ISSN:2821-1588 htpps://www.jadm.khadu.ir

فصلنامه علمی ((مدیریت دفاع هوایی))

دوره دوم ، شماره ۳ ، آذر۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

شاخص‌سازی فرماندهی و کنترل پایدار مبتنی بر هوش مصنوعی

نوید سرباز کل تپه[۱] ، فرهاد سرباز کل تپه [۲] ، امیر حسین الهامی[۳]

۱ - دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی از دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد مدیریت دولتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- استادیار گروه جغرافیا، محیط زیست و پدافند غیرعامل پژوهشگاه علوم و معارف دفاع مقدس

اطلاعات مقاله

تاریخ پذیرش: ۱۰/ ۱۴۰۲/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۷

کلمات کلیدی:

فرماندهی، کنترل، پایداری، هوش مصنوعی، پردازش داده.

نویسنده مسئول:

امیر حسین الهامی

ایمیل:

amelhami@yahoo.com

چکیده

ماهیت عملکردی، محیط عملیاتی، تخصص، سلاح و راهبردهای متنوع نیروهای نظامی در کنار کنش‌ها و تهدیدهای متنوع نیروهای متخاصم، الزام عملکرد سیستم‌های فرماندهی و کنترل پایدار یکپارچه و شبکه محور را برجسته‌تر از پیش نموده است. این الزامات، توسعه زیرساخت‌های پایدار و امن برای وحدت فرماندهی هم‌افزا و مداوم را در صحنه‌های نبرد متحول ساخته است. گستردگی، پیچیدگی و پیشرفت روزافزون فناوری‌های فرماندهی و کنترل، لزوم بهره‌برداری از ابزارهایی همچون هوش مصنوعی، برای افزایش مؤلفه پایداری در این سیستم‌ها را ایجاب می‌نماید. هدف از انجام این پژوهش، شاخص سازی فرماندهی و کنترل پایدار مبتنی بر قابلیت‌های ضروری هوشمندی هوش مصنوعی است. نوع پژوهش کاربردی توسعه‌ای با رویکرد ترکیبی است. روش انجام پژوهش، تحلیل‌محتوای کمی، از طریق ابزارهای گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و اسنادی است. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از تحلیل شبکه‌ای (**ANP**)، و نرم‌افزار **super decision** برای تشخیص روابط شبکه‌ای قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی در ارتباط با پایداری استفاده شده است. بر اساس نتایج پژوهش، شاخص‌های اصلی هوشمندی شامل پردازش داده، شناخت محیط، شناخت خود، شبیه‌سازی، عکس‌العمل سریع، پیش‌بینی، حل مسئله، برنامه‌ریزی، یادگیری، درک تمایز و تشابه و تصمیم‌گیری، بر روی شاخص‌های پایداری فرماندهی و کنترل شامل عدم شناسایی، عدم اصابت و عدم انهدام، بیش‌ترین تأثیر را داشته‌اند.

استناد به مقاله: نوید سرباز کل تپه، فرهاد سرباز کل تپه، امیر حسین الهامی. شاخص‌سازی فرماندهی و کنترل پایدار مبتنی بر هوش مصنوعی. فصلنامه علمی ((مدیریت دفاع هوایی)) دوره دوم ، شماره ۲ ، آذر ۱۴۰۲.

ISSN:2821-1588 htpps://www.jadm.khadu.ir

Journal of Air Defense Manegment
Vol. 2, No, 3, 1402

Research Paper

Sustainable Command and Control Indexing Based on Artificial Intelligence

Navid Sarbaz Kal Tappeh[1] , Farhad Sarbaz Kaltapeh [2] , Amir Hossein Elhami[3]

1 - Ph.D. Candidate in Political Geography, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Master of Public Administration, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Geography, Environment and Passive Defense, Institute for Science and Education of Holy Defense

Article Information

Accepted: 1402/08/10

Recceived:1402/04/07

Keywords:

command, control, sustainability, artificial intelligence, data processing.

Corresponding Author:
Amir Hossein Elhami
Email:
amelhami@yahoo.com

Abstract

The functional nature, operational environment, expertise, weapons and diverse strategies of the military forces, along with the diverse actions and threats of the hostile forces, have highlighted the requirement of integrated and network-oriented sustainable command and control systems. These requirements have revolutionized the development of a stable and secure infrastructure for continuous and complementary command unity in the battlefield. The extent, complexity and increasing progress of command and control technologies require the use of tools such as artificial intelligence to increase the stability component in these systems. The purpose of this research is to index sustainable command and control based on the essential capabilities of artificial intelligence. The type of applied research is developmental with a mixed approach. The research method is quantitative content analysis through library and documentary information collection tools. Network analysis (ANP) has been used to analyze the information, and Super Decision software has been used to identify the network relationships of the essential capabilities of artificial intelligence in relation to sustainability. Based on the results of the research, the main indicators of intelligence include data processing, knowing the environment, knowing oneself, simulation, quick reaction, forecasting, problem solving, planning, learning, understanding distinction and similarity, and decision-making, on the stability indicators of command and control, including lack of identification. Non-hitting and non-destruction have had the most impact.

HOW TO CITE: Navid Sarbaz Kal Tappeh , Farhad Sarbaz Kaltapeh , Amir Hossein Elhami. human resources, Sustainable Command and Control Indexing Based on Artificial Intelligence. Journal of Air Defense Manegment Vol.2, No, 3, 1402.

۱. مقدمه

صحنه‌های نبرد کنونی تحت تأثیر پارادایم فناوری در عرصه‌های نظامی قرار دارند. توسعه روزافزون فناوری، سبب حرکت نیروهای نظامی به سمت توسعه توانمندی‌های فناورانه متأثر از نیازمندی‌ها گردیده است. نیازهای عملیاتی متنوع و الزامات میدانی صحنه‌های نبرد ایجاب می‌کند که فرماندهان تسلطی جامع و کامل را بر نیروهای عمل‌کننده و کنترل میدانی آن‌ها داشته باشند.

پاسخی که فناوری نظامی به چنین نیازی در صحنه‌های نبرد ارائه می‌کند سیستم‌های فرماندهی و کنترل می‌باشد. نیازها و اهداف متنوع به عنوان دو خوشه عوامل سبب ساز موجب میگردند تا این سیستم ها عملکردی شبکه محور و مکمل در جهت ارائه تسلط و جامعیت را ارائه دهند.

این سامانه‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که اطلاعات، قابلیت‌های ارتباطی و ابزار لازم برای برنامه‌ریزی، هدایت، هماهنگی و کنترل نیروها و عملیات‌ها را در اختیار فرماندهان قرار دهند (Barker,2003: 8). از سوی دیگر، الزام عملکرد مداوم و حضور سیستم‌های فرماندهی و کنترل سبب گردیده تا پایداری به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های حیاتی در عملکرد این فناوری مطرح گردد. پایداری سیستم‌های نظامی توانایی حفظ و ارتقای آمادگی و اثربخشی نظامی در عین به حداقل رساندن اثرات منفی بر محیطو منابع را در بر می‌گیرد. در چارچوب ارتش، پایداری به عملیات، تأسیسات و سیستم‌های پایدار اشاره دارد که همگی مأموریت را ممکن می‌سازند (Butts et al, 2012: 17). آنچه مفهوم پایداری عملکردی این سیستم‌ها در محیط‌های ناپایدار را دستخوش تغییر می‌کند، توسعه روزافزون فناوری است.

هوش مصنوعی، به‌عنوان مفهومی که هوشمندی فناوری‌ها و تجهیزات مصنوعی نامیده می‌شود، به طور فزاینده ای در سیستم های فرماندهی و کنترل ادغام می شود تا تصمیم گیری، بهینه سازی تخصیص منابع و بهبود آگاهی موقعیتی را افزایش دهد (Narayanan et al, 2021: 13). پایداری سیستم های فرماندهی و کنترل یک نگرانی حیاتی، به ویژه در مواجهه با تهدیدات در حال تحول و قابلیت های تکنولوژیکی پیشرفته است (Horton&Thomas: 2020). سیگنال‌های دشمن، حملات اطلاعاتی، سایبری و جنگ الکترونیک چالش‌های مهمی را برای بقای پست‌های فرماندهی و کنترل ایجاد می‌کنند (Kallberg&Hamilton,2023). هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری می‌تواند مفهوم مفهوم پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل را در حوضه فناوری‌های نظامی تحت تأثیر قرار دهد. هوش مصنوعی می تواند تأثیر قابل توجهی بر بقای سیستم های فرماندهی و کنترل داشته باشد. با استفاده از قابلیت‌های هوش مصنوعی، سیستم‌های فرماندهی و کنترل می‌توانند آگاهی موقعیتی، تصمیم‌گیری و زمان پاسخ را بهبود بخشیده و در نهایت توانایی شناسایی و پاسخ به تهدیدات را در زمان واقعی بهبود بخشند (Smagh, 2020: 27). اما انچه که پیش زمینه و لازمه ایجاد چنین تغییراتی در مفاهیم است در ابتدای امر شناسایی و تولید شاخص های موثری است که در این تغییرات نقش ایفا میکنند.

دغدغه اصلی که پژوهشگران در این مقاله درصدد رفع آن بر خواهند آمد تولید شاخص‌هایی کمیت‌پذیر بر اساس قابلیت‌های ضروری متصور برای هوش مصنوعی است که بر اساس این شاخص‌ها بتوان به ارائه تعریفی جدید از مفهوم پایداری در سیستم‌های فرماندهی و کنترل دست یافت.

هدف غایی پژوهش و سؤال اصلی که درصدد پاسخگویی به آن برخواهیم آمد عبارت است از:

سؤال اصلی:

یک سیستم فرماندهی و کنترل پایدار هوشمند چه تعریفی دارد؟

سؤالات فرعی پژوهش:

۱- کدام شاخص‌های کمیت‌پذیر برای تعریف یک سیستم فرماندهی و کنترل پایدار هوشمند الزامی می‌باشند؟

۲- روابط شبکه‌ای خوشه‌های پایداری و هوشمندی سیستم‌های فرماندهی و کنترل چگونه است؟

پیشینه پژوهش:

ردیف	عنوان	نام نویسندگان	سال انتشار	یافته های پژوهش
۱	مؤلفه‌ها و ویژگی های فرماندهی و کنترل هوشمند در صحنه نبرد	رضایی و دیگران	۱۳۹۹	این پژوهش با هدف تعیین مؤلفه‌ها و ویژگی‌های فرماندهی و کنترل هوشمند در صحنه نبرد انجام شده است و نتایج تحقیق نشان داد که فرماندهی و کنترل هوشمند در صحنه نبرد به ترتیب شامل چهار مؤلفه است که عبارت‌اند از: ۱) تصمیم‌گیری با پنج ویژگی ۲) اقدام با سه ویژگی ۳) مشاهده با هشت ویژگی ۴) توجیه با چهار ویژگی.
۲	کاربردهای فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوشمند	رحمانی و علیزاده	۱۴۰۰	هدف پژوهش، بررسی کاربرد ابعاد هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل هوشمند درصحنه نبرد می‌باشد. استفاده از فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل نوآورانه، مؤثر و دارای بازده عملیاتی قابل‌قبول می‌باشد و اولاً سرعت تصمیم‌گیری سریع و صحیح را افزایش داده و ثانیاً سطح خطای تصمیم‌گیری انسانی را به‌صورت محسوسی کاهش دهند.
۳	سامانه فرماندهی و کنترل C5I2 و بررسی نقش رایانه ها در آن	عبدی، فریدون	۱۳۹۰	هدف پژوهش ارائه مفهومی جامع از سامانه C5I2, نقش رایانه, ضرورت و تهدیدات ناشی از به کارگیری رایانه ها در سیستم مذکور است و نتیجه می‌گیرد که «کلیه سیستم های ارتباطی یا خبررسانی و اطلاعات خودکار و تجهیزاتی که در ارتباط با هم فرمانده را در طراحی, هدایت و کنترل نیروها در راستای وحدت تلاش ها, در صحنه نبرد یاری می دهد, C5I2 نامیده می شود.
۴	جایگاه فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی	شاملو، رضا	۱۴۰۱	هدف پژوهش، بررسی جایگاه فناوری هوش مصنوعی در سامانه‌های فرماندهی و کنترل آینده آمریکا است . نتیجه می‌گیرد که در شرایط کنونی و با توجه به پیشرفت روزافزون فناوری و

	و کنترل آینده (مطالعه موردی: سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک آمریکا)			نیازهای جنگ آینده، نیروی هوایی آمریکا عمیقاً به دنبال بهکارگیری هوش مصنوعی در سامانه فرماندهی و کنترل فراگیر مشترک خود است.
۵	Artificial intelligence for decision support in command and control systems	Schubert et al	2018	هدف از انجام این پژوهش چگونگی استفاده از هوش مصنوعی در سیستم‌های فرماندهی و کنترل و تاثیر آن بر پایداری نهایی و پیروزی بر هماورد را بررسی می‌کند. پژوهش نتیجه می‌گیرد طرفی که هوش مصنوعی را با موفقیت در سیستم فرماندهی و کنترل خود پیاده‌سازی می‌کند، می‌تواند بهترین و سریع‌ترین در تجزیه و تحلیل اطلاعات باشد و در نتیجه می‌تواند سریع‌تر تصمیم بگیرد و نسبت به حریف خود برتری عملیاتی کسب کند.
۶	Artificial Intelligence in Modeling Command and Control	Liu, Jianying Li , Xiaolong	۲۰۱۰	این مقاله تکنیک‌ها و روش‌های اصلی هوش مصنوعی مورد استفاده برای مدل‌سازی فرماندهی و کنترل را ارائه می‌کند. همچنین هوش مصنوعی را در مدل‌های شناختی فرماندهی و کنترل از جمله ارزیابی موقعیت، برنامه‌ریزی، انتخاب دوره اقدام و یادگیری مورد بحث قرار می‌دهیم. نتیجه اینکه تمام تکنیک ها به افزایش اعتبار و قابلیت اطمینان مدل ها کمک می کنند.
۷	Agile, Antifragile, ArtificialIntelligence Enabled, Command and Control	Simpson et al	2021	این مقاله استدلال می‌کند که هوش مصنوعی می‌تواند منجر به یک تله شکنندگی شود، که به موجب آن واگذاری عملکردهای فرماندهی و کنترل به یک هوش مصنوعی می‌تواند شکنندگی فرماندهی و کنترل را افزایش دهد و منجر به شکست‌های استراتژیک فاجعه‌بار شود و در نتیجه پایداری سیستم از بین برود.
۸	Research on Architecture of Intelligent Command and Control System	Su et al	2019	این مقاله تعریفی از فرماندهی و کنترل هوشمند و فناوری های کلیدی آن را توسعه می‌دهد و یک مدل معماری سیستم فرماندهی و کنترل را ارائه می‌کندکه تئوری اساسی و پشتیبانی فنی را برای توسعه آینده سیستم فرماندهی و کنترل هوشمند فراهم می کند.

۲. مبانی نظری

۲-۱. تعاریف مفاهیم و اصلاحات

فرماندهی و کنترل

توانایی جمع‌آوری، پردازش و توزیع پیوسته اطلاعات در صحنه نبرد و جلوگیری از دست‌یابی دشمن به توانمندی‌های فوق و قرار گرفتن در موقعیت برتر اطلاعاتی به‌ناچار پیروی از الگوی شبکه‌ای را الزامی می‌کند. درواقع این اطلاعات موجود در شبکه «C4ISR» و نحوه گردش اطلاعات است که چنین امری را ممکن می‌سازد (حیدریان و خادم دقیق، ۱۳۹۸: ۶۶-۶۵). آنچه فضای امروز را متفاوت می‌سازد

فرایند ۱- شبکه‌ای شدن ۲- هوشمندی کنترل ۳- فرماندهی مبتنی بر این فرآیند است. عنصر تصمیم؛ اساسی‌ترین بسته اطلاعاتی است که تولید و هدایت می‌شود. این عنصر به پشتوانه آگاهی از میدان رقابت (نبرد) و پردازش، نظارت و شناسایی رویکردهاست. سیستم‌های نوین باید توانایی به اشتراک‌گذاری و توزیع هم‌زمان این آگاهی را از مدیریت (فرماندهی) تا آخرین عنصر اجرایی (عملیاتی) را داشته باشند و البته این آگاهی تماماً در یک بستر شبکه‌ای توزیع می‌شود. واژه «C4ISR» به‌عنوان سرنام کلمات فرمان، کنترل، ارتباطات، رایانه، هوشمندی، مراقبت و شناسایی می‌باشد. این چهارچوب از ۳ دیدگاه متفاوت تشکیل شده است.

۱- دیدگاه عملیاتی: این دیدگاه توصیف‌کننده وظایف و عملکردهای گره‌های عملیاتی و نحوه گردش اطلاعات بین این گره‌ها در جهت انجام عملیات نظامی است. با استفاده از نمادهای گرافیکی می‌توان گره‌ها و عناصر عملیاتی، چگونگی انجام و پشتیبانی عملیات، نحوه گردش و تبادل اطلاعات بین گره‌ها را مشخص نمود. در این دیدگاه بیشتر به تعیین دکترین، وظایف و فعالیت‌هایی که بر عهده هر گره عملیاتی است پرداخته می‌شود.

۲- دیدگاه سیستمی: این دیدگاه توصیف‌کننده سیستم‌های اطلاعاتی و چگونگی ارتباط بین آن‌ها در جهت انجام یا پشتیبانی عملیات نظامی است. آنچه نشان‌دهنده نقش فناوری در کمک به انجام بهتر مأموریت‌های نظامی بوده، در اینجا توصیف می‌شود. از دیدگاه عملیاتی که به دیدگاه سیستمی وارد شویم، گره‌های عملیاتی با سیستم‌های اطلاعاتی و فواصل با خطوط انتقال اطلاعات جایگزین می‌شوند.

۳- دیدگاه تکنیکی: این دیدگاه توصیف‌کننده قوانین، مشخصات و ملزومات تعیین‌شده برای هر سیستم در جهت نیل به اهداف و وظایف تعریف‌شده آن است. در حقیقت هدف از این دیدگاه، تضمین تطابق در عملکرد سیستم‌ها با انتظارات خواسته‌شده از آن‌هاست (حاجی ملأ میرزایی و حفیظ کاشانی، ۱۴۰۰: ۱۰۷- ۱۰۵؛ سلامی و علوی، ۱۳۹۶: ۱۱۰).

سامانه‌های فرماندهی و کنترل که مبتنی بر یک معماری فناورانه پیشرفته و متشکل از عناصر فرماندهی، کنترل، مخابرات، رایانه و اطلاعات عملیاتی است، همانند ابزاری هستند که اطلاعات لازم را برای استفاده استراتژیست ها و فرماندهان تهیه کرده و زمینه را برای ترسیم خطوط کلی سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها فراهم می‌آورند (عبدی، ۱۳۹۲: ۱۰). سیستم‌های فرماندهی و کنترل مزایای بسیاری دارند که در اینجا می‌توان به مواردی همچون: افزایش راندمان، دقت بالاتر، قابلیت اطمینان بیشتر، عکس‌العمل سریع یا کاهش تأخیر و وقفه، تلفیق سامانه‌های متعدد در قالب یک سامانه، کاهش هزینه، نگهداری ساده‌تر، تسلط اطلاعاتی بر فواصل دورتر، تجزیه‌وتحلیل بهتر و کاهش خطاهای عملیاتی اشاره کرد (حاجی ملأ میرزایی و حفیظ کاشانی، ۱۴۰۰: ۱۰۷- ۱۰۵).

مهم‌ترین عوامل کلیدی سامانه‌های فرماندهی و کنترل به شرح زیر می‌باشد:

عملیات شبکه محور و آگاهی از فضای صحنه‌های نبرد؛ تمرکززدایی و توزیع به‌موقع اطلاعات (اشتراک اطلاعاتی)؛ اقدام هم‌زمان و چرخه تصمیم‌گیری و اصول مبنایی سامانه فرماندهی و کنترل راهبردی؛ خلاقیت و نوآوری؛ زیرساخت سامانه فرماندهی و کنترل، زیرساخت تصاویر یکپارچه‌سازی صحنه‌های

جنگ، عملیات و نبرد؛ زیرساخت خودکار بودن فرآیندها در تمامی رده‌ها؛ شبکه ارتباطی یکپارچه و تحلیل و ارزیابی اطلاعات؛ جنگ الکترونیکی و سایبری راهبردی؛ یکپارچگی فرماندهی؛ هوشمندی و پاسخ‌گویی؛ ساختار سازمانی و تجهیزاتی؛ مهارت‌ها و توانایی‌ها؛ سازگاری و انعطاف؛ امنیت؛ انطباق‌پذیری و قابلیت‌ها (اطمینان، برنامه‌ریزی، اتصال، دوام و ماندگاری، انعطاف‌پذیری، توسعه‌پذیری، دسترسی، پیونددهی) و تعامل‌پذیری (داخلی و خارجی) (ستاری خواه، ۱۳۹۳: ۸۲).

به‌طورکلی هفت کارکرد اصلی سامانه‌های فرماندهی و کنترل را این‌گونه می‌توان بیان کرد:

۱- جمع‌آوری، پردازش و تحلیل مداوم داده‌های محیطی؛

۲- توجیه مأموریت، ارزیابی وضعیت و تصمیم‌گیری؛

۳- مرتبط سازی دستورات (خطوط ارتباطی) به فرماندهان رده پایین و عناصر کنترل نیرو؛

۴- برنامه‌ریزی عملیاتی، سازمان‌دهی تعاملات و هماهنگ‌سازی تلاش‌ها؛

۵- پشتیبانی همه‌جانبه و دستور دهی مداوم به نیروها جهت نگهداری آن‌ها در سطح مناسب آمادگی رزمی؛

۶- اصلاح امور سازمانی با هدف تأمین نیاز مأموریت‌های رزمی؛

۷- فرماندهی و کنترل نیرو در صحنه (سلامی و علوی، ۱۳۹۶: ۱۰۵).

۲-۲. ویژگی‌های هوشمندی سامانه فرماندهی و کنترل

شاخصه‌های ضروری هوشمندی سامانه‌های فرماندهی و کنترل سبب ایجاد هویت و شناسایی خواهند شد که مؤلفه هوشمندی در آن بارز خواهد بود. ویژگی‌های هوشمندی این سامانه‌ها عبارت‌اند از (مهدی نژاد نوری و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۱۷-۲۱۳):

۱- پشتیبانی قاطع از تصمیم‌گیری

با استفاده از نرم‌افزار، سخت‌افزار و الگوریتم‌ها بر اساس مدل‌سازی و شبیه‌سازی، منابع ارزشمندی برای تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود. یک فرمانده می‌تواند مأموریت خود را با کمک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی و همکاری با هر دو رده بالاتر و پایین‌تر در چند حوزه انجام دهد. فناوری‌های رایانه‌ای علی‌رغم افزایش مبادی ورودی اطلاعات از طریق پردازش‌های ماهرانه زمینه را برای تلخیص اطلاعات در جهت جلوگیری از تحمیل بار اضافی اطلاعات بر تصمیم‌گیرندگان فراهم کرده‌اند. چنین امری سبب تمرکز فرماندهان بر اطلاعات استراتژیک صحنه نبرد و جلوگیری از آشفتگی اطلاعاتی می‌گردد.

۲- برنامه‌ریزی سریع برای واکنش سریع

الزام تصمیم‌گیری سریع در شرایط بدیع سبب می‌گردد که در اختیار داشتن ابزارهای مناسب یکی از بایسته‌های اصلی سیستم‌های فرماندهی و کنترل باشد. چنین ابزارهایی قادر به بروز رسانی سناریوها بر اساس تغییرات به وجود آمده خواهند بود. لازمه عملکردی این ابزارها سرعت می‌باشد چراکه پاسخ‌های متعددی را برای تصمیم‌گیری نهایی توسط کاربر باید در اختیار او قرار دهند و بدون سرعت این امر ناممکن می‌نماید.

۳- سرعت در تبادل اطلاعات

سرعت بالای فناوری‌های نظامی، قابلیت‌های عملیاتی نیروهای نظامی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از سوی دیگر این تأثیر بر فرماندهی و کنترل، چرخه‌ای پایان‌ناپذیر و با سرعتی روزافزون را ایجاد کرده است. در کنار کمیت و کیفیت اطلاعات در دسترس از طریق سامانه‌های فرماندهی و کنترل، سرعت تبادل اطلاعات برای ایجاد برتری اطلاعاتی بر دشمن در جهت تصمیم‌گیری سریع‌تر و مطمئن‌تر عاملی است که یک نیروهای خودی را در موقعیت برتری اطلاعاتی قرار می‌دهد.

۴- یکپارچگی (ادغام سیستم‌های فرماندهی و کنترل)

راهبردهای نظامی یکپارچه اساساً سبب ایجاد تهدیدهای بیشتری علیه رقبا می‌گردد و از سوی دیگر توانایی نیروهای خودی را در تقابل با دشمن افزایش می‌دهد. رسیدن به چنین هدفی مستلزم عملکرد سیستم فرماندهی و کنترل یکپارچه در سراسر عرصه‌های نبرد است و از طریق چنین ابزاری است که می‌توان اطلاعات کارآمد را در دسترس کارکنان در جهت افزایش عملکرد قرار داد. عملکرد یکپارچه و وسیع سیستم‌های دفاعی ویژگی الزامی است که می‌تواند چنین ویژگی را واقعیت ببخشد.

۵- آگاهی فراگیر از فضای نبرد

هم‌افزایی کارکردی نهاد اطلاعاتی و عملیاتی در صحنه‌های نبرد سبب تلفیق داده‌های جمع‌آوری شده از ورودی‌هایی همچون پهپادها و رادارها با اطلاعات عرصه نبرد می‌گردد. چنین تلفیق گسترده‌ای از اطلاعات باید در الگویی شبکه‌ای و قدرتمند سبب شکل‌گیری آگاهی وضعیتی مشترک در میان تمام نیروها و درعین‌حال تفوق اطلاعاتی بر نیروهای متخاصم شود.

۶- فهم برتر از فضای نبرد

چنین مفهومی به معنای ایجاد فهمی از صحنه نبرد برای فرماندهان و کارکنان بر اساس اطلاعاتی است که برای اتخاذ یک تصمیم نیازی الزامی به آن دارند و درعین‌حال کمیت ارائه اطلاعات برای کاربران آن نباید سبب ایجاد آشفتگی اطلاعاتی شود. فهم برتر از فضای نبرد زمانی ایجاد می‌شود که اطلاعاتی ضروری به میزان کافی برای تصمیم‌گیری در اختیار فرماندهان قرار گیرد.

۷- استفاده وسیع از فناوری‌های جدید ICT

توسعه مداوم فناوری‌های بسترساز سیستم‌های فرماندهی و کنترل، عاملی است که ارتقاء روزافزون این سیستم‌ها را در پی خواهد داشت و چنین امری سبب ایجاد روندی پویا در بستر زمان خواهد شد که نتیجه آن داشتن برتری اطلاعاتی بر رقیب در عرصه‌های نبرد می‌باشد.

۸- دانش فعال برتری تصمیم‌گیری

چنین دانشی، متأثر از عوامل پشتیبان تصمیم‌گیری است که با ارائه تجزیه‌وتحلیل‌های مستحکم و گزینه‌های خلاقانه در جهت طراحی و اجرای مأموریت‌ها حمایت می‌شود. چنین ساختار چند سطحی از ورودی‌های اطلاعات شروع شده و شبکه ارتباطی بین ورودی‌ها و گره‌های تحلیل اطلاعات و ارائه به فرماندهان را شامل می‌شود. این ساختار می‌تواند اطلاعات متنوعی را در رابطه با عوامل مختلف صحنه نبرد همچون زمین، آرایش نیروها، تجهیزات و تحرکات را ارائه دهد.

۹- مدیریت کارآمد داده

آنچه در گام دوم سیستم‌های فرماندهی و کنترل ضروری می‌نماید، ارائه تحلیلی درست از اطلاعات حجیم جمع‌آوری شده می‌باشد. چنین تحلیلی از اطلاعات در ارتباط با نیازها و اهداف است که می‌تواند واقعیت پیدا کند. بدون ارائه چنین تحلیلی از اطلاعات که پاسخ گوی نیازها و اهداف باشد، نمی‌توان کارایی مورد انتظار را در عرصه‌های نبرد شاهد بود.

۱۰- تعامل و تشریک‌مساعی در زنجیره فرماندهی و کنترل

الگوی شبکه‌ای فرماندهی و کنترل بدون تعامل میان رده‌های مختلف هم‌تراز و ناهم‌تراز فرماندهی و تصمیم‌گیری نمی‌تواند اجرایی شود. حصول نظارت و برداشت اطلاعات از طریق اشتراک‌گذاری اطلاعاتی و آگاهی وضعیتی و هم‌افزایی قابلیتی واقعیت پیدا می‌کند. اشتراک‌گذاری اطلاعاتی به‌مانند ورودی‌های یکسان یک سیستم انتظار می‌رود که سبب یکسانی عملکرد شود. چنین الگوی تعاملی سبب افزایش آگاهی وضعیتی و تسلط اطلاعاتی شده و فرماندهان می‌توانند در واکنش به تغییرات عرصه‌های نبرد کنش‌های مناسبی را انجام دهند.

۲-۳. ویژگی‌های پایداری سامانه فرماندهی و کنترل

پایداری متشکل از ۳ مؤلفه اصابت پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری است. اهدافی که در طراحی یک سامانه به‌صورت پایدار مدنظر قرار دارند عبارت‌اند از:

- تأخیر در کشف سامانه تا حد امکان؛
- در صورت کشف شدن احتراز از شلیک علیه آن؛
- در صورت شلیک، احتراز از اصابت؛
- در صورت اصابت، کاهش خسارت و آسیب؛
- در صورت آسیب و وارد آمدن صدمه، احتراز از نابودی کامل؛
- در صورت اصابت و عدم نابودی، تعمیر سریع (Gilman, 1986: 13).

- اصابت پذیری

اصابت پذیری یک سامانه به عدم توانایی آن در جلوگیری از کشف شدن و وارد آمدن ضربه در یک حمله نظامی تعریف می‌شود (Ball, 2003: 16). برای کاهش احتمال آسیب‌پذیری یک سامانه در محیط تهدید اقدامات زیر مؤثر خواهد بود:

۱- عوامل داخلی مؤثر بر اصابت پذیری یک سامانه

- به‌کارگیری سامانه‌های با احتمال ره‌گیری کم و کاهش اثرات سامانه در محیط؛
- اقدامات جنگ الکترونیک تدافعی؛
- به‌کارگیری تکنیک‌های پایدار (انجام مأموریت در فضایی خارج از سامانه‌های مراقبتی دشمن)؛
- هشدارهای وضعیتی (وجود سامانه‌های هشداردهنده تهدید)؛

۲- عوامل خارجی مؤثر بر اصابت پذیری یک سامانه

- به‌کارگیری تسلیحات دقیق و دور ایستا توسط دشمن؛
- به‌کارگیری حملات و سرکوب و انهدام توسط دشمن؛
- اختلال الکترونیکی خارجی؛
- نوع طرح‌ریزی مأموریت سامانه در نبرد؛
- آیین‌نامه و تاکتیک دفاعی خودی در برابر دشمن؛
- خط‌مشی و رویه‌های خودی در نبرد؛
- آسیب‌پذیری

آسیب‌پذیری یک سامانه به عدم توانایی آن در تحمل ضربه وارد شده در هنگام اصابت در یک حمله نظامی تعریف می‌گردد. برای کاهش آسیب‌پذیری یک سامانه در محیط تهدید اقدامات زیر مؤثر خواهند بود:

- کنترل دامنه آسیب وارده به سامانه؛
- حفاظت از خدمه در مقابله ضربه؛
- میزان مقاومت سامانه در مقابل آسیب؛
- قابلیت و توانمندی خود سامانه؛
- به‌کارگیری سامانه‌های حیاتی به‌صورت جداگانه (Ball, 2003: 15).
- برگشت‌پذیری

برگشت‌پذیری یک سامانه به تواناییان در بازیابی خود و برگشت به قابلیت رزمی پس از اصابت و وارد آمدن ضربه در یک حمله نظامی تعریف می‌گردد. برای نیل به برگشت‌پذیری مطلوب در محیط تهدید اقدامات زیر مؤثر خواهند بود:

- تخلیه و جابجایی؛
- کنترل خسارت ناشی از حمله؛
- آماده نگه‌داشتن تجهیزات بحرانی به‌صورت جداگانه (Yanjun zuo, 2010).

برابر تعریف ارائه‌شده توسط کارگروه پایداری نظامی در اروپا، مفهوم پایداری عملیاتی ضمن تأکید بر ۳ حوزه محوری فوق می‌تواند به پایداری یک سامانه در طول یک عملیات کامل و یا پایداری یک عملیات به‌تنهایی نیز اطلاق گردد. در تشریح سه مؤلفه اصابت پذیری، آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری هیچ ارجحیت واضحی وجود ندارد و به مشخصات و نقش خود سامانه بستگی دارد. بعضی از انواع سامانه‌ها و تجهیزات مانند زیردریایی‌ها و هواپیماها برای نیل به پایداری مطلوب ویژگی اصابت پذیری را کاهش داده‌اند و ممکن است در دو حوزه دیگر سازگاری و مصالحه بیشتری داشته باشند. تانک‌های قدرتمند جنگی نیز آسیب‌پذیری را با به‌کارگیری زره‌های محکم و نفوذناپذیر کاهش داده‌اند. طراحی ناوهای جنگی امروزی نیز تمایل دارد تا تعادلی را در ۳ حوزه در ترکیب با یکدیگر به کار گیرد تا پایداری آن‌ها در میدان نبرد افزایش پیدا کند. در هنگام ارزیابی پایداری یک سامانه نیاز است تا پایداری به‌صورت مجتمع و یکپارچه موردبررسی قرار گیرد که به آن پایداری یکپارچه اطلاق می‌گردد. مفهوم پایداری

یکپارچه شامل تمامی مؤلفه‌هایی است که بر توانایی یک سامانه برای عملکرد موفق در محیط تاکتیکی تأثیرگذار باشند. این مؤلفه‌ها نه‌تنها شامل عوامل و سیستم‌های درونی بوده بلکه تمامی منابع و عوامل بیرونی پایداری آن سامانه را پشتیبانی نموده و یا بر آن تأثیر می‌گذراند را نیز در بر می‌گیرد. فرآیند ارزیابی پایداری یکپارچه یک سامانه در صحنه نبرد، تعامل و ارتباط نسبی بین مؤلفه‌های بی‌شمار تأثیرگذار بر پایداری آن سامانه، همچون اثرات آن در محیط، قابلیت‌های ضد جنگ الکترونیک و آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات گوناگون را موردتوجه قرار می‌دهد. این ارزیابی چارچوبی را برای سنجش قابلیت یک سامانه جهت فعالیت در یک محیط مملو از تهدید با استفاده از منابع ملی و بومی و بقاء در صحنه نبرد و انجام مأموریت را فراهم می‌نماید (محمدی و دیگران، ۱۳۹۷: ۹۵-۹۴).

۳. روش تحقیق

نوع پژوهش کاربردی توسعه‌ای با رویکرد ترکیبی است. روش انجام پژوهش، تحلیل‌محتوای کمی، از طریق ابزارهای گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و اسنادی است. جامعه آماری اسناد مورد مطالعه برای تحلیل محتوا تعداد ۲۰ مورد مقاله و کتاب بوده است. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از تحلیل شبکه‌ای (ANP)، و نرم‌افزار super decision برای تشخیص روابط شبکه‌ای قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی در ارتباط با پایداری استفاده شده است. نرخ ناسازگاری تحلیل شبکه ای محاسبه شده برای این پژوهش ۰.۶۴ می باشد که نشان دهنده پایایی پرسش نامه تکمیل شده است.

۴. یافته‌ها

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل محتوای کمی انجام شده در دو بخش «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» و «مؤلفه‌های پایداری سیستم فرماندهی و کنترل» جداول زیر طراحی گردیده است. «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» شناسایی شده در اسناد مطالعه شده از فراوانی کل ۷۹ تکرار برخوردار می‌باشند و هم‌چنین «مؤلفه‌های پایداری» از فراوانی کل ۷۱ تکرار برخوردار می‌باشند. لازم به ذکر است که این تعداد از فراوانی‌ها پس از کدگذاری و دسته‌بندی در جداول وارد گردیده است.

جدول ۱- قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی

ردیف	عنوان سند	قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی
۱	Artificial Intelligence: How Does AI Work? B. J. Copeland (2019).	دست‌یابی به هدف- یادگیری- درک معنا- عکس‌العمل سریع- تصمیم‌گیری- شبیه‌سازی- شناخت خود- درک تمایز و تشابه
2	Artificial intelligence: Implications for the future of work. Howard, J. (2019).	پاسخ‌گویی- حل مسئله- تصمیم‌گیری- پردازش داده- شناخت خود- شناخت محیط- شخصی‌سازی- معنا دادن به

		داده‌ها- بهبود
3	The Feeling Economy: Managing in the Next Generation of Artificial Intelligence (AI).Huang, M.-H., Rust, R., & Maksimovic, V. (2019).	تصمیم‌گیری- شخصی‌سازی- پاسخ‌گویی آنی- معنا دادن به داده‌های نامفهوم- بهبود- دست‌یابی به هدف- شناسایی هدف- شناخت خود
4	An Artificial Revolution: On Power, Politics and AI. I Bartoletti (2020).	تصمیم‌گیری- یادگیری- شناخت خود- سازگاری-بهبود- تشخیص الگو و ناهنجاری- معنا دادن به داده‌های نامفهوم- پیش‌بینی
5	Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. Makarius et al, (2020).	یادگیری- تجزیه‌وتحلیل- دست‌یابی به هدف- سازگاری و انعطاف- شناخت محیط- شناخت خود- تصمیم‌گیری- تعامل - عکس‌العمل- شناسایی هدف
6	Artificial Intelligence for Decision Support in Command and Control Systems. Johan Schubert et al (2018).	یادگیری- بهبود- تجزیه‌وتحلیل- حل مسئله- پیش‌بینی- برنامه‌ریزی- درک تمایز و تشابه- تطابق و سازگاری- عکس‌العمل سریع- شبیه‌سازی- تشخیص الگو و ناهنجاری- شناخت محیط
7	Possibilities and Challenges for Artificial Intelligence in Military Applications. Svenmark et al (2018).	بهبود- حل مسئله- پردازش داده- شناسایی هدف- ارتباط ۲ طرفه- یادگیری- تشخیص الگو و ناهنجاری- پیش‌بینی- برنامه‌ریزی- دست‌یابی به هدف- شناخت محیط
8	Military applications of artificial intelligence: ethical concerns in an uncertain world. Morgan et al (2020).	شناسایی هدف- پردازش داده- عکس‌العمل سریع- استقلال- درک تمایز و تشابه
9	Artificial intelligence, ethics and human values: the cases of military drones and companion robots. De Swarte et al (2018).	عکس‌العمل سریع- حل مسئله- یادگیری- پیش‌بینی- دست‌یابی به هدف- شناخت محیط- ارتباط ۲ طرفه
10	Machine Learning, Artificial Intelligence, and the Use of	یادگیری- پیش‌بینی- پردازش داده-

	Force by States. Deeks et al (2018).	تشخیص الگو و ناهنجاری- شخصی‌سازی و پروفایل سازی- شناخت خود- شناخت محیط- عکس‌العمل سریع- شناسایی هدف

جدول ۲- مؤلفه‌های پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل

ردیف	عنوان سند	مؤلفه‌های پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل
۱	Aircraft Battlefield Countermeasures and Survivability. HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY (1980).	احتراز از شناسایی- احتراز از اصابت- احتراز از انهدام- تحرک- ادغام- فریب- کاهش تخریب- بازیابی سریع-سرکوب تهدید- اختلال
۲	ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW. Heikelle (2005).	کاهش تخریب- تحرک- سرکوب تهدید- احتراز از انهدام- احتراز از اصابت- اختلال- ادغام- احتراز از شناسایی- فریب- اختفا
۳	A new survivability measure for military communication networks. Kang et al (1998).	بازیابی سریع- سد نفوذ- ادغام- سرکوب تهدید- عدم شناسایی- فریب- اختفا
۴	Effects of Propulsion System Operation on Military Aircraft Survivability. Antonakis et al (2019).	آگاهی محیطی- احتراز از شناسایی- احتراز از انهدام- اختلال- کاهش تخریب- بازیابی سریع- ادغام
۵	OPAL-a survivability-oriented approach to management of tactical military networks. Hui et al (2011).	سرکوب تهدید- سد نفوذ- فریب- احتراز از شناسایی- عدم اصابت- کاهش تخریب
۶	On modeling of adversary behavior and defense for survivability of military MANET applications. Chen te al (2015).	احتراز از شناسایی- احتراز از اصابت- کاهش تخریب- بازیابی سریع- آگاهی محیطی- اختلال- سد نفوذ- اختفا
۷	Determining Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR) system effectiveness, and integration as part of force	تحرک- ادغام- جلوگیری از شناسایی- جلوگیری از اصابت- جلوگیری از انهدام- سرکوب تهدید- بازیابی سریع

	protection and system survivability. Soh (2013).	
۸	Multiple Reality and the Future of Command and Control. Clifford (2022).	کاهش تخریب- جلوگیری از کشف- جلوگیری از اصابت- آگاهی محیطی- سد نفوذ- ادغام- فریب
۹	C4I defensive infrastructure for survivability against multi-mode attacks. Browne (2000).	جلوگیری از کشف- احتراز از اصابت- کاهش تخریب- بازیابی سریع- سد نفوذ- اختلال
۱۰	Survivability optimization for the networked C4ISR system structure. Yi et al (2015).	جلوگیری از کشف- جلوگیری از اصابت- کاهش تخریب- بازیابی سریع- فریب- تحرک- ادغام- سد نفوذ

در جدول زیر تعداد فراوانی هرکدام از عوامل موردمطالعه در دو گروه «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» و «مؤلفه‌های پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل» محاسبه گردیده است.

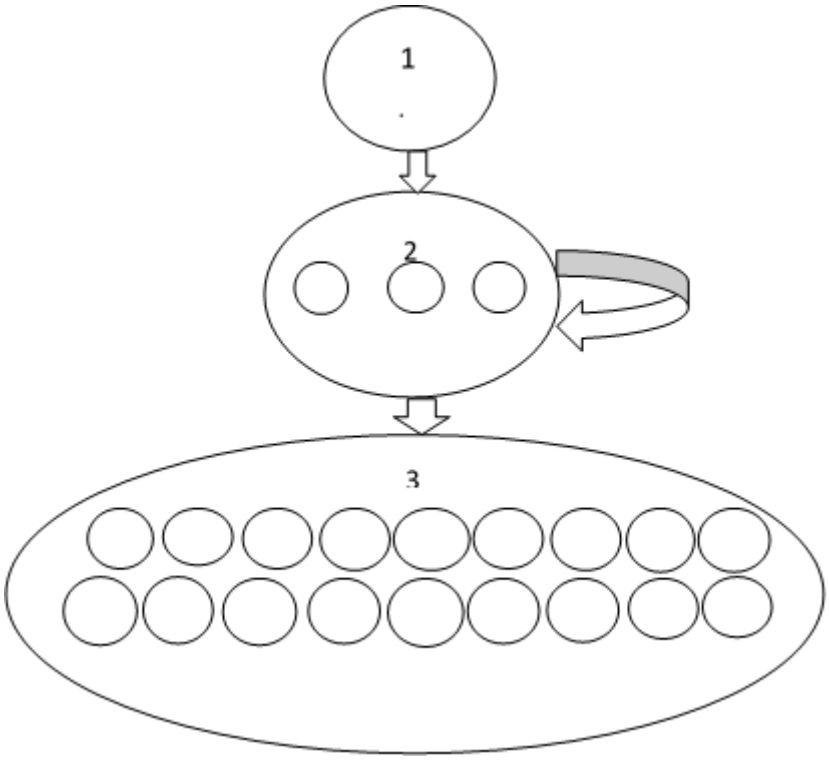
جدول ۳- فراوانی قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی و مؤلفه‌های پایداری سیستم فرماندهی و کنترل در اسناد بررسی‌شده

قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی		**مؤلفه‌های پایداری**	
قابلیت	**فراوانی**	**مؤلفه**	**فراوانی**
عکس‌العمل سریع	۸	احتراز از شناسایی	۸
یادگیری	۷	احتراز از اصابت	۸
پردازش داده	۶	کاهش تخریب	۸
شناخت خود	۶	بازیابی سریع	۷
شناخت محیط	۶	ادغام	۷
شناسایی هدف	۵	سد نفوذ	۶
دست‌یابی به هدف	۵	فریب	۵
تطابق و بهبود	۵	اختلال	۵
تصمیم‌گیری	۴	سرکوب تهدید	۵
حل مسئله	۴	احتراز از انهدام	۴
تشخیص الگو و ناهنجاری	۴	تحرک	۴
پیش‌بینی	۴	آگاهی محیطی	۳

درک معنا	۳	اختفا	۳
درک تمایز و تشابه	۳	–	–
شخصی‌سازی	۳	–	–
برنامه‌ریزی	۲	–	–
شبیه‌سازی	۲	–	–
تعامل	۲	–	–

پس از شناسایی «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» و «مؤلفه‌های پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل» تحلیل شبکه‌ای (ANP) به‌منظور محاسبه امتیاز نهایی قابلیت‌های هوشمندی در ارتباط با مؤلفه‌های پایداری در جهت پایداری هوشمند سیستم‌های فرماندهی و کنترل استفاده شده است.شکل ۱ نشان‌دهنده مدل شبکه‌ای ایجادشده برای تعیین امتیاز نهایی عوامل می‌باشد.

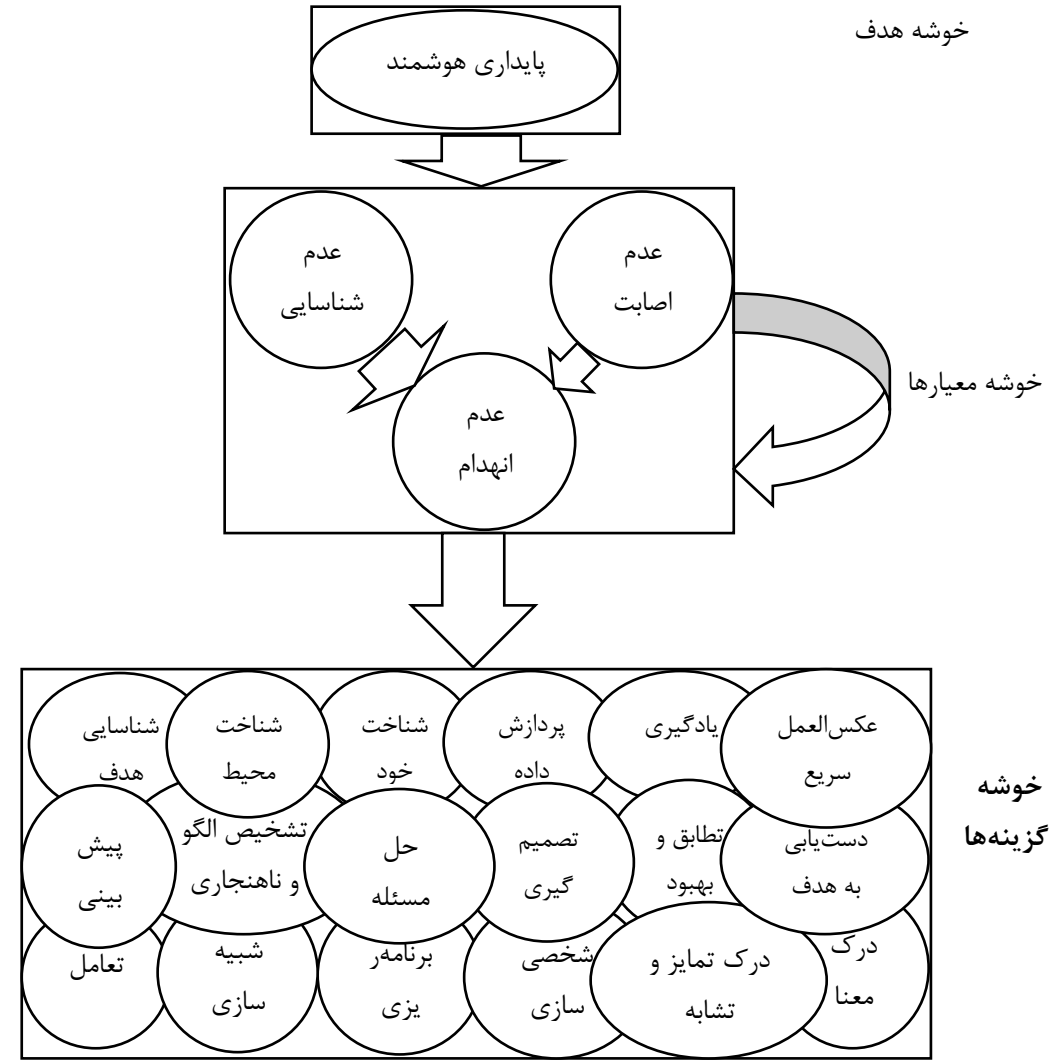
شکل ۱- ارتباط و وابستگی‌های هدف، معیار و زیر معیارها



مطالعه مؤلفه‌های پایداری نشان‌دهنده این واقعیت است که ۱۳ مؤلفه شناسایی شده در ۳ دسته‌بندی کلی عدم شناسایی، عدم اصابت و عدم انهدام قرار می‌گیرند. از همین رو و علی‌رغم شناسایی تعداد ۱۳ مورد مؤلفه پایداری در تحلیل شبکه‌ای تنها ۳ مؤلفه کلی وارد شده و مورداستفاده قرار گرفته است. ۳

معیار اصلی (عدم شناسایی- عدم اصابت- عدم انهدام) سنجش مؤلفه پایداری در سیستم‌های فرماندهی و کنترل دارای ارتباط درونی با یکدیگر می‌باشند. بدین‌صورت که عدم انهدام یک سامانه تابعی از توانایی آن سامانه در قابلیت شناسایی نشدن و هم‌چنین مورد اصابت قرار نگرفتن می‌باشد و این رابطه شبکه‌ای میان مؤلفه‌های پایداری امتیاز نهایی تخصیص داده شده به قابلیت‌های ضروری هوشمندی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. بدین ترتیب ارتباطی بین ۳ مؤلفه برقرار می‌باشد و علاوه بر آن ارتباطی جداگانه میان هر یک از این ۳ مؤلفه با پایداری هوشمند موجود می‌باشد. از سوی دیگر ارتباط میان این ۳ مؤلفه به‌صورت جداگانه با قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی وجود دارد. چنین ساختاری رابطه‌ای شبکه‌ای را تشکیل می‌دهد که امتیازدهی نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

شکل ۲- مدل سلسله مراتبی امتیازدهی قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی در تعامل با مؤلفه‌های پایداری در جهت پایداری هوشمند



برای محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها، سوپر ماتریس اولیه تشکیل می‌شود. این ماتریس نشان‌دهنده وابستگی خوشه معیارها به هدف و هم‌چنین وابستگی درونی معیارها به یکدیگر و از سوی دیگر ارتباط یک‌طرفه گزینه‌ها با هرکدام از معیارها می‌باشد. پس از مشخص شدن ساختار سوپر ماتریس اولیه، امتیازدهی معیارهای اصلی در مقایسه با هدف و هم‌چنین مقایسه درونی معیارهای اصلی با یکدیگر صورت می‌پذیرد. پس از مشخص شدن امتیاز معیارها، مقایسه دو دویی هرکدام از گزینه‌ها در ارتباط با معیارها شکل می‌گیرد و از این طریق محاسبات سوپر ماتریس ناموزون اولیه نهایی می‌شود. پس‌ازاین مرحله سوپر ماتریس ناموزون تبدیل به سوپر ماتریس موزون می‌گردد. برای این تبدیل سوپر ماتریس ناموزون را باید در ماتریس خوشه‌ای ضرب کرد. ماتریس خوشه‌ای میزان تأثیرگذاری هر یک از خوشه‌ها را برای دستیابی به هدف «هوشمندی پایدار» منعکس می‌کند. ماتریس خوشه‌ای از مقایسه دو دویی خوشه‌ها در چهارچوب ساختار سوپر ماتریس ناموزون به دست می‌آید. پس از محاسبه سوپر ماتریس موزون باید سوپر ماتریس حد را محاسبه نمود. هدف از به حد رساندن سوپر ماتریس موزون این است که تأثیر نسبی درازمدت هر یک از عناصر آن در یکدیگر حاصل شود. برای واگرایی ضریب اهمیت هر یک از عناصر موزون باید این ماتریس را به توان بی‌نهایت رساند تا همه عناصر سوپر ماتریس موزون باهم برابر شود تا درنهایت گزینه‌ها به نسبت امتیاز میزان اهمیت آن‌ها شناسایی شوند. در پژوهش حاضر تمام مراحل ایجاد سوپر ماتریس ناموزون، سوپر ماتریس موزون و ماتریس حد دار در نرم‌افزار super decision محاسبه گردیده و امتیاز نهایی هر یک از «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» مؤثر بر «مؤلفه‌های پایداری» به ترتیب در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۴- اوزان نهایی «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» مؤثر بر «مؤلفه‌های پایداری»

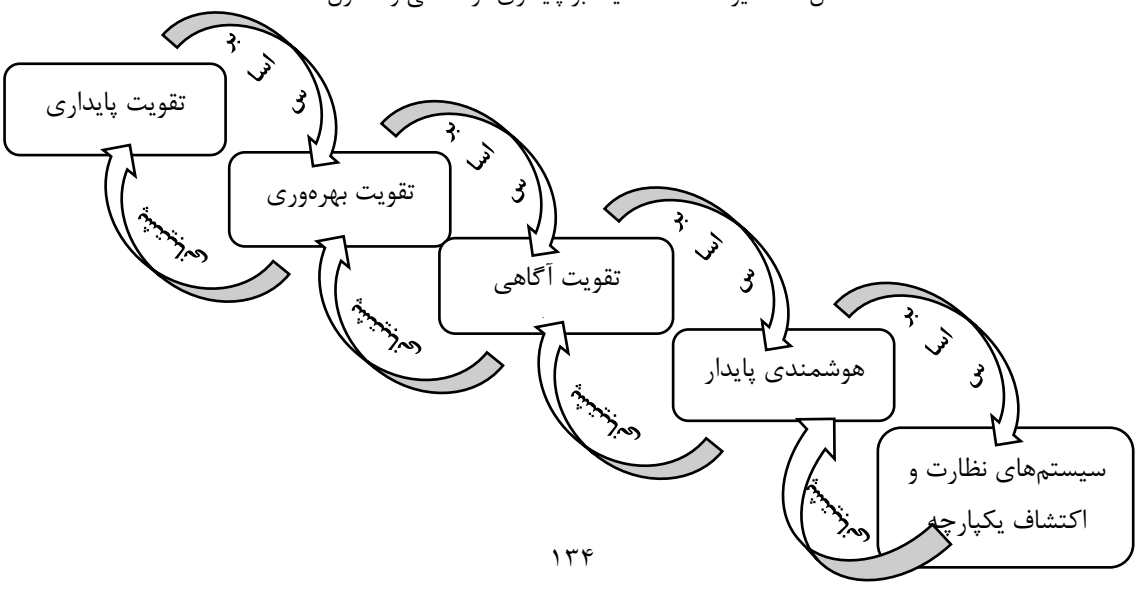
قابلیت ضروری هوش مصنوعی	Ideals	Normals	Raw
پردازش داده	۱.۰۰۰۰۰۰	۰.۱۳۵۸۶۶	۰.۰۶۷۹۳۳
شناخت محیط	۰.۸۰۲۶۸۷	۰.۱۰۹۰۵۸	۰.۰۵۴۵۲۹
شناخت خود	۰.۶۳۲۴۳۹	۰.۰۸۵۹۲۷	۰.۰۴۲۹۶۳
شبیه‌سازی	۰.۶۲۸۳۹۳	۰.۰۸۵۳۷۷	۰.۰۴۲۶۸۹
عکس‌العمل سریع	۰.۵۹۵۲۲۷	۰.۰۸۰۸۷۱	۰.۰۴۰۴۳۶
پیش‌بینی	۰.۴۹۸۲۷۰	۰.۰۶۷۶۹۸	۰.۰۳۳۸۴۹
حل مسئله	۰.۴۴۱۱۹۸	۰.۰۵۹۹۴۴	۰.۰۲۹۹۷۲
برنامه‌ریزی	۰.۴۰۵۰۷۵	۰.۰۵۵۰۳۶	۰.۰۲۷۵۱۸
یادگیری	۰.۳۹۳۷۶۲	۰.۰۵۳۴۹۹	۰.۰۲۶۷۴۹
درک تمایز و تشابه	۰.۳۶۱۳۸۰	۰.۰۴۹۰۹۹	۰.۰۲۴۵۵۰
تصمیم‌گیری	۰.۳۴۷۶۰۴	۰.۰۴۷۲۲۸	۰.۰۲۳۶۱۴
دست رسی به هدف	۰.۳۱۰۷۳۸	۰.۰۴۲۲۱۹	۰.۰۲۱۱۰۹

شناسایی هدف	۰.۲۳۰۲۰۹	۰.۰۳۱۲۷۸	۰.۰۱۵۶۳۹
تطابق و بهبود	۰.۲۷۳۲۲۸	۰.۰۳۷۱۲۲	۰.۰۱۸۵۶۱
شناسایی الگو و ناهنجاری	۰.۱۷۴۸۱۸	۰.۰۲۳۷۵۲	۰.۰۱۱۸۷۶
درک معنا	۰.۱۱۵۰۹۹	۰.۰۱۵۶۳۸	۰.۰۰۷۸۱۹
تعامل	۰.۰۷۹۴۴۶	۰.۰۱۰۷۹۴	۰.۰۰۵۳۹۷
شخصی‌سازی	۰.۰۷۰۶۲۳	۰.۰۰۹۵۹۵	۰.۰۰۴۷۹۸

بر اساس جدول بالا «پردازش داده» بیشترین امتیاز تأثیرگذاری بر مؤلفه‌های پایداری را به خود اختصاص داده است. در مرحله تحلیل، اطلاعات پردازش و ترکیب می‌شود تا تصویر عملیاتی مشترکی ایجاد شود. این پردازش شامل طبقه‌بندی اطلاعات دریافتی، شناسایی وضعیت فعلی، ایجاد یک تصویر مشترک عملیاتی به‌روز و بررسی امکان فریب سیستم خودی می‌شود. با استفاده از تکنیک‌های ادغام اطلاعات، یک تصویر مشترک تاکتیکی از عملیات سیستم فرماندهی و کنترل به‌صورت خودکار می‌تواند بر اساس سلسله گزارش‌های عملیاتی ایجاد شود. بنابراین پردازش داده فی‌نفسه مهم است اما هدف دیگری نیز دارد و آن‌هم تولید اطلاعات ورودی برای تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و اجرا می‌باشد. ۳ مرحله کلی مرتبط به پردازش اطلاعات وجود دارد: ۱- یافتن اطلاعات ۲- ترکیب اطلاعات ۳- تشخیص ناهنجاری‌ها در اطلاعات (Schubert et al, 2018).

شناخت محیط قابلیت بعدی است که بیش‌ترین امتیاز را دریافت کرده است. توانایی شناخت محیطی با استفاده از حسگرها و مبانی ورودی اطلاعات سبب می‌گردد تا سیستم‌های فرماندهی و کنترل تجسم موقعیتی یکپارچه‌ای از نبرد و تهدیدها و فرصت‌های آن داشته باشند. توسعه آگاهی محیطی بر اساس اطلاعات دقیق حاصل از سیستم‌های نظارت و اکتشاف سبب افزایش بهره‌وری عملیاتی می‌گردد که این امر نیز به‌نوبه خود پایداری واحدهای فرماندهی و کنترل را سبب می‌گردد.

شکل ۳- تأثیر شناخت محیط بر پایداری فرماندهی و کنترل



شناخت خود سومین قابلیت ضروری هوش مصنوعی می‌باشد. ایجاد ارتباط شبکه‌ای میان تمامی عناصر سیستم‌های فرماندهی و کنترل در صحنه نبرد سبب خودآگاهی می‌گردد. چنین خودآگاهی در هم‌افزایی با شناخت محیط موجب می‌گردد تا بهترین اقدامات در جهت دست‌یابی به اهداف پایداری اتخاذ شود. چهارمین قابلیت، شبیه‌سازی است. این قابلیت به‌طور گسترده‌ای توسط سیستم‌های فرماندهی و کنترل در جهت افزایش مؤلفه‌های پایداری می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. شبیه‌سازی سناریوهای تهاجمی و تدافعی نیروهای قرمز و آبی می‌تواند برای آمادگی هر چه بیشتر در جهت حمله و یا دفاع مورداستفاده قرار گیرد. چنین ویژگی می‌تواند با شبیه‌سازی صحنه‌های نبرد و شناسایی تهدیدها و فرصت‌ها، زمینه را برای برنامه‌ریزی در جهت پایداری سیستم فراهم کند. قابلیت پنجم واکنش سریع برای افزایش پایداری می‌باشد. واکنش سریع در صحنه نبرد نیازمند داشتن ابزارهایی است که چنین ویژگی را داشته باشند. چنین ابزارهایی قادر به بروز رسانی سناریوها بر اساس تغییرات به وجود آمده خواهند بود. لازمه عملکردی این ابزارها سرعت می‌باشد چراکه پاسخ‌های متعددی را برای تصمیم‌گیری نهایی باید در اختیار قرار دهند و بدون سرعت این امر ناممکن می‌نماید. ازآنجایی‌که ماهیت عوامل تهدیدکننده پایداری با سرعت گره‌خورده است لذا واکنش سریع به تهدید جهت پاسخ‌گویی و مقابله از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. یک سیستم هوشمند بر مبنای پردازش داده‌های ورودی از مبادی اطلاعات، شروع به استخراج الگوریتم‌ها و بر اساسان اقدام به پیش‌بینی سناریوهای پیش رو خواهد کرد. آنچه در رابطه باقابلیت پیش‌بینی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، عامل زمان است. پیش‌بینی سریع در زمان مناسب قبل از وقوع اتفاقات می‌تواند توانایی سیستم‌های فرماندهی و کنترل را افزایش دهد چراکه زمان کافی برای مقابله با تهدید را فراهم می‌کند و پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل را در صحنه‌های نبرد تضمین می‌کند. از طریق پردازش داده‌های ورودی دریافتی از حسگرها و دیگر مبادی اطلاعاتی، سیستم‌های فرماندهی و کنترل می‌توانند شناسایی مسئله انجام دهند. قابلیت حل مسئله از طریق پردازش داده‌ها و در تناسب با شناخت محیط و خود و هم‌چنین شناسایی الگوها و الگوریتم‌های اطلاعاتی قابلیتی است که سبب پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل خواهد شد. برای برنامه‌ریزی عملیات، هوش مصنوعی در ترکیب با شبیه‌سازی، ترکیبی سودمند را ارائه می‌دهد. برنامه ریزان عملیات نظامی می‌توانند، در جهت سنجش اثرات مورد انتظار برنامه‌های مختلف، آزمایش‌هایی را انجام دهند. هدف سنجش اثرات مختلف عملیات‌های نظامی متفاوت و شناسایی راهکارهایی است که می‌تواند ثبات و پایداری را برای سیستم‌های فرماندهی و کنترل به ارمغان بیاورد. برنامه‌ها می‌توانند از طریق روش‌های کمی و کیفی در طول پروسه برنامه‌ریزی و قبل از عملیاتی شدن مورد ارزیابی قرار بگیرند. یادگیری یکی از اصلی‌ترین عوامل کارایی بالای سیستم‌های فرماندهی و کنترل می‌باشد. شبکه به‌هم‌پیوسته مبادی اطلاعات و خروجی‌ها به‌عنوان شبکه عصبی می‌توانند زمینه را برای یادگیری پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل فراهم کنند. در یک رویکرد کیفی برای تجزیه‌وتحلیل اقدامات، چهارچوبی که شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین مدل‌های استدلال را برجسته می‌کند، می‌تواند برای انتخاب و اصلاح استدلال‌های نظامی مورداستفاده قرار گیرد.

چنین چهارچوبی در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم که می‌توانند موافق یا مخالف طرح‌های نظامی استدلال کنند، مفید است. هنگامی‌که چندین اقدام متفاوت توسط گروه‌های مختلف پیشنهاد می‌شود، چنین چهارچوبی می‌تواند مفید باشد. این روش و چهارچوب به ارائه یک تحلیل ساختاریافته از اقدامات جایگزین در طول مرحله برنامه‌ریزی کمک می‌کند. این قابلیت می‌تواند بر اساس تمایز و تشابهات به شناسایی نیروهای دوست و متخاصم اقدام کرده و راهکارها را پیشنهاد کند. هنگام اجرای عملیات، دریافت سریع اطلاعات از میدان نبرد که می‌تواند با روش‌های هوش مصنوعی در دستان فرمانده ترکیب و تجزیه‌وتحلیل شود، مهم است. فرمانده برای اتخاذ سریع تصمیمات حیاتی در موقعیت‌های استرس‌زا به اطلاعات نیاز دارد. مقدار اطلاعات پردازش شده و تحویل شده به فرمانده اغلب آن‌قدر زیاد است که خطر اضافه‌بار اطلاعاتی قابل‌توجهی وجود دارد. اگر اطلاعات به‌صورت منطقی، مختصر و معنادار که برای فرمانده قابل‌درک باشد، ارائه نشود، مشکل به وجود می‌آید. قابلیت تصمیم سازی و پشتیبانی قاطع از تصمیم می‌تواند سبب‌ساز افزایش سرعت و دقت تصمیم‌گیری و پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل شود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور، بسیاری از عرصه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. فناوری‌های نظامی نیز تحت تأثیر فناوری هوش مصنوعی قرار دارند. قابلیت‌های ضروری که هوش مصنوعی را از هوش طبیعی متمایز می‌سازند می‌توانند اثرات عمیقی را بر ماشین‌ها و سیستم‌ها بر جا بگذارند. سیستم‌های فرماندهی و کنترل در عرصه‌های نبرد به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین ملزومات همواره در معرض خطر قرار دارند. در همین راستا و برای افزایش مؤلفه پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل، هوش مصنوعی می‌تواند راهگشا باشد. برای این امر ابتدا «قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی» و هم‌چنین «مؤلفه‌های پایداری سیستم‌های فرماندهی و کنترل» از طریق روش تحلیل محتوای کمی مورد شناسایی قرار گرفت. در مرحله بعدی روابط شبکه‌ای این ۲ دسته عوامل از طریق روش تحلیل شبکه‌ای در جهت رسیدن به «پایداری هوشمند» موردبررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از روش تحلیل شبکه‌ای، اوزان نهایی قابلیت‌های ضروری هوش مصنوعی مؤثر بر مؤلفه‌های پایداری به شرح جدول زیر است.

قابلیت ضروری هوش مصنوعی	Ideals	Normals	Raw
پردازش داده	۱.۰۰۰۰۰۰	۰.۱۳۵۸۶۶	۰.۰۶۷۹۳۳
شناخت محیط	۰.۸۰۲۶۸۷	۰.۱۰۹۰۵۸	۰.۰۵۴۵۲۹
شناخت خود	۰.۶۳۲۴۳۹	۰.۰۸۵۹۲۷	۰.۰۴۲۹۶۳
شبیه‌سازی	۰.۶۲۸۳۹۳	۰.۰۸۵۳۷۷	۰.۰۴۲۶۸۹
عکس‌العمل سریع	۰.۵۹۵۲۲۷	۰.۰۸۰۸۷۱	۰.۰۴۰۴۳۶
پیش‌بینی	۰.۴۹۸۲۷۰	۰.۰۶۷۶۹۸	۰.۰۳۳۸۴۹
حل مسئله	۰.۴۴۱۱۹۸	۰.۰۵۹۹۴۴	۰.۰۲۹۹۷۲

برنامه‌ریزی	۰.۴۰۵۰۷۵	۰.۰۵۵۰۳۶	۰.۰۲۷۵۱۸
یادگیری	۰.۳۹۳۷۶۲	۰.۰۵۳۴۹۹	۰.۰۲۶۷۴۹
درک تمایز و تشابه	۰.۳۶۱۳۸۰	۰.۰۴۹۰۹۹	۰.۰۲۴۵۵۰
تصمیم‌گیری	۰.۳۴۷۶۰۴	۰.۰۴۷۲۲۸	۰.۰۲۳۶۱۴
دست رسی به هدف	۰.۳۱۰۷۳۸	۰.۰۴۲۲۱۹	۰.۰۲۱۱۰۹
شناسایی هدف	۰.۲۳۰۲۰۹	۰.۰۳۱۲۷۸	۰.۰۱۵۶۳۹
تطابق و بهبود	۰.۲۷۳۲۲۸	۰.۰۳۷۱۲۲	۰.۰۱۸۵۶۱
شناسایی الگو و ناهنجاری	۰.۱۷۴۸۱۸	۰.۰۲۳۷۵۲	۰.۰۱۱۸۷۶
درک معنا	۰.۱۱۵۰۹۹	۰.۰۱۵۶۳۸	۰.۰۰۷۸۱۹
تعامل	۰.۰۷۹۴۴۶	۰.۰۱۰۷۹۴	۰.۰۰۵۳۹۷
شخصی‌سازی	۰.۰۷۰۶۲۳	۰.۰۰۹۵۹۵	۰.۰۰۴۷۹۸

در راستای عملیاتی شدن مفهوم پایداری هوشمند در سیستم های فرماندهی و کنترل، پیشنهاد پژوهش این است که مطالعات امکان سنجی فنی در رابطه با شاخص های احصا شده انجام شود. این مطالعات زمینه را برای شناسایی محدودیت ها و قابلیت های پیاده سازی مفاهیم انتزاعی در فناوری های نظامی را فراهم می آورد.

نیروهای نظامی به یک پلت فرم فرماندهی و کنترل قوی تر و انعطاف پذیرتر نیاز دارند که بتواند ارتباطات مؤثر و مشارکتی را تسهیل کند و در عین حال درجه بالایی از بقا را از طریق هم افزایی و پراکندگی فراهم کند. هم چنین مهار هوش مصنوعی به شیوه ای انسان محور، به ویژه برای تقویت تصمیم گیری نظامی و عملیات در مناطق کلیدی ماموریت ضروری است. پرداختن به چالش ها و خطرات مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در عملیاتهای نظامی بسیار مهم است. این امر شامل اطمینان از توضیح پذیری، انعطاف پذیری و امنیت سیستم های هوش مصنوعی است. انسان ها باید مسئول تصمیمات کلیدی باقی بمانند. مفاهیم جدید پایداری برای همسویی با پایداری هوشمند در سیستم های فرماندهی و کنترل می بایست تعریف و پردازش شوند.

۶. منابع

۱- حاجی ملأ میرزایی، حمید؛ حفیظ کاشانی، مسعود (۱۴۰۰). ارائه الگوی پیاده‌سازی مدیریت دانش در سیستم فرماندهی و کنترل؛ نشریه مدیریت دانش سازمانی، شماره ۱۳.

۲- حیدریان، محسن؛ خادم دقیق، امیر هوشنگ (۱۳۹۸). الگوی فرماندهی و کنترل هوایی در جنگ‌های آینده؛ نشریه آینده‌پژوهی دفاعی، شماره ۱۴.

۳- ستاری خواه، علی (۱۳۹۳). ارائه الگوی مطلوب سامانه فرماندهی و کنترل راهبردی در افق ۱۴۰۴، مرکز مطالعات راهبردی آجا.

۴- سلامی، حسین؛ علوی، علی (۱۳۹۶). شناسایی و تعیین عوامل مؤثر در ایجاد نظام فرماندهی و کنترل ارتباطات و اطلاعات شبکه محور دفاعی (نظامی)؛ نشریه مطالعات دفاعی استراتژیک، شماره ۷۰.

۵- عبدی، فریدون (۱۳۹۲). سامانه فرماندهی و کنترل C5I2 و بررسی نقش رایانه‌ها در آن؛ نشریه مدیریت نظامی، شماره ۴۲.

۶- محمدی، اردشیر؛ بختیاری، ایرج؛ چمنی، مسلم (۱۳۹۷). تحلیل پایداری شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی و ارائه راهکار مناسب برای ارتقای میزان پایداری؛ فصلنامه علمی- پژوهشی فرماندهی و کنترل، شماره دوم.

۷- مهدی نژاد نوری، محمد؛ جبار رشیدی، علی؛ فخری، مجید؛ علی نژاد، مهدی (۱۳۹۶). بررسی نقش فرماندهی و کنترل هوشمند در دفاع دانش‌بنیان؛ نشریه مطالعات دفاعی استراتژیک، شماره ۷۰.

-۸Antonakis, A., Nikolaidis, T., & Pilidis, P. (2019). Effects of propulsion system operation on military aircraft survivability. Journal of Aircraft, 56(6), 2131-2143.

-۹Barker, W. (2003). Guideline for identifying an information system as a national security system (No. NIST Special Publication (SP) 800-59). National Institute of Standards and Technology.

-۱۰Bartoletti, I. (2020). An artificial revolution: On power, politics, and AI. Black Spot Books.

-۱۱Butts, K., Bankus, B., & Carney, S. (2012). Sustainability and national security. D. J. Hartman (Ed.). Center for Strategic Leadership, US Army War College.

-۱۱B. J. Copeland (2019). Artificial Intelligence: How Does AI Work?, Independently Published.

-۱۲Browne, R. (2000, October). C4I defensive infrastructure for survivability against multi-mode attacks. In MILCOM 2000 Proceedings. 21st century military communications. Architectures and technologies for information superiority (cat. no. 00CH37155) (Vol. 1, pp. 417-424). IEEE.

-۱۳Chen, R., Mitchell, R., & Cho, J. H. (2015, October). On modeling of adversary behavior and defense for survivability of military MANET applications. In MILCOM 2015-2015 IEEE Military Communications Conference (pp. 629-634). IEEE.

-۱۴Clifford, Robert. (2022). Multiple Reality and the Future of Command and Control. https://www.realcleardefense.com/articles/2020/05/12/multiple_reality_and_the_future_of_command_and_control_115278.html.

-۱۵Deeks, A., Lubell, N., & Murray, D. (2019). Machine learning, artificial intelligence, and the use of force by states. J. Nat'l Sec. L. & Pol'y, 10, 1.

-۱۶De Swarte, T., Boufous, O., & Escalle, P. (2019). Artificial intelligence, ethics and human values: the cases of military drones and companion robots. Artificial Life and Robotics, 24(3), 291-296.

-۱۷HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE U.S. ARMY (1980). Aircraft Battlefield Countermeasures and Survivability.

-۱۸Heikell, J. (2005). Electronic warfare self-protection of battlefield helicopters: A holistic view. Helsinki University of Technology.

-۱۹Horton, J., Thomas, T., (2020). Adapt or Die: Command Posts - Surviving the Future Fight. Available at www.army.mil/article/235968./

-۱۹Howard, J. (2019). Artificial intelligence: Implications for the future of work, American Journal of Industrial Medicine. doi:10.1002/ajim.23037.

-۲۰Huang, M.-H., Rust, R., & Maksimovic, V. (2019). The Feeling Economy: Managing in the Next Generation of Artificial Intelligence (AI). California Management Review, 000812561986343. doi:10.1177/0008125619863436

-۲۱Hui, K. P., Pourbeik, P., George, P., Phillips, D., Magrath, S., & Kwiatkowski, M. (2011, November). OPAL-a survivability-oriented approach to management of tactical military networks. In 2011-MILCOM 2011 Military Communications Conference (pp. 1127-1132). IEEE.

-۲۲Kallberg, J., Hamilton, s., (2023). Command by intent can ensure command post survivability. Available at https://cyber.army.mil/News/Article/3509414/command-by-intent-can-ensure-command-post-survivability ./

-۲۳Kang, H., Butler, C., Yang, Q., & Chen, J. (1998, October). A new survivability measure for military communication networks. In IEEE Military Communications Conference. Proceedings. MILCOM 98 (Cat. No. 98CH36201) (Vol. 1, pp. 71-75). IEEE.

-۲۳Makarius, E. E., Mukherjee, D., Fox, J. D., & Fox, A. K. (2020). Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. Journal of Business Research, 120, 262-273.

-۲۴Morgan, F. E., Boudreaux, B., Lohn, A. J., Ashby, M., Curriden, C., Klima, K., & Grossman, D. (2020). Military applications of artificial intelligence:

ethical concerns in an uncertain world. RAND PROJECT AIR FORCE SANTA MONICA CA SANTA MONICA United States.

-۲۵Narayanan, P., Vindiola, M., Park, S., Logie, A., Waytowich, N., Mittrick, M., ... & Kott, A. (2021). First-Year Report of ARL Directors Strategic Initiative (FY20-23): Artificial Intelligence (AI) for Command and Control (C2) of Multi-Domain Operations (MDO). DEVCOM Army Research Laboratory, Adelphi, MD, USA, ARL-TR-9192.

-۲۶Robert, john gilman (1986). Survaivability Consideration During Aircraft Conseptual Design, post graduated thesis, U.S. Naval academy.

-۲۷Robert, Ball (2003). The FUNDAMENTALS Of Aircraft Combat Survaivability Analysis and Design, American Institute of A eronautics and Astronautics Education Series.

-۲۸Schubert, J., Brynielsson, J., Nilsson, M., & Svenmarck, P. (2018, November). Artificial intelligence for decision support in command and control systems. In Proceedings of the 23rd International Command and Control Research & Technology Symposium «Multi-Domain C2 (pp. 18-33.(

-۲۹Smagh, N. S. (2020). Intelligence, surveillance, and reconnaissance design for great power competition. Congressional Research Service, 46389.

-۲۹Soh, S. S. (2013). Determining Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR) system effectiveness, and integration as part of force protection and system survivability. NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA.

-۳۰Svenmarck, P., Luotsinen, L., Nilsson, M., & Schubert, J. (2018, May). Possibilities and challenges for artificial intelligence in military applications. In Proceedings of the NATO Big Data and Artificial Intelligence for Military Decision Making Specialists' Meeting (pp. 1-16.(

-۳۱Yanjun Zuo (2010). 43rd Hawaii International conference on system sciences, Honolulu, HI, USA.

-۳۲Yi, K., Zhang, J., & Zhang, J. (2015, May). Survivability optimization for the networked C4ISR system structure. In 2015 International conference on Applied Science and Engineering Innovation (pp. 740-744). Atlantis Press.