضیتی معدودی را با تمرکز بر نهاد راس فرماندهی درنظر گرفته است. لذا قابلیت استفاده از این مدل محدودتر می شود.

جدول ۴. مدل بلوغ ستاد فرماندهی

	ویژگیها	بلوغ ستاد فرماندهی	شرح
سطح ۱	کارکردها و خروجیها	ستاد فرماندهی وظیفه محور	پروتکل های عملکردی درک شده، سازماندهی شده برای وظایف مشخص؛ در حال درک ریتم نبرد
سطح ۲	فرایندها و اطلاعات	ستاد فرماندهی بهینه	وجود سیستم های مدیریت اطلاعات پایه؛ تمرکز بر درک سرعت و دقت
سطح ۳	شناختی و رفتاری	ستاد فرماندهی متحد	رویکرد جامع و یکپارچه به نبرد، تمرکز بر نوآوری و نتایج
سطح ۴	فنی اجتماعی	ستاد فرماندهی تطبیق پذیر	وجود سیستمهای یکپارچه دانش پایه و هوشمند در ستاد فرماندهی، برتری اطلاعاتی و تصمیم گیری
سطح ۵	تطبیق پذیر و یادگیرنده	ستاد فرماندهی چابک	خودسازگار، خودسازمانده وجود سیستم های توانمندساز مزیت عملیاتی ثابت

۳-۳- مدل بلوغ تعامل پذیری مفهومی[1]

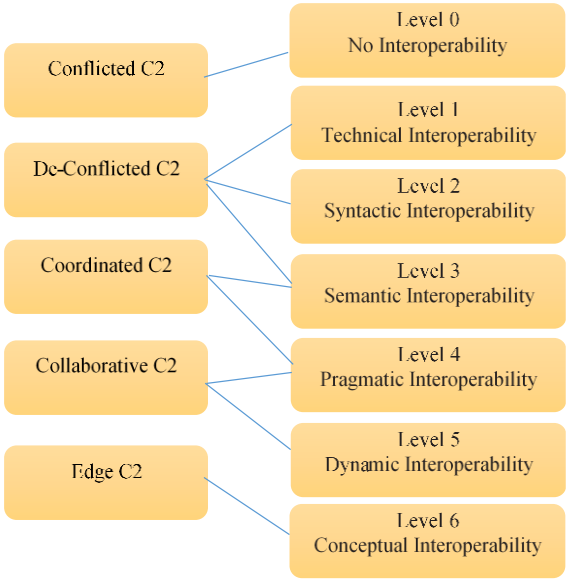
لایه های مختلف بلوغ در مدل **CIMM** به سطوح مختلفی از توانایی عملیاتی و شناختی می پردازد و برای تطبیق پذیری نیازمند سطوح مختلفی از استانداردهای فنی و تعامل پذیری عملیاتی است. این مدل می تواند برای رسیدگی به استانداردهای قابلیت همکاری فنی و اهداف برای انطباق مورد نیاز برای قابلیت نبرد شبکه محور مورد استفاده قرار گیرد.

در این مدل، عملیات مستقل یا منفصل نیازی به هماهنگی فرماندهی و کنترل**(C2)** و در نتیجه قابلیت همکاری سیستم‌های مشارکت‌کننده یا پشتیبانی ندارند. بنابراین، وضعیت **C2** متضاد با سطح ۰ تعریف می شود: عدم قابلیت همکاری. این مدل از اصطلاح قابلیت همکاری فنی به صورت رسمی برای توصیف سطح ۱ خود استفاده می کند تا از قابلیت های مدل بلوغ ناتو پشتیبانی کند. شکل (۳) نگاشتی بین این مدل و مدل بلوغ ناتو

[1] Conceptual Interoperability Maturity Model

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

ارایه شده است. گرچه نگاشت شرح داده شده در این بخش کیفی است **[16]**.



شکل (۳): رابطه مدل بلوغ **CIMM** با مدل بلوغ فرماندهی و کنترل ناتو **[16]**

عملیات بدون تعارض مستلزم یک **C2** بدون تعارض است. برای پشتیبانی از **C2** بدون درگیری در سمت فناوری اطلاعات، پارامترهای ورودی و خروجی که مسئولیت‌های عملیاتی را توصیف می‌کنند باید به اشتراک گذاشته شوند، که معمولاً از طریق پیام‌ها انجام می‌شود. این امر مستلزم قابلیت همکاری فنی و قابلیت همکاری نحوی با پشتیبانی از قابلیت همکاری معنایی برای عناصر مشترکی است که حوزه‌های مسئولیت را توصیف می‌کنند (از جمله محدودیت‌های مکانی – زمانی). به عبارت دیگر، نحو و معنای پیام‌هایی که از طریق یک پروتکل فنی مشترک به اشتراک گذاشته می‌شوند باید در سمت ارسال و دریافت درک شوند، که منجر به عدم تضاد **C2** می‌شود که توسط سطوح زیر تعریف می شود: سطح ۱: قابلیت همکاری فنی، سطح ۲: قابلیت همکاری نحوی، و سطح ۳: قابلیت همکاری معنایی برای اطلاعات مشترک.

عملیات هماهنگ نیازمند **C2** هماهنگ است که به معنای هماهنگی فرآیندها و برنامه ها است. در سمت فناوری اطلاعات، این به درخواست برای قابلیت همکاری معنایی ترجمه می‌شود، به طوری که برنامه‌های مرتبط می‌توانند بدون ابهام ارتباط برقرار کنند، و قابلیت همکاری عملی برای درک ارتباط بین قابلیت مورد نظر و پارامترهای ورودی مورد نیاز – به عنوان اشیاء تجاری در مدل خطاب می‌شوند. درک معنای اطلاعات مشترک، زمینه ای که در آن به اشتراک گذاشته می شود و نحوه استفاده از اطلاعات در صورت نیاز نیز کافی نیست. بنابراین **C2** هماهنگ توسط سطح ۳: قابلیت همکاری معنایی و سطح ٤: قابلیت همکاری عملی تعریف می شود.

عملیات مشترک یا یکپارچه به **C2** مشترک نیاز دارد که از برنامه ریزی و اجرای مشترک پشتیبانی می کند. در سمت فناوری اطلاعات، این نیاز به قابلیت همکاری عملی کامل و قابلیت همکاری پویا برای عملکردهای مشترک دارد. یک مدل مفهومی مشترک از نحوه تغییر سیستم ها و وضعیت جاسازی مورد نیاز است، مانند مدلی که توسط رویکرد **C2** تعریف شده است. بنابراین **C2** مشترک با سطح ٤: قابلیت همکاری عملی و سطح ٥: قابلیت همکاری پویا تعریف می شود.

عملیات منسجم یا متحول شده به سیستم فرماندهی و کنترل لبه[1] نیاز دارد که از همه گزینه ها و قابلیت همکاری افقی و عمودی پشتیبانی می کند. در بخش فناوری اطلاعات، تمام سطوح مدل باید به طور کامل پشتیبانی شوند، از جمله حاشیه نویسی خدمات با اظهارات. فرماندهی و کنترل لبه به سطح ٦ نیاز دارد: قابلیت همکاری مفهومی، که نمایانگر یک هستان شناسی[2] مشترک است که توسط یک هستان شناسی جامع[3] ارائه شده است.

۳-٤- مدل بلوغ مراکز فرماندهی و کنترل یکپارچه(ICCCs4)

چارچوب بلوغ ICCCs برای مباحث مدیریت شهری و فرماندهی و کنترل شهر/ایالات طراحی شده است. چارچوب

[1] Edge C2
[2] Antalogy
[3] Global Antalogy

4 Integrated Command and Control Centers (ICCCs) Maturity Model

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

ارزیابی بلوغ **ICCC** اکوسیستم مراکز فرماندهی و کنترل یکپارچه را در ابعاد زیر ارزیابی می کند [۵]:

(۱) **عملکردی**[1]: بعد عملکردی به تاسیسات و خدمات شهری از قبیل آب، فاضلاب، آب طوفان، فاضلاب، مدیریت پسماند، جاده‌ها، ترافیک و چراغ‌های خیابان، زیرساخت‌های اجتماعی مانند آموزش، مراقبت‌های بهداشتی، امکانات تفریحی و تفریحی و خدماتی از قبیل صدور مجوزها اشاره دارد..

(۲) **تکنولوژیک: بعد** تکنولوژیکی به قابلیت تکنولوژیکی، مقیاس پذیری و عناصر امنیتی اشاره دارد.

(۳) حکمرانی: حکمرانی اساساً به جنبه مردمی سیستم با تأکید بر سیاست های حاکمیتی موجود برای اداره کارآمد **ICCC** شهر اشاره دارد.

چارچوب بلوغ **ICCCs** سطح بلوغ مؤلفه های ذکر شده در بالا را ارزیابی می کند. از طریق یک پرسشنامه دقیق برای درک اینکه شهر چقدر به طور موثر از قابلیت های مرکز فرماندهی و کنترل یکپارچه برای بهبود عملیات روزانه، سیاست گذاری و تصمیم گیری خود استفاده کرده است.

ویژگی های عملکردی بسته به نوع کسب و کار متفاوت است. ویژگی های تکنولوژیک نیز کم و بیش مورد توجه قرار گرفته است. اما ویژگی های حاکمیت بسیار مهم است و می توان آن را به مدل بلوغ نهایی اضافه کرد. این ویژگیها عبارتند از:

- چارچوب حاکمیتی: اساساً به حضور سیاست‌های حاکمیتی به عنوان دستورالعمل‌هایی برای نیروی انسانی **ICCC** از نظر توافق‌نامه‌های عدم افشا، سیاست‌های حفظ حریم خصوصی، مخازن دانش، سیاست‌های اشتغال و غیره اشاره دارد.
- داشبوردهای عمل گرا برای رهبری شهر: در حالی که ضروری است که یک **ICCC** باید بتواند اطلاعات را در سطح انبوه برای مدیریت سطح شهر نمایش دهد، به همان اندازه مهم است که چنین داشبوردهایی باید به طور منظم توسط مقامات مربوطه برای هر روز خود یا در شرایط بحرانی استفاده شود.
- مدیریت نیروی میدانی: شامل طراحی و اجرای طرح مدیریت نیروی کار با سلسله مراتب سازمانی مشخص، پیش بینی نیروی انسانی و همچنین ماتریس تشدید برای مراجع ذیربط جهت استفاده و پاسخگویی به موقعیت در زمان واقعی می باشد.
- تامین منابع و نیروی انسانی: با توجه به اینکه عملیات **ICCC** یک شغل تخصصی است، سیاست های استخدام باید به خوبی مستند شده و توسط همه ذینفعان مورد تایید قرار گیرد. هنگامی که خط‌مشی‌ها تدوین می‌شوند – مهم‌تر است که منابع مناسب از بخش‌ها/استخدام شوند و اینکه آنها به صورت شبانه روزی برای عملیات **ICCC** در دسترس باشند.
- ظرفیت سازی فنی: موفقیت یک **ICCC** شهری به این واقعیت بستگی دارد که نیروی انسانی مستقر به طور منظم در جنبه های مختلف فنی و عملکردی **ICCC** آموزش دیده و مجدداً آموزش ببینند. همچنین یک برنامه آموزشی باید برای هر کارمند و همچنین مدیران بر اساس وظایفی که باید انجام دهند، وجود داشته باشد.

ویژگی دیگری از جمله چارچوب تصمیم گیری و مدیریت دانش نیز در نظر گرفته شده است.

در ویژگی های عملکردی، ارتباطات مورد توجه قرار گرفته است. برخی از ویژگی ها و ویژگی هایی که می تواند برای ارزیابی سطح بلوغ ارتباطات مورد استفاده قرار گیرد عبارتند از:

- ✓ پروتکل ارتباطی (حالت، جزئیات تماس، جایگزین) که در **SOP**[2] گنجانده شده است
- ✓ سیستم ارتباط صوتی را از طریق چندین کانال به اولین پاسخگو فراهم می کند

[1] Functional

[2] Standard Operation Procedure

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

- ✓ سیستم ارتباط صوتی را از طریق چندین کانال به همه پاسخ دهندگان فراهم می کند
- ✓ سیستم برای اولین پاسخ دهنده ارتباط تصویری را فراهم می کند
- ✓ سیستم ارتباط تصویری را برای همه پاسخگوها فراهم می کند
- ✓ کانال ارتباطی امکان ضبط و پخش را فراهم می کند

طبقه بندی سطوح بلوغ برای ویژگی های حاکمیت و ارتباطات به شرح زیر است [۵]:

عنوان	سطح بلوغ	امتیاز بلوغ
ضعیف	Level 1	<40%
توانمند شده	Level 2	(40%-55%)
پایدار	Level 3	(55%-70%)
رهبر	Level 4	(70%-90%)
روشنگر	Level 5	(>90%)

٤. یافتـه‌ها

پس از بررسی اصول توسعه مدل بلوغ، می توان به نکاتی از منظر کاربران اشاره کرد:

- هماهنگی و تعادل کافی بین مراحل و ویژگیهایی(متغیرهایی) که سطح بلوغ را تعیین می کند وجود ندارد. برخی از ویژگی ها در مورد الگوهای تعامل یا توزیع اطلاعات هستند و برخی دیگر اثربخشی را بررسی می کنند.
- در ابعاد مدل کفایت کافی وجود ندارد و برای جامع‌تر شدن نیاز به افزودن برخی اجزا برای تکمیل آن است.
- پس از این، ارائه ویژگی ها و ویژگی های مدل کاربر پسند نیست و ساختار آشفته ای دارد.

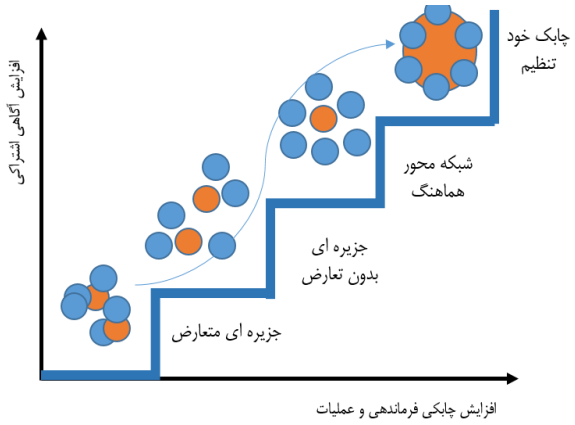
برای بهبود این کاستی ها، برخی از ابعاد در تحقیقات و مطالعات مرتبط از جمله حکمرانی، ارتباطات، هوشمندی، قابلیت همکاری، تحول سازمانی مورد تاکید قرار گرفته است که می‌توان آنها را به ابعاد مدل بلوغ اضافه کرد. علاوه بر این، مهم است که تعامل چهار رکن شامل افراد، فرآیند، ساختار و فناوری مورد توجه قرار گیرد. این یافته ها در جدول ۱ بیان شده است.

جدول ۵: متغیرهای افزوده حاصل از سایر پژوهش ها

منبع	ویژگیها و شاخصها
[14] [15]	تعامل پذیری
[16] [17]	تحول سازمانی
[13]	ستاد فرماندهی
[13] [18]	حاکمیت\
[18]	ارتباطات
[13] [17]	افراد، فرایندها، ساختار و فناوری

پس از افزودن ابعاد و ویژگی های شناسایی شده به مدل بلوغ پایه (مدل بلوغ ناتو **C2**)، سطوح، ابعاد و ویژگی های مدل بلوغ در دو جلسه گروه کانونی، مورد تحلیل و اعتبارسنجی قرارگرفت. مدل پیشنهادی در شکل ٤ ارائه شده است.

این مدل بلوغ در پنج سطح و با بیست متغیر وضعیتی طراحی گردید.



شکل (٤) سطوح مدل بلوغ فرماندهی و کنترل **[17]**

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

- سطح (۱) فرماندهی و کنترل جزیره ای- در این سطح عملیات های زیرمجموعه فرماندهی و کنترل واحدی پیروی نمی کنند. این عدم پیروی ناشی از تفویض اختیار نیست بلکه ناشی از عدم هماهنگی و وجود تعارض می باشد. توزیع اطلاعات گرچه پویا و ارگانیک (غیررسمی) است ولی سیستم منسجمی وجود ندارد. تعاملات در گرو نهادها بروکراتیک است و بدلیل تاثیر متقابل منفی ناشی از تعارض، کارایی این سطح از فرماندهی و کنترل پایین و اتلاف منابع دارد. این نوع فرماندهی و کنترل در ستاد بیشتر وظیفه محور عمل می کند تا نتیجه محور.

- سطح (۲) فرماندهی و کنترل جزیره ای بدون تعارض- در این سطح عملیات های زیرمجموعه فرماندهی و کنترل تدون تعارض و تداخل عمل می کنند. اما هنوز الگوهای تعاملی محدود و در سطوح فنی باقی می ماند. گرچه ستاد فرماندهی یکدرجه منسجم تر و بصورت بهبود یافته عمل می کند. ولی سیستم ها کماکان فاقد اتصال و یکپارچگی است. تصویر عملیاتی مشترک شکل نگرفته است. بنابراین ترجمه مقصود فرماندهی در قالب عملیات منسجم در سطح یگانها با کاستی مواجه است.

- سطح (۳) فرماندهی و کنترل شبکه محور- در این سطح عملیات های زیرمجموعه فرماندهی و کنترل بصورت شبکه محور و هماهنگ عمل می کنند. گرچه این مهم، مستلزم شکل گیری سیستم ها و زیرساختهای شبکه محوری است، اما هنوز الگوهای تعاملی محدود است. سیستم های اطلاعاتی بصورت یکپارچه شکل گرفته اند. منظور از یکپارچه به معنی متمرکز نیست بلکه مجموعه ای از سیستم ها که مکمل یکدیگر و در صورت نیاز در تعامل آنلاین/آفلاین با یکدیگرند. در این سطح، ستاد فرماندهی یکدرجه منسجم تر و بصورت متحد عمل می کند.

- سطح (٤) فرماندهی و کنترل مشارکتی- در این سطح عملیات های زیرمجموعه فرماندهی و کنترل یکپارچه عمل می کنند. الگوهای تعاملی وسیع و قوی است. ستاد فرماندهی هوشمندتر شده و بصورت تطبیق پذیر عمل می کند و این به مدد تکمیل زیرساخت شبکه محوری، ارتقای آگاهی موقعیتی با بهره گیری از سیستم های هوشمندی فرماندهی و داشبوردهای مربوطه و همچنین تواندسازی نیروها است. اما هنوز فرماندهی و کنترل متمرکز برقرار است و وابستگی ها میان عناصر فرماندهی و کنترل و عملیات قویتر از آن است که چابکی لازم جهت مواجهه با موقعیتهای خاص را فراهم سازد.

- سطح (۵) فرماندهی و کنترل چابک- این سطح ایده آل از بلوغ فرماندهی و کنترل است که در آن عملیات های زیرمجموعه فرماندهی و کنترل کاملا منسجم، چابک و متحول شده عمل می کنند. الگوهای تعاملی مبتنی بر خودتنظیمی مبتنی بر تصویر عملیاتی مشترک ادراک شده است. ستاد فرماندهی کاملا چابک و هوشمند پذیر عمل می کند. سطح بالایی از هوشمندسازی در فرایند تصمیم گیری، ادوات مورد استفاده در چرخه آگاهی وضعیتی و اقدام دیده می شود. این سطح از فرماندهی و کنترل، الزاما بدون بهره گیری از فناوریهای دیجیتال نوظهور مانند هوش مصنوعی و پردازش کلان داده، میسر نیست.

در جدول (٦) سطوح بلوغ و وضعیت هر سطح بر اساس معیارهای بیست گانه تشریح شده است.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

جدول ٦: سطوح و متغیرهای مدل فراگیر بلوغ فرماندهی و کنترل					
سطح ٥- چابک	**سطح ٤- مشارکتی**	**سطح ٣- شبکه محور**	**سطح ٢- بدون تعارض**	**سطح ١- جزیره ای**	**ویژگی ها و شاخص ها**
عملیات های متحول شده منسجم	عملیات های یکپارچه	عملیات های هماهنگ شده	عملیات های بدون تداخل	عملیات های مستقل و غیر متصل	قابلیتهای شبکه محوری
خودتنظیم و پویا	وجود فرایندهای مشارکتی و طرحهای اشتراک	وجود فرایندهای هماهنگ سازی و طرحهای اتصال	محدود به قیود مشخص	-	تفویض اختیار تصمیم گیری
نامحدود در صورت نیاز	وسیع	محدود و متمرکز	خیلی محدود و متمرکز	-	الگوهای تعامل میان موجودیتهای همکار
تمام اطلاعات مربوط و موجود در دسترس است	اطلاعات بیشتر در خصوص زمینه های و وظایف مشترک	اطلاعات بیشتر در خصوص زمینه های و وظایف هماهنگ شده	اطلاعات بیشتر در خصوص قیود و محدودیت ها	اطلاعات ارگانیک	توزیع اطلاعات
وظایف و اهداف عملیات	مختلط، عمدتا یگانهای وظیفه ای و تعدادی نهاد	مختلط، عمدتا نهادها و تعدادی یگانهای وظیفه ای	نهادهای سازمانی	نهادهای سازمانی	گره های تعاملی
کامل	زیاد	محدود	حداقلی	-	میزان اتصال بین خوشه ای
پویا	تقریبا پیوسته	دوره ای	گسسته	-	تکرار/تداوم
وسیع، عمیق و پویا	زیاد	محدود	لبه مرزی	-	میزان آگاهی اشتراکی
وسیع، عمیق و پویا	زیاد	محدود	-	-	تصویر عملیاتی مشترک
مجهز، توانمند و فهم مشترک	توانمند و فهم مشترک	توانمند شده	کلاسیک سازماندهی شده	کلاسیک	منابع انسانی
هم افزایی پویا	هم افزایی قابل توجه در عرصه های هماهنگ شده	اِم افزایی محدود	اجتناب از هزینه های تاثیر منفی متقابل	تاثیر متقابل منفی	اثربخشی
کارایی بسیار بالا	کارایی قابل توجه در عرصه های اشتراکی	کارایی محدود	بهینه سازی موردی مصرف منابع	غیر کارا–اتلاف منابع	کارایی
پیشدستی در طیف وسیعی از موقعیت ها	تقریبا به موقع و مداوم	کند، واکنشی و محدود در هماهنگی	آسیب پذیر ولی در شرایط خاص مستحکم	شکننده و آسیب پذیر	چابکی
تصمیم گیری پویا	تشخیص کامل موقعیت و اتخاذ رویکرد مناسب فرماندهی و کنترل	تشخیص نسبی موقعیت و اتخاذ رویکرد مناسب فرماندهی و کنترل	-	-	نیازمندیهای تصمیم گیری در خصوص رویکرد فرماندهی و کنترل
یکپارچه و خود تنظیم	سیستم های هوشمند	یکپارچه	جزیره ای با کمترین تعارض	جزیره ای	سیستم های اطلاعاتی
ستاد فرماندهی چابک	ستاد فرماندهی تطبیق پذیر	ستاد فرماندهی متحد	ستاد فرماندهی بهینه	ستاد فرماندهی وظیفه محور	ستاد فرماندهی
تعامل پذیری مفهومی و یکنواخت	تعامل پذیری یکپارچه و عملگرایانه پویا	تعامل پذیری عملگرایانه	تعامل پذیری موردی در سطوح فنی، معنایی و ترکیبی	مستقل و بدون تعامل	تعامل پذیری
عملیات متحول شده	عملیات یکپارچه	عملیات هماهنگ	عملیات بدون تداخل	عملیات گسسته	تحول سازمانی
روشنگر (>90%)	رهبر (70%-90%)	پایدار (55%-70%)	توانمند شده (40%-55%)	ضعیف (<40%)	فرماندهی
روشنگر (>90%)	رهبر (70%-90%)	پایدار (55%-70%)	توانمند شده (40%-55%)	ضعیف (<40%)	ارتباطات

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

۵. نتیجه گیری

فرماندهی و کنترل به عنوان یک مفهوم در بر گیرنده طیفی از برداشتهای موسع و محدود می باشد. در این پژوهش ما براساس تعریف فرماندهی و کنترل در موسسه **NIST** ، تعریفی مشخص و مربوط به فرماندهی و کنترل یگانهای عملیاتی در بخش نظامی و غیر نظامی را بر گزیدیدم. بنابراین علاوه بر نیروهای نظامی، بخشهای مدیریت بحران و یگانهای امداد و نجات، پلیس و مواردی از این دست نیز در دایره این مفهوم می گنجند.

توسعه و ارتقای فرماندهی و کنترل به مثابه سایر پدیده های سازمانی و مدیریتی می تواند از الگوی بلوغ قابلیتها استفاده نماید. چرا که ارتقای این موضوع امری صرفا تجهیزاتی نیست که بتوان با تامین تجهیزات به سطوح بالاتری از فرماندهی و کنترل دست یافت. بلکه ابعاد ساختار و سازمان رزم، قوانین و دستورالعمل ها، توانمندی منابع انسانی، سیستم های اطلاعاتی، تجهیزات و ادوات فرماندهی و عملیات تماما بر ارتقای فرماندهی و کنترل موثر است.

شماری از مدلهای بلوغ در حوزه فرماندهی و کنترل ارایه شده اند. با این حال این مدلها عمدتا ناکامل و از ابعاد محدودی به مبحث بلوغ فرماندهی و کنترل پرداخته اند. در این میان مدل فرماندهی و کنترل ناتو جامع تر می باشد که در این پژوهش بر اساس آن و با استفاده از مطالعات تطبیقی و تحلیل های گروه کانونی مدل فراگیر بلوغ فرماندهی و کنترل را پیشنهاد دادیم.

مدل پیشنهادی مشتمل بر ۵ سطح و ۲۰ متغیر وضعیتی می باشد که سعی شد به اختصار هر سطح از بلوغ توصیف شود. جدول زیر مقایسه ای بین مدل فراگیر و سایر مدلها ارایه می دهد.

عنوان مدل	سطوح	تعداد متغیر
مدل بلوغ فراگیر	۵	۲۰ متغیر
مدل بلوغ **NATO**	۵	۱۰ متغیر
مدل بلوغ **ICCCs**	٦	۳ بعد
مدل بلوغ **HQMM**	۵	۵ متغیر
مدل بلوغ **CIMM**	۵	۳ متغیر

گرچه در این پژوهش، استخراج یک مدل فراگیر بلوغ در فرماندهی و کنترل مدنظر قرار گرفت، با این وجود، در تحقیقات آتی می توان محورهای زیر را جهت تکمیل این مدل مورد پژوهش قرار داد:

طراحی قواعد نحوه سنجش هر یک از متغیرها، چک لیستها و سنجه های هر متغیر

استفاده در عمل و سنجش سطح بلوغ فرماندهی و کنترل در نهادهای مختلف

طراحی و توسعه مدلهای بلوغ زیرمجموعه در هر یک از ابعاد پرسنلی، ساختار و سازمان، سیستم ها، ادوات، فناوریها بطور تفصیلی

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

۵. مراجع

[۱] Mohtarami" , Amir. "Investigating the relationship between information technology and innovation capability of economies: towards a virtual national innovation system "،*International Journal of Technological Learning, Innovation and Development* ،9(3) ،pp. 230-249 ،2017 .

[۲] Poeppelbuss, J. M." What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process "، *ResaecheGate* ،2011 .

[۳] Santos, J. a. R. M." An Industry 4.0 maturity model proposal "،*Journal of Manufacturing Technology Management* ، 5(31) ،pp. 1023-1043 ،2020 .

[٤] NIST, " SP 800-59 from DoD JP 1-02.", 2008.

[٥] Richards, C." Boyd's OODA Loop "،*Necesse 2020* ،5(1) pp. 142-165 ،2020.

[٦] Modrák" ،Development of an organizational maturity model in terms of mass customization"،*Industry 4.0 for SMEs: Challenges, Opportunities and Requirements* ،2020 ،pp. 215-250..

[۷] Bumann, P.M. "Action fields of digital transformation–a review and comparative analysis of digital transformation maturity models and frameworks. Digitalisierung und andere Innovationsformen im Management "،*Innovation und Unternehmertum* ،Vol 2 ،pp. 13-40, 2019.

[۸] R. Wendler" ،Development of the organizational agility maturity model"*Federated conference on computer science and information systems*, 2014 .

[۹] L. D. Rafael" ،An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies "،*Technological forecasting and social change* ،*59(1)* ،pp. 120-203, 2020.

[۱۰] Wendler, R." The maturity of maturity model research: A systematic mapping study." Information and software technology "، 12(54) ،pp. 1317-1339, 2012.

[۱۱] E. a. S. T. Fabbro" ،Project management maturity models: Literature review and new developments "،*The Journal of Modern Project Management*, 8(3), 2021.

[۱۲] Akbar, M.A.," SRCMIMM: the software requirements change management and implementation maturity model in the domain of global software development industry "،*Information Technology and Management* ،3(24) ،pp. 195-219, 2023.

[۱۳] K. Muszyńska" ،Communication maturity model for organizations realizing EU projects, "*22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems* ،2018 .

[۱٤] J. M. W. a. K. W. Jöhnk"" ،Ready or not, AI comes—an interview study of organizational AI readiness factors " ".*Business & Information Systems Engineering* ، Vol 63 ، pp. 5-20 ،2021.

[۱٥] D. S. a. e. Alberts ،NATO NEC C2 maturity model ،CCRP Publication Series.,2010.

[۱٦] C. a. D. C. The Development"Future of Command and Control "،UK Ministry of Defence (MOD) 2017.

[۱۷] T. a. J. R. Clark" ،Organizational Interoperability Maturity Model for C2 "،" Defence Science and Technology Organization ،Canberra ،2011.

[۱۸] A. a. e. Tolk" ،Supporting Network Enabled Capability by extending the Levels of

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]

Conceptual Interoperability Model to an interoperability maturity model "،*The Journal of Defense Modeling & Simulation* ،, 10(2) ,pp145-16, 2013.

[۱۹] J. a. e. Moffat" ،Achieving Agile C2 by Adopting Higher Levels of C2 Maturity "17*th ICCRTS: Operationalizing C2 Agility*, 2012.

[۲۰] H. L. T. Z. L .& .J. T. Chen" ،Function analysis of Command and control system in intelligent war "،*Journal of Physics: Conference Series* ، 16(1) ،pp. 21-47 ،2020 .

[۲۱] MoHUA, " Integrated Command and Control Center: Maturity Assessment Framework and Toolkit "،,Ministry of Housing & Urban Affairs ،India ،.2018.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2025-08-02]