

ارائه یک مدل ادغام اطلاعات جهت تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک در سطح حسگر

محمد ثابتیان^۱، حمید دهقانی^۲، حمید وحدتی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۸

چکیده:

عملیات نظامی در محیطی اطلاعاتی اجرا می‌شود که به‌طور فزاینده‌ای با طیف الکترومغناطیس درهم آمیخته و پیچیدگی خاصی پیدا می‌کند. در عرصه جنگ الکترونیک، نگاه منسجم و یکپارچه به فضای طیف الکترومغناطیس، به‌کارگیری و ادغام اطلاعات حسگرهای مختلف در شناسایی و ره‌گیری اهداف امری ضروری است. مدل‌های ادغام اطلاعات می‌توانند پاسخگوی این نیازها باشند. ازجمله کاربردهای ادغام اطلاعات می‌توان به کاهش خطا، دستیابی به تخمین بهتر از محیط، کاهش عدم قطعیت، پاسخ‌گویی به ابهامات و حل پیچیدگی‌های موجود و پیش‌رو اشاره نمود. در طی دهه‌های اخیر مدل‌های زیادی جهت ادغام داده ارائه شده است. مدلی پرکاربردی چون مدل JDL که ابتدا توسط گروه ادغام داده مدیران مشترک آزمایشگاه‌های وزارت دفاع آمریکا ارائه شد با گسترش نگاه و نیازمندی‌های جدید، در طی سال‌های بعد مسیر گسترش و تعمیم و اصلاح گرفته است. در جاهایی که محدودیت منابع وجود دارد، تحقق اهداف اطلاعاتی با تخصیص بهینه منابع بسیار حائز اهمیت است اما چگونه می‌توان تحقق این اهداف و تخصیص منابع را در مدل مدیریت نمود. برای انتخاب مدل مناسب، ابتدا مدل‌ها و دلایل اصلاح و تعمیم آن‌ها موردبررسی قرار می‌گیرد. در عرصه فناوری اطلاعات نیز این چالش مطرح بوده و گام‌های بزرگی با بهره‌گیری از رویکرد اهداف کنترلی (کیبت) در تحقق اهداف مدنظر با تخصیص بهینه منابع برداشته شده است لذا با توجه به پیش‌گام بودن آن‌ها، این رویکرد بر اساس نیازمندی‌های اساسی جنگ الکترونیک در تخصیص بهینه منابع مورد بازنویسی قرار گرفته و در مدل پیشنهادی به‌کارگیری گردیده است. در این مقاله با توجه به سازگاری مدل JDL تعمیم‌یافته با به‌کارگیری رویکرد اهداف کنترلی، این رویکرد به مدل افزوده و با بهره‌گیری از ترکیب آن‌ها یک مدل ادغام اطلاعات جهت تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک در سطح حسگر پیشنهاد می‌گردد. در بخش پایانی مقاله نیز ضمن پیاده‌سازی یک صحنه نبرد به مقایسه این مدل با سایر مدل‌ها پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ادغام اطلاعات - الگوی اهداف کنترلی - تخصیص بهینه منابع - جنگ الکترونیک - مدل JDL

^۱ دانشجوی دکتری جنگ الکترونیک دانشگاه امام حسین (ع) sabetian@gmail.com

^۲ دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر hamid_deh@yahoo.com

^۳ دکتری مخابرات دانشگاه امیرکبیر vahdati@aut.ac.ir

۱. مقدمه

عملیات نظامی در محیطی اطلاعاتی اجرا می‌شود که به‌طور فزاینده‌ای با طیف الکترومغناطیس درهم‌آمیخته و پیچیدگی خاصی پیدا می‌کند. جنگ الکترونیک با استفاده از روش‌ها و فنون حمله‌ای و دفاعی، در موفقیت عملیات اطلاعاتی مشارکت داشته و ترکیبی از شکل‌دهی (تغییر مؤلفه‌های یک سامانه)، اخلال و بهره‌برداری مناسب از طیف الکترومغناطیس دشمن را (هم‌زمان با حفظ کارایی سامانه‌های الکترونیکی خودی) در دستور کار خود قرار می‌دهد. جستجو، شناسایی، ره‌گیری، موقعیت‌یابی از مهم‌ترین فعالیت‌ها محسوب می‌شوند. این کار توسط حسگرهای مختلف جنگ الکترونیک صورت می‌پذیرد. حسگرهای مختلف جنگ الکترونیک با به‌کارگیری تکنیک‌های مختلف و با توجه به ارتباطات دشمن قابلیت‌ها و ویژگی‌های اهداف، اقدام به جمع‌آوری اطلاعات (از طرق مختلف) از دشمن می‌نمایند.

مهم‌ترین مسئله که سایر مسائل آن را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد، موضوع عدم قطعیت است. نحوه شناسایی و ره‌گیری دشمن چالش‌برانگیز است. دومین عنصر مهم عملکرد بهنگام و جلوگیری از غافلگیری است. به‌طور نظری، می‌توانیم همیشه عدم قطعیت را با کسب آگاهی بیشتر از وضعیت کاهش دهیم. نکته اساسی آن است که از دست دادن زمان باعث غافلگیری می‌شود. عنصر مهم اثرگذار دیگر، نحوه تخصیص منابع حسگری جنگ الکترونیک است. تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک در روش بکار گرفته‌شده ضروری است و با در نظر گرفتن منابع می‌بایست عدم قطعیت را در شناسایی و ره‌گیری دشمن کاهش داد و با عملکرد بهنگام دچار غافلگیری نشویم.

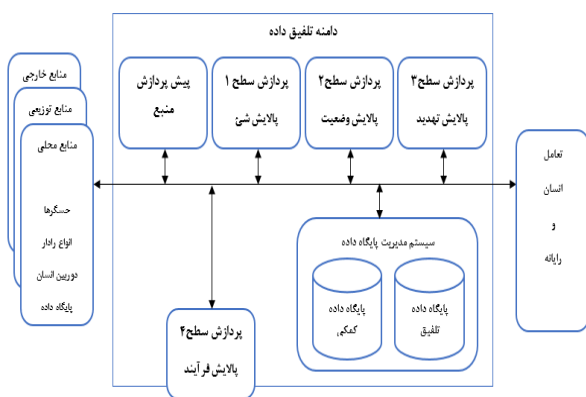
مدل‌ها زیادی جهت ادغام داده ارائه‌شده که موردبررسی قرارگرفته که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. باوجود اهمیت تحقق اهداف اطلاعاتی با تخصیص بهینه منابع، فرایند کاملی برای مدیریت و کنترل آن در مدل‌ها دیده نشده است. در برخی از مدل‌های توسعه‌یافته به مدیریت منابع و مأموریت اشاره گردیده اما راهکاری برای حل مسئله بیان‌نشده است. با توجه به این نیازمندی در مدل پیشنهادی سازوکار تحقق اهداف عملیاتی با تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک قرارگرفته شده است. این کار با به‌کارگیری الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک در مدل ادغام اطلاعات مناسب برای تخصیص بهینه منابع صورت می‌پذیرد. در گام دوم با توجه به نیازمندی‌های جنگ الکترونیک به اثربخشی، کاهش عدم قطعیت و عملکرد بهنگام در جلوگیری از غافلگیری این معیارهای اطلاعاتی در چارچوب مدل لحاظ گردیده است.

۲. بررسی مدل‌های مختلف ادغام اطلاعات

در سال ۱۹۸۷ تعریف ادغام توسط گروه ادغام داده JDL بدین‌صورت ارائه شد "فرایندی چند سطحی که به‌صورت خودکار بر آشکارسازی، رده‌بندی، انجمن، همبستگی و ترکیب داده‌ها و اطلاعات یک یا چند منبع به‌منظور پالایش مکان، تخمین هویت، سنجش کامل و به‌موقع وضعیت‌ها و تهدیدها و میزان اهمیت آن‌ها دلالت دارد. این فرایند، تخمین‌ها و سنجش‌های به‌دست‌آمده را پیوسته پالایش نموده و با ارزیابی دائم آن‌ها، به‌منظور بهبود نتایج، نیاز به منابع اضافی و اصلاح خود فرایندها را مشخص می‌کند" [1].

در طی دهه‌های اخیر روش‌های زیادی جهت ادغام اطلاعات ارائه‌شده است. در دهه ۱۹۸۰ مدل‌های

به یک بازنمایی پالایش شده از اهداف ارائه می دهد. پردازش سطح ۲ (پالایش وضعیت) با استفاده از دانش پیشین و اطلاعات محیطی توصیفی از روابط جاری بین اشیاء و رویدادها در محیط آن ها ارائه می دهد. پردازش سطح ۳ (پالایش تهدید) موقعیت جاری را به آینده تصویر می کند تا استنتاج ها درباره تهدیدهای دشمن، آسیب پذیری های خودی و دشمن، و فرصت های عملیاتی را ترسیم کند. پردازش سطح ۴ (پالایش فرایند) ممکن است به عنوان یک فرا پردازش (فرایند نظارتی) در نظر گرفته شود. مدیریت داده، گسترده ترین تابع پشتیبان مورد نیاز برای پشتیبانی فرایند ترکیب داده، مدیریت پایگاه داده است. [1, 3].



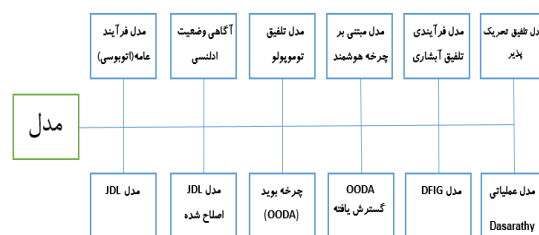
شکل (۲): مدل ادغام داده JDL

۲-۲. مدل ادغام داده بصری

در سال ۱۹۹۸ توسط Karakowski به عنوان یک توسعه از مدل JDL، با اضافه شدن نقش انسانی، ارائه شد. این مدل برخی ضعف های مدل های پیشین را مورد توجه قرار داده است و مهم ترین مزایای آن به شرح زیر می باشند:

بیشینه کردن اطلاعات وابسته با کمترین نمایش داده ها. قابلیت های سیستم ادغام اطلاعات را به گونه ای سازمان دهی می کند که برای استفاده هر سطح از

Boyd Control Loop، Intelligence Cycle و Joint Directors of Laboratories ارائه شدند و در دهه ۱۹۹۰ روش های ادغام داده Waterfall، Dasarathy، Visual Data-Fusion، Omnibus و Endsley ارائه شدند. برخی از مدل ها همانند OODA و JDL طی سال های بعد مسیر گسترش و تعمیم و اصلاح گرفته اند [2]. برخی از این روش ها در ادامه ارائه شده اند:



شکل (۱): مدل های ادغام اطلاعات

پس از بررسی مدل های مختلف، چارچوب اولیه مدل JDL توسعه یافته برای افزودن رویکرد اهداف کنترلی جنگ الکترونیک انتخاب گردید لذا در ادامه مقاله اشاره ای به توسعه های مدل JDL شده است.

۲-۱. مدل ادغام داده JDL

مدل اصلی JDL DF توسط گروه ادغام داده وزارت دفاع آمریکا طراحی شده است. این مدل به منظور تسهیل ارتباطات، هماهنگی و مشارکت در ارتباطات گوناگون ادغام داده برای شناسایی و حل مشکلات ادغام داده و اینکه کدام ادغام داده می تواند به کار گرفته شود، مورد استفاده قرار می گیرد در این مدل پیش پردازش منبع، پردازش اولیه داده ها را به فرایندهای مناسب تخصیص داده (پیش غربال سازی داده ها) انجام می دهد. پردازش سطح ۱ (پالایش شیء) اطلاعات مکانی، پارامتری و هویتی را به منظور دستیابی

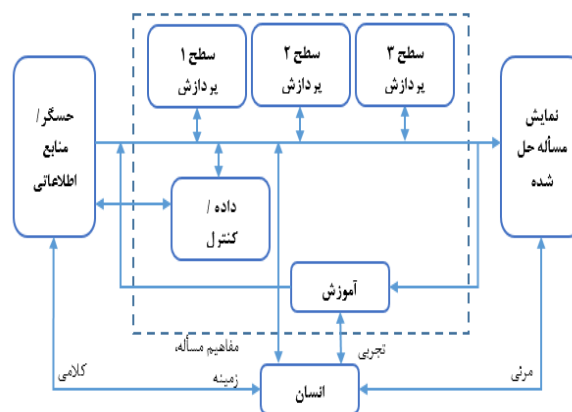
(ارزیابی مورد)، سطح ۲ (ارزیابی وضعیت)، سطح ۳ (ارزیابی اثرات)، سطح ۴ (پالایش فرایند) سطح ۵ سطح ترکیبی اشاره شده به دو گروه فرایند ادغام سطح پائین (سطوح صفر و ۱) و فرایند ادغام سطح بالا (سطوح ۲ تا ۴) تقسیم شده‌اند. جدول ۱ یک توصیف عمومی از این مفاهیم را ارائه می‌دهد. باید توجه داشت که این سطوح بر اساس نوع فرایند تخمین که به نوع موجودیت تخمین زده شده مربوط است، از هم متمایز می‌شوند [4, 5].

جدول (۱): توصیف‌های سطوح بازنگری شده ادغام داده

سطح ادغام داده	فرایند تجمیع	فرایند تخمین	موجودیت تخمین زده شده
سطح صفر (ارزیابی داده زیر موضوعی)	واگذاری	تشخیص	سیگنال
سطح ۱ (ارزیابی شیء)		تخصیص	شیء فیزیکی
سطح ۲ (ارزیابی موقعیت)	تجمیع	رابطه	تجمیع (وضعیت)
سطح ۳ (ارزیابی تأثیر)		Plan Interaction	تأثیر (وضعیت، طرح‌های داده شده)
سطح ۴ (پالایش فرایند)	برنامه ریزی	کنترل	اقدام

در شکل ۳ این مدل بازبینی شده که شامل معرفی یک سطح صفر به مدل اصلی می‌شود، نشان داده شده است. همچنین، تمایز بین سطوح پردازشی مدل JDL و چگونگی جریان داده‌ها و اطلاعات بین آن‌ها نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.

کاربران قابل استفاده بوده و درعین حال قادر به حل مشکلات پیچیده و غیرطبیعی باشد. در این مدل یک سیستم برطرف‌کننده مشکل مرتبط با احتیاجات کاربران و متناسب با ادراک شخصی آنان از وضعیت وجود دارد. مدل ادغام داده بصری مقدمات زیر را در بردارد: انسان در بخش مرکزی فرایند ادغام داده قرار دارد و به عنوان بخش حل مشکلات عمل می‌کند. اطلاعات استخراج شده از فرایند ادغام که در ابتدا توسط انسان مشاهده شده است جهت کمک به او برای درک بیشتر و حل مسائل مورد استفاده قرار می‌گیرد. از تصویرسازی برای کمک به ادراک کاربر و نیز کمینه سازی دیتای مورد نیاز کاربر برای حل مشکلات استفاده می‌شود [4].

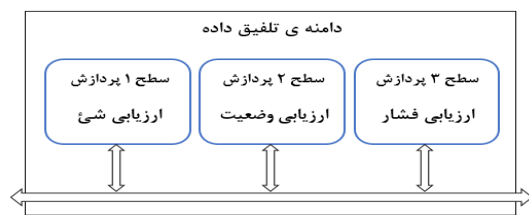


شکل (۳): مدل ادغام داده بصری

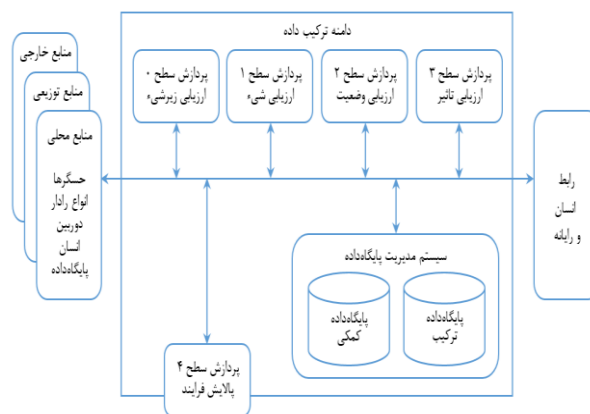
۲-۳. اولین بازبینی مدل JDL

اولین بازبینی مدل JDL توسط Steinberg و همکارانش در سال ۱۹۹۸ با بازنویسی مفاهیم و تعاریف اساسی ادغام داده صورت گرفت. آن‌ها مفاهیم ادغام داده را بخصوص در حوزه مسائل نظامی به منظور یافتن یک متد استاندارد مورد بررسی قراردادند و سطوح زیر را در مدل اصلی JDL DF تعریف کردند: سطح ۰ (ارزیابی دیتای زیر موضوعی)، سطح ۱

سطح ۲: شناسایی ارتباط بین این اشیاء، سطح ۳: شناسایی اثرات این ارتباطات بین این اشیاء [2, 7, 8].

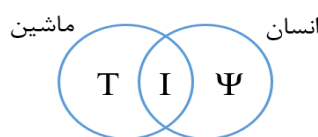


شکل (۶): مدل ادغام λ JDL داده



شکل (۴): اولین بازبینی مدل JDL

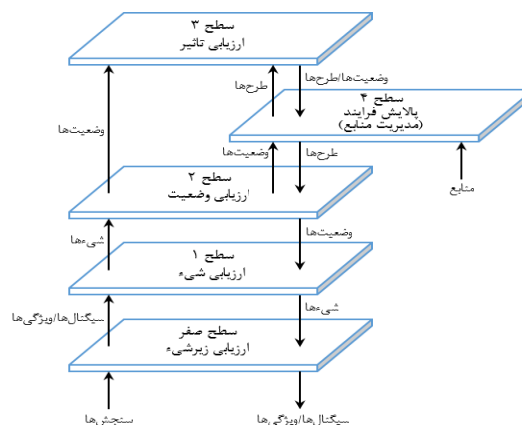
یکی از مزیت‌های مدل ادغام داده λ JDL این است که می‌تواند بر جنبه‌های متفاوتی از مسئله ادغام داده اعمال شود. از آنجایی که این مدل برای فرایند ادغام داده به کار رفته و مستلزم وجود انسان و ماشین است، در نتیجه سه نوع فرایند متمایز در این مدل وارد می‌شوند: فرایندهای روان‌شناختی (Ψ) مربوط به انسان، فرایندهای مبتنی بر فناوری (T) مخصوص ماشین‌ها و فرایندهای اجتماع^۱ (I) که تعامل بین فرایندهای روان‌شناختی و فناوری را تسهیل می‌بخشند. شکل ۷ این فرایندها و ارتباط آن‌ها با همدیگر را نشان می‌دهد.



شکل (۷): فرایندهای ادغام انسان و ماشین

وقتی که ادغام‌های متفاوتی از این فرایندها در نظر گرفته می‌شوند، تفسیرهای متفاوتی از مدل λ JDL به دست می‌آیند. جدول ۲ نماینده ماتریسی است که در آن سطرها سه مؤلفه مدل λ JDL و ستون‌ها سه نوع فرایندی هستند که در شکل ۷ نشان داده شدند. پنج

از دیدگاه سیستم‌های ادغام سطح بالا، مزیت مدل JDL اصلاح‌شده استفاده از ادغام در هر دو سطوح پایین‌تر و بالاتر است. محصول ادغام سطح پایین شامل ارزیابی زیر موضوعی، ارزیابی شیء و پالایش آن‌ها است؛ درحالی‌که محصول ادغام سطح بالا شامل ارزیابی وضعیت، ارزیابی تأثیر و پالایش آن‌ها می‌باشد [6].



شکل (۵): جریان داده‌ها و اطلاعات مدل

۴-۲. مدل ادغام داده λ JDL

این مدل که در شکل ۵ نشان داده شده است، مدل تجدیدنظر شده JDL DF است و دارای سطح‌های زیر است: سطح ۱: شناسایی و تمایز اشیاء از خواصشان،

تفسیر از مدل λJDL در این جدول مشخص هستند [2, 7].

جدول (۲): تفسیرهای مدل λJDL

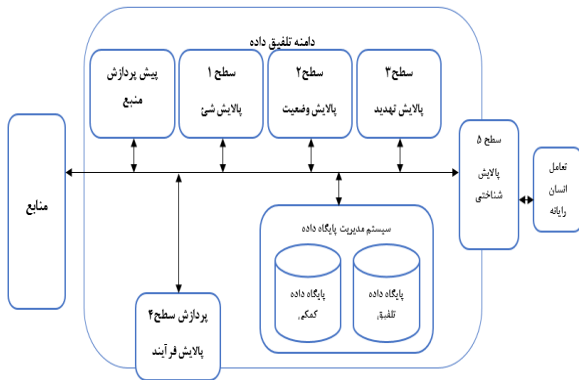
	اجتماع	روان شناختی	فناوری
ادغام داده سیستم	ادغام داده واسط	ادغام داده ذهنی	ادغام داده ماشینی
شیء		ادغام داده حسگری	
وضعیت			
تأثیر			

۲-۵. مدل پالایش شناختی

نمایش اطلاعات و رابطه متقابل انسان و کامپیوتر (HCI) برای بیشتر سامانه‌های ادغام داده بسیار مهم هستند. محققان به این نتیجه رسیده‌اند که HCI تأثیر قابل توجهی بر کارایی و سودمندی سامانه‌های ادغام داده دارد [9]. با ارائه سطوح صفر تا ۴ در مدل JDL مشخص شد که کاربر دارای نقش مهمی در پالایش تخمین‌های شیء، وضعیت، تأثیر یا حسگر دارد و نوعی وابستگی و ارتباط با مأموریت موردنظر دارد. کاربر دارای سه عنصر تحلیلی یا پالایشی است:

- فیزیکی: وظایفی از قبیل واردکردن تخمین‌های پیشین، پرس و جوی نتایج و دست‌کاری داده‌ها.
- شناختی: عملیات ذهنی برای استدلال معانی، به کار بردن تجارب و تغییر دادن نتایج بر اساس مفهوم.
- اطلاعات: توزیع و ارتباط داده‌ها از طریق گزارش‌ها و تحلیل‌ها [10].

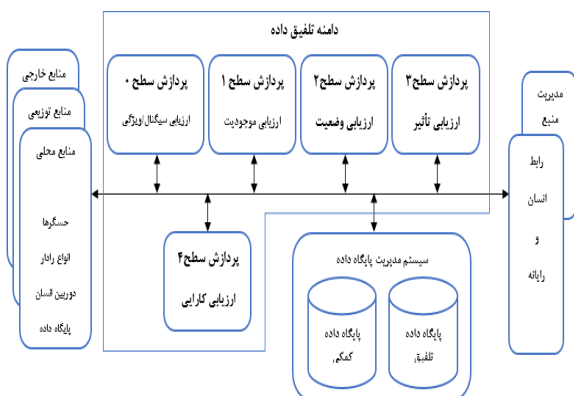
مفهوم پردازش سطح ۵ یا پالایش شناختی ۱ اولین بار توسط Hall و همکارانش در سال ۲۰۰۰ پیشنهاد شد تا به‌طور صریح با توابع مرتبط با HCI سروکار داشته باشد [11]. به عقیده آن‌ها باید گلوگاه HCI را که به این واقعیت اشاره دارد که داده‌های حسگر باند پهن از طریق یک کانال باریک ادغام می‌شوند، از میان برداریم [12].



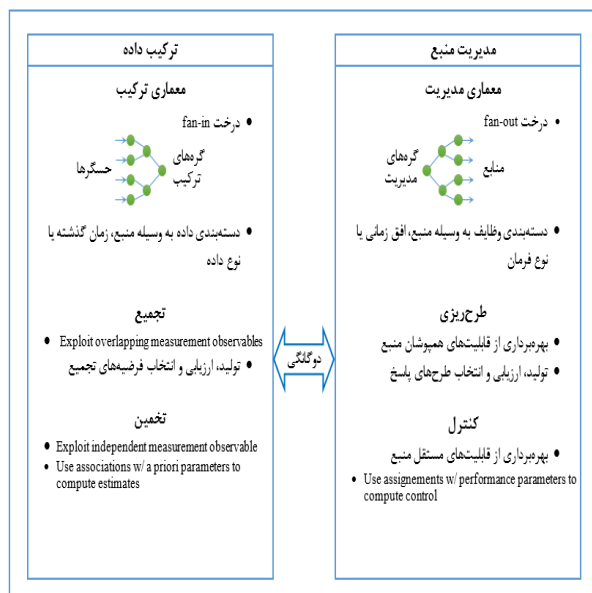
شکل (۸): مدل پالایش شناختی

۲-۶. دومین بازیابی مدل JDL

آقایان Steinberg و Bowman در سال ۲۰۰۴ اصلاحیه دیگری برای مدل JDL ارائه کردند. این اصلاحیه شامل یک بازیابی دوباره ساختار سطوح مدل JDL است.



شکل (۹): دومین بازیابی مدل JDL



شکل (۱۰): مفاهیم کلیدی دوگانگی ادغام داده و مدیریت منابع

جدول (۳): سطوح پردازشی دوگانه ادغام داده و مدیریت منابع

سطح	سطح ترکیب داده	سطح مدیریت منبع
۰	ارزیابی سیگنال/ویژگی: تخمین حالت‌های سیگنال/ویژگی	مدیریت سیگنال: مدیریت emission/observable های منبع
۱	ارزیابی موجودیت: تخمین حالت‌های مستقیم موجودیت	مدیریت پاسخ منبع: مدیریت منابع اختصاصی
۲	ارزیابی وضعیت: تخمین حالت‌های رابطه‌ای/وضعیتی موجودیت	مدیریت رابطه منابع: مدیریت روابط منبع
۳	ارزیابی تاثیر: تخمین اثر حالت‌های ترکیب شده بر اهداف ماموریت	مدیریت هدف ماموریت: مدیریت اهداف ماموریت
۴	ارزیابی کارایی: تخمین حالت‌های MOE/MOP	مدیریت طراحی: مدیریت مهندسی سیستم و پیکربندی عملیاتی

سطوح ادغام داده به یک مجموعه سطوح دوگانه مدیریت منابع (توابعی برای مدیریت سیگنال و امضا، مدیریت منابع منفرد، مدیریت منابع هماهنگ، مدیریت هدف و مهندسی سیستم) که به تازگی معرفی شده است، توسعه یافته‌اند. بر اساس موجودیت‌های موردنظر کاربران، اصلاح تعاریف برای سطوح عملکردی ۱ ادغام داده به شرح زیر پیشنهاد شدند:

در مدل بازبینی‌شده، سطح ۴ (پالایش فرایند) به نحوی گروه‌بندی شده است که در سطوح مدیریت منبع قرار گیرد درحالی‌که در متد سطح ۵ پیشنهادی، به‌عنوان عنصری از مدیریت آگاهی درون مدیریت منبع طبقه‌بندی شده است [13].

۲-۷. سطوح متناظر مدیریت منابع

تابع پالایش فرایند (سطح ۴ در نسخه‌های اولیه مدل JDL) بخشی از تابع مدیریت منابع است. همان‌طور که یک دوگانگی بین تخمین و کنترل وجود دارد، یک دوگانگی دیگر نیز بین ادغام داده و مدیریت منابع وجود دارد که دوگانگی بین تجمیع و طرح‌ریزی را شامل می‌شود. دوگانگی بین ادغام داده و مدیریت منابع در شکل ۱۰ به صورت خلاصه وار بیان شده است. باوجود طبیعت دوگانگی ادغام داده و مدیریت منابع، می‌توان یک دوگانگی متناظر در سطوح عملکردی را انتظار داشت. سطوح پردازشی مدیریت منبع بر مبنای منابع موردنظر کاربر هستند. سطوح دوگان ادغام داده و مدیریت منابع در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

۸-۲. مدل JDL-User

نمایش اطلاعات و رابطه متقابل انسان و کامپیوتر برای بیشتر سامانه‌های ادغام داده بسیار مهم است. در یک کار دیگر Blasch and Plano، سطح ۵ (پالایش کاربر به عنوان عنصری از مدیریت آگاهی) را باهدف پشتیبانی از حجم کار بالا، توجه و آگاهی وضعیت معرفی کردند. به علاوه مدل JDL-user که در شکل زیر نشان داده شده است به منظور بسط مدل JDL-DF توسط آن‌ها پیشنهاد شد [12, 15].

سطح ۵ می‌خواهد تا آگاهی وضعیتی شناختی را که شامل روش‌های بازنمایی دانش و استدلال است، در نظر بگیرد. کاربر، یک سیستم ادغام تعریف می‌کند؛ بدون کاربر، نیازی برای فراهم کردن ادغام داده چند حسگری وجود ندارد. کاربر، یک نقش تعریف شده با اهداف و مأموریت‌های مشخص دارد. انجمن ادغام اطلاعات نوعاً با طراحی کاربران خارج از سیستم، از نقش آن‌ها چشم‌پوشی کرده است. به هر حال، پس از سال‌ها بحث و تبادل نظر، تأثیرات کاربر بر طراحی سیستم ادغام توسط Erik Blasch به صورت زیر درخواست شدند:

سطح صفر: تعیین می‌کند چه داده‌ای و چه مقدار داده جمع‌آوری شوند. سطح ۱: اولویت هدف و چشم‌انداز را، تعیین می‌کند. سطح ۲: مفهوم سناریو و نقش کاربر را درک می‌کند. سطح ۳: چيستی تهدید و نیت دشمن را تعریف می‌کند. سطح ۴: تعیین می‌کند که کدام حسگرها آرایش گیرند و فعال شوند. سودمندی اطلاعات را ارزیابی می‌کند. سطح ۵: کنترل‌های واسط کاربری را طراحی می‌کند.

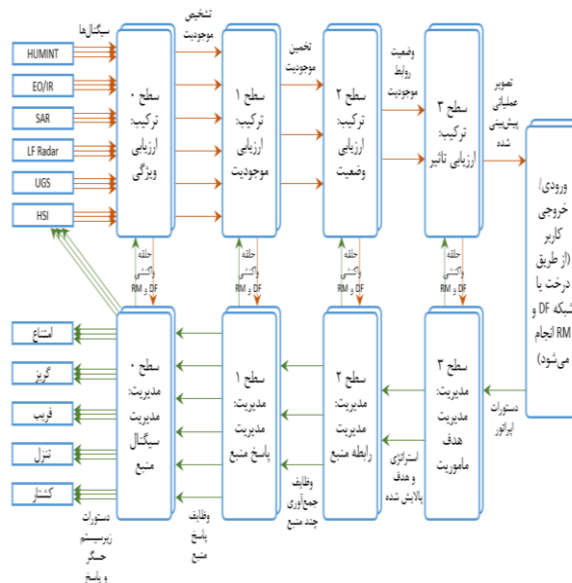
توسعه یک چارچوب برای پالایش کاربر، مستلزم معنانشناسی یا اقدامات واسط است که به سیستم اجازه هماهنگی با کاربر را می‌دهد. یک کاربر، داده‌ها و

مفاهیم دوگانگی که در تعریف سطوح مدیریت منابع استفاده شدند، در جدول ۴ به صورت خلاصه بیان شده‌اند.

جدول (۴): مفاهیم دوگانه ادغام داده و مدیریت منابع

ادغام داده	مدیریت منابع
ادغام	مدیریت
داده	منبع
تجمع	طرح
تخمین	کنترل
حالت موجودیت	حالت پاسخ
پیش‌بینی	برپا کردن (establish)
تأثیر	هدف

سیستم‌های ادغام داده و مدیریت منبع می‌توانند با استفاده از یک شبکه از گره‌های ادغام و مدیریت تعامل کننده، پیاده‌سازی شوند. شکل ۱۱ یک جریان پردازشی ترتیبی بین سطوح ادغام داده و مدیریت داده را نمایش داده است [14].



شکل (۱۱): شبکه چند سطحی ساده ادغام داده و مدیریت منابع

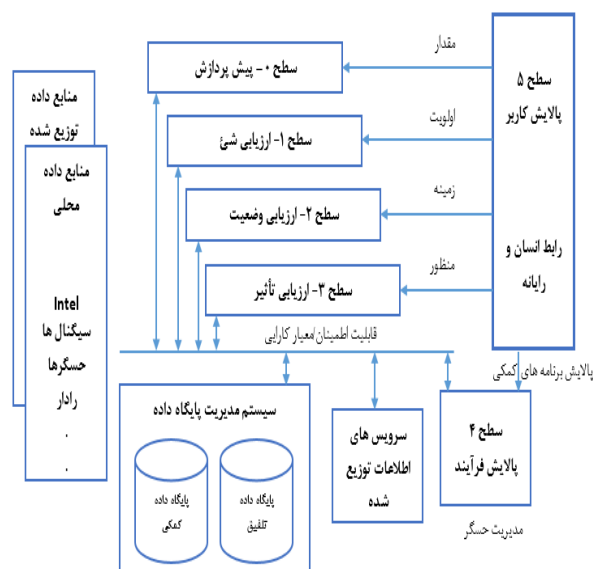
تلاش شده است. تعریف سطوح در این مدل به شکل زیر است:

سطح ۰ (ارزیابی دیتا)، سطح ۱ (ارزیابی مورد)، سطح ۲ (ارزیابی موقعیت)، سطح ۳ (ارزیابی اثر)، سطح ۴ (پالایش فرایند)، سطح ۵ (پالایش کاربر): یک عنصر مدیریت آگاهی دارای سازگاری در تعیین سطح کاربر و دسترسی به اطلاعات و همچنین سازگاری در بازیابی و نمایش دیتا به منظور عملیات تصمیم‌گیری و انجام اقدام لازم. سطح ۶ (مدیریت مأموریت): یک عنصر مدیریت **platform** که دارای سازگاری در کنترل فضایی و زمانی، **route planning** و تعیین هدف است و جهت پشتیبانی گروه عملیاتی در خصوص تصمیم‌گیری و انجام اقدامات لازم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل **DFIG** بر اساس تفاوت طیفی، زمانی و مکانی دریافت شده، توابع کنترلی از هم متمایز می‌شوند؛ نیازمندی‌های طیفی بر اساس نوع حسگرهای به کاررفته مشخص می‌شوند. نیازمندی‌های زمانی بر اساس نیاز کاربر به اطلاعات به هنگام جهت انجام اقدام مناسب و در نهایت نیازمندی‌های مکانی مبتنی بر اهداف مأموریت هستند. مدل **DFIG** ساختار مدل **JDL** اصلی را با تأکید بر عناصر ادغام اطلاعات سطح بالا حفظ کرده است [17, 18]. در مدل **DFIG**، هدف، جدا کردن توابع ادغام داده و مدیریت منابع، با پررنگ‌تر کردن حضور کاربر است. انسان‌ها مشاهده‌کننده‌هایی فعال با قابلیت استدلال روی اطلاعات زمینه‌ای هستند. توابع مدیریت منابع برای دستیابی به اهداف مأموریت به بخش‌های کنترل فرایند ادغام (سطح ۴)، انتخاب کاربری که حس‌سازی و تحلیل را انجام می‌دهد یا همان پالایش کاربر (سطح ۵) و جاگذاری پلتفرم یا جمع‌آوری منابع (سطح ۶) تقسیم‌بندی شده است [19].

اطلاعات را روی زمان و فضا ادغام کرده و از طریق مدل ذهنی (چه در مغز و چه با ابزارها و روش‌ها و نمایش‌های گرافیکی) اقدام می‌کند. سیستم ادغام اطلاعات درواقع توسعه‌ای از قابلیت‌های حسی کاربر است؛ تعاملات کارآمد و مؤثر بین سیستم ادغام و کاربر، باید بیشتر از این تعاملات با بخش‌های جداگانه باشد [16].

با این وجود، باید توجه داشت که جای دادن سطح ۵ در مدل **JDL** هنوز به استفاده عمومی و تأیید انجمن ادغام داده نرسیده است [12].

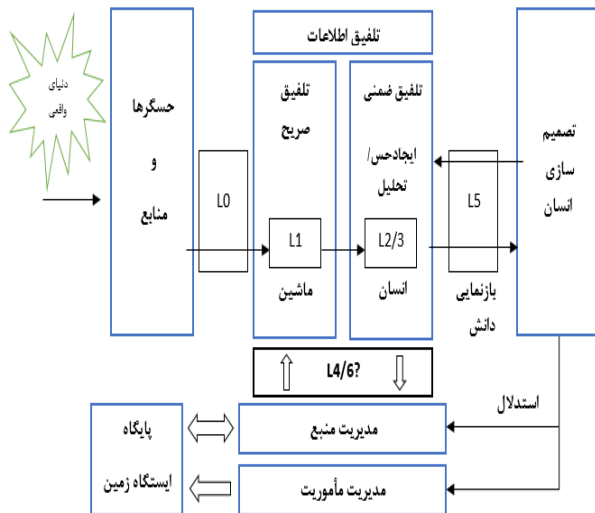
سطوح تعریف‌شده در این مدل به شرح زیر هستند که در شکل ۱۲ نشان داده شده‌اند:



شکل (۱۲): مدل JDL-User

۹-۲. مدل DFIG

مدل بازیابی‌شده دیگر که در شکل زیر نشان داده شده است توسط **DFIG (Data Fusion Information Group)** ارائه شده است. در این متد در راستای جداسازی ادغام داده‌ها و توابع مدیریتی



شکل (۱۳): مدل DFIG

آنچه می توان در ادامه توسعه مدل JDL و به عنوان یک مدل جدید مطرح نمود داشتن الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک در مدل ادغام اطلاعات برای تخصیص بهینه منابع باهدف کاهش عدم قطعیت و داشتن عملکرد بهنگام در سطح حسگر جهت جلوگیری از غافلگیری است که در ادامه به آن پرداخته می شود.

۳. مدل ادغام اطلاعات جهت تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک

این مدل با بهره گیری از نقاط قوت مدل های ارائه شده و بهره گیری از رویکرد اهداف کنترلی در فناوری اطلاعات (کبیت^۲) ارائه شده است [21]. داشتن اهداف کنترلی و معیار، شاخص و الگوی اندازه گیری می توان منابع را به طور بهینه در راستای اهداف مدنظر تخصیص داد.

در تعمیم های JDL درمی یابیم همواره انجام درست مأموریت، افزایش سرعت و اثربخشی،

سطح ۲ که ارزیابی وضعیت در آن انجام می شود، از یک سری توابع ضمنی تشکیل شده است که این توابع از آنچه در سطح ۱ به صورت صریح بازنمایی شده است، استنتاج شده اند. به علت اینکه جنبه های مشاهده نشده مسئله ارزیابی وضعیت نمی توانند توسط یک رایانه پردازش شوند، استفاده از دانش کاربر و استدلال انسانی، ضروری هستند. در سطح ۳ که ارزیابی تأثیر انجام می شود، یک حس سازی از تأثیراتی مانند تهدید، روش های اقدام، تصمیم های مبتنی بر تئوری بازی ها و تخمین قصد و نیت صورت می گیرد. این ایجاد حس، برای پالایش تخمین ارزیابی وضعیت و نیازهای اطلاعاتی مورد استفاده قرار می گیرد. گروه DFIG در سطح ۴ مدل تصمیم گیری انسان را نیز وارد کردند و به همین دلیل باید برای مدیریت توابع تخمین، یک واسطه در نظر گرفته شود [2, 20].

انگیزه ها: پیشنهاد مدل DFIG به عنوان یک بازبینی برای مدل اصلی JDL، نتیجه بحث های صورت گرفته در سال ۲۰۰۳ است. مدل DFIG که در شکل ۱۳ نشان داده شده است،

توابع مدیریت مأموریت عبارت اند از: (۱) نظارت بر هزینه و نگهداری پلتفرم ها، (۲) تعیین محل قرارگیری وسایل و (۳) هماهنگی اپراتورهای حسگرها و پلتفرم ها. کاربر، یک گروه است که به برخی نیازها که یک مأموریت را طرح ریزی می کنند (حسگر، پلتفرم ها، زمان استقرار^۱ (زمانی که حسگر در حالت عملیاتی خود قرار دارد)، زوایای دید و غیره)، پاسخ می دهد [20, 18].

^۲ Control Objectives for Information and related Technology

^۱ time-on-station

الکترونیک را در تحقق اهداف عملیاتی به طور بهینه استفاده کرد بسیار حیاتی است. چارچوب اهداف کنترلی جنگ الکترونیک چگونه می‌بایست عمل نماید؟

۴. الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک

از یک نگاه انجام صحیح وظایف، فعالیت‌ها و اقدامات جنگ الکترونیک و دستیابی به معیارهای اطلاعاتی و اهداف عملیاتی مدنظر مهم است. از زاویه دیگر باوجود محدودیت‌های پیش رو تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک بسیار مهم است. راهکار داشتن الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک در جهت انجام اقدامات جنگ الکترونیک با لحاظ اهداف عملیاتی درصحنه نبرد و در نظر گرفتن منابع است. این کار با داشتن الگوی «اهداف کنترلی جنگ الکترونیک»^۱ میسر می‌شود.

"الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک"، جهت ایجاد چارچوب و سازوکاری عملی کاربردی، به‌منظور پیاده‌سازی رویکرد راهبری در جنگ الکترونیک پیشنهاد می‌شود. این الگو روش‌های عملی کارآمد و مؤثری را در الگوی فرآیندی ارائه نموده و فعالیت‌ها را در ساختاری مدیریت پذیر و منطقی تشریح می‌کند [22].

مستندات اصلی و محتوای این الگو عبارت‌اند از:

۴-۱. به‌کارگیری راهبری جنگ الکترونیک

توسط فرمانده عملیات

به فرمانده عملیات کمک می‌کند تا بتواند به درک مناسبی از ضرورت و اهمیت جنگ الکترونیک و

برقراری ارتباط درست و کمک به انسان با ارزیابی شناختی و مدیریت منابع مطرح و نحوه به‌کارگیری آن‌ها بحث می‌شود. این کار نیازمند یک الگوی مناسب در به‌کارگیری منابع جنگ الکترونیک در راستای اهداف کنترلی مدنظر است.

مدل ادغام اطلاعات، نیازمند اهداف کنترلی است به‌نحوی که هدف نهایی، پیاده‌سازی سیاست‌ها، طرح و برنامه‌ها، رویه‌ها و ساختارهای سازمانی طراحی شده به‌منظور تأمین تضمینی مستدل را تعریف کنند، به‌نحوی که:

- به اهداف عملیاتی و مأموریتی برگرفته از آن نائل شوند و منابع را در راستای تحقق اهداف تخصیص دهد.
- با عملکرد بهنگام از رخدادها و حوادث غیرقابل‌انتظار پیشگیری شود (رویکرد عدم غافلگیری)، یا (در صورت بروز) کشف و تصحیح آن صورت پذیرد (کاهش عدم قطعیت).

در محیط پیچیده امروز، فرماندهی به‌طور مستمر در حال جستجو برای اطلاعات جمع‌بندی شده و به‌هنگام است تا بتواند به‌سرعت، تصمیمات موفقیت‌آمیزی پیرامون ارزش، مخاطره و کنترل اتخاذ کند. چه چیزی باید اندازه‌گیری شود و چگونه؟ سازمان‌ها به شاخص‌های هدفی نیازمند هستند تا در صورت نیاز، اصلاحات موردنظر انجام شود. همچنین نیازمند پیاده‌سازی ابزار مدیریتی برای نظارت بر اصلاحات است.

جنگ الکترونیک می‌بایست منابع خود را در تحقق اهداف عملیاتی بکار گیرد. پاسخ به این سؤال که چگونه می‌توان در مدل ادغام داده منابع جنگ

^۱ Control Objectives for Electronic Warfare

همچنین به درک مطلوبی از مسئولیت‌ها و وظایف مدیریتی و راهبری آن‌ها در این حوزه دست یابد.

۴-۲. رهنمودهای فرماندهی/مدل‌های بلوغ^۱

این بخش‌ها در ارتباط با تعیین و تخصیص مسئولیت، سنجش عملکرد، محک‌زنی و بررسی نقایص و ضعف‌های توانمندی است. الگوهای بلوغ نیز کمک می‌کنند فرمانده جنگ الکترونیک دریابد در هر فرآیند جنگ الکترونیک در چه سطحی از بلوغ قرار دارد و در هدف‌گذاری برای سطح مطلوب یاری می‌دهند.

۴-۳. چارچوب‌ها^۲

این بخش، اهداف راهبری جنگ الکترونیک و روش‌های عملی کارآمد را بر اساس حوزه‌ها و فرآیندهای جنگ الکترونیک سازمان‌دهی می‌کند و این اهداف و روش‌ها را با نیازمندی‌های عملیاتی پیوند می‌دهد. این بخش، چارچوب کلی الگو پیشنهادی و بخش‌های زیرمجموعه را تشریح می‌نماید.

۴-۴. اهداف کنترلی^۳

این بخش، مجموعه کاملی از نیازمندی‌های سطح بالای عملیات که باید توسط فرمانده جنگ الکترونیک برای کنترل بهینه هر یک از فرآیندها موردبررسی قرار گیرد را ارائه می‌کند. درواقع مشخص می‌سازد چه چیزهایی در هر فرآیند مهم هستند و باید مستمر کنترل شوند تا جنگ الکترونیک در جهت اهداف و نیازهای عملیات حرکت نماید

۴-۵. روش‌های کنترلی الگو

این بخش، راهنمایی را در ارتباط با تشریح ضرورت‌ها و دلایل اهمیت پیاده‌سازی ابزار کنترلی و نحوه پیاده‌سازی آن‌ها ارائه می‌کند. درواقع، فرمانده جنگ الکترونیک را یاری می‌دهد تا به فهم درستی از ضرورت و چگونگی کنترل فرآیندهای جنگ الکترونیک (اهداف کنترلی بیان‌شده) برسد.

۴-۶. راهنمای تضمین جنگ الکترونیک با

استفاده از الگو

این سند راهنمایی‌هایی را در ارتباط با نحوه استفاده از الگو به منظور پشتیبانی از طیف فعالیت‌های تضمین ارائه و همچنین مراحل را برای تست و آزمون تمامی فرآیندهای جنگ الکترونیک و اهداف کنترلی پیشنهاد می‌کند [22].

تمامی اجزای الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک به هم مربوط هستند و موجب پشتیبانی از نیازهای مرتبط با راهبری، مدیریت، کنترل و تضمین در سازمان جنگ الکترونیک می‌شوند.

اهداف عملیاتی، نیازمندی‌های عملیات به جنگ الکترونیک را روشن می‌نمایند که با تعریف اهداف جنگ الکترونیک مناسب و فرآیندهای کارآمد، از طریق تولید اطلاعات موردنظر (با ویژگی‌های مدنظر) تأمین می‌گردد. فرآیندهای جنگ الکترونیک حاوی مجموعه‌ای از فعالیت‌های کلیدی هستند که از طریق تفکیک نقش‌ها و مسئولیت‌ها (بین افراد مربوطه) انجام می‌پذیرند.

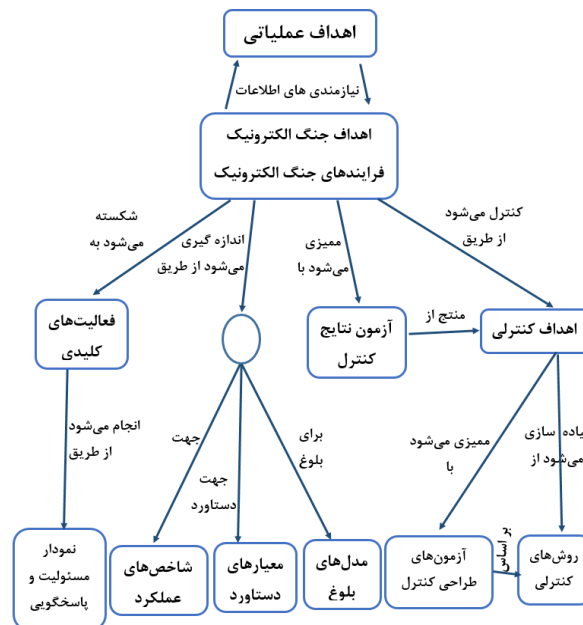
میزان تحقق اهداف جنگ الکترونیک و عملکرد فرآیندهای جنگ الکترونیک از طریق شاخص‌های

^۳ Control objectives

^۱ maturity models

^۲ Frameworks

عملکرد (کارایی)، معیارهای دستاورد (اثربخشی) و مدل‌های بلوغ (روند تکامل و بهبود)، ارزیابی و اندازه‌گیری می‌شوند [22].



شکل (۱۴): طرح ارزیابی در الگو در مدل پیشنهادی

هدایت مسیر تحقق و توسعه راهبری جنگ الکترونیک و کنترل جنگ الکترونیک از طریق توجه به اهداف کنترلی صورت می‌گیرد که خود توسط روش‌های کنترلی توصیه‌شده، بهتر و کامل‌تر محقق (پایه‌سازی) می‌شوند. انتخاب و پیاده‌سازی درست اهداف کنترلی در هر سازمانی از طریق آزمون‌های طراحی کنترلی، ممیزی می‌شود.

۵. معیارهای اطلاعات الگو در مدل پیشنهادی

برای برآورده ساختن اهداف عملیاتی، اطلاعات باید همگام با معیارهای کنترلی باشند. این الگو نیازمندی‌های عملیاتی را به‌عنوان محور اصلی برای تبیین معیارهای اطلاعات در نظر می‌گیرد. ازجمله معیارهای اطلاعاتی این الگو که برای اجرای عملیات

و سازمان‌ها حیاتی است، معرفی شده‌اند اثربخشی است. این معیار مناسب بودن و ارتباط داشتن اطلاعات با فرآیند عملیات تأثیر_محور را موردبررسی قرار می‌دهد و همچنین مشخص می‌کند که آیا اطلاعات به‌صورت صحیح، به‌موقع، یکپارچه و کاربردی ارائه شده‌اند یا خیر.

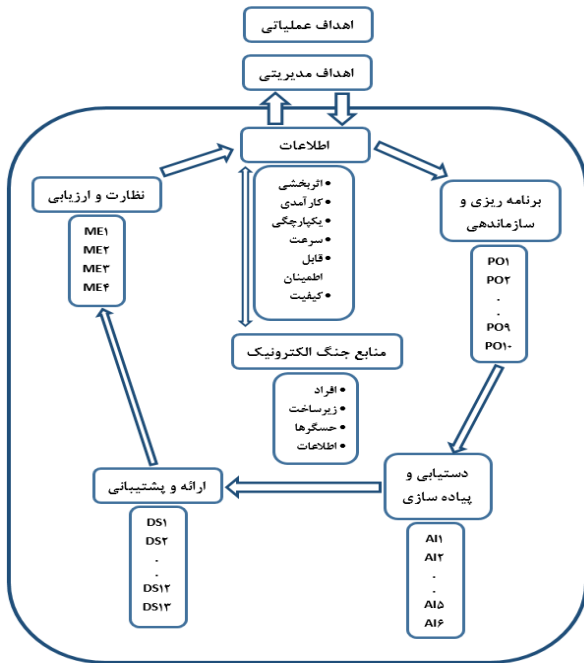
چارچوب الگو از نیازمندی‌های عملیات به اطلاعات و راهبری، تا اهداف خدمات جنگ الکترونیک را پوشش می‌دهد. مدل فرآیندی الگو، موجب فعال‌سازی فعالیت‌های جنگ الکترونیک و منابع پشتیبان آن‌ها می‌شود. این مدل، مدیریت، کنترل فعالیت‌ها و منابع جنگ الکترونیک بر اساس اهداف کنترلی الگو و همسوسازی و نظارت آن‌ها با استفاده از اهداف و شاخص‌های الگو، را میسر می‌سازد.

ایده این الگو از الگوی کوییت در فناوری اطلاعات گرفته شده است. با توجه به گسترش فناوری اطلاعات و توسعه جهانی الگوی کوییت اقدامات جامع و مؤثری در این عرصه صورت پذیرفته می‌توان از حوزه‌ها و فرایندهای کنترلی آن در عرصه جنگ الکترونیک نیز استفاده نمود.

در شکل زیر نمایشی دیگری از چارچوب این الگو ارائه شده است این مدل به‌عنوان اصل بنیادی چارچوب الگو و تحت عنوان مکعب الگو شناخته می‌شود، این اصل بیان می‌کند که منابع جنگ الکترونیک از طریق فرایندهای جنگ الکترونیک و در راستای دستیابی به اهداف جنگ الکترونیک که در پاسخ به نیازمندی‌های عملیات تعیین و مدیریت می‌شوند. سه بعد این مکعب عبارت‌اند از: معیارهای اطلاعات (اثربخشی، کاهش عدم قطعیت، عدم غافلگیری، قابل اطمینان، سرعت، هزینه و...)، منابع جنگ الکترونیک و فرایندهای جنگ الکترونیک [22]

[23]

چهار حوزه و سی و چهار فرآیند این الگو نمایش داده شده‌اند.

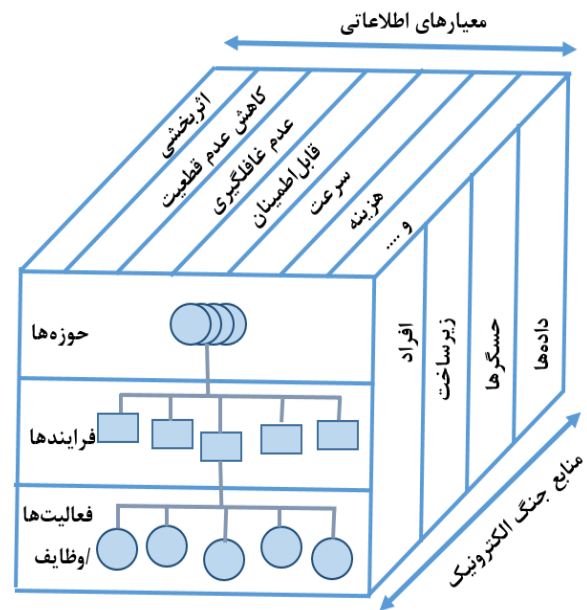


شکل (۱۶): نحوه دستیابی به اهداف عملیاتی در مدل پیشنهادی

این سند راهنمایی‌هایی را در ارتباط با نحوه استفاده از الگو به منظور پشتیبانی از طیف فعالیت‌های تضمین ارائه و همچنین مراحل را برای آزمون تمامی فرآیندهای جنگ الکترونیک و اهداف کنترلی پیشنهاد می‌کند [23].

تمامی اجزای الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک به هم مربوط هستند و موجب پشتیبانی از نیازهای مرتبط با راهبری، مدیریت، کنترل و تضمین در سازمان جنگ الکترونیک می‌شوند.

اهداف عملیاتی، نیازمندی‌های عملیات به جنگ الکترونیک را روشن می‌نمایند که با تعریف اهداف جنگ الکترونیک مناسب و فرآیندهای کارآمد، از طریق تولید اطلاعات موردنظر (با ویژگی‌های مدنظر)

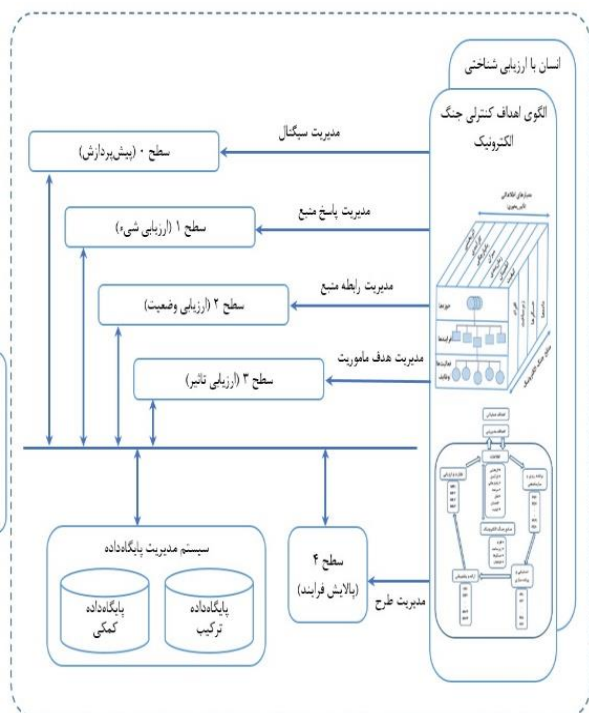


شکل (۱۵): مکعب مدل پیشنهادی مدیریت جنگ الکترونیک

درک فعالیت‌ها و مخاطرات جنگ الکترونیک که نیازمند مدیریت صحیح هستند، برای راهبری مؤثر جنگ الکترونیک ضروری است. این فعالیت‌ها و مخاطرات اغلب در حوزه‌های برنامه‌ریزی، ایجاد، اجرا و نظارت طبقه‌بندی می‌شوند. ساختار این چهار حوزه در چارچوب این الگو مطابق با شکل زیر است:

- برنامه‌ریزی و سازماندهی (PO): جهت‌گیری برای ارائه راه‌حل و ارائه خدمات را فراهم می‌کند.
- دستیابی و پیاده‌سازی (AI): راهکارهای لازم برای ارائه خدمات را ارائه می‌کند.
- ارائه و پشتیبانی (DS): راهکارها را دریافت می‌کند و آن‌ها را تبدیل به ابزاری قابل کاربرد برای کاربران می‌کند.
- نظارت و ارزیابی (ME): به منظور تضمین حفظ جهت‌گیری‌های مناسب، بر تمامی فرایندها نظارت می‌کند.

در شکل زیر چارچوب کلی الگو پیشنهادی به صورت تفصیلی نمایش داده شده است. در این شکل،



شکل (۱۷): مدل پیشنهادی ادغام اطلاعات جهت تخصیص منابع جنگ الکترونیک

۶. مقایسه اولیه مدل ارائه شده با سایر مدها:

معمولاً معیار مقایسه‌ای که مدل‌های تلفیق داده با آن سنجیده می‌شوند به شرح زیر است:

تفاوت در پاسخ‌گویی به پیچیدگی‌ها و فرایند تصمیم‌گیری

□ تمایز قائل شدن بین سطوح مختلف انتزاع (ادغام سطح بالا، میانی و پایین)

□ تمایز قائل شدن بین سطوح مختلف ادغام از حیث عملکرد (داده، ویژگی، تصمیم)

□ قابلیت حلقه داخل حلقه (ساختار مناسب‌تر سطوح پردازش برای جداسازی کارهای ادغام)

□ میزان نقش سطوح پردازش مدل‌ها (پردازش سیگنال، ارزیابی وضعیت، ارزیابی تهدید، فرآیند تصمیم‌سازی)

تأمین می‌گردد. فرآیندهای جنگ الکترونیک حاوی مجموعه‌ای از فعالیت‌های کلیدی هستند که از طریق تفکیک نقش‌ها و مسئولیت‌ها (بین افراد مربوطه) انجام می‌پذیرند. میزان تحقق اهداف جنگ الکترونیک و عملکرد فرآیندهای جنگ الکترونیک از طریق شاخص‌های عملکرد (کارایی)، معیارهای دستاورد (اثربخشی) و مدل‌های بلوغ (روند تکامل و بهبود)، ارزیابی و اندازه‌گیری می‌شوند.

هدایت مسیر تحقق و توسعه راهبری جنگ الکترونیک و کنترل جنگ الکترونیک از طریق توجه به اهداف کنترلی صورت می‌گیرد که خود توسط روش‌های کنترلی توصیه‌شده، بهتر و کامل‌تر محقق (پیاده‌سازی) می‌شوند. انتخاب و پیاده‌سازی درست اهداف کنترلی در هر سازمانی از طریق آزمون‌های طراحی کنترل، ممیزی می‌شود.

با داشتن اهداف کنترلی و افزودن آن به مباحث تحقیقی ارائه‌شده می‌توان مدل جدید ادغام اطلاعاتی ارائه نمود که در آن انسان با ارزیابی شناختی که از عرصه جنگ الکترونیک دارد و الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک که در حوزه‌های بیان‌شده و با فرایندهای کنترلی در نظر گرفته‌شده می‌تواند منابع جنگ الکترونیک را در راستای اهداف عملیاتی و به‌صورت بهینه تخصیص دهد. طرح کلی این مدل ادغام اطلاعات در شکل ۱۷ ارائه گردیده است.

اصول حاکم بر این مدل، شامل الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک، مدیریت منابع، لحاظ اهداف مأموریتی جنگ الکترونیک، اثربخشی اطلاعات و مدیریت سطوح مختلف ادغام تا رسیدن به اقدام اثربخش است.

□ حال به مقایسه این مدل با تعمیم‌های مدل **JDL** پرداخته می‌شود.

□ نسبت به مدل ادغام داده بصری **VDF** این روش چارچوب کنترلی کامل‌تری ارائه می‌نماید. با ارائه فرایندهای کامل اهداف کنترلی و مشخص شدن معیارهای ارزیابی انسان می‌تواند نقش بهتر و کامل‌تری ارائه نماید.

□ همانند اولین بازبینی مدل **JDL** معیار اثربخشی را لحاظ نموده اما این کار از طریق معیار اطلاعاتی مشخص می‌شود. در این راستا علاوه بر اثربخشی، کارآمدی، یکپارچگی، میزان، زمان‌بندی، اطمینان و کیفیت نیز لحاظ گردیده است.

□ با ترکیبی از مدل **JDL** و مدل پالایش شناختی آقای **Hall** از انسان با ارزیابی شناختی برای مدیریت مأموریت استفاده می‌نماید.

□ مدیریت منابع مانند دومین بازبینی مدل **JDL** صورت می‌پذیرد اما این مدیریت در راستای اهداف عملیاتی خواهد بود و استفاده بهینه منابع مطرح است. پالایش کاربر همانند مدل **JDL User** صورت می‌پذیرد اما چارچوب کامل‌تری در خصوص حوزه‌ها و فرایندهای کنترلی صورت پذیرفته است.

با ارائه الگوی اهداف کنترلی یک مدل عملکردی برای مدیریت منابع ایجاد می‌شود و برحسب سطوح عملکردی ترکیب داده و با ایجاد یک دوگان بین اقدامات مدل ادغامی و نقش منابع می‌توان مدیریت ادغام داده را از طریق اهداف عملیاتی ارائه‌شده صورت داد در این مدل:

□ سامانه‌های ادغام داده و مدیریت منابع می‌توانند با استفاده از شبکه‌ای از گره‌های مدیریت و ادغام که باهم در تعامل هستند، پیاده‌سازی شوند.

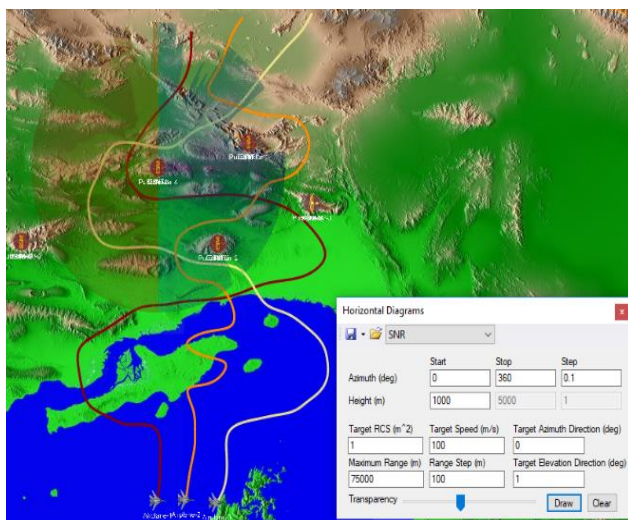
□ اهداف مأموریتی با سطوح دوگان ایجادشده در ادغام داده و مدیریت منابع برای هدایت و کنترل تکنیک‌ها به کارگیری شوند و تکاملی از فناوری ادغام داده استفاده شود.

داشتن اهداف کنترلی در ادغام داده و انعطاف‌پذیری در انتخاب منابع حسگری با توجه به اهداف و امکان استفاده طرح ادغام داده با توجه به مسئله موردنیاز و اهداف مدنظر امکان حل پیچیدگی‌های جنگ الکترونیک را بسیار آسان‌تر می‌نماید. در این صورت می‌توان با توجه به اهداف کنترلی مشخص‌شده از حسگرهای جنگ الکترونیک لازم استفاده کرد. روابط حاکم بر حسگرها را با توجه به هدف موردنظر به صورت دینامیک ایجاد می‌شود. با توجه به هدف‌دار شدن نگاه به داده تجمیع شده از چند حسگر می‌توان پیچیدگی لازم جهت ارزیابی را بهتر رصد نمود و مسائل مختلف موجود در صحنه نبرد را به صورت هدفمند بررسی نمود. داشتن سناریوهای مختلف در ارزیابی صحنه نبرد مختلف کار را آسان‌تر می‌نماید و ارزیابی کلی صحنه از ادغام ارزیابی‌های مختلف به دست آمده صورت می‌پذیرد.

در شبیه‌سازی انجام‌شده نشان می‌دهیم که داشتن نگاه هدفمند به داده‌ها و پویایی مدل ادغام داده چگونه می‌تواند به کاهش عدم قطعیت در سطح حسگر منجر گردد. زمان می‌تواند بهتر مدیریت گردد در اهدافی که نیاز است به سرعت نتیجه مشخص شود از الگوی خاصی استفاده‌شده و نتیجه اعلام گردد و در اهدافی که نیاز است نگاه کامل‌تری به داده داریم پیچیدگی با

دریافت شده در نرم افزار ادغام نوشته شده مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

نمایی از پیاده سازی صورت پذیرفته شده و گیرندگی یکی از سایت های لحاظ شده در شکل ۱۸ آمده است.



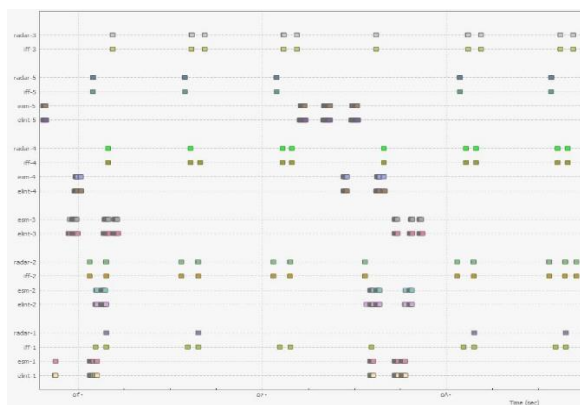
شکل (۱۸): پیاده سازی صحنه نبرد با وجود تمامی حس گر ها در سایت

در مرحله بعد نرم افزار ادغام داده ای بر اساس داده های دریافت شده ایجاد گردید و داده های مربوطه وارد نرم افزار شدند. نمایی از داده های ثبت شده طی ۲۰۰۰ ثانیه عبور جنگنده ها از صحنه در شکل زیر آمده است.

دقت بیشتر و صرف زمان بیشتر و محاسبات دقیق تر بهره برد.

۷. شبیه سازی

در این قسمت به سناریوی پیاده سازی شده با استفاده از نرم افزار بازی جنگ اشاره می شود. چهار حس گر **ESM, ELINT, RADAR** و شنود **IFF** به عنوان سامانه های جنگ الکترونیک در نظر گرفته شده است. پنج سایت جنگ الکترونیک مناسب (در ارتفاع و زاویه دید مناسب) در جنوب ایران انتخاب گردیده و در هر سایت حس گرهای بیان شده با ملاحظات لازم قرار داده شدند. پارامتر حس گرهای هم خانواده به طور مشابه انتخاب گردیدند به عنوان مثال تمامی حس گرهای **ELINT** با سطح حساسیت گیرندگی برابر، آنتن مشابه و سرعت چرخش یکسان مشابه استفاده شد. درواقع منابع با وزن کارایی یکسان در صحنه استفاده شدند. همچنین پارامترها به گونه ای در نظر گرفته شده که اثرات مخربی حس گرها روی یکدیگر نداشته باشند. به عنوان مثال فرکانس های ۵ رادار جستجوی لحاظ شده از سه تا سه و نیم گیگاهرتز و با فاصله صد مگاهرتز از یکدیگر قرار داده شد و برای آنکه گیرنده های حس گر **ESM** و **ELINT** به اشباع نروند باند کاری آنها شش تا هجده گیگاهرتز در نظر گرفته شد. شنود **IFF** نیز با فرکانس ۱۰۳۰ و ۱۰۹۰ مگاهرتز از تشعشع رادار فاصله دارد. فاصله سایتها از هم مناسب بوده و رادارها روی یکدیگر تأثیر مخربی نداشتند. همچنین سه جنگنده با رادار جستجو ۸، ۱، ۸، ۳، گیگاهرتز و **IFF** روشن از سه مسیر مختلف حرکت کرده و از صحنه نبرد عبور داده شدند. صحنه نبرد به گونه ای پیاده سازی شده که حس گرها امکان دریافت سیگنال از اهداف مدنظر را داشته باشند. جنگنده ها از صحنه نبرد عبور نموده و داده های

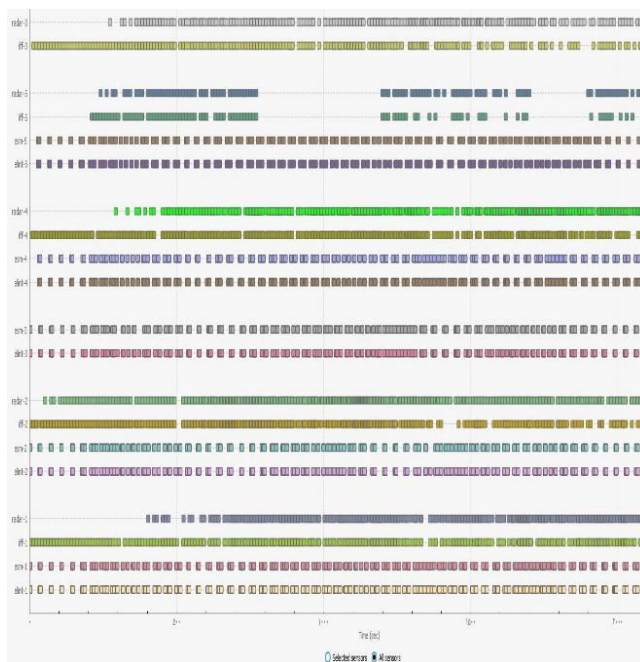


شکل (۲۰): نمودار توزیع داده‌ها در یک زمان خاص

بسته به وضعیت حسگر ، فاصله و حرکت جنگنده و رفتار آن حسگرهای مختلف در زمان‌های مختلفی قادر به دریافت اطلاعات هستند. داده‌ها می‌بایست بلادرنگ تحلیل گردند و سیگنال یک هدف طی زمان از حسگرهای مختلف دریافت می‌شود و به‌ندرت داده هم‌زمان (با دقت ۱، ۰ ثانیه) دیده می‌شود. بنابراین بحث مدیریت سیگنال مطرح است. در مدل‌های فاقد این قابلیت مانند مدل JDL می‌بایست حسگرهای بیشتری استفاده گردد.

در بخش ارزیابی شیء مشخص گردید، حسگرها با روش‌های مختلف و از ابعاد مختلف یک هدف را رؤیت می‌نمایند و با ادغام اطلاعات آن‌ها به‌راحتی می‌توانیم اهداف را شناسایی نماییم؛ با توجه به اینکه حسگرهای یک سایت در یک زاویه اهداف را می‌دیدند اطلاعات هم‌زمان زیادی برای این حسگرها در سایت رخ می‌دهد و اطلاعات از ابعاد مختلف در یک سایت قابل ادغام هستند بنابراین مدیریت پاسخ منبع در سطح یک (ارزیابی شیء) مطرح است. برخی از مدل‌ها مانند اولین بازبینی مدل JDL به دلیل عدم لحاظ مدیریت پاسخ منبع با ابهام (دریافت چندین پاسخ) مواجه هستند.

درجایی که اما در بخش ارزیابی وضعیت و شناسایی صحنه نبرد این کار با مکان‌یابی و ارزیابی



شکل (۱۹): نمودار کلی داده‌های دریافت شده در گذر زمان

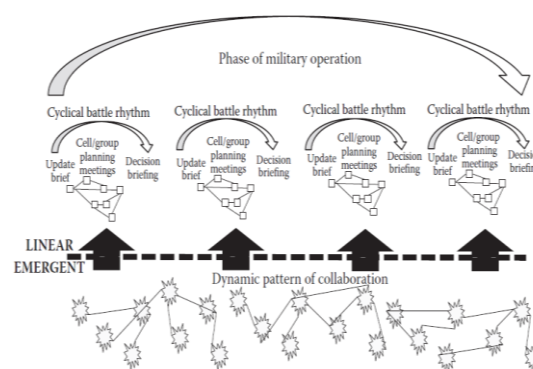
آنچه در مدل ادغام بیان گردید این است که انسان با ارزیابی شناختی خود و با بهره‌گیری از الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک چگونه می‌تواند اثرگذار باشد. حال به بررسی آن می‌پردازیم. در سطح صفر (پیش‌پردازش) مدیریت سیگنال مطرح است. مدل‌های فاقد این قابلیت همچون مدل JDL در سایت‌ها قابل به‌کارگیری نیستند. با توجه به اینکه جنگنده‌ها در شبیه‌ساز با سرعت 200m/s در حال عبور بودند برای شناسایی و مکان‌یابی دقیق لازم است اطلاعات حسگرها در یک‌زمان مشخص سنکرون دریافت و باهم ادغام شوند. نکته قابل‌توجه این بود که از یک هدف و در یک‌زمان مشخص تعداد محدودی داده وجود دارد و عمدتاً دریافت دو یا سه زاویه از حسگرها میسر نیست. نمودار باز شده توزیع داده‌ها در شکل زیر آمده است.

و انعطاف‌پذیری در انتخاب منابع حسگری با توجه به اهداف و امکان استفاده طرح ادغام داده اشاره نشده است. پس از ارائه این مدل ادغام اطلاعات که نگاهی پویا و منعطف به بحث فرایند ادغام داده دارد. زمان می‌تواند بهتر مدیریت گردد در اهدافی که نیاز است به سرعت نتیجه مشخص شود از الگوی خاصی استفاده شده و نتیجه اعلام گردد و در اهدافی که نیاز است نگاه کامل‌تری به داده داریم پیچیدگی با دقت بیشتر و صرف زمان بیشتر و محاسبات دقیق‌تر بهره برد. مدیریت رابطه منبع در سطح دو (ارزیابی وضعیت)، با داشتن نگاه هدفمند به داده‌ها و پویایی مدل ادغام داده و با انتخاب حسگر با حساسیت بهتر و نزدیک‌تر به هدف و دیگر مسائل مسئله به کاهش عدم قطعیت در سطح حسگر منجر گردد.

مدیریت هدف مأموریت در سطح سه (ارزیابی تأثیر) صورت می‌پذیرد. نهایتاً مدیریت طرح در سطح چهار (پالایش فرایند) طرح اقدام را در طول سناریو ادامه می‌دهد. در مدل پیشنهادی تخصیص منابع با توجه به اهداف عملیاتی صورت می‌پذیرد. نقش انسان، مدیریت منبع و مأموریت، شناخت صحنه و نحوه استفاده از ابزار در اتخاذ تصمیم و تغییر نتایج مشخص است.

ارزیابی تأثیر به دو صورت قابل‌اندازه‌گیری است. در مرحله اول تغییر حرکت جنگنده مطرح است که قابل تحلیل و رصد است. اما راه دومی نیز در ارزیابی تأثیر (در حوزه جنگ الکترونیک) مطرح است و آن تغییر رفتاری سیگنال دشمن است. در این راستا برای سنجش می‌بایست تحلیل سیگنال راداری دشمن فراهم گردد. لذا نرم‌افزار تحلیل پالس آنالایزر با قابلیت تحلیل و استخراج پارامترهای راداری دشمن ایجاد گردید. نمایی از پارامترهای تحلیلی رادار یک جنگنده در شکل زیر آمده است. امکان بررسی تغییرات کانس،

حرکت میسر و با ادغام داده‌های حسگرهای هم‌خانواده و تطبیق و بهره‌گیری اطلاعات حسگرهای مختلف میسر است و روش‌های مختلفی قابل پیاده‌سازی است. داشتن اهداف کنترلی در ادغام داده و انعطاف‌پذیری در انتخاب منابع حسگری با توجه به اهداف و امکان استفاده طرح ادغام داده با توجه به مسئله موردنیاز و اهداف مدنظر امکان حل پیچیدگی‌های جنگ الکترونیک را بسیار آسان‌تر می‌نماید. در این صورت می‌توان با توجه به اهداف کنترلی مشخص شده از حسگرهای جنگ الکترونیک لازم استفاده کرد. روابط حاکم بر حسگرها را با توجه به هدف موردنظر به صورت دینامیک ایجاد می‌شود. با توجه به هدف دار شدن نگاه به داده تجمیع شده از چند حسگر می‌توان پیچیدگی لازم جهت ارزیابی را بهتر رصد نمود و مسائل مختلف موجود در صحنه نبرد را به صورت هدفمند بررسی نمود. داشتن سناریوهای مختلف در ارزیابی صحنه نبرد مختلف کار را آسان‌تر می‌نماید و ارزیابی کلی صحنه از ادغام ارزیابی‌های مختلف به دست آمده صورت می‌پذیرد. در شکل زیر نمایی از طرح بیان شده نمایش داده شده است [24].



شکل (۲۱): نحوه ادغام و درک صحنه نبرد

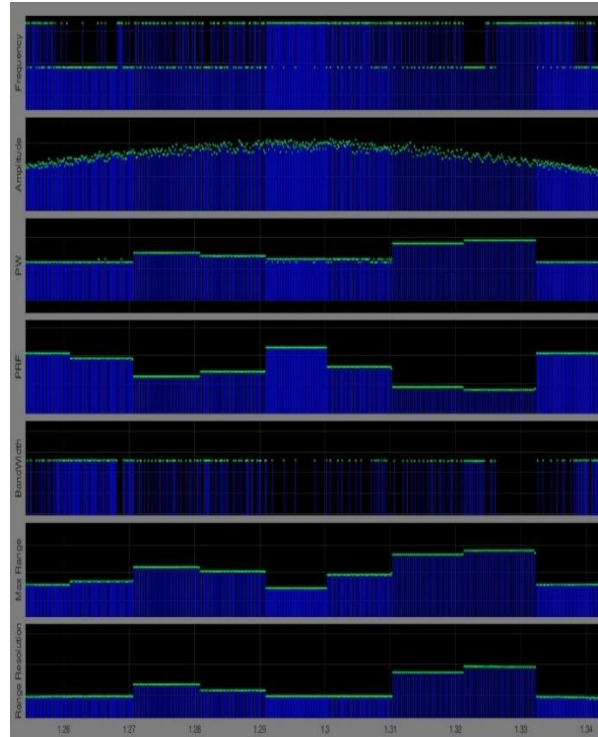
در سایر مدل‌ها حتی دومین بازبینی مدل JDL به این رویکرد یعنی داشتن اهداف کنترلی در ادغام داده

دامنه، پهنای باند، PRF، عرض پالس، ماکزیمم برد و برد بدون ابهام جنگنده در شکل نمایش داده شده است.

بدین ترتیب ارزیابی سیگنالی و بررسی نتایج با نرم افزار پالس آنالایزر نوشته شده میسر گردید.

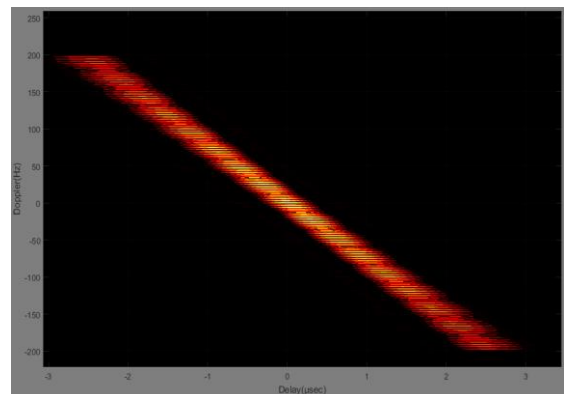
۸. نتیجه گیری

آنچه در این شبیه سازی مشخص گردید و در دنیای واقعی نیز با آن مواجه هستیم آن است که مدل ها چارچوب و اساس کار را بیان می دارند و درواقع مدل پردازشی به توصیفی از یک مجموعه از فرایندها یا پردازش ها اطلاق می گردد. در جنگ الکترونیک که تأمین و به کارگیری منابع پیچیدگی های خاص خود را داشته و می بایست اهداف عملیاتی را محقق نماید. تخصیص بهینه منابع جنگ الکترونیک بسیار حیاتی است. الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک، می تواند چارچوب و سازوکاری عملی کاربردی، برای تخصیص و کنترل منابع ارائه نماید. از یکرو می بایست منابع جنگ الکترونیک در اختیار انسان با شناخت از ابزار و تهدیدات جنگ الکترونیک قرار گیرد و از سوی دیگر با کنترل فعالیت ها و اقدامات جنگ الکترونیک می توان به معیارهای اطلاعاتی و اهداف عملیاتی مدنظر دست یافت. از زاویه دیگر باوجود محدودیت های پیش رو در منابع جنگ الکترونیک، تخصیص بهینه منابع بسیار مهم است. راهکار داشتن الگوی اهداف کنترلی جنگ الکترونیک در جهت انجام اقدامات جنگ الکترونیک با لحاظ اهداف عملیاتی درصحنه نبرد و در نظر گرفتن منابع است. مدل ادغام اطلاعات ارائه شده با لحاظ این چارچوب توانست معیارهای اطلاعاتی و اهداف عملیاتی مدنظر را میسر نماید.



شکل (۲۲): نمایش پارامترهای رادار یک جنگنده

همچنین در سطح عالی و برای بررسی دقیق تر تغییر رفتار جایی که زمان بیشتری برای تحلیل وجود دارد، ابزار لازم برای تحلیل قابلیت پردازشی رادار جنگنده همچون تابع ابهام بر اساس یک پالس و N پالس مطرح و پیاده سازی گردید. نمایی از تابع ابهام برای رادار LFM به ازای سیگنال دریافتی در شکل زیر آمده است.



شکل (۲۳): تابع ابهام رادار LFM

- [14] A. N. Steinberg and C. L. Bowman, "Rethinking the JDL Data Fusion Levels".
- [15] E. BLASCH and P. HANSELMAN, "Information fusion for information superiority," *Proc. IEEE*, pp. 290-297, Oct.
- [16] E. Blasch, "Level 5 (User Refinement) issues supporting Information Fusion Management," in *9th International Conference on Information Fusion*, 2006.
- [17] E. P. Blasch, D. A. Lambert, P. Valin, M. ". M. Kokar, J. Llinas, S. Das, C. Chong and E. Shahbazian, "High Level Information Fusion (HLIF): Survey of Models, Issues, and Grand Challenges," *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, vol. 27, no. 9, pp. 4-20, 2012.
- [18] E. Blasch, "JDL Model (III) Updates for an Information Management Enterprise," 2016.
- [19] E. Blasch, A. Steinberg, S. Das, J. Llinas, C. Chong, O. Kessler, E. Waltz and F. White, "Revisiting the JDL Model for Information Exploitation," in *16th International Conference on Information Fusion*, JUL 2013.
- [20] E. Blasch, "Sensor, User, Mission (SUM) Resource Management and Their Interaction with Level 2/3 Fusion," in *9th International Conference on Information Fusion*, July 2006.
- [21] T. I. G. Institute, COBIT 4.1, The IT Governance Institute, 2007.
- [۲۲] م. آ. و. ت. ص. دفاعی، الگوی اهداف کنترلی فناوری اطلاعات (COBIT)، تهران: طرح فراسازمانی فاوا نیروهای مسلح - موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۸۹.
- [۲۳] ا. د. ف. ا. آمریکا، کتاب آموزشی COBIT: مدیریت کنترلهای داخلی و امنیت در فناوری اطلاعات، تهران: انتشارات ناقوس، ۱۳۹۰.
- [۲۴] M. و D. L. Hall, C.-Y. Chong, J. Llinas Liggins, *Distributed Data Fusion for Network-Centric Operations*, CRC Press, 2013.
- [۲۵] پ. برنارد، کنترل و حسابرسی فناوری اطلاعات با COBIT، تهران: انتشارات کیومرث، ۱۳۹۴.
- [26] M. Data, A. Boni, M. De Cecco and D. Petri, "Multisensor Data Fusion," *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 2008.
- [27] F. P. HUI, "Applications of data and information fusion," National university of singapore, 2008.
- [1] D. L. HALL and J. LLINAS, "An Introduction to Multisensor Data Fusion," *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, vol. 85, 1997.
- [۲] ح. پرور و م. نقیان فشارکی، معماری آگاهی اشتراکی وضعیت در محیطهای شبکه‌مدار، تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی - حوزه نوآوری آرایه های دفاعی، ۱۳۹۲.
- [3] B. Chandrasekaran, S. Gangadhar and J. M. Conrad, "A Survey of Multisensor Fusion Techniques, Architectures and Methodologies".
- [4] E. Bosse, J. Roy and S. Wark, *Concepts, Models, and Tools for Information Fusion*, Boston;London: ARTECH HOUSE, 2007.
- [5] A. N. Steinberg, C. L. Bowman and F. E. White, "Revisions to the JDL Data Fusion," in *SPIE Conference on Sensor Fusion: Architectures, Algorithms,*, Orlando, Florida, April 1999.
- [6] D. A. Lambert, "A blueprint for higher-level fusion systems," *Information Fusion*, vol. 10, pp. 6-24, 2008.
- [7] D. A. Lambert, "Grand Challenges of Information Fusion," Command and Control Division, Defence Science and Technology Organisation, Salisbury, South Australia, 2003.
- [8] P. H. FOO and G. W. NG, "High-level Information Fusion: An Overview," *Journal of advances in information fusion*, vol. 8, no. 1, JUNE 2013.
- [9] E. P. Blasch and S. Plano, "JDL Level 5 Fusion Model "User Refinement" Issues and Applications in Group Tracking," *SPIE*, vol. 4729, pp. 270-279, 2002.
- [10] E. Blasch, "One Decade of the Data Fusion Information Group (DFIG) Model," *Proc. of SPIE*, vol. 9499, 2015.
- [11] M. Jane M. Hall, S. A. Hall and T. Tate, "Removing the HCI Bottleneck: How the Human-Computer Interface (HCI) Affects the Performance of Data Fusion Systems," *Proceedings of the 2000 MSS National*, vol. 2, pp. 89-104, June 2000.
- [12] M. Nilsson and T. Ziemke, "Rethinking Level 5: Distributed Cognition and Information Fusion," 2003.
- [13] D. Smith and S. Singh, "Approaches to multisensor data fusion in target tracking: a survey," *IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING*, vol. 18, no. 12, pp. 1696-1710, DECEMBER 2006.

- [28] G. Ng, Intelligent Systems -Fusion, Tracking and Control, Baldock, Hertfordshire, England: RESEARCH STUDIES PRESS LTD, 2003.
- [29] B. P. Hunn, "The Human Factors of Sensor Fusion," U.S. Army Research Laboratory, May 2008.
- [30] A. Polychronopoulos, A. Amditis, U. Scheunert and T. Tatschke, "Revisiting JDL model for automotive safety applications: the PF2 functional model," 2006.
- ع. چنگیزی، "حاکمیت فناوری اطلاعات و معماری [۳۱] سازمانی،" شیراز، ۱۳۹۰.
- ا. عظیمی راد، ج. حدادنیا و ع. ایزدی پور، "بررسی [۳۲] معماریهای مختلف تلفیق داده چندسنسوری در سامانه های مدیریت نبرد".
- [۳۳] S. S. Duncan Smith, "Approaches to multisensor data fusion in target tracking: a survey".