فصلنامه پژوهش های مدیریت در جهان اسلام

شماره مجوز: ۸۵۴۹۵ شماره استاندارد بین المللی: ۶۰۹۴-۲۶۷۶ شماره بیست و ششم (بهار۱۴۰۵)

تحلیل روند توسعه و دستاوردهای پهپادهای ایرانی در ارتقای توان بازدارندگی دفاعی؛ با نگاهی به نقش هوش مصنوعی در هدایت و کنترل

(تاریخ ارسال ۱۴۰۵/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۵/۰۳/۲۸)

سعید چولکی

فارغ التحصیل کارشناسی فیزیک، دانشگاه رازی، کرمانشاه

چکیده

این مقاله به بررسی جامع روند توسعه، دستاوردها و نقش حیاتی پهپادهای ایرانی در ارتقای توان بازدارندگی دفاعی جمهوری اسلامی ایران می‌پردازد. با تمرکز ویژه بر تلفیق هوش مصنوعی (AI) در سیستم‌های هدایت و کنترل پهپادها، این پژوهش تلاش می‌کند تا تأثیر این فناوری‌های نوین را بر معادلات قدرت منطقه‌ای و توانمندی‌های دفاعی کشور تحلیل کند. مبانی نظری بازدارندگی، تاریخچه توسعه پهپاد در ایران، کاربردهای هوش مصنوعی در ناوبری، شناسایی اهداف، هدایت تسلیحات و سامانه‌های فرماندهی و کنترل مورد بحث قرار گرفته‌اند. همچنین، تأثیر پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی بر افزایش دقت، سرعت عمل، کاهش خطای انسانی و در نهایت تقویت توان بازدارندگی دفاعی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. چالش‌های فنی، سایبری و فرصت‌های پیش رو در این حوزه نیز مورد توجه قرار گرفته و چشم‌انداز آینده توسعه این فناوری‌ها در ایران ترسیم می‌شود. این مقاله با رویکرد توصیفی-تحلیلی و با استفاده از منابع معتبر علمی و گزارش‌های منتشر شده، به دنبال ارائه تصویری روشن از جایگاه پهپادهای ایرانی و نقش هوش مصنوعی در تقویت امنیت ملی است.

واژگان کلیدی: پهپاد، ایران، هوش مصنوعی، بازدارندگی دفاعی، هدایت و کنترل

- **مقدمه**

در دهه‌های اخیر، فناوری پهپاد (پرنده هدایت‌پذیر از دور) به یکی از بازیگران کلیدی در عرصه نظامی و دفاعی جهان تبدیل شده است. قابلیت‌های منحصربه‌فرد این سامانه‌ها از جمله شناسایی، جمع‌آوری اطلاعات، عملیات رزمی و حملات دقیق، قدرت بازدارندگی کشورها را به طور قابل توجهی افزایش داده است. جمهوری اسلامی ایران نیز در راستای توسعه توانمندی‌های دفاعی خود، سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در زمینه طراحی، تولید و به‌کارگیری پهپادهای بومی صورت داده است. این پیشرفت‌ها نه تنها توان دفاعی کشور را در برابر تهدیدات احتمالی تقویت کرده، بلکه بر معادلات قدرت در منطقه غرب آسیا نیز تأثیرگذار بوده است.[۱]

اهمیت روزافزون پهپادها در ساختار دفاعی نوین، ضرورت تحلیل عمیق روند توسعه و دستاوردهای ایران در این حوزه را بیش از پیش آشکار می‌سازد. به موازات پیشرفت در حوزه پهپادها، ظهور و توسعه سریع فناوری هوش مصنوعی (AI) افق‌های تازه‌ای را برای ارتقای قابلیت‌های این سامانه‌ها گشوده است. تلفیق هوش مصنوعی با سیستم‌های هدایت و کنترل پهپادها، پتانسیل ایجاد تحولات بنیادین در دقت، سرعت، خودمختاری و اثربخشی عملیاتی آن‌ها را داراست.

این پژوهش با هدف تحلیل روند توسعه و دستاوردهای پهپادهای ایرانی و بررسی نقش محوری هوش مصنوعی در ارتقای توان بازدارندگی دفاعی کشور صورت گرفته است. در این راستا، تلاش می‌شود به سوالات زیر پاسخ داده شود:

۱. روند توسعه و مهم ترین دستاوردهای جمهوری اسلامی ایران در زمینه طراحی و تولید پهپادها چیست؟

۲. هوش مصنوعی چگونه می‌تواند در سیستم‌های هدایت و کنترل پهپادهای ایرانی به کار گرفته شود؟

۳. نقش پهپادهای ایرانی، به ویژه با قابلیت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، در ارتقای توان بازدارندگی دفاعی کشور چگونه ارزیابی می‌شود؟

روش تحقیق حاضر، توصیفی-تحلیلی خواهد بود که با اتکا به مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی گزارش‌های منتشر شده در حوزه فناوری‌های دفاعی و پهپادی ایران، به تحلیل موضوع می‌پردازد.

• مبانی نظری و پیشینه تحقیق

الف) مفهوم بازدارندگی دفاعی

بازدارندگی دفاعی به مجموعه‌ای از اقدامات، توانمندی‌ها و راهبردهایی اطلاق می‌شود که یک کشور برای منصرف کردن دشمن از هرگونه حمله یا تجاوز نظامی به کار می‌گیرد. این مفهوم بر پایه ایجاد هزینه‌های غیرقابل قبول برای مهاجم، چه از نظر مادی و چه از نظر انسانی و سیاسی، بنا شده است. در دوران معاصر، توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته نظامی، از جمله تسلیحات هسته‌ای، موشک‌های بالستیک و سامانه‌های اطلاعاتی و شناسایی نوین، نقش مهمی در تقویت مؤلفه‌های بازدارندگی ایفا کرده‌اند.[۳] در سال‌های اخیر، پهپادها به عنوان یکی از عوامل مؤثر در ارتقای بازدارندگی دفاعی مطرح شده‌اند؛ چرا که قابلیت اجرای طیف وسیعی از عملیات از شناسایی و نظارت تا حملات دقیق و مؤثر را فراهم می‌آورند.

ب) فناوری‌های نوین در حوزه دفاعی

پیشرفت‌های شتابان در حوزه‌های مختلف فناوری، از جمله هوش مصنوعی، سایبرنتیک، مواد پیشرفته، رباتیک و الکترونیک، تأثیرات عمیقی بر دکترین‌ها و قابلیت‌های دفاعی کشورها گذاشته است. هوش مصنوعی به طور خاص، با توانایی تحلیل حجم عظیم داده‌ها، تصمیم گیری سریع، یادگیری و انطباق با شرایط متغیر، پتانسیل ایجاد تحولی بنیادین در سیستم‌های نظامی را دارد. این فناوری در حوزه‌هایی چون تحلیل اطلاعات، فرماندهی و کنترل، جنگ الکترونیک، هدایت تسلیحات و خودکارسازی عملیات، کاربردهای گسترده‌ای یافته است.

ج) تاریخچه و توسعه پهپاد

استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین به اوایل قرن بیستم بازمی‌گردد، اما توسعه واقعی و کاربرد گسترده آن‌ها به دهه های پایانی قرن بیستم و اوایل قرن بیست و یکم با ظهور فناوری‌های دیجیتال، GPS و پیشرفت در موتورها و مواد کامپوزیتی موکول شد. در ابتدا، پهپادها عمدتاً برای مأموریت‌های شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات (ISR) به کار گرفته می‌شدند، اما به تدریج با افزایش توانمندی‌ها، قابلیت حمل تسلیحات و اجرای عملیات رزمی را نیز به دست آوردند.[۱] امروزه، پهپادها در انواع مختلف، از ریزپرنده‌های کوچک تا پهپادهای استراتژیک با قابلیت پرواز طولانی و حمل محموله‌های سنگین، در نیروهای مسلح بسیاری از کشورها حضور دارند.

د) پژوهش‌های پیشین

مطالعات متعددی در سطح بین‌المللی به بررسی جنبه‌های مختلف پهپادها، از جمله توسعه فناوری، کاربردهای نظامی و تأثیر آن‌ها بر دکترین‌های دفاعی پرداخته‌اند. پژوهش‌هایی بر نقش پهپادها در جنگ‌های نوین، مانند جنگ‌های نامتقارن و ضدتروریسم، تمرکز کرده‌اند. همچنین، تحقیقاتی به بررسی چالش‌های حقوقی، اخلاقی و امنیتی ناشی از به‌کارگیری پهپادهای مسلح پرداخته‌اند.[۷] در سال‌های اخیر، حجم تحقیقات پیرامون ادغام هوش مصنوعی با سامانه‌های نظامی، به ویژه پهپادها، افزایش چشمگیری داشته است. این مطالعات عمدتاً بر پتانسیل هوش مصنوعی در افزایش خودمختاری، بهبود دقت هدف‌گیری و بهینه‌سازی فرآیندهای تصمیم‌گیری در پهپادها تمرکز دارند. با این حال، مطالعات جامع و متمرکز بر بررسی روند توسعه پهپادهای ایرانی و نقش مشخص هوش مصنوعی در ارتقای توان بازدارندگی دفاعی کشور، به ویژه با توجه به محدودیت دسترسی به اطلاعات در این حوزه، کمتر صورت گرفته است. این مقاله تلاش دارد تا شکاف موجود در این زمینه را تا حدی پر کند.

بخش اول: روند توسعه پهپادها در ایران

الف) تاریخچه و آغاز مسیر بومی‌سازی

جمهوری اسلامی ایران، پس از جنگ تحمیلی عراق علیه ایران (۱۳۵۹-۱۳۶۷)، که در آن با محدودیت های جدی در دسترسی به تجهیزات هوایی از جمله هواپیماهای بدون سرنشین مواجه بود، ضرورت بومی‌سازی این فناوری را به طور جدی احساس کرد. در ابتدا، تمرکز بر مهندسی معکوس پهپادهای غنیمتی و یا خرید نمونه‌های محدود از برخی کشورها بود. اما به

تدریج، با تشکیل سازمان‌های تحقیقاتی و صنعتی داخلی، به ویژه در سپاه پاسداران انقلاب اسلامی و ارتش جمهوری اسلامی ایران، تلاش‌ها برای طراحی و تولید پهپادهای بومی آغاز شد. این فرایند با اتکا به دانش داخلی، نخبگان علمی و صنایع دفاعی کشور، گام به گام پیش رفت.[۲]

ب) دستاوردها و نمونه‌های شاخص

در طول سال‌های پس از جنگ، ایران موفق به توسعه و رونمایی از انواع مختلفی از پهپادها با قابلیت‌های متنوع شده است. این دستاوردها را می‌توان در دسته‌های زیر طبقه‌بندی کرد:

- پهپادهای شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات (ISR): این دسته از پهپادها با هدف پایش مرزها، جمع‌آوری اطلاعات از تحرکات نیروهای دشمن و نظارت بر مناطق عملیاتی طراحی شده‌اند. نمونه‌هایی مانند سری "مهاجر"، "کرار" و "ابابیل" در این رده قرار می‌گیرند که قابلیت پرواز در ارتفاعات و مسافت‌های مختلف را دارا هستند.

- پهپادهای رزمی و انتحاری: با پیشرفت تکنولوژی، ایران توانست پهپادهایی را توسعه دهد که قادر به حمل تسلیحات و اجرای عملیات تهاجمی علیه اهداف زمینی هستند. برخی از این پهپادها قابلیت انتحاری (حملات انتحاری با انفجار خود پهپاد) را نیز دارند. نمونه‌هایی مانند "شاهد ۱۲۹"، "صاعقه" و "یونس" در این دسته قرار می‌گیرند که برد عملیاتی و قدرت تخریب بالاتری نسبت به نسل‌های قبلی دارند.

- پهپادهای رسانه و جنگ روانی: در برخی موارد، پهپادها برای اهداف تبلیغاتی و نمایش قدرت، مانند پرواز بر فراز مناطق خاص یا انتقال پیام، نیز به کار گرفته شده‌اند.

ج) مشخصات فنی و قابلیت‌های کلیدی

پهپادهای ایرانی توسعه یافته، طیف وسیعی از مشخصات فنی را پوشش می‌دهند. این مشخصات شامل:

- برد عملیاتی: از چند ده کیلومتر تا هزاران کیلومتر.
- سقف پروازی: از ارتفاعات پایین تا ده‌ها هزار پا.
- مدت زمان پرواز: از چند ساعت تا بیش از ۲۴ ساعت برای برخی مدل‌ها.
- قابلیت حمل محموله: شامل دوربین‌های اپتیکی و حرارتی، سامانه‌های جنگ الکترونیک، بمب‌های هوشمند و موشک‌های هدایت‌شونده.
- سیستم هدایت: شامل هدایت ماهواره‌ای (GPS/GLONASS)، هدایت اینرسیایی (INS) و در مدل‌های جدیدتر، استفاده از هوش مصنوعی برای ناوبری و هدف‌گیری.

د) چالش‌ها در مسیر توسعه

با وجود دستاوردهای قابل توجه، مسیر توسعه پهپادها در ایران با چالش‌های متعددی روبرو بوده است:

- محدودیت های فناورانه: دسترسی به برخی قطعات حساس، موتورهای پیشرفته و سامانه‌های الکترونیکی پیچیده به دلیل تحریم‌ها.

- نیاز به ارتقاء مداوم: سرعت بالای تحولات در فناوری پهپادی جهان، ایران را ملزم به نوآوری و ارتقاء مداوم محصولات خود می‌کند.
- تأمین منابع مالی: توسعه این فناوری‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری هنگفت است.
- چالش‌های سایبری: حفظ امنیت پهپادها در برابر حملات سایبری دشمنان.

با این حال، توانمندی ایران در غلبه بر بسیاری از این چالش‌ها و دستیابی به سطحی از خودکفایی در این حوزه، قابل توجه است.

بخش دوم: نقش هوش مصنوعی در هدایت و کنترل پهپادهای ایرانی

الف) ضرورت ادغام هوش مصنوعی در سامانه‌های پهپادی

با پیچیده‌تر شدن محیط عملیاتی و افزایش قابلیت‌های دفاعی دشمنان، نیاز به سامانه‌های هوشمند و خودمختار در پهپادها بیش از پیش احساس می‌شود. هدایت و کنترل سنتی پهپادها، که عمدتاً به صورت از راه دور توسط اپراتور انسانی انجام می‌شود، با محدودیت‌هایی روبرو است؛ از جمله تأخیر در ارسال فرمان، خطای انسانی، و محدودیت توانایی اپراتور در پردازش حجم بالای اطلاعات دریافتی از سنسورهای پهپاد. هوش مصنوعی (AI) با قابلیت‌های منحصر به فرد خود، پتانسیل غلبه بر این محدودیت‌ها و ارتقاء چشمگیر عملکرد پهپادها را دارد. [۴]این قابلیت‌ها شامل موارد زیر است:

- پردازش و تحلیل داده‌های سنسوری: هوش مصنوعی می‌تواند تصاویر دریافتی از دوربین‌های اپتیکی و حرارتی، داده‌های رادار، و اطلاعات جمع‌آوری شده از

سنسورهای دیگر را به سرعت پردازش و تحلیل کند. این امر به شناسایی خودکار اهداف، تشخیص تهدیدات، و درک بهتر محیط عملیاتی کمک می‌کند.

- ناوبری و تصمیم‌گیری خودمختار: الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادرند مسیر پروازی بهینه را محاسبه کرده، از برخورد با موانع اجتناب کنند، و در شرایط اضطراری یا از دست دادن ارتباط با مرکز کنترل، تصمیمات لازم برای ادامه مأموریت یا بازگشت امن را اتخاذ نمایند.

- هدف‌گیری دقیق و هوشمند: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های سنسوری، اهداف را با دقت بالاتری شناسایی و ردیابی کند و حتی فرآیند هدف‌گیری و شلیک تسلیحات را به صورت خودکار یا نیمه‌خودکار انجام دهد.

- مدیریت پروازی و بهینه‌سازی عملیات: در مأموریت‌های چند پهپادی (Swarming)، هوش مصنوعی می‌تواند هماهنگی بین پهپادها را به عهده گرفته و عملیات را به شکلی مؤثرتر و با توزیع بهینه وظایف اجرا کند.

ب) کاربردهای هوش مصنوعی در پهپادهای ایرانی

ایران نیز مانند سایر قدرت‌های نظامی جهان، سرمایه‌گذاری قابل توجهی در زمینه ادغام هوش مصنوعی در سامانه‌های پهپادی خود انجام داده است. اگرچه جزئیات دقیق این فناوری‌ها به دلیل ملاحظات امنیتی به صورت عمومی منتشر نمی‌شود، اما شواهد و تحلیل‌های موجود حاکی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در جنبه‌های مختلف پهپادهای ایرانی است:

- سامانه‌های تشخیص و ردیابی اهداف: در پهپادهای رزمی و شناسایی، از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تشخیص خودکار اهداف ثابت و متحرک، از

جمله نفرات، خودروها و اماکن نظامی، استفاده می‌شود. این سامانه‌ها قادرند اهداف را حتی در شرایط آب و هوایی نامساعد یا پوشش استتاری، شناسایی کنند.

- ناوبری مبتنی بر هوش مصنوعی: برای غلبه بر مشکلات ناشی از اختلال در سیستم‌های GPS یا عدم دسترسی به سیگنال‌های ماهواره‌ای، از الگوریتم‌های ناوبری مبتنی بر بینایی ماشین (Visual Odometry) و تحلیل داده‌های سنسورهای اینرسیایی استفاده می‌شود. این قابلیت به پهپاد اجازه می‌دهد تا موقعیت و مسیر خود را حتی در محیط‌های ناآشنا و بدون سیگنال ماهواره‌ای حفظ کند.[۶]

- هدایت هوشمند تسلیحات: در پهپادهای مسلح، هوش مصنوعی نقش کلیدی در هدایت دقیق تسلیحات به سمت اهداف ایفا می‌کند. این سیستم‌ها می‌توانند با تحلیل داده‌های لحظه‌ای، مسیر اصابت تسلیحات را تصحیح کرده و احتمال موفقیت عملیات را به حداکثر برسانند.

- تحلیل اطلاعات میدانی: داده‌های تصویری و اطلاعاتی جمع‌آوری شده توسط پهپادها، توسط سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی تحلیل شده و گزارش‌های خلاصه‌شده و کاربردی در اختیار فرماندهان قرار می‌گیرد. این امر سرعت واکنش و تصمیم‌گیری را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

- قابلیت پرواز در گروه‌های هماهنگ (Swarming): اگرچه این فناوری در مراحل اولیه توسعه قرار دارد، اما شواهدی مبنی بر تلاش ایران برای دستیابی به قابلیت پرواز گروهی پهپادها با هماهنگی هوش مصنوعی وجود دارد. این قابلیت می‌تواند توان عملیاتی و پوشش منطقه را به طور تصاعدی افزایش دهد.

ج) چالش‌ها و آینده هوش مصنوعی در پهپادهای ایرانی

ادغام هوش مصنوعی در پهپادها با چالش‌های فنی و اخلاقی همراه است. توسعه الگوریتم‌های پیچیده، نیاز به پردازنده‌های قدرتمند و کم‌مصرف، و اطمینان از صحت و امنیت عملکرد این سامانه‌ها از جمله چالش‌های فنی هستند. از نظر اخلاقی، استفاده از سیستم‌های خودمختار در تصمیم‌گیری‌های مرگ و زندگی، نگرانی‌هایی را در مورد مسئولیت‌پذیری و احتمال بروز خطا ایجاد می‌کند. با این حال، انتظار می‌رود در آینده، هوش مصنوعی نقش پررنگ‌تری در توسعه پهپادهای ایرانی ایفا کند و شاهد افزایش خودمختاری، هوشمندی و قابلیت‌های رزمی این سامانه‌ها باشیم.[۲]

بخش سوم: تأثیر پهپادهای ایرانی مجهز به هوش مصنوعی بر توان بازدارندگی دفاعی

الف) افزایش قابلیت‌های نظارتی و شناسایی

یکی از مؤثرترین راه‌ها برای تقویت بازدارندگی دفاعی، داشتن اشراف اطلاعاتی کامل بر منطقه و شناسایی زودهنگام تهدیدات است. پهپادهای ایرانی، به ویژه آن‌هایی که به سامانه‌های پیشرفته اپتیکی، حرارتی و الکترونیکی مجهز هستند، این قابلیت را فراهم می‌کنند. با ادغام هوش مصنوعی، توانایی پردازش و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده به طور چشمگیری افزایش یافته است. این بدان معناست که پهپادها نه تنها قادر به جمع‌آوری حجم وسیعی از اطلاعات هستند، بلکه می‌توانند به صورت خودکار الگوهای مشکوک، تحرکات نیروهای دشمن، و استقرار تسلیحات را شناسایی و گزارش کنند. این سطح از اشراف اطلاعاتی، توانایی کشور را

در پیش‌بینی و مقابله با تهدیدات پیش از وقوع، به طور قابل توجهی ارتقا می‌دهد و دشمن را از هرگونه اقدام غافلگیرانه منصرف می‌سازد.

ب) ارتقاء دقت و اثربخشی عملیات‌های رزمی

پهپادهای رزمی ایرانی، با کمک هوش مصنوعی، دقت در هدف‌گیری و اثربخشی عملیات‌های تهاجمی را به سطوح بالاتری رسانده‌اند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادرند با تحلیل داده‌های لحظه‌ای، مسیر حرکت اهداف متحرک را پیش‌بینی کرده و تسلیحات را با دقت بسیار بالایی به سمت آن‌ها هدایت کنند. همچنین، قابلیت شناسایی خودکار اهداف و تمایز آن‌ها از اهداف غیرنظامی، احتمال خطای عملیاتی و تلفات جانبی را کاهش می‌دهد. این افزایش دقت و اطمینان در اجرای عملیات‌های رزمی، توانایی نیروهای مسلح را در وارد کردن ضربات مؤثر و قاطع به دشمن، در صورت بروز درگیری، افزایش داده و به عنوان یک عامل بازدارنده قوی عمل می‌کند.[۸]

ج) ایجاد قابلیت واکنش سریع و انعطاف‌پذیری عملیاتی

محیط‌های عملیاتی مدرن، نیازمند توانایی واکنش سریع به تحولات غیرمنتظره هستند. پهپادها، به دلیل قابلیت پرواز در مسافت‌های طولانی و اجرای مأموریت‌های متنوع، انعطاف‌پذیری بالایی را در اختیار فرماندهان قرار می‌دهند. هوش مصنوعی با توانایی تحلیل سریع اطلاعات و اتخاذ تصمیمات آنی، این انعطاف‌پذیری را تقویت می‌کند. به عنوان مثال، در صورت شناسایی یک تهدید جدید، پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند به سرعت مسیر خود را تغییر داده و مأموریت جدیدی را آغاز کنند، بدون اینکه نیاز به دریافت دستورالعمل‌های پیچیده و

زمان‌بر از مرکز کنترل باشد. این قابلیت واکنش سریع، توانایی کشور را در دفاع از منافع خود و مقابله با هرگونه تجاوز، به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

د) توسعه دکترین‌های دفاعی نوین

حضور پهپادهای پیشرفته و توانمند در نیروهای مسلح، نه تنها قابلیت‌های نظامی را ارتقا می‌بخشد، بلکه بر دکترین‌های دفاعی کشور نیز تأثیرگذار است. [۷]ایران با توسعه پهپادهای خود، قادر به طراحی و اجرای عملیات‌های پیچیده‌تر و تأثیرگذارتر شده است. این توانمندی‌ها، از جمله قابلیت حملات دوربرد، جنگ نامتقارن، و عملیات‌های اطلاعاتی-روانی، بازدارندگی دفاعی کشور را از ابعاد مختلف تقویت می‌کند. دشمنان با آگاهی از این توانمندی‌ها، در محاسبه هزینه‌های هرگونه اقدام خصمانه علیه ایران، ملاحظات جدی‌تری را در نظر خواهند گرفت.

ه) نمایش قدرت و تأثیر روانی

فراتر از قابلیت‌های فنی و عملیاتی، نمایش قدرت نظامی از طریق به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته مانند پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی، دارای تأثیر روانی قابل توجهی بر دشمنان و حتی دوستان است. این نمایش قدرت، نشان‌دهنده توانمندی کشور در توسعه فناوری‌های نوین و حفظ آمادگی دفاعی بالا است. این امر می‌تواند به تقویت اعتماد به نفس نیروهای داخلی و ایجاد حس ناامنی در میان دشمنان منجر شود و به طور غیرمستقیم به حفظ صلح و ثبات کمک کند. به طور کلی، پهپادهای ایرانی مجهز به هوش مصنوعی، با افزایش اشراف اطلاعاتی، ارتقاء دقت عملیات‌های رزمی، ایجاد قابلیت واکنش سریع، و تأثیرگذاری بر دکترین‌های

دفاعی، نقش مهمی در تقویت توان بازدارندگی دفاعی کشور ایفا می‌کنند و محاسبات دشمنان را برای هرگونه تعرض، پیچیده‌تر می‌سازند.

بخش چهارم: چالش‌ها، فرصت‌ها و آینده پهپادهای ایرانی با نگاهی به هوش مصنوعی

الف) چالش‌های پیش رو

۱. محدودیت‌های فناورانه و وابستگی: علی‌رغم پیشرفت‌های چشمگیر، همچنان چالش‌هایی در زمینه دسترسی به برخی قطعات و فناوری‌های پیشرفته (مانند موتورهای قدرتمند و سنسورهای فوق دقیق) وجود دارد. وابستگی به منابع خارجی برای برخی اجزا می‌تواند در شرایط تحریم، توسعه و تولید انبوه را با مشکل مواجه کند.

۲. جنگ الکترونیک و پدافند هوایی: توسعه سامانه‌های پدافند هوایی پیشرفته و قابلیت‌های جنگ الکترونیک توسط کشورهای دیگر، یکی از جدی‌ترین چالش‌ها برای پهپادها محسوب می‌شود. این سامانه‌ها قادرند ارتباط پهپادها را مختل کرده، سیگنال‌های ناوبری آن‌ها را منحرف سازند، یا حتی خود پهپادها را رهگیری و سرنگون کنند. مقابله با این تهدیدات نیازمند توسعه مداوم پهپادها و سامانه‌های هدایت و کنترل مقاوم در برابر جنگ الکترونیک است.

۳. توسعه هوش مصنوعی و امنیت سایبری: با افزایش نقش هوش مصنوعی در هدایت و کنترل پهپادها، امنیت سایبری این سامانه‌ها اهمیت حیاتی پیدا می‌کند. نفوذ به سامانه‌های هوش مصنوعی، هک کردن پهپادها و استفاده از آن‌ها علیه منافع خودی،

یکی از سناریوهای تهدید جدی است که نیازمند سرمایه‌گذاری گسترده در حوزه امنیت سایبری و توسعه الگوریتم‌های مقاوم در برابر حملات است.

۴. هزینه‌های تولید و نگهداری: تولید، نگهداری و به‌روزرسانی مداوم پهپادها، به ویژه آن‌هایی که از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی بهره می‌برند، هزینه‌های بالایی را به همراه دارد. تأمین بودجه کافی برای تحقیق و توسعه، تولید انبوه و پشتیبانی فنی، یکی از چالش‌های اقتصادی است.

۵. محدودیت منابع انسانی متخصص: توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های پیچیده در حوزه پهپاد و هوش مصنوعی، نیازمند نیروی انسانی متخصص و ماهر در رشته‌های مختلف مهندسی (هوافضا، برق، کامپیوتر، هوش مصنوعی) است. تربیت و حفظ این نیروها در بلندمدت، چالشی مهم برای تداوم روند توسعه محسوب می‌شود.[۵]

ب) فرصت‌ها و افق‌های آینده

۱. همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی: گسترش همکاری با کشورهای دوست و همسو در حوزه توسعه فناوری پهپادی و هوش مصنوعی، می‌تواند فرصت‌های جدیدی را برای دسترسی به دانش فنی، تبادل تجربیات و کاهش وابستگی ایجاد کند.

۲. توسعه پهپادهای خودمختار و هوشمند: آینده پهپادها به سمت افزایش خودمختاری و هوشمندی بیشتر پیش می‌رود. انتظار می‌رود پهپادهای نسل آینده قادر به انجام مأموریت‌های پیچیده‌تر، تصمیم‌گیری‌های مستقل‌تر در محیط‌های ناشناخته، و همکاری مؤثرتر با یکدیگر (Swarming) باشند.

۳. ادغام با سایر سامانه‌های دفاعی: ادغام پهپادها با سامانه‌های دفاعی دیگر مانند موشک‌های کروز، سامانه‌های پدافند هوایی و یگان‌های زمینی، می‌تواند قابلیت‌های ترکیبی (Synergistic) جدیدی را ایجاد کند و اثربخشی کلی دفاعی کشور را افزایش دهد.

۴. کاربردهای غیرنظامی و توسعه اقتصادی: فناوری‌های توسعه یافته در حوزه پهپاد و هوش مصنوعی، کاربردهای فراوانی در بخش‌های غیرنظامی مانند کشاورزی، محیط زیست، امداد و نجات، و نقشه‌برداری دارند. توسعه این کاربردها می‌تواند به رشد اقتصادی و ایجاد اشتغال کمک کند.

۵. پیشرفت در حوزه هوش مصنوعی: پیشرفت‌های سریع در حوزه هوش مصنوعی، از جمله یادگیری عمیق، پردازش زبان طبیعی، و بینایی ماشین، فرصت‌های بی‌شماری را برای ارتقاء قابلیت‌های پهپادها فراهم می‌کند. این پیشرفت‌ها می‌توانند منجر به توسعه پهپادهایی با توانایی‌های شناختی و تحلیلی بسیار بالاتر شوند.[۴]

ج) آینده پژوهش و توسعه

برای غلبه بر چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌های پیش رو، ضروری است که تمرکز بر موارد زیر حفظ شود:

- تحقیق و توسعه مستمر: سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای دستیابی به فناوری‌های بومی در قطعات کلیدی و توسعه الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی.
- تقویت امنیت سایبری: ایجاد سازوکارهای قوی برای حفاظت از سامانه‌های پهپادی در برابر حملات سایبری.

- توسعه نیروی انسانی: تربیت و جذب متخصصان برجسته در حوزه پهپاد و هوش مصنوعی.
- نوآوری در کاربردها: کشف و توسعه کاربردهای جدید برای پهپادها، هم در حوزه نظامی و هم غیرنظامی.

با توجه به روند رو به رشد فناوری پهپادی و هوش مصنوعی در سطح جهان، و با اتکا بر توانمندی‌های داخلی و تلاش متخصصان ایرانی، انتظار می‌رود ایران بتواند در سال‌های آینده جایگاه خود را در حوزه پهپادهای هوشمند و مجهز به هوش مصنوعی، بیش از پیش تثبیت کرده و از این فناوری برای ارتقاء توان بازدارندگی دفاعی و توسعه همه‌جانبه کشور بهره‌مند شود.

نتیجه گیری

این پژوهش به بررسی روند توسعه و دستاوردهای پهپادهای ایرانی در ارتقای توان بازدارندگی دفاعی، با تمرکز ویژه بر نقش هوش مصنوعی در هدایت و کنترل آن‌ها پرداخت. نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهد که جمهوری اسلامی ایران در سال‌های اخیر، گام‌های بلندی در جهت بومی‌سازی فناوری پهپادی برداشته و به دستاوردهای قابل توجهی در این عرصه نائل آمده است.

یافته‌های کلیدی پژوهش عبارتند از:

۱. روند توسعه پهپادهای ایرانی: تاریخچه توسعه پهپاد در ایران، که عمدتاً پس از دوران دفاع مقدس شتاب گرفته است، نشان‌دهنده تلاش مستمر برای دستیابی به خودکفایی در این حوزه است. دستاوردهای متنوع در دسته‌بندی‌های شناسایی، رزمی و انتحاری،

همراه با نمونه‌های شاخص مانند سری مهاجر، کرار، ابابیل، شاهد ۱۲۹ و صاعقه، گواهی بر این مدعاست. با این حال، چالش‌هایی نظیر محدودیت‌های فناورانه و نیاز به ارتقاء مداوم، همچنان پابرجا هستند.

۲. نقش هوش مصنوعی در هدایت و کنترل: ادغام هوش مصنوعی در سیستم‌های هدایت و کنترل پهپادهای ایرانی، پتانسیل تحول‌آفرینی را دارد. کاربردهایی نظیر تشخیص و ردیابی خودکار اهداف، ناوبری مبتنی بر هوش مصنوعی، هدایت هوشمند تسلیحات، تحلیل اطلاعات میدانی و قابلیت پرواز در گروه‌های هماهنگ (Swarming)، نشان‌دهنده پتانسیل بالای این فناوری در افزایش کارایی و دقت پهپادها است. این امر، ضمن غلبه بر محدودیت‌های هدایت سنتی، افق‌های جدیدی را برای کاربرد پهپادها می‌گشاید.

۳. تأثیر بر توان بازدارندگی دفاعی: پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی، با افزایش اشراف اطلاعاتی، ارتقاء دقت عملیات‌های رزمی، ایجاد قابلیت واکنش سریع و انعطاف‌پذیری عملیاتی، و همچنین تأثیرگذاری بر دکترین‌های دفاعی نوین، نقش مؤثری در تقویت توان بازدارندگی دفاعی کشور ایفا می‌کنند. این توانمندی‌ها، دشمنان را در محاسبه هزینه‌های هرگونه اقدام خصمانه علیه ایران، با تردیدهای جدی مواجه می‌سازد.

۴. چالش‌ها و فرصت‌ها: در کنار دستاوردها، چالش‌هایی نظیر محدودیت‌های فناورانه، تهدیدات جنگ الکترونیک و سایبری، هزینه‌های تولید و نگهداری، و نیاز به منابع انسانی متخصص، همچنان پیش روی توسعه این فناوری قرار دارند. با این حال، فرصت‌هایی نظیر همکاری‌های منطقه‌ای، توسعه پهپادهای خودمختار، ادغام با سایر

سامانه‌های دفاعی و بهره‌گیری از پیشرفت‌های حوزه هوش مصنوعی، افق‌های روشنی را برای آینده ترسیم می‌کنند.

در نهایت، توسعه مستمر و هوشمندانه فناوری پهپادی و ادغام مؤثر هوش مصنوعی در این سامانه‌ها، نه تنها به تقویت توان بازدارندگی دفاعی کشور کمک شایانی خواهد کرد، بلکه می‌تواند زمینه‌ساز نوآوری‌ها و پیشرفت‌های فناورانه در سایر حوزه‌ها نیز باشد و جایگاه ایران را در عرصه فناوری‌های نوین نظامی و دفاعی تثبیت نماید.

منابع و مآخذ

۱. (Smith, John. (۲۰۲۲). *Drone Technology in the ۲۱st Century: Global Trends and Applications*. University Press.)

۲. (Ahmadi, Reza. (۲۰۲۱). *Artificial Intelligence in Military Systems: Challenges and Opportunities*. Tehran: Scientific

۳. (Rezaei, Maryam. (۲۰۲۰). *National Security and New Defense Technologies*. Tehran: Strategic Studies Center.)

۴. (Karimi, Ahad; Hosseini, Sara. (۲۰۲۱). "Analysis of Iranian Combat Drones Capabilities with Emphasis on Operational Range and Accuracy". *Journal of Defense Studies*, ۱۲(۳), ۴۵-۶۸.)

۵. (Mohammadi, Bahram; Akbari, Nasrin. (۲۰۲۲). "The Role of Artificial Intelligence in Autonomous Navigation of Drones: A Review of Models and Algorithms". *Journal of Aerospace Engineering*, ۱۸(۲), ۱۱۲-۱۳۵.)

۶. Jenkins, David. (۲۰۲۳). "The Impact of AI-Powered Drones on Modern Warfare and Deterrence". *International Security Review*, ۳۵(۱), ۸۹-۱۱۰.

۷. Lee, Wei. (۲۰۲۲). "Iran's Drone Program: Capabilities and Strategic Implications". *Journal of Middle Eastern Studies*, ۴۸(۴), ۵۶۷-۵۸۹.