

جایگاه فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده (مطالعه موردی: سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک آمریکا)

رضا شاملو^{۱*}

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۲۵

چکیده

امروزه به دلیل نیاز فراوان به اطلاعات لحظه‌ای و تصمیم‌گیری سریع در محیط‌های ناپایدار، استفاده از سامانه‌های فرماندهی و کنترل مدرن در عرصه‌های جدید نبرد (هوا، فضا، سایبر و...)، بیش‌ازپیش احساس می‌شود. از طرفی در عصر ارتباطات و اطلاعات اغلب فرماندهان به‌طور روزافزون با مشکل مواجهه با حجم انبوه اطلاعات از تمامی حوزه‌ها روبرو هستند. در همین راستا، نیروی هوایی آمریکا به‌ویژه در سال‌های اخیر به دنبال راه‌اندازی یک سامانه فرماندهی و کنترل مدرن بر پایه هوش مصنوعی است تا بتواند برنامه‌ریزی، تعیین تکلیف و ارزیابی عملیات در حوزه‌های فضا، اطلاعات، سایبری، هوا، زمین و دریا را به‌وسیله آن یکپارچه کند. این پژوهش توصیفی و کاربردی بوده و هدف آن، بررسی جایگاه فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده آمریکا است که با بررسی کتابخانه‌ای و اسنادی با بهره‌گیری از روش تحلیل محتوا انجام شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در شرایط کنونی و با توجه به پیشرفت روزافزون فناوری و نیازهای جنگ آینده، نیروی هوایی آمریکا عمیقاً به دنبال به‌کارگیری هوش مصنوعی در سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک (JADC2) خود است و اگرچه تاکنون موفق به استفاده عملی از هوش مصنوعی در فرماندهی و کنترل در سطح گسترده نشده و با چالش‌هایی اساسی روبروست؛ اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که در آینده‌ای نه‌چندان دور به این مهم دست خواهد یافت.

واژگان کلیدی:

فرماندهی و کنترل، سامانه فرماندهی و کنترل، هوش مصنوعی، سامانه JADC2

^۱ استادیار و مدرس دانشگاه خاتم‌الانبیاء(ص)، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: r.shamloo1354@gmail.com



مقدمه

«هم دشمن را باید شناخت، هم شیوه‌های دشمنی را. راه و رسم‌ها و سمت‌وسوهای را که این‌ها برای دشمنی در نظر گرفته‌اند؛ [همه] باید بدانند، مسئولین باید بدانند، مردم هم باید بدانند» (بیانات فرماندهی معظم کل قوا^(مدظله‌العالی) در دیدار مردم قم، شهریور ۱۳۹۴).

سامانه‌های فرماندهی و کنترل از دیرباز تاکنون نقش تعیین‌کننده‌ای در نبردهای بشری داشته و دارند. همچنین، جنگ‌های آینده به‌طور فزاینده‌ای به سمت هوشمندی، هدفمندی و یکپارچه و همه‌جانبه شدن حرکت کرده و نقش اساسی فرماندهی و کنترل در آن‌ها انکارناپذیر است.

از طرفی، همه ابرقدرت‌ها به دنبال استفاده از فناوری‌های مدرن (به‌ویژه هوش مصنوعی) در ارتش‌های خود هستند. سامانه نوین فرماندهی و کنترل همه‌جانبه مشترک ارتش آمریکا^۱ نیز در همین راستا به دنبال ادغام اطلاعات از تمامی حسگرهای صحنه‌های نبرد (زمینی، هوایی، دریایی، فضایی و سایبری) و کنترل صحنه نبرد با استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین است (Lingen et al, 2020: 5). ایالات متحده آمریکا همواره به دنبال ارضای منافع خود در دنیا بوده و بر آن است تا با استفاده از جدیدترین فناوری‌های دنیا و تقویت روزافزون ارتش تادان‌مسلم خویش تمامی کشورهای جهان را زیر سلطه خود درآورد. با توجه به اینکه ایالات متحده آمریکا همواره در حال بروز رسانی تسلیحات و امور نظامی خود می‌باشد، این سامانه نیروی مشترک ایالات متحده را قادر می‌سازد تا با استفاده از خودکارسازی (اوتوماسیون)، هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل پیش‌گویانه و یادگیری ماشینی، به سرعت بر روی اطلاعات سراسر فضای نبرد به درک منطقی و اقدام مناسب دست‌یافته تا راه‌حل‌های آگاهانه را از طریق یک محیط شبکه انعطاف‌پذیر و قوی ارائه دهد.

از آنجایی که امروزه سامانه‌های فرماندهی و کنترل با توجه به معماری خود نقش اساسی در مدیریت و کنترل صحنه نبرد داشته و از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند، به همین منظور رشد اعجاب‌انگیز فناوری‌های نوین ارتش‌های قدرتمند جهان را بر آن داشته تا به دنبال راهکارهایی عملی برای استفاده از آن‌ها در نیروهای نظامی خود باشند. به‌علاوه، سیر تکاملی شیوه‌های جنگ مدرن نیز به سمت خودکارسازی و ماشینی شدن پیش رفته و روزبه‌روز نقش

¹ JADC2: JOINT All Domain Command & Control

عوامل انسانی در نبردهای آینده کم‌رنگ‌تر می‌شود. با توجه به اینکه نیروی هوایی ارتش آمریکا به دنبال استفاده گسترده از هوش مصنوعی به‌عنوان مبنای سامانه فرماندهی و کنترل نوین خود است تا با شدت و سرعت بیشتری نسبت به افزایش قدرت و سلطه خود در جهان اقدام نموده و اهداف استعمارگرانه خود را دنبال کند؛ بنابراین، با توجه به به‌روز بودن این سامانه و فقدان اطلاعات کافی از ماهیت، اهداف و نحوه به‌کارگیری هوش مصنوعی در آن تاکنون پژوهشی در خصوص این موضوع به‌صورت مدون و علمی در منابع و مراکز علمی انجام نشده است، به همین منظور برای محقق ابهام و دغدغه‌ای از عدم وجود یک کار علمی در راستای موضوع بالا به‌صورت مدون ایجاد نموده است؛^۱ بر این اساس فقدان شناخت و بررسی جایگاه فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده آمریکا مسئله اصلی این تحقیق را تشکیل می‌دهد. هدف این پژوهش، تبیین جایگاه فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده سامانه آمریکا و به دنبال پاسخ به این سؤال است که «جایگاه نقش هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده آمریکا چیست؟». با توجه به اینکه سامانه‌های فرماندهی و کنترل با تجمیع، تجزیه و تحلیل، دسته‌بندی و اولویت‌بندی داده و در نهایت استخراج اطلاعات از داده‌های موجود، همواره در حال انجام ماموریت‌های محوله می‌باشند، این تحقیق با معرفی و تعیین ویژگی و مشخصات سامانه از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای شناخت و آشنایی خبرگان و صاحب‌نظران نظامی نسبت به این سامانه گردیده و با توجه به ورود فناوری‌های جدید به این عرصه، سیاست‌گذاران دفاعی نیروهای مسلح با بررسی و الگوبرداری از این سامانه‌ها نسبت به راهکارهای مقابله با آن اقدام می‌نمایند. عدم انجام این تحقیق، موجب غفلت از شناخت دقیق قابلیت‌های نظامی دشمن گردیده و ضمن اینکه می‌تواند به از بین رفتن فرصت‌ها و افزایش آسیب‌پذیری منجر گردد، موجب وارد آمدن آسیب‌های جدی به کشور در زمان وقوع درگیری در جنگ‌های آینده گردد.

^۱ برخی مطالب این مقاله ترجمه‌سندی منتشر شده در سال ۲۰۲۰ با عنوان «JOINT All Domain Command & Control For Modern, warfare» مربوط به موسسه رند آمریکا است که توسط محقق ترجمه و ارائه گردیده است.

مبانی نظری

فرماندهی و کنترل

فرماندهی و کنترل عبارت است از فراهم نمودن کارکنان، تجهیزات، تسهیلات، روش‌ها و شیوه‌های لازم برای جمع‌آوری، پردازش و توزیع اطلاعات برای تصمیم‌گیرندگان به‌منظور طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی، هدایت عملیات و اعمال کنترل و نظارت (رضایی و همکاران، ۱۵۲: ۱۴۰۱).

از فرماندهی و کنترل به‌عنوان 'C4I' هم یاد می‌شود یعنی به‌کارگیری روش‌ها و تجهیزاتی که روند تصمیم‌گیری فرمانده را تسهیل نموده و تردید و عدم قطعیت و همچنین تأخیر را به‌طور سامانمند کاهش دهند.

سامانه‌های فرماندهی و کنترل

چنانچه اقدامات فرماندهی و کنترل به‌صورت سازمان‌دهی شده و در بستر یک سامانه یکپارچه، منسجم و هوشمند ارائه گردند، به آن سامانه فرماندهی و کنترل گفته می‌شود (تسلیمی کار، ۹۳: ۱۳۹۷). «ای‌یان کمپ»^۲ نیز با تعریفی مشابه، سامانه‌های فرماندهی و کنترل را مجموعه سامانه‌هایی تلقی می‌کند که از طریق شناسایی، گردآوری و پردازش اطلاعات و برقراری ارتباطات، فرمانده را جهت طرح‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل نیروها در جهت اجرای مأموریت یاری می‌نمایند (Kometer, 2011).

تعریف فرماندهی و کنترل در ارتش آمریکا

اعمال قدرت و جهت‌دهی یک فرمانده که به‌درستی تعیین‌شده، به نیروهای منسوب به او در انجام مأموریت، فرماندهی و کنترل نامیده می‌شود. فرماندهی و کنترل عملیات از طریق چیدمان کارکنان، تجهیزات، ارتباطات، امکانات و روش‌های به کار گرفته‌شده توسط فرمانده در برنامه‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل نیروها و عملیات در راستای اجرای مأموریت انجام می‌شود. (چمنی و بختیاری، ۲۰: ۱۳۹۶). نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا همواره در استفاده از سامانه‌های فرماندهی و کنترل مدرن پیشگام بوده و همیشه سعی در به‌کارگیری فناوری روز

^۱ Command, Control, Communication, Computer & Intelligence

^۲ Ian Kemp

دنیا در اقدامات، تجهیزات و دستور کار نظامی خود باهدف افزایش کارایی و دقت و کاهش هزینه و حفاظت از نیروی انسانی خودکرده است. این نیرو در حال حاضر سعی در به‌کارگیری مدرن‌ترین شیوه فرماندهی و کنترل یعنی فرماندهی و کنترل مشترک چندجانبه (MDC2) و پس‌از آن سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک (JADC2) با قابلیت ادغام اطلاعات از همه حوزه‌های هوا، فضا، سایبر، زمین و دریا و پردازش و تصمیم‌سازی به‌وسیله هوش مصنوعی را دارد (Lingen et al, 2020: 25).

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی^۱ که به‌اختصار به آن «AI» گفته می‌شود، مجموعه‌ای از فناوری‌های مختلف است که باهم کار می‌کنند تا ماشین‌ها را قادر سازند با سطوح هوشی مشابه انسان حس، درک، عمل و یادگیری داشته باشند. این واژه، از دو کلمه متفاوت ساخته شده است. منظور از مصنوعی^۲ ساخته شده به دست بشر است و از طرفی دیگر هوش^۳ به معنای توانایی ذهن برای درک اصول، حقیقت، حقایق یا معانی، کسب دانش و تبدیل علم به عمل بر پایه توانایی یادگیری و درک کردن است. هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمندی است که توانایی انجام وظایفی که نیازمند به هوش انسانی است را داشته باشد. هوش مصنوعی در حقیقت نوعی شبیه‌سازی هوش انسانی برای رایانه است و منظور از هوش مصنوعی درواقع ماشینی است که به‌گونه‌ای برنامه‌نویسی شده که همانند انسان فکر کند و توانایی تقلید از رفتار انسان را داشته باشد. این تعریف می‌تواند به‌تمامی ماشین‌هایی اطلاق شود که به‌گونه‌ای همانند ذهن انسان عمل می‌کنند و می‌توانند کارهایی مانند حل مسئله و یادگیری داشته باشند (کاظمی و شریفی، ۱۴۰۰: ۵۶).

تاریخچه هوش مصنوعی

تاریخچه هوش مصنوعی به سال‌های جنگ جهانی دوم برمی‌گردد. زمانی که نیروهای آلمانی برای رمزنگاری و ارسال ایمن پیام‌ها از ماشین «انیگما» استفاده می‌کردند و دانشمند انگلیسی، «آلن تورینگ»^۴ در تلاش برای شکست این کدها برآمد. تورینگ به همراه گروهش ماشین

^۱ Artificial Intelligence

^۲ Artificial

^۳ Intelligence

^۴ Alan Turing

«بمباران»^۱ را ساختند که انیگما را رمزگشایی می‌کرد. هر دو ماشین بالا پایه‌های یادگیری ماشینی هستند که یکی از شاخه‌های هوش مصنوعی می‌باشد. تورینگ ماشینی را هوشمند می‌داند که بدون اینکه به انسان حس صحبت با ماشین را بدهد، با او ارتباط برقرار کند. این مسئله پایه علم هوش مصنوعی است یعنی ساخت ماشینی که همانند انسان فکر، تصمیم‌گیری و عمل کند. رفته‌رفته با پیشرفت فناوری و سایر سخت‌افزارهای موردنیاز برای توسعه هوش مصنوعی، ابزار هوشمند و سرویس‌های هوشمندی به بازار عرضه شدند که از هوش مصنوعی در بسیاری از فرآیندهایشان استفاده می‌کردند. بسیاری از سرویس‌های معروفی همانند موتورهای جستجو، ماهواره‌ها و غیره از هوش مصنوعی استفاده می‌کردند. با معرفی گوشی‌های هوشمند و پس‌از آن گجت‌های هوشمند، هوش مصنوعی گام بلندی را برای ورود به زندگی انسان‌های پشت سر گذاشت (وب‌سایت عامر اندیش، ۱۴۰۰).

یادگیری ماشین

یادگیری ماشین یکی از زیرشاخه‌های علم هوش مصنوعی است. یادگیری ماشین^۲ یکی از زیرمجموعه‌های هوش مصنوعی است که به سامانه‌ها این امکان را می‌دهد تا به‌صورت خودکار یادگیری و پیشرفت داشته باشند بدون اینکه نیاز باشد تا یک برنامه‌نویسی مخصوص به آن یادگیری خاص را انجام داد. تمرکز اصلی یادگیری ماشینی بر توسعه برنامه‌هایی است که بتوانند با دسترسی به داده‌ها، به‌طور خودکار از آن‌ها برای یادگیری خود سامانه استفاده کنند. در یادگیری ماشین فرآیند یادگیری با مشاهدات یا داده‌ها آغاز می‌شود و سامانه از مثال‌ها، تجارب مستقیم و یا دستورالعمل‌ها و... استفاده می‌کند تا به یک الگو مشخص برسد و بر اساس آن الگو شروع به تصمیم‌گیری و حل مسئله کند (کاظمی و شریفی، ۸۳: ۱۴۰۰).

سطوح هوش مصنوعی

۱) هوش مصنوعی محدود^۳

در تاریخچه هوش مصنوعی، هوش مصنوعی محدود بسیار زودتر از انواع دیگر هوش مصنوعی پدید آمده است. این روزها نمونه‌های هوش مصنوعی محدود زیاد است. برای مثال

^۱ Bombe

^۲ Machine Learning

^۳ Artificial narrow intelligence

رایانه‌هایی که در بازی‌های پیچیده‌ای مانند شطرنج، تصمیم‌گیری هوشمندانه در زمینه تجارت و انواع دیگر کارهای مهم توانسته‌اند بهتر از انسان عمل کنند نمونه‌هایی از هوش مصنوعی محدود هستند. زمانی که در مورد هوش مصنوعی محدود صحبت می‌کنیم منظورمان سامانه‌های هوشمندی است که در انجام دادن یک وظیفه به‌خصوص بهتر از انسان عمل می‌کنند. برای مثال سامانه هوشمندی که می‌تواند به‌صورت خودکار گفتار را به نوشتار تبدیل کند یا سامانه‌های تشخیص چهره که قادرند هویت یک فرد را حتی در شلوغی و سیل عظیمی از جمعیت تشخیص دهند.

۲) هوش مصنوعی عمومی^۱

منظور از هوش مصنوعی عمومی ماشینی است که می‌تواند دنیای اطراف خود را همانند یک انسان درک کند و دارای ظرفیت و گنجایش مشابه برای انجام فعالیت‌ها و وظایفی است که یک انسان به‌طور معمول آن‌ها را انجام می‌دهد. از نظر تئوری یک هوش مصنوعی عمومی می‌تواند هم‌سطح انسان فعالیت کند و یا حتی در زمینه‌هایی مانند حافظه و غیره از او بهتر عمل کند. در سطح عمومی آن‌ها می‌توانند کارهایی مثل رانندگی، دستیار شخصی هوشمند با توانایی درک همه‌ی نیازهای کاربر، یک دستیار پزشک و یا سیستم تشخیص بیماری و غیره باشد (وب‌سایت عامر اندیش، ۱۴۰۰).

۳) سوپر هوش مصنوعی^۲

سوپر هوش مصنوعی درواقع عبارتی است که برای هوش مصنوعی استفاده می‌شود که سطح هوش و درک انسانی را پشت سر گذاشته و به‌نوعی دارای هوش فرا بشری خواهد شد. تا به حال هنوز هیچ جامعه‌ای نتوانسته به سوپر هوش مصنوعی دست پیدا کند. در حقیقت رسیدن یا نرسیدن و یا حتی زمان رسیدن به آن در هاله‌ای از ابهام می‌باشد. هم‌چنین این مسئله که چنین هوش مصنوعی چه کارهایی انجام می‌دهد و یا این مسئله که آیا قرار است تهدیدی برای بشر باشد یا فرصتی برای او، هم مبهم است (وب‌سایت عامر اندیش، ۱۴۰۰).

^۱ Artificial General Intelligence

^۲ Artificial Super Intelligence

انواع دسته‌بندی هوش مصنوعی

پروفسور «آرنت هینتز»^۱، استادیار زیست‌شناسی تلفیقی و علوم کامپیوتر دانشگاه ایالتی میشیگان، هوش مصنوعی را به چهار دسته کلی تقسیم‌بندی می‌کند. این دسته‌بندی شامل سامانه‌هایی که امروزه وجود دارند تا سامانه‌های احساسی که هنوز وجود ندارند را در برمی‌گیرد. این دسته‌ها به شرح زیر هستند:

نوع اول: ماشین‌های واکنش‌گرا (انفعالی)^۲

نمونه این دسته آبی تیره^۳ است که یک برنامه شطرنج بود که در دهه ۱۹۹۰ م توانست «گری کاسپاروف»، قهرمان شطرنج جهان را شکست دهد. این فناوری می‌توانست مهره‌های روی هر خانه شطرنج را شناسایی کند و حرکات‌های پیش رو را پیش‌بینی کند. مشکل برنامه آن بود که نمی‌توانست تجربه‌های قبلی خود را به یاد بسپارد و از آن برای حرکات‌های آینده‌اش استفاده کند. این برنامه هر بار تمام حرکات‌های راهبردی خود و رقیب را بررسی و آنالیز می‌کرد و بهترین آن‌ها را انتخاب می‌کرد.

نوع دوم: حافظه محدود^۴

این سامانه هوش مصنوعی برعکس قبلی می‌تواند از تجارب گذشته برای تصمیمات آینده‌اش استفاده کند. برخی از کارکردهای تصمیم‌گیری در ماشین‌های خودران از این نوع طراحی هستند. این نوع ماشین‌ها از مشاهداتشان برای تصمیماتی که در آینده‌ای نه‌چندان دور می‌خواهند بگیرند استفاده می‌کنند. مثلاً این‌که مسیری که در آن در حال رانندگی هستند را عوض کنند. البته این نوع مشاهدات و تجربیات به‌صورت همیشگی ذخیره نمی‌شوند.

نوع سوم: تنوری ذهن^۵

این نوع از هوش مصنوعی هنوز وجود ندارد اما اساس این عبارت روان‌شناختی به‌تمامی اعتقادات و دانش‌ها، آرزوها و آمال و نیت هر فرد برمی‌گردد و تأثیری که هرکدام از آن‌ها بر تصمیم‌گیری یک فرد دارد. این هوش مصنوعی قادر به درک و آنالیز این نوع از تصمیم‌گیری‌ها می‌باشد.

^۱ Arendt Hintz

^۲ Reactive Machine

^۳ Deep blue

^۴ Limited Memory

^۵ Theory Of Mind

نوع چهارم: خودآگاهی^۱

در این دسته سامانه هوش مصنوعی آگاهی از خود و هوشیاری وجود دارد. ماشین‌های دارای خودآگاهی می‌توانند بفهمند که در چه سطح و حالتی هستند و می‌توانند از اطلاعاتی که به دست می‌آورند احساسات دیگران را نتیجه‌گیری کنند. البته این نوع از هوش مصنوعی نیز همانند مورد سوم هنوز وجود ندارد (وبسایت عامر اندیش، ۱۴۰۰).

کاربرد هوش مصنوعی در حوزه نظامی

صنعت نظامی مدرن از زیربخش‌هایی تشکیل شده است که هرکدام از این بخش‌ها می‌توانند به‌طور مجزا از کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع نظامی بهره‌گیرند. این مقاله عمدتاً بر قابلیت‌های هوش مصنوعی مختص به عملیات جنگی متمرکز است. سازمان‌های نظامی و دفاعی از هوش مصنوعی برای موارد زیر استفاده می‌کنند:

- ۱) تسلیحات خودگردان و بدون نیاز به کاربر و هدف‌گیری تسلیحات (۲) امنیت سایبری
 - ۳) نظارت مخفیانه و جاسوسی (۴) سامانه‌های فرماندهی و کنترل (۵) وسایل نقلیه خودکار
 - ۶) تعمیر و نگهداری از وسایل نقلیه (۷) دریافت هشدارها و تولید گزارش (۸) امداد و تدارکات
- (نعیم زاده، ۴: ۱۴۰۰).

فرماندهی و کنترل هوشمند

سامانه‌ی فرماندهی و کنترل باید با گسترش شبکه‌ی ارتباطی جریان اطلاعات، نه تنها پاسخگو برای نیازهای خاص باشد، بلکه از طریق شبکه، سلسله‌مراتب سازمانی را کاهش دهد. ازجمله در ارتباط مستقیم بین یک حسگر و رزمنده (تیرانداز) در زمینه فرماندهی و کنترل، دانش ضمنی در سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری و عوامل نرم‌افزار به دانش صریح تبدیل شده است. این مسئله به فرماندهان و کارکنان کمک می‌کند که به سهولت تصمیم بگیرند و بیشتر در مورد ارزش‌ها و مسائل مبتنی بر قضاوت تمرکز کنند و کمتر به تجزیه و تحلیل فنی مسائل بپردازند (مهدی نژاد نوری و همکاران، ۲۱۳: ۱۳۹۶).

ویژگی‌های سامانه فرماندهی و کنترل هوشمند

ویژگی‌های سامانه فرماندهی و کنترل هوشمند در هدایت و مدیریت صحنه نبرد عبارت‌اند از:

۱. پشتیبانی قاطع از تصمیم‌گیری

¹ Self Awareness

با استفاده از نرم افزار، سخت افزار و الگوریتم ها بر اساس مدل سازی و شبیه سازی، منابع ارزشمندی برای تصمیم گیری ایجاد می شود.

۲) برنامه ریزی سریع برای واکنش سریع

ابزار لازم برای تصمیم گیری سریع، یکی از نیازهای اساسی یک سامانه فرماندهی و کنترل به شمار می رود.

۳) سرعت در تبادل اطلاعات

نیروهای نظامی در حال حاضر در یک مقطع قرار دارند که در آن سرعت اطلاعات، پیشرفت در دقت سلاح و تعامل فناوری با توسعه حسگر و فناوری های دیگر قابلیت های عملیاتی آنها را به شدت تحت تأثیر قرار می دهد.

۴) یکپارچگی (ادغام سامانه های فرماندهی و کنترل)

برای پی بردن به جنگ یکپارچه، یک نیاز اساسی ادغام سامانه فرماندهی و کنترل در سراسر فضای نبرد است.

۵) آگاهی فراگیر از فضای نبرد^۱

این موضوع یعنی تلفیقی از داده های حسگر پهپادها، رادارها و اطلاعات میدان نبرد و همه منابع اطلاعات.

۶) فهم برتر از فضای نبرد^۲

هدف اصلی از فهم نبرد برتر این است که به فرماندهان و تصمیم گیرندگان درک مؤثر از صحنه نبرد، همراه با اتصال به دانش گذشته و اطلاعات مکتوب شده را بدهد.

۷) استفاده وسیع از فناوری های جدید

درواقع فناوری اطلاعات و ارتباطات بستر اصلی سامانه فرماندهی و کنترل را تشکیل می دهد. استفاده از فناوری های مانند کنفرانس ویدئویی، گفتگوی برخط، گپ و گفت رایانه ای (چت) و...

^۱ PERVERSIVE BATTLESPACE AWARENESS

^۲ SUPERIOR BATTLESPACE UNDERSTANDING

۸) دانش فعال برتری تصمیم‌گیری

دانش فعال برتری تصمیم، به فهم برتر نبرد که شامل عوامل هوشمند، خودکار یا سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری است مربوط می‌شود؛

۹) مدیریت کارآمد داده‌ها

به‌منظور به‌کارگیری حجم زیاد داده که جزو ذات آگاهی فضای نبرد مدرن است، اطلاعات باید به‌صورت امن ذخیره‌شده و به‌سرعت در دسترس قرار گیرد.

۱۰) تعامل و تشریک‌مساعی در زنجیره فرماندهی و کنترل:

فرمانده با دسترسی به اطلاعات و تعامل با سایر فرماندهان درگیر با همان مأموریت، سریع‌تر به اطلاعات موردنظر دست می‌یابد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۵۵-۱۵۳).

کاربرد هوش مصنوعی در فرماندهی و کنترل

امروزه پیشرفت‌های شگرفی در عرصه‌های مختلف فضای سایبری در حال وقوع است، افزایش روزافزون سرعت پردازنده‌ها، سرعت و حجم داده‌هایی را که در فضای سایبری در حال تبادل است را به شکل سرسام‌آوری افزایش داده به‌نحوی که با استفاده از نرم‌افزارهای چارچوب ثابت، نظارت، کنترل و دفاع مؤثر از داده‌ها در شبکه مشکل است؛ ولی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی که قابلیت و گنجایش یادگیری را برای نرم‌افزارهای مرتبط فراهم نماید، این مشکل تا حد زیادی برطرف خواهد شد. هوش مصنوعی با بهره‌گیری وسیع از شبکه‌های عصبی و حسگرهای یکپارچه، سامانه‌های خبره و همچنین عوامل نرم‌افزاری هوشمند قادر خواهد بود مقدار بسیار زیادی از اطلاعات را به‌منظور توصیف و بررسی حوادثی که در فضای سایبری روی داده و گرفتن مناسب، با سرعت بالایی بررسی و دسته‌بندی نماید. در این راستا نکته مهم آن است که تنها بهره‌گیری از مدیریت دانش خودکار می‌تواند تضمین‌کننده ارائه یک ارزیابی سریع وضعیتی جهت اخذ بهترین تصمیم برای رهبران و تصمیم‌گیرندگان در هر سطح فرماندهی و کنترل باشد (رمضانی، ۶: ۱۳۹۸). یکی از نکات بسیار مهم استفاده از سامانه فرماندهی و کنترل هوشمند با استفاده از فناوری هوش مصنوعی این است که در مقابله با تهدیدات همه‌جانبه و پرحجم به‌عنوان یک دستیار و تصمیم‌یار بسیار قوی، کمک‌حال کاربران در اداره و مدیریت صحیح صحنه نبرد و تصمیم به‌موقع و دقیق در مقابله با تهدیدات است.

آشنایی با سامانه فرماندهی و کنترل آمریکا

سامانه‌های فرماندهی و کنترل متعددی در ارتش آمریکا وجود دارد. درواقع هرکدام از نیروهای هوایی، زمینی، دریایی آمریکا سامانه‌های C4ISR مربوط به خود را دارند. با توجه به اینکه بحث در رابطه با سامانه فرماندهی و کنترل نیروی هوایی آمریکا است در این‌بخش به آن پرداخته می‌شود.

۱) سامانه کنترل هوایی صحنه عملیات TACS^۱

سامانه مذکور به‌عنوان ستون فقرات مشارکت قوای نیروی هوایی^۲ در صحنه عملیات^۳ بوده و شامل وسایل متحرک، تجهیزات و یگان‌های آموزش‌دیده‌ای است که اجرای مناسب فرماندهی و کنترل را برای انجام عملیات هوافضا در گستره نبرد میسر می‌سازند. اجزای سامانه کنترل هوایی صحنه عملیات ممکن است به‌عنوان یک سامانه کامل استفاده‌شده یا اینکه در جهت تقویت سامانه ثابت یا متحرک موجود در صحنه عملیات باشند. از آنجائی که سامانه کنترل هوایی صحنه عملیات سامانه جنگ‌افزاری نیروی هوایی است، این سامانه از لحاظ کنترل عملیاتی در اختیار فرماندهی نیروی هوایی قرار می‌گیرد. سامانه کنترل هوایی صحنه عملیات، مدیریت نبرد، مراقبت، شناسایی، مدیریت هوافضا و امور کنترل تسلیحات را انجام می‌دهد و سامانه‌های C4I مطمئن، امن و مقاوم را برای اجرای راهبرد مشترک، کنترل نیروها و به‌کارگیری تسلیحات هوایی و زمینی فراهم می‌سازد. این سامانه دارای زیرسامانه‌ها و مراکز وابسته‌ای مانند سامانه کنترل و هشداردهنده هوابرد (آواکس)^۴، سامانه هماهنگ توزیع اطلاعات رزمی (جی‌تیدز)^۵، سامانه رادار تهاجمی و مراقبت مشترک از هدف^۶، مرکز هوایی فرماندهی و کنترل میدان نبرد و... می‌باشد (بختیاری و چمنی، ۱۳۹۶: ۸۴-۸۲).

^۱ TACS: Theater Air Control System

^۲ AFFOR: Air Force FORces

^۳ Tags: Theater Air to Ground system

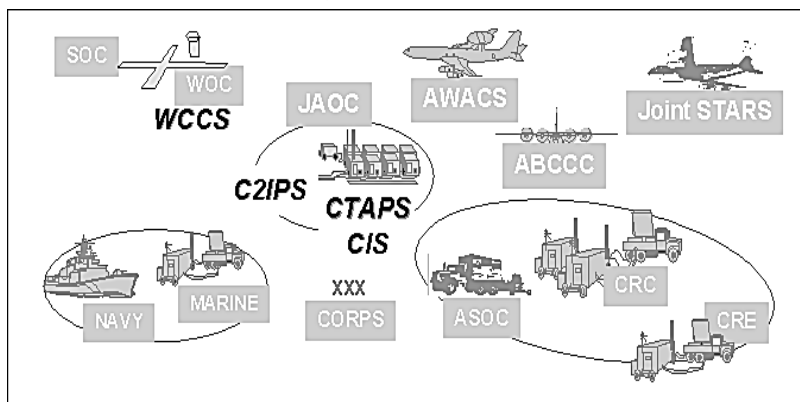
^۴ Airborne Battlefield Command and Control Center

^۵ Joint Tactical Information Distribution system

^۶ Joint Surveillance Target Attack Radar System

۲) سامانه‌های مرکزی مدیریت صحنه نبرد^۱

این سامانه واسطی است که برای اپراتور طیف خودکاری از اطلاعات فرماندهی و کنترل را فراهم می‌کند تا طرح‌ریزی و اجرای رزم‌های هوایی مشترک را پشتیبانی نماید. وقتی که امکانات این سامانه اصلی وارد شبکه شوند و با دیگر سامانه‌ها کار کنند، برای اپراتور طرح‌ریزی آنی و تطبیق‌پذیر برای عملیات جاری را فراهم می‌سازند.



شکل (۱) نگاهی کلی به سامانه مرکزی مدیریت صحنه نبرد (TBMCS).

۳) سامانه پشتیبانی از مأموریت نیروی هوایی^۲

سامانه مذکور برای افزایش کارایی خدمه هوایی جهت طراحی مأموریت‌های جنگی به کار می‌رود. این مأموریت‌ها برای جنگنده‌ها، بمب‌افکن‌ها، ترابری هوایی، هواپیماهای عملیات ویژه و دیگر سامانه‌هایی که قابلیت‌های بیشتری برای ردیابی هواپیما، سازمان‌دهی منابع و تدارکات، مخابرات و پیام‌رسانی، تجزیه و تحلیل صحنه نبرد و طرح‌ریزی فراهم می‌کنند، در نظر گرفته می‌شوند. این سامانه مشتمل بر ابزار مبتنی بر رایانه است که به خدمه هواپیما در هدایت مؤثر و به موقع طرح‌ریزی قبل از مأموریت، بهنگام‌سازی مأموریت و بازرسی بعد از مأموریت کمک می‌نماید.

۴) سامانه مادون قرمز فضاپایه^۳

نیروی هوایی در حال توسعه سامانه‌های مادون قرمز فضایی است که پرتاب موشک‌های بالستیک به طرف نیروها و تجهیزات خودی را گزارش می‌دهند و ردیابی بحرانی و حیاتی در طی مسیر

^۱ TBMCS: Theater Battle Management Core System

^۲ AFMSS: Air Force Mission Support System

^۳ SBLIS: Space Base Infrared System

را فراهم می‌سازند و داده‌های به‌دست‌آمده را برای پدافند پایانه‌ای ارسال می‌کنند. این امر برد رهگیری را گسترش داده و تأثیر آن را ضد کلاهک‌های جنگی موشک بالستیکی افزایش می‌دهد. این مرکز داده‌های حسگرها را از تجهیزات فضایی و سامانه‌های مشترک راداری دریافت می‌کند و سپس سیستم هماهنگ توزیع اطلاعات رزمی (جی تیدز) را به‌کار می‌گیرد تا اطلاعات هدف‌یابی و هشدار را سریعاً در سراسر صحنه نبرد منعکس نماید.

(۵) سامانه جهانی فرماندهی و کنترل نیروی هوایی^۱

این سیستم، یک سیستم خودکار در سطح مأموریت است که از طریق آن تیپ‌های هوایی، فرامین مأموریت هوایی را از محل مربوطه دریافت می‌کند (بختیار و چمنی، ۱۳۹۶: ۹۲-۸۵).

سامانه فرماندهی و کنترل آینده آمریکا (JADC2)

این سامانه فرماندهی و کنترل توسط وزارت دفاع ایالات متحده به‌عنوان یک طرح راهبردی تعریف‌شده که حس‌گرهای داده، سامانه‌های تسلیحاتی و ارتباطی مربوط به همه نیروهای نظامی ایالات متحده (ارتش، نیروی دریایی، نیروی هوایی، تفنگداران دریایی و نیروی فضایی) را به هم متصل می‌کند. به‌طور خاص، سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک، به‌عنوان «علم و هنر تصمیم‌گیری برای تبدیل سریع تصمیم‌ها به عمل، استفاده از قابلیت‌ها در همه حوزه‌ها و با شرکای مأموریت برای دستیابی به مزیت عملیاتی و اطلاعاتی در هر دو حوزه رقابت و درگیری مسلحانه» تعریف می‌شود. فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک، حسگرها و داده‌ها را از همه حوزه‌های گسترش داده شده گرفته و به همه نیروها پیوند داده تا فرماندهی مأموریت گسترش‌یافته را در مقیاس، سرعت و سطح مناسب برای دستیابی به هدف فرمانده در حوزه‌ها، سکوها و خطوط عملیاتی انجام دهد. تحقیق و پژوهش بر روی این سامانه و عملیاتی کردن آن بر اساس پروژه‌ای به همین نام بر عهده شرکت RAND مرکز تحقیق و توسعه نیروی هوایی ایالات متحده می‌باشد (Lingen et al, 2020: 73). این سامانه به نظامیان آمریکایی اجازه می‌دهد حین اجرای عملیات در زمین، دریا، هوا و حتی حملات سایبری مقادیر عظیمی از داده را جمع‌آوری کرده و به اشتراک بگذارند. وزارت دفاع آمریکا در همین راستا رزمایشی

^۱AFWWCCS: Air Force World Wide Command and Control System

انجام داده که طی آن نیروها با استفاده از « سامانه مدیریت جنگ پیشرفته»^۱ مقادیر عظیمی از داده را طی عملیات زمینی، دریایی و هوایی مشترک به صورت بلادرنگ جمع‌آوری، اشتراک‌گذاری و تجزیه و تحلیل کردند. بر اساس برنامه JADC2، هر چهار ماه رزمایش‌های مشابهی برگزار می‌شود که در آن‌ها با تقویت سخت‌افزار و استفاده از هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و دیگر فناوری‌های پیشرفته، سرعت جمع‌آوری و به اشتراک‌گذاری داده‌ها بیشتر خواهد شد.

این سامانه تمام ظرفیت‌های نیروهای مسلح را در یک شبکه یکپارچه مجهز به هوش مصنوعی ترکیب می‌کند. یک محیط ابر مانند ایجاد خواهد شد که به نیروهای مشترک امکان ارتباط و اشتراک اطلاعات و داده‌ها را می‌دهد (وبسایت اقتصاد نیوز، ۱۳۹۸). وزارت دفاع آمریکا حداقل دو تمرین حیاتی برای تست این سامانه برگزار کرده است. اولین مورد که در دسامبر ۲۰۱۹ در فلوریدا انجام شد، بر روی یک تهدید شبیه‌سازی شده توسط موشک‌های کروز متمرکز بود. این اولین نمایش سامانه بود که در طول تمرین انجام شد. هواپیماهای نیروی هوایی و نیروی دریایی (شامل جت‌های جنگنده F-22 و F-35)، یک ناوشکن نیروی دریایی، یک سامانه رادار ارتش، یک سامانه توپخانه متحرک و همچنین حسگرهای فضای تجاری و زمینی در این تمرین شرکت نمودند و توانایی خود را در جمع‌آوری تجزیه و تحلیل و به اشتراک‌گذاری داده‌ها در زمان واقعی برای ارائه تصویر جامع تری از محیط عملیاتی ارائه نمودند. در جولای ۲۰۲۰، وزارت دفاع دومین آزمایش سامانه را انجام داد. در این رزمایش هواپیماهای نیروی هوایی با شناورهای نیروی دریایی مستقر در دریای سیاه ارتباط برقرار کردند. علاوه بر این، کارکنان عملیات ویژه از هشت کشور دیگر ناتو و یک محیط شبیه‌سازی شده برای جلوگیری از حمله احتمالی روسیه همکاری کردند (ویکی پدیا، دانشنامه آزاد، ۲۰۲۲).

اکوسیستم هوش مصنوعی برای فرماندهی و کنترل مشترک همه‌جانبه

یکی از محرک‌های اساسی JADC2 سرعت بخشیدن به فرآیندها در هر حوزه است به طوری که حلقه‌های مشاهده، جهت‌یابی، تصمیم‌گیری و عمل (چرخه OODA) در چند دقیقه اندازه‌گیری می‌شوند نه چند روز. در حال حاضر حوزه‌های هوا، فضا و سایر با ریتم‌های

^۱ ABMS: Advanced war management system

مختلف نبرد (ساعت، هفته، ماه) عمل می‌کنند. هماهنگی بین این سه حوزه از طریق تلفن، ایمیل و جلسات به‌جای ارتباط ماشین به ماشین انجام می‌شود که بیشتر فرآیند همگام شدن را کند می‌کند. ارتباط ماشین به ماشین و تصمیم‌گیری به کمک هوش مصنوعی برای دستیابی به هدف ضرباهنگ نبرد در دقیقه مورد نیاز است. هر چه هوش مصنوعی به داده‌های بیشتری دسترسی داشته باشد، تا زمانی که داده‌های خراب معرفی نشده باشند، اجرای آن احتمالاً موفقیت‌آمیزتر خواهد بود (Lingen et al, 2020: 76).

آشنایی با موسسه مطالعاتی رند^۱

اندیشکده رند از جنگ جهانی دوم جان گرفت. مؤسس این اندیشکده یک ژنرال پنج ستاره نیروی هوایی به نام «هنری آرنولد»^۲ ملقب به «هپ» می‌باشد. وی به این نتیجه رسید که آمریکا به یک گروه از افراد هوشمند و نابغه نیاز دارد تا فناوری کشور را جلوتر از دیگر کشورهای جهان نگه دارد. او در سال ۱۹۴۶ م، گروه کوچکی از دانشمندان و ده میلیون دلار بودجه گردآوری کرد و اندیشکده رند (به معنای تحقیق و توسعه) را راه‌اندازی نمود. در حال حاضر اطلاعات زیادی در مورد این اندیشکده وجود ندارد. با این حال این اندیشکده با وجود این که چند پشتیبان مالی دارد، تک‌ملیتی است و تنها در مواردی خاص با دیگر کشورها همکاری می‌کند. این اندیشکده تا سال ۱۹۷۰ م تنها در زمینه نظامی فعالیت می‌کرد؛ اما در سال‌های اخیر وارد زمینه‌های بسیار گسترده‌تری شده است. این اندیشکده محقق اصلی بر روی سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک آمریکا می‌باشد.^۳

پیشینه پژوهش

۱ محمدمهدی نژاد نوری و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی نقش فرماندهی و کنترل هوشمند در دفاع دانش‌بنیان» به بررسی موضوع پرداخته و نتایج تحقیق نشان می‌دهد فرایند فرماندهی و کنترل در ذات خود به آگاهی از وضعیت نبرد، نیات دشمن، برنامه‌های خودی و محیط نیازمند است و در صحنه‌های نبرد پیچیده و آشوبناک و پویای امروز این آگاهی می‌بایست به‌وسیله شبکه‌های مخابراتی تبادل گردیده و با پردازش رایانه تبدیل به دانش شده و

¹ Rand: Research and Development

² Henry Arnold

³ <https://usfacts.ir/1399/03/5032605/>

تسریع فرایند تصمیم‌گیری فرماندهان را از طریق نرم‌افزارها و سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری میسر می‌سازد و این سرآغاز بعدی بنام فرماندهی و کنترل هوشمند هست.

۲) محسن رضایی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان «مؤلفه‌ها و ویژگی‌های فرماندهی و کنترل هوشمند در صحنه نبرد» به بررسی موضوع پرداخته و نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فرماندهی و کنترل هوشمند در صحنه نبرد شامل چهار مؤلفه است که عبارت‌اند از:

الف) تصمیم‌گیری با پنج ویژگی: تحلیل خودکار پیچیدگی‌های منطقه نبرد، مهارت‌های شناختی، پایش فرایند عملیات، پیامدهای مأموریت، بازخورد گیری پیامدهای مأموریت
ب) اقدام با سه ویژگی: خود هماهنگی نیروها، جابجایی سریع نیروها، حمله قاطع و به هنگام
ج) مشاهده با هشت ویژگی: سنجنده تصویربرداری هوایی بدون سرنشین، تصویربرداری ماهواره‌ای، جاسوسی ارتباطات، نظارت راداری، داده جاسوسی الکترونیک، سنجنده‌های زمینی بدون سرنشین، نظارت تصویری آکوستیک.

۳) بهروز تسلیمیکار (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان «مشخصات سامانه‌های فرماندهی و کنترل نظامی متناسب با ویژگی‌های محیط جنگ‌های آینده» پرداخته و نتایج پژوهش نشان داد که از بین عوامل احصاء شده تأثیر بر عملکرد سامانه‌های فرماندهی و کنترل نظامی در محیط جنگ‌های آینده تعداد ۲۸ مورد به‌عنوان ویژگی‌های مؤثر در عملکرد سامانه‌های فرماندهی و کنترل موردپذیرش قرار گرفتند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از: توانایی ایجاد یکپارچگی در تمام ابعاد، برخورداری از قابلیت اعتماد، توانایی قابلیت تعامل‌پذیری، برخورداری از ظرفیت لازم به‌منظور ممانعت از اشباع سامانه‌ای.

۴) حافظ محمدی و محمدرضا موحدی صفت (۱۳۹۹) در مقاله‌ای تحت عنوان «جایگاه فناوری هوش مصنوعی در توسعه سامانه‌های فرماندهی و کنترل سایبری در جمهوری اسلامی ایران» به بررسی موضوع تحقیق پرداخته و در پایان نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که با توجه به ویژگی‌های سامانه‌های نوین فرماندهی و کنترل سایبری، فناوری هوش مصنوعی از ویژگی‌های پشتیبانی قاطع از تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی سریع برای واکنش سریع، سرعت در تبادل اطلاعات، دانش فعال برتری تصمیم‌گیری، پشتیبانی نموده و می‌تواند نقش مؤثری در تحقق آن‌ها ایفا نماید.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نظر نوع و هدف، کاربردی و از نظر رویکرد، کیفی و هم‌زمان آینده‌پژوهانه و هم‌زمان توصیفی به شمار می‌رود. این تحقیق دارای محتوای آینده نگارانه بوده و ضمن تلاش در جهت ارائه موضوع تحقیق، تصویری از آینده سامانه فرماندهی و کنترل امریکا JADC2 ارائه نماید. با توجه به ماهیت کیفی بودن تحقیق، برای مطالعه روش «تحلیل محتوا» انتخاب شد. تحلیل محتوا یکی از مهم‌ترین روش‌های تحقیق کیفی است که در پی شناخت اطلاعات، به تحلیل آن‌ها می‌پردازد؛ در واقع روشی قابل قبول در بررسی‌های متنی است. این متن می‌تواند کتاب‌ها، مقاله‌ها، بحث‌ها و مصاحبه‌ها، اندیشه‌ها، دیدگاه اندیشمندان، روزنامه‌ها، اسناد تاریخی و نظامی، سخنرانی‌ها، محاورات رسمی و غیررسمی، تبلیغات و یا هر رخداد ارتباطی دیگر باشد. کثرت کاربرد تحلیل محتوا آن را از انحصار رشته‌ای خاص بیرون آورده است (شکوهی و همکاران، ۱۳۷۲: ۱۴۰۱). جامعه آماری اسنادی در این تحقیق شامل اطلاعات و منابعی است که در رابطه با فرماندهی و کنترل و هوش مصنوعی و معانی و مفاهیم مرتبط با این حوزه اشاره داشته‌اند. برای بالا بردن روایی و پایایی تحقیق، بررسی اسناد و مدارک (به روش کتابخانه‌ای) از تحقیقات دانشگاهی، کتب و مقالات موجود حوزه تحقیق استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل

تجزیه و تحلیل داده‌ها یکی از مراحل مهم در هر فرآیند پژوهشی است. در این قسمت، داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده در رابطه با سامانه فرماندهی و کنترل آینده آمریکا تحلیل محتوای کیفی شده است. این تحلیل محتوا ناظر بر تعیین معیارها از دیدگاه اسناد و مدارک در مورد این سامانه است. در این روش با استفاده از جملات کلیدی و تمرکز بر متن، مفاهیم و جملات و جهت گیرهای کلی، مفاهیم و جملات مرتبط به شرح جدول شماره یک استخراج گردیده است.

جدول (۱) دسته‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به سامانه فرماندهی و کنترل آینده آمریکا

ردیف	گویه	منبع
۱	با توجه به تغییرات پیش‌بینی شده در جنگ‌های آینده، فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک یک مفهوم جدید حیاتی است؛ اما تعریف و اهداف آن در حال توسعه است.	مصاحبه با خبرگان، ۱۴۰۱
۲	هدف این سامانه بهبود توانایی فرماندهی و کنترل برای حس کردن، معنا بخشیدن و اقدام در	مصاحبه با

خبرگان، ۱۴۰۱	تمام سطوح و مراحل جنگ، در همه حوزه‌ها، از طریق یک مزیت اطلاعاتی است که هم آگاهی موقعیتی را افزایش می‌دهد و هم تصمیم‌گیری و هم فرماندهی را تسریع می‌کند.	
Lingen et al, 2020: 5)	یک معماری مؤثر JADC2 به سامانه فرماندهی و کنترل کمک می‌کند: (۱) میدان جنگ را سریع، کامل و مستقیم درک کند. (۲) هدایت نیروهای ایالات متحده و متحدانش با سرعت بیشتری نسبت به دشمنان. (۳) تهدیدهای سایبری/دیجیتال را قبل از برانگیختن در نظر بگیرد. (۴) به سرعت تلاش‌های رزمی را در همه حوزه‌ها هماهنگ کند.	۳
Lingen et al, 2020: 5)	این سامانه با بهره‌گیری از قسمت‌های مختلف سامانه‌های فرماندهی و کنترل دارای بخش‌های زیر است: (۱) مرکز عملیات هوایی مرکز عملیات هوایی نوعی مرکز فرماندهی و کنترل است که توسط نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا استفاده می‌شود. این مرکز آژانس ارشد فرمانده واحد نیروی هوایی است که فرماندهی و کنترل عملیات هوایی را فراهم می‌کند. تعداد ۱۳ مرکز AOC نیروی هوایی ایالات متحده در سراسر جهان وجود دارد. (۲) چرخه عملیات هوایی بسیاری از عملیات نیروی هوایی به وسیله چرخه عملیات هوایی اجرا می‌شوند. این چرخه با تغییراتی محدود برای انجام مأموریت در هوا، فضا و فضای مجازی استفاده می‌شود و قلب ریتم نبرد فرمانده نیروی هوایی است. (۳) دستور کار هوایی یک دستور کار هوایی ابزاری است که توسط آن فرمانده واحد هوایی نیروهای مشترک ایالات متحده نیروهای هوایی را در یک محیط عملیاتی مشترک کنترل می‌کند.	۴
مصاحبه با خبرگان، ۱۴۰۱	سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک، حساسه‌ها، سامانه سلاح‌ها، و دستگاه‌های ارتباطی مربوط به همه سرویس‌های نظامی ایالات متحده را به هم متصل می‌کند. این قابلیت با توجه به موقعیت‌های تهدید سریع و حساس به زمان در سراسر جهان، اهمیت ویژه‌ای دارد.	۵
مصاحبه با خبرگان، ۱۴۰۱	حوزه کاربری و کاربردهای تعامل انسان با رایانه در یک سامانه فرماندهی و کنترل هوشمند، دارای ابعاد وسیعی است که نمونه مهم آن را می‌توان در سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک آمریکا یافت که برای اهداف و مأموریت‌های خاص طراحی شده است.	۶
(کاظمی و شریفی، ۱۳۹۲: ۱۴۰۰).	(و) برای اینکه این مفهوم این سامانه مؤثر واقع شود، نیاز به ویژگی‌های زیر است: ۱- عملکرد و فرآیندهای سامانه باید در تمام سطوح روشن باشد. ۲- نیاز به ارتباط منسجم وجود دارد که مستلزم یک زبان مشترک است. ۳- علاوه بر این، برای اجرای کارآمد این سامانه کاربران باید به خوبی آموزش ببینند.	۷
(وبسایت اقتصاد نیوز،	هرکدام از زیرمجموعه‌های نیروهای مسلح آمریکا با داشتن امکانات زیر در خدمت این سامانه خواهند بود:	۸

۱۳۹۸).	۱) پروژه Overmatch نیروی دریایی (معماری جدیدی با استفاده از هوش مصنوعی و گروه‌های سرنشین دار/بدون سرنشین برای عملیات دریایی). ۲) نیروی هوایی با استفاده از فناوری‌های متعدد C4ISR شبکه‌شده (از طریق زیرساخت دیجیتال سامانه مدیریت نبرد پیشرفته). ۳) نیروی فضایی دارای معماری فضایی دفاع ملی آژانس توسعه فضایی	
(کاظمی و شریفی، ۱۴۱: ۱۴۰۰).	۹ به‌طور کلی فناوری‌های هوش مصنوعی را می‌توان به شش دسته دسته‌بندی کرد: ۱) بینایی کامپیوتری که شامل تشخیص و طبقه‌بندی اشیاء در دنیای بصری است. ۲) پردازش زبان طبیعی ۳) الگوریتم‌های هوش مصنوعی ۴) سامانه‌های خبره سامانه‌های هستند که با استفاده از مقادیر زیادی دانش تخصصی ایجاد شده‌اند. ۵) برنامه‌ریزها ۶) یادگیری ماشین از این شش دسته، پنج دسته اول همگی کاربردهای واضحی برای JADC2 دارند. بینایی کامپیوتری می‌تواند برای پردازش هوش چند منبعی و انجام ترکیب داده‌ها مورد استفاده قرار گیرد. NLP می‌تواند برای استخراج اطلاعات از گفتار و نوشتار و همچنین برای نظارت بر چت دوستانه برای هدایت اطلاعات مرتبط به افراد و هشدار دادن به درگیری‌ها یا فرصت‌های احتمالی استفاده شود. سامانه‌های خبره می‌توانند برای توصیه اثرات برای دستیابی به اهداف عملیاتی و تاکتیکی استفاده شوند. سامانه‌های برنامه‌ریزی می‌توانند برای جفت کردن دارایی‌های مختلف هوایی، فضایی و سایبری در برابر اهداف و ایجاد یک طرح مانور مرحله‌ای زمانی استفاده شوند.	
مصاحبه با خبرگان، ۱۴۰۱	۱۰ هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند پردازش، اعتبارسنجی، توزیع، تجزیه و تحلیل و به اشتراک گذاری داده‌ها را بسیار سریع‌تر ارائه دهند تا آمادگی عملیاتی - از جمله صدور و اجرای دستورات - را برای هر مرحله از درگیری‌های بالقوه یا فعال تسریع بخشند.	
مصاحبه با خبرگان، ۱۴۰۱	۱۱ سامانه‌های فرماندهی و کنترل، به‌عنوان یک سامانه تصمیم‌یار، با پرورش داده‌های خام، اطلاعات لازم برای انجام مأموریت‌های محوله را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد و با ارائه تصویری لحظه‌ای و برخط از صحنه نبرد که اولویت‌های موجود در آن تعیین و مشخص گردیده‌اند، تجسم فرماندهان را عینیت بخشیده و ضریب خطا و اشتباه را به حداقل ممکن کاهش می‌دهند. این موضوع به خوبی در سامانه فرماندهی و کنترل مشترک فراگیر آمریکا دیده می‌شود.	
Lingen et al, 2020:	۱۲ برخی از چالش‌های سامانه عبارت‌اند از: ۱) عملیات چندوجهی (MDO)^۱	

^۱ MDO: Multi Domain Operation

88)	سامانه‌ها و فرآیندهای AOC به گونه‌ای تکامل یافته‌اند که اهداف موردنظر یک فرمانده را فعال نموده تا به‌طور مؤثر به اهداف حمله شود. عناصر پشتیبانی، مانند جنگ الکترونیک، سایبری و فضا، به بیشترین میزان ممکن و غالباً به‌صورت دستی ادغام شده‌اند. ۲) برنامه‌ریزی آگاهانه در برابر هدف‌گزینی پویا اگر اهداف مهم از قبل شناخته‌نشده باشند، اغلب فرآیندهای برنامه‌ریزی آگاهانه AOC بر صحنه نبرد کنترل کمتری داشته و پروازها باید خود منتظر یافتن اهداف باشند. با این فرض که تعدادی از اهداف پویا را می‌توان یافت، نیروی انسانی و ابزارهای موجود برای مدیریت این تعداد پرواز کافی نیستند ۳) رابطه فرماندهی و اختیارات: هرچقدر هم که فرماندهی نیروهای مشترک ایالات متحده و واحد هوایی آن بخواهند از عملیات چندوجهی استفاده کنند و هر چه که در آن ماهر باشند، اغلب فاقد اختیار برای به‌کارگیری برخی از توانایی‌ها هستند. ۴) همگام‌سازی ضرب‌آهنگ نبرد در همه حوزه‌ها: اگرچه نیروهای زمینی و هوایی ممکن است برای عملیات مشترک فردا برنامه‌ریزی کنند، نیروهای سایبری ممکن است هفته‌ها یا حتی سال‌ها برای دسترسی به شبکه‌های دشمن تلاش کنند. حتی اگر دسترسی ایجاد شود، ممکن است هفته‌ها طول بکشد تا اجازه استفاده از یک ابزار مشخص داده شود. ۵) ساختارهای مختلف فرماندهی و کنترل در صحنه‌ها و مناطق مختلف: اگرچه AOCها یک مبنای مشترک دارند، محدودیت‌های جغرافیایی، عملکردی و انتلافی متمایز بر روی هر یک از آنها باعث تحولات متفاوت آن‌ها شده است. ۶) سامانه‌ها و روش‌های ارتباطی قوی و انعطاف‌پذیر: تلاش‌های کنترلی توزیع شده در دستورات جغرافیایی ممکن است به رسیدگی به خطرات برای قابلیت‌های ارتباطی در مواجهه با تهدیدات دشمن کمک کند، اما این مفاهیم همچنین ممکن است آسیب‌پذیری‌های جدیدی ایجاد کنند. ۷) یکی از نگرانی‌های کلیدی برای حرکت روبه‌جلو AOC، توانایی فرمانده اجزای هوایی برای ادغام قابلیت‌های حوزه‌هایی غیر از هوا در عملیات چندوجهی است. ۸) از جمله مشکلاتی مانند امنیت چندلایه، فقدان مقامات در سطح AOC منطقه‌ای و فقدان ارتباطات سازگار در حوزه سایر نیز مطرح است ۹) اهمیت سرعت برای موفقیت JADC2 در جمع‌آوری سریع داده‌های بیشتر از منابع آغاز می‌شود. عدم توجه به این موضوع می‌تواند به عنوان چالشی برای این سامانه مطرح گردد.
Lingen et al, 2020: 71)	۱۳) ابزارهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین مورد استفاده برای JADC2 باید متناسب با هر مرکز فرماندهی و کنترل منحصربه‌فرد آن در نظر گرفته شوند.
مصاحبه با	۱۴) اگرچه قابلیت‌های حوزه‌های هوایی، فضایی، دریایی، زمینی و سایبری همگی به عملیاتی

نظامی امروز کمک می‌کنند، اما محدودیت در سهولت و سرعت ترکیب اطلاعات در سراسر آن‌ها برای درک منسجمی از محیط برای فرماندهی و کنترل نیروهای چندوجهی به مشکلی اساسی تبدیل شده است.	خبرگان، ۱۴۰۱
به‌طور خلاصه، نیروی هوایی آمریکا به یک اکوسیستم برای پشتیبانی از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین نیاز دارد.	Lingen et al, 2020: 34)
آنچه سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک آمریکا را مفید جلوه می‌دهد یکپارچگی به‌کارگیری آن با سامانه‌های جنگ‌افزار است که باعث می‌گردند تا بتوان دقت بالا، استفاده بهینه از امکانات و نیروهای موجود، افزایش میزان تعامل‌پذیری، ارائه تصویری جامع از صحنه نبرد و هدایت عملیات و به‌کارگیری هم‌زمان اطلاعات در سطوح و رده‌های مختلف را میسر نمود و یک آگاهی وضعیتی مطلوب در اختیار فرماندهان نبرد قرار می‌دهد.	وب‌سایت عامر اندیش، (۱۴۰۰)

نتیجه‌گیری

در بین سامانه‌های مختلف فرماندهی و کنترل کشورهای جهان، سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوشمند و مشخصات و چگونگی بهره‌مندی و بهره‌برداری از آن‌ها در مدیریت صحنه نبرد بسیار حائز اهمیت است و تجربیات جنگ‌های اخیر نشان داده است سامانه‌های فرماندهی و کنترل منسجم و هوشمند به‌عنوان اصلی‌ترین رکن فرماندهی و کنترل و اداره صحنه نبرد است. در تصمیم‌گیری‌های سریع و قاطع و انجام مأموریت‌های هم‌زمان، سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوشمند و طراحی و به‌کارگیری سامانه‌های تعاملی و دارای فناوری هوش مصنوعی می‌تواند سودمند باشد و با افزایش فزاینده کاربرد این فناوری‌های جدید در سامانه فرماندهی و کنترل برای تسهیل در گردش اطلاعات، نگهداری و انتقال آن‌ها، اهمیت این سامانه‌ها بیش از گذشته آشکار می‌شود. بنابراین طراحی مؤثر تعامل انسان با رایانه در موفقیت کل سامانه هوشمند حیاتی است. بی‌تردید نقش سرنوشت‌ساز هوش مصنوعی در جنگ‌های آینده انکارناپذیر خواهد بود و در نبردهای مدرن کشوری پیروز خواهد بود که بتواند به بهترین شیوه از فناوری مدرن و به‌ویژه هوش مصنوعی در ارتش خود بهره‌برد سامانه فرماندهی و کنترل همه‌جانبه مشترک ارتش آمریکا یک سامانه کاملاً مدرن است که در صورت عملیاتی شدن نقش انسان به‌عنوان رأس هرم فرماندهی و کنترل را به هوش مصنوعی و یادگیری ماشین خواهد داد. اگرچه ارتش ایالات متحده هنوز نتوانسته است به‌طور عملیاتی و گسترده از هوش مصنوعی در فرماندهی و کنترل خود استفاده کند و چالش‌های اساسی را در مقابل خود می‌بیند؛ اما شواهد و قرائن و اذعان کارشناسان خبره نشان می‌دهد که در آینده‌ای نه‌چندان دور

این سامانه به‌طور کامل عملیاتی خواهد شد. در پاسخ به سؤال اصلی تحقیق، با توجه به مطالعات نظری و همچنین با توجه به یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل انجام‌شده، نتایج کلی این پژوهش بر روی این سامانه موارد زیر را نشان می‌دهد:

۱. پیشرفت‌های فناوریانه، فنون نظامی را نیز دستخوش تغییر کرده است. حال و هوای حماسی جنگ‌ها تدریجاً جای خود را به فناوری‌های نظامی داده است و لشکری از ربات‌ها، پهپادها، ریز موجودات میکروسکوپی و ریز پرنده‌ها، امواج مغناطیسی و کارزارهای اقتصادی، رسانه‌ای و دیپلماتیک همه به‌صاف شده‌اند.

۲. فناوری رایانه‌ها و هوش مصنوعی در میادین عملیاتی به‌ویژه سامانه‌های فرماندهی و کنترل و هدایت صحنه نبرد فرمانده، حکم دستیار و تسریع‌کننده در کلیه مراحل کنترل و هدایت بسیاری از سامانه‌ها را دارد. اصول و ملاحظات تعامل انسان با رایانه نیز باید در طراحی واسطه‌ها و کاربری‌های مختلف لحاظ شود. چه بسا اگر سامانه‌ای دارای فناوری بسیار پیشرفته باشد ولی از سوی اصل مذکور پشتیبانی نشده باشد، از کارایی چندانی برخوردار نخواهند بود.

۳. نیروی هوایی آمریکا برای دستیابی به فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک باید یک شبکه یکپارچه از حسگرهای مبتنی بر هوا، فضا و فضای سایبری ایجاد و همچنین از ظرفیت‌های همکاری مشترک در همه حوزه‌ها استفاده کند. این شبکه و معماری یکپارچه تصمیمات سریع و مؤثرتری را از سطح تاکتیکی تا عملیاتی ممکن می‌سازد.

۴. سنگ بنای نیروی هوایی مجهز به هوش مصنوعی، دسترسی به داده‌ها است. نیروی هوایی ایالات متحده روزانه مقادیر زیادی داده تولید می‌کند؛ اما بسیاری از داده‌ها به دلیل فقدان یک سیاست مدیریت داده یکپارچه و IT ناکافی مخفی می‌شوند. به همین دلیل نیروی هوایی آمریکا برای تقویت هوش مصنوعی، تلاش نموده است یک اکوسیستم داده محور را اتخاذ کند و تغییرات مربوطه را در فناوری اطلاعات، کارکنان و سیاست‌ها ایجاد کند.

۵. سه عنصر توانمند ساز که باید برای پشتیبانی از عملیات چندوجهی همسو شوند عبارت‌اند از:

(الف) تعیین ساختار فرماندهی و کنترل برای JADC2

(ب) منابع داده و زیرساخت محاسباتی موجود برای MDO؛

ج) توسعه الگوریتم برای پشتیبانی از فرآیندهای ماشین به ماشین با تصمیم‌گیرندگان چندوجهی؛

۶. حرکت ساختار AOC به یک محیط دیجیتال مدرن چالش‌های زیادی را به همراه دارد: اتکا به انسان، زیرساخت‌های اولیه فناوری اطلاعات، انبوه داده‌های طبقه‌بندی‌شده در سامانه‌های ایزوله، اتکای شدید به محصولات Microsoft Office و...

۷. برخی از مهم‌ترین چالش‌های سامانه عبارت‌اند:

الف) عدم اعتماد انسان به سامانه‌های هوش مصنوعی

ب) اجرای عملیات چندوجهی

ج) عدم برنامه‌ریزی آگاهانه در برابر هدف‌گزینی پویا

د) رویه‌های مختلف برای حوزه‌های مختلف؛

و) ساختارهای مختلف فرماندهی و کنترل در مناطق و صحنه‌های مختلف نبرد؛

و) سامانه‌ها و رویه‌های ارتباطی قوی و انعطاف‌پذیر؛

ز) عدم توانایی فرمانده برای ادغام قابلیت‌های حوزه‌هایی غیر از هوا در عملیات چندوجهی

ح) فقدان امنیت چندلایه، فقدان مقامات در سطح AOC منطقه‌ای و فقدان ارتباطات سازگار در حوزه سایر؛

ط) عدم تفسیر صحیح داده‌ها در زمان واقعی؛

پیشنهادهای

به‌طور کلی این تحقیق قابل توسعه است و پیشنهاد می‌شود:

۱. از نتایج این تحقیق در مراکز مطالعاتی آجا و ن. م در جهت شناخت سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده استفاده گردد.

۲. در مراکز علمی و مطالعاتی آجا و ن. م بررسی معماری این سامانه و اجزای مختلف آن در اولویت‌های پژوهشی قرار گیرد.

۳. پیشنهاد می‌شود صاحب‌نظران و پژوهشگران تحقیقی در رابطه با کاربرد هوش مصنوعی در سایر سامانه‌های نظامی دنیا به‌ویژه ایالات متحده تحقیقاتی انجام دهند.

قدردانی

در پایان از تمامی عزیزانی که بنده را در راستای انجام این تحقیق یاری رساندند، کمال تشکر و امتنان به عمل می‌آید.

منابع

- بختیاری، ایرج و چمنی، مسلم. (۱۳۹۶). *فرماندهی و کنترل ۲*، تهران: دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص).
- بی‌نا، سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک، *ویکی‌پدیا*، ۲۰۲۰، صص ۹-۱.
- تسلیمی کار، بهروز. (۱۴۰۰). *مشخصات سامانه‌های فرماندهی و کنترل نظامی متناسب با ویژگی‌های محیط جنگ‌های آینده، فصلنامه علمی پژوهشی فرماندهی و کنترل*، سال چهارم، شماره چهار، زمستان، صص ۲۰-۱.
- رضایی، محسن و رشید، غلامعلی و پوردستان، احمدرضا. (۱۳۹۱). *مؤلفه‌ها و ویژگی‌های فرماندهی و کنترل هوشمند در صحنه نبرد، فصلنامه علوم و فنون نظامی*، سال شانزدهم، شماره ۵۴، صص ۱۷۱-۱۴۹.
- رضانی دهقی، رسول (۱۳۹۸). *بررسی سناریوهای آینده سامانه فرماندهی و کنترل در مواجهه با فناوری‌های نوین، فصلنامه علمی پژوهشی فرماندهی و کنترل*، شماره ۳، صص ۱۵-۲.
- شکوهی، حسین و قرایی آشتیانی، محمدرضا و احدی، محمد و حاجیلو، علی. (۱۴۰۱). *بررسی نقش ریز پرنده‌ها در جنگ‌های آینده، فصلنامه مطالعات دفاعی/استراتژیک*، سال بیستم، شماره ۸۷، بهار صص ۱۸۲-۱۵۹.
- کاظمی ویدوجی، ابوالفضل و شریفی، محمدحسین. (۱۴۰۰). *پایان‌نامه کارشناسی با عنوان «بررسی نقش هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده»*، تهران: دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص)، دانشکده مهندسی فرماندهی و کنترل.
- محمدی، حافظ و موحدی صفت، محمدرضا، (۱۳۹۹)، *جایگاه فناوری هوش مصنوعی در توسعه سامانه‌های فرماندهی و کنترل سایبری در جمهوری اسلامی ایران*، دوازدهمین کنفرانس ملی فرماندهی و کنترل ایران.

- مرادی، بیژن، (۱۳۹۳)، تدبیر کارکردی فرماندهی و کنترل مشترک، تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی- حوزه هسته‌های نوآوری دفاعی.
- مهدی نژاد نوری، محمد و جبار رشیدی، علی و فخری، مجید و علی نژاد، مهدی، (۱۳۹۶)، بررسی نقش فرماندهی و کنترل هوشمند در دفاع دانش‌بنیان، فصلنامه مطالعات دفاعی/استراتژیک، سال پانزدهم، شماره ۷۰، زمستان، صص ۲۳۲-۲۰۹.
- نعیم زاده، مریم. (۱۴۰۰). کاربرد هوش مصنوعی در صنایع نظامی، سایت اینترنتی ویراسنس، قابل دسترسی در <https://veerasense.com>.
- وبسایت اقتصاد نیوز. (۱۳۹۸)، فناوری جدید ارتش آمریکا برای مقابله با حملات موشکی، قابل دسترسی در: <https://www.eghtesadnews.com>.
- وبسایت عامر اندیش، (۱۴۰۰)، هوش مصنوعی چیست و چگونه کار می‌کند، قابل دسترسی در: <https://amerandish.com>.

انگلیسی

- Kemp, Ian (2012), C4I Systems Handbook: Issue 6 Paperback", The Shephard Press Ltd, December 2012, P 152.
- Komater, Michael (2011), "Command in air war: centralized v s decentralized.
- Sherrill Lingel, Et All, (2020), JOINT All Domain Command & Control For Modern warfare, Published by the RAND Corporation, Santa Monica, Calif.