‹‹Defensive Researches and Management››

106

Vol. 23
Winter 2024
P.P: 35-69

Research Paper

Received:
2024-09-26
Revised:
2024-11-11
Accepted:
2025-05-26
Published:
2025-05-26

ISSN: 2538-1857
E-ISSN: 2645-5250

Analysis of trends and extraction of technology clusters in the field of military unmanned aerial vehicles (UAVs)

Farhad Kiani[1]

Abstract

The aim of this research is to examine the state of scientific production in the field of military drones. This study is applied and bibliometric in nature, employing techniques for analyzing scientific databases and co-word analysis. Co-word analysis is a content analysis method that evaluates the topic based on the frequency of occurrence of key terms in documents. Given the substantial volume of scientific articles being produced and published, it is no longer feasible to conduct content analysis on all articles related to the phenomenon in question. Data and keywords related to the research topic were searched and evaluated in the scientific database between the years 2015 and 2025. For data analysis and visualization of the obtained information, the Vosviewer software was used. The statistical population of the study consisted of 3,653 articles related to technology involved with military drones. The findings indicate that drones, as a core technology in military, industrial, and surveillance domains, are rapidly advancing. This technology, with a focus on security and artificial intelligence, particularly deep learning, plays a significant role in monitoring and supervising sensitive areas. Emerging technologies like blockchain and the Internet of Things (IoT) enable drones to manage secure data and communicate with other systems. Additionally, 3D printing and additive manufacturing contribute to the improved production of drone components. With the advancement of Industry 4.0, it is expected that drones will move towards greater automation and demonstrate higher efficiency in more complex missions.

Keywords: Technology monitoring, military UAVs, Co-Word Analysis, technology clusters, emerging defense technologies.

1. Department of Business Management, Faculty of Management, University of Payame Nour, Tehran, Iran. E-mail: mehdiesmaeili60@yahoo.com
DOR: 20.1001.1.20086121.1403.23.106.1.2

Publisher: Imam Hussein University
© **Authors**
This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

«مدیریت و پژوهش‌های دفاعی»

۱۰۶

سال بیست و چهارم
بهار ۱۴۰۴
صص: ۶۹-۳۵

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵

شاپا چاپی: ۱۸۵۷-۲۵۳۸
الکترونیکی: ۵۲۵۰-۲۶۴۵

تحلیل روند و استخراج خوشه‌های فناوری در حوزه پهپادهای نظامی

فرهاد کیانی فلاورجانی[۱]

چکیده

هدف این پژوهش بررسی وضعیت تولیدات علمی در حوزهٔ پهپادهای نظامی است. پژوهش حاضر از نوع کاربردی و علم‌سنجی است و در انجام آن از فن‌های تحلیل پایگاه‌های داده علمی و تحلیل هم واژگانی استفاده‌شده است. تحلیل هم واژگانی یک روش تحلیل محتوایی است که به ارزیابی مقوله موردنظر بر اساس دفعات تکرار واژگان کلیدی اسناد می‌پردازد. ازآنجاکه حجم تولید و نشر مقاله‌های علمی بسیار زیاد است دیگر نمی‌توان به تحلیل محتوای همه مقاله‌ها درزمینه پدیده موردنظر پرداخت. داده‌ها و کلیدواژه‌های مرتبط با موضوع پژوهش در فاصله بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ در پایگاه علمی داده جستجو، ارزیابی و برای تحلیل داده‌ها و مصورسازی اطلاعات به‌دست‌آمده، از نرم‌افزار Vosviewer استفاده‌شده است جامعه آماری پژوهش ۳۶۵۳ مقاله در زمینه فناوری مرتبط و درگیر با پهپادهای نظامی بوده است. یافته حاکی از این است که پهپادها به‌عنوان فناوری محوری در حوزه‌های نظامی، صنعتی و نظارتی، به‌سرعت در حال پیشرفت هستند. این فناوری با تمرکز بر امنیت و هوش مصنوعی، به‌ویژه یادگیری عمیق، نقش مهمی در پایش و نظارت مناطق حساس ایفا می‌کند. فناوری‌های نوظهور مانند بلاک چین و اینترنت اشیا به پهپادها امکان مدیریت داده‌های ایمن و ارتباط با سایر سامانه‌ها را می‌دهند. علاوه بر این، چاپ سه‌بعدی و ساخت افزایشی به بهبود تولید قطعات پهپادی کمک می‌کنند. با پیشرفت صنعت ۴٫۰، انتظار می‌رود که پهپادها به سمت خودکارسازی بیشتر حرکت کنند و در مأموریت‌های پیچیده‌تر کارایی بالاتری از خود نشان دهند.

کلیدواژه‌ها: رصد فناوری، پهپادهای نظامی، تحلیل هم واژگانی، خوشه فناوری، فناوری‌های نوظهور دفاعی

۱. دانشجوی دکتری، مهندسی هوافضا،مکانیک صنعتی مالک اشتر، شاهین‌شهر، ایران Aerospace1362@gmail.com

DOR: 20.1001.1.20086121.1403.23.106.1.2

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

© نویسندگان
این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License- CC BY) در دسترس شما قرار گرفته است.

مقدمه

جنگ‌های آینده به‌وسیله یگان‌های پرتحرک، چابک و کاملاً انعطاف‌پذیر صورت خواهد گرفت که در این وضعیت باید پذیرفت که جنگ‌های آینده قابلیت محور خواهد بود. مبنای دکترین دفاعی جمهوری اسلامی ایران عبارت است از «تولید ابزار قدرت» برای «بازدارندگی فعال» و نیز «دفاع مبتکرانه و مؤثر». توان موجود در حوزه طراحی و ساخت انواع پرنده‌های بدون سرنشین ایران بخشی از راهبرد و دکترین دفاعی صنعت دفاعی است. امروزه توانایی تولید و به‌کارگیری انواع تسلیحات یکی از لوازم تبدیل‌شدن یک کشور به یک قدرت نظامی، سیاسی و اقتصادی منطقه‌ای و جهانی است. هواپیماها و سایر هواگردها، همواره از مهم‌ترین و مؤثرترین سلاح‌ها برای دفاع از قلمرو خودی و عملیات تهاجمی علیه دشمن محسوب می‌شوند. استفاده از توانمندی و قابلیت پرنده‌های بدون سرنشین در حوزه نبردهای آتی نقش بسزایی در افزایش قدرت و نیروی بازدارندگی خواهد داشت. استفاده از پرنده‌های بدون سرنشین برای انواع مأموریت‌های غیرنظامی و نظامی در مقایسه با پرنده‌های سرنشین دار مزایای ویژه خود را به همراه دارد. اولین مزیت استفاده از پهپاد، کاهش خطر جانی برای خلبان، خصوصاً در مأموریت‌های نظامی است. همچنین به دلیل نبود سرنشین داخل وسیله پرنده و حذف بسیاری از سامانه‌های مرتبط با خلبان و همچنین ضریب ایمنی پایین‌تر در طراحی و ساخت، قیمت تمام‌شده پهپادها در مقایسه با هواپیماهای سرنشین دار با مأموریت مشابه کمتر خواهد بود. از دیگر مزایای پهپادها می‌توان به قابلیت پنهان‌کاری بیشتر به دلیل ابعاد کوچک‌تر، امکان استفاده از طرح‌های غیرمتعارف در ظاهر به دلیل نبود سرنشین، قابلیت استفاده در شرایط دشوار و خطرناک مانند مناطق آلوده به گازهای شیمیایی خطرناک، توانایی حمل بار بیشتر به نسبت سوخت مصرفی و پوشش دادن نقاط کور ماهواره‌ای برای فعالیت‌های جاسوسی و یا مخابراتی اشاره کرد. البته در کنار این مزایا، استفاده از پهپادها همراه با محدودیت‌های خاص خود است که ازجمله آن‌ها می‌توان به اعتمادپذیری کمتر به علت عدم وجود کنترل مستقیم توسط خلبان و نیاز به تجهیزات و سامانه‌های پیچیده کنترلی اشاره کرد (کیانی فلاورجانی، ۱۳۸۸).

فناوری پرنده‌های بدون سرنشین امروزه یکی از دغدغه‌های اساسی سیاست‌گذاران علوم و فناوری دفاعی هر کشور است که در دهه‌های اخیر نقش بسیار چشمگیری در عرصه فعالیت‌های

مختلف نظامی و غیرنظامی داشته است. هواپیماهای بدون سرنشین با خصوصیات آیرودینامیکی این امکان رادارند تا مهمات و سایر تجهیزات و جنگ‌افزارها را با خود حمل کنند. به‌کارگیری پهپاد در جنگ‌های مختلف توسط نیروهای نظامی سابقه در جنگ‌های جهانی دوم را دارد و امروزه پهپادها جایگاه خاصی در نبردها و جمع‌آوری اطلاعات صحنه‌ی نبرد پیداکرده و اهمیت آن به حدی است که می‌تواند به تمام صحنه‌ی نبرد همپوشانی اطلاعاتی داده و اخبار و اطلاعات تاکتیکی را به فرماندهان عملیاتی ارائه دهد و داشتن اطلاعات به‌روز و کاربرد صحیح آن‌ها یکی از مباحث مهم در فرماندهی و کنترل هست. این اطلاعات موردنیاز فرماندهان و تصمیم‌گیرندگان بوده و در طرح‌ریزی، سازماندهی، هدایت، هماهنگی، کنترل و نظارت عملیات، به‌منظور اجرای مأموریت مورداستفاده قرار می‌گیرد (رضا، شاملو، ۱۴۰۱)

پهپادها یکی از تجهیزات نظامی مؤثر صحنه‌های نبرد در جنگ‌های امروزی هستند که در مأموریت‌های اطلاعاتی شرکت می‌کنند و بانفوذ به عمق و عقبه دشمن تصاویر مناطق موصوف را برای تصمیم‌گیری بهتر فرماندهان به‌صورت زنده ارسال می‌نمایند تا آن‌ها بتوانند در اجرای مأموریت‌های مختلف برتری تاکتیکی کسب نمایند (Wong,2019). این بدان معناست که یکی از مؤلفه‌های مهم به‌کارگیری پهپادها، حوزه مأموریت‌های اطلاعاتی است؛ به عبارتی مأموریت‌های اطلاعاتی به مراقبت و هدف‌یابی، شناسایی و جمع‌آوری الکترونیکی شنود تفکیک‌شده‌اند که توسط هواپیماهای بدون سرنشین به اجرا گذاشته می‌شوند (حاجی جعفری، ۱۳۸۷).

پیشرفت فن‌آوری تسلیحات و تجهیزات و پیچیده شدن مناطق درگیری نیاز به سامانه‌های شناسایی، مراقبت و هدف‌یابی و جمع‌آوری الکترونیکی شنود را دوچندان می‌نماید که این نیازها ضمن تقویت مؤلفه‌های قدرت تهاجمی، توان دفاعی جهت مقابله با تهدیدات یادشده را نیز افزایش می‌دهد ((André,2020؛ که این امر می‌تواند به‌خوبی و با موفقیت بیشتر توسط پهپادهای اطلاعاتی صورت پذیرد. با توجه به اینکه تاکنون مقابله با تهدیدات مذکور و تأمین نیازهای اطلاعاتی و شناسایی برای نیروها قبل از درگیری و درصحنه نبرد یا بعد از زمان نبرد توسط پرنده‌های سرنشین دار صورت می‌گرفت، لیکن مواردی ازجمله: هزینه‌بر بودن، پیچیدگی و

دشواری استفاده از آن‌ها، خطرات جانی و زمان‌بر بودن انتقال اطلاعات دریافتی به واحدهای زمینی و از محدودیت‌های به‌کارگیری این پرنده‌ها است.

پرنده‌های بدون سرنشین در نقش‌های مختلف ازجمله شناسایی، جاسوسی و اکتشاف، جنگ‌افزارهای برگزیده ارتش‌های امروز دنیا هستند که دارای جایگاهی تسخیر ناشدنی در جنگ‌های مدرن می‌باشند. مزیت بدون سرنشین بودن، در کنار ویژگی‌های کوچکی، سبکی و ارزانی و همین‌طور قابلیت اطمینان‌پذیری بالا، به این وسایل امکان می‌دهد تا بیشتر از هر وسیله دیگری برای مقاصد گفته‌شده مناسبت داشته باشند(Austin,2020).

مبانی نظری

پهپاد: پهپادها، تجهیزات نقلیه هوایی با نیروی محرکه هستند که افرادی با عنوان اپراتور را با خود حمل نمی‌کنند و برای به پرواز درآمدن از نیروهای آیرودینامیک استفاده می‌کنند. پهپاد می‌تواند بسط پذیر یا قابل بازیافت باشد و می‌تواند یک محموله مخرب یا غیر مخرب را حمل نماید. پهپادها عبارت‌اند از هواپیماهایی که در محدوده اتمسفر پرواز کرده و نیاز به سرنشین برای هدایت آن‌ها وجود ندارد و با خصوصیات آیرودینامیک این امکان رادارند تا مهمات، وسایل شناسایی و سایر تجهیزات را با خود حمل کنند(Mansoor,,2020)، سامانه‌های مهم و کلیدی پهپاد در شکل ۱ نمایش داده‌شده است. این هواپیماها در مأموریت‌های شناسایی، رزمی، فرماندهی و کنترل و فریب و...شرکت می‌کنند (کیانی فلاورجانی، ۱۳۸۸). پهپادهایی که در داخل کشور تولید می‌شوند متعدد هستند و به آن‌ها پهپادهای بومی گفته می‌شود و در حال حاضر تولید انبوه شده و در اختیار نیروهای مسلح جمهوری اسلامی قرار می‌گیرند (شکوهی، حسین، همت عندلیبی، علی، ۱۳۹۰). پهپادهای خانواده ابابیل، کرار، مهاجر و شاهد، آرش از مطرح‌ترین پهپادهای سبد محصولی نیروهای مسلح هستند.

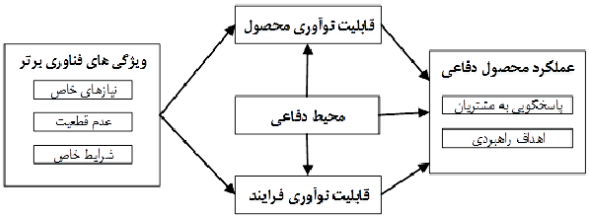
شکل ۱- شماتیکی از سیستم و زیرسیستم‌های مهم و کلیدی در پهپادهای نظامی(Austin,2020)

دسته‌بندی پهپادها

فناوری پرنده‌های بدون سرنشین امروزه یکی از دغدغه‌های اساسی سیاست‌گذاران علوم و فناوری دفاعی هر کشور است که در دهه‌های اخیر نقش بسیار چشمگیری در عرصه فعالیت‌های مختلف نظامی و غیرنظامی داشته است. هواپیماهای بدون سرنشین با خصوصیات بسیار انعطاف‌پذیر در پیکربندی و شکل هندسی این امکان رادارند تا مهمات و سایر تجهیزات و جنگ‌افزارها را با خود حمل کنند و یا به‌عنوان مهمات و یک سلاح انهدامی مورداستفاده قرار گیرند و از انواع پلتفرم های سطحی، زیرسطحی و زمینی پرتاب و هدایت شود(Ahmed,2022). در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش هزینه‌ها و خطرات به‌کارگیری، پهپادهای کوچک به‌طور چشمگیری موردتوجه نیروهای نظامی قرارگرفته است و نقش بسیار مهم پهپادها در تعیین سرنوشت جنگ‌ها، فرماندهان را بر آن داشته است که نگاهی ویژه و خاص به این‌گونه پرنده‌ها داشته باشند؛ به‌گونه‌ای که تولید، ساخت و یا بهینه‌سازی این محصولات شتاب خاصی نسبت به گذشته به خود گرفته و در سال‌های آینده نیز اهمیت این پرنده‌های ارزشمند چند برابر خواهد شد.

با استفاده از فن‌های مدرن، ترکیب صحیح تصاویر و اطلاعات سنجنده‌ها و استفاده از سامانه‌های پردازشی نوین تصاویر می‌توان به اطلاعات نظامی تصویری گوناگونی

دست‌یافت(Fan,2022). این اطلاعات پس از ورود به سامانه های اطلاعات مکانی تجزیه‌وتحلیل شده و اطلاعات موردنیاز فرماندهان و تصمیم‌گیریان را تهیه نمود. **Error! Reference source not found.** ارتباط مفهومی فناوری، نوآوری و عملکرد دفاعی را برای یک محصول دفاعی (پهپاد نظامی) نشان می‌دهد.



شکل ۲- ارتباط فناوری برتر و نوآوری و توسعه محصول نمونه دفاعی(پهپاد نظامی) (کیانی فلاورجانی، ۱۳۸۸)

پهپاد رزمی پهپاد نظامی: یا هواگرد بدون سرنشین رزمی توسط ارتش‌ها در سراسر جهان برای کارکردهای مختلفی ازجمله مراقبت، جمع‌آوری اطلاعات، پیدا کردن هدف، شناسایی و شلیک مهمات‌هایی مانند موشک و بمب مورداستفاده قرار می‌گیرند (کیانی فلاورجانی، ۱۳۸۸). پهپادهای نظامی گونه‌ای از پهپاد است که برای عملیات اطلاعات، نظارت، شناسایی و یافتن هدف به کار می‌رود و همچنین می‌تواند مهمات هواگرد نظامی ازجمله بمب‌ها، موشک‌های متعارف و هدایت شونده ضدتانک برای استفاده در حمله پهپادی حمل کند. پهپادهای رزمی برخلاف پهپادهای نظارت و شناسایی، هم برای حملات پهپادی و هم برای شناسایی میدان نبرد استفاده می‌شوند، چون‌که کاربر پهپاد را با سامانه راه دور هدایت می‌کند؛ نیازی به تجهیزات لازم برای خلبان انسانی نیست، درنتیجه وزنی کمتر و اندازه‌ای کوچک‌تر از هواپیمای باسرنشین دارد (Austin,2020). برخی کشورها پهپادهای عملیاتی بومی در اختیاردارند و بسیاری دیگر پهپادهای رزمی یا شناسایی خریده‌اند یا درحال‌توسعه آن‌ها هستند. در حال حاضر انواع مختلفی از هواگردهای رزمی بدون سرنشین وجود دارد که توسط نیروهای مسلح مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرند، هواپیماهای بدون سرنشین شناسایی کلاس متوسط بیشترین استفاده را درصحنه نبرد دارند (André,2020). این پهپادهای میان برد برای عملیات‌های اطلاعات، نظارت، اکتساب

هدف و شناسایی[1] مورداستفاده قرار می‌گیرند و با عنوان پهپادهای ارتفاع متوسط برد بلند[2] یا پهپاد با ارتفاع پروازی و مداومت پروازی بالا[3] (هال) نیز شناخته می‌شوند. **Error! Reference source not found.** فهرستی از پهپادهای نظامی را ارائه می‌دهد همچنین در **Error! Reference source not found.** شماتیکی از برخی از پهپادهای نظامی (رزمی) نشان داده‌شده است. جدول ۱جدول ۱ دسته‌بندی کلی پهپادها را بر اساس کلاس وزنی استاندارد ناتو و وزارت دفاع ایالات‌متحده نشان می‌دهد (André Haider, ۲۰۲۰).پهپادها علاوه بر کلاس بندی وزنی بر اساس نوع بال، نوع مکانیزم پیشرانش، نوع سیستم هدایت، برد عملیاتی، شکل هندسی، ارتفاع پروازی،... نیز دسته‌بندی میشوند ((Ahmed,2022). جدول ۲ نوعی از دسته‌بندی و طبقه‌بندی پهپادها را بر اساس نوع مأموریت نشان می‌دهد.

جدول ۱. دسته‌بندی پهپادها بر اساس کلاس وزنی(Aabid,2020)

ردیف	دسته بندی با گروه	وزن برخاست (کیلوگرم)	اندازه (متر)	ارتفاع پروازی (متر)	برد ارتباطی (خط دید/دوری LOS)	زمان پرواز (ساعت)	مثال
۱	گروه اول- پهپاد ناتو (میتی و یا میکرو)	-	سانتی متر	۶۰۷>	۵< کیلومتر	۱۵	
۲	گروه دوم- پهپاد کوچک	۱۵۰-۲۰	۲-۰,۱۵	۱۵۰۰	<۱۵۰	۶-۳	
۳	گروه سوم- پهپاد تاکتیکی	۱۵۰- ۶۰۰	۱۰۰۵	۳۰۰۰	۲۰۰	۱۲۰۶	
۴	گروه چهارم- پهپاد سمال ارتفاع پروازی متوسط و مداومت پروازی بالا	۶۰۰<	۱۰<	۱۴۰۰۰>	BLOS	۲۴>	
۵	گروه پنجم- پهپاد سمال ارتفاع پروازی بالا و مداومت پروازی بالا	۶۰۰<	۱۰<	۲۲۰۰۰>	BLOS	۳۶>	

جدول ۲. دسته‌بندی و طبقه‌بندی پهپاد بر اساس مأموریت(Austin,2020)

اطلاعات	عملیات	پشتیبانی
مراقبت و هدف‌یابی	هدف	پشتیبانی و فرماندهی

1 Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance
2 Medium-altitude long-endurance
3 High-altitude long-endurance (HALE)

شناسایی	انتحاری	آموزشی
جمع‌آوری الکترونیکی (شنود)	رزمی	ارتباطات
	جنگال	
	فریب	

مأموریت‌های بالقوه برای پهپادها

مأموریت‌های پهپادها در دودسته‌ی عمده قرار می‌گیرد: مأموریت‌های شناسایی و مراقبت غیر مخرب و جنبه‌های پیشرفته‌تر که وسایل جنگی هوایی کشنده هستند(Yang,2022). به‌عنوان یک نکته، هر مزیت بالقوه‌ی مأموریت‌های پهپاد می‌تواند یک تهدید هم باشد و این در صورتی است که دشمن به قابلیت‌های پهپادها دست پیدا کند. بنابراین مأموریت‌های زیر می‌توانند هم فرصت و هم تهدید به حساب بیایند (کیانی فلاورجانی، ۱۳۸۸).

مأموریت‌های مراقبت و شناسایی: مأموریت‌هایی که با استفاده از وسایل دیده‌بانی با چشم و یا روش‌های ردیابی دیگر، به‌منظور به دست آوردن اطلاعاتی درباره‌ی فعالیت‌ها و منابع دشمن و یا دشمن حتمی و یا به‌منظور محفوظ نگه‌داشتن اطلاعات مربوط به خصوصیات جغرافیایی یک منطقه‌ی مشخص، انجام می‌گیرد. به عبارت دیگر، این کار به منابع‌یابی اطلاعات عمومی درباره یک منطقه و یا دشمن مربوط است (Müezzinoğlu,2021). در مقام مقایسه، مراقبت را می‌توان دیده‌بانی خاص و باقاعده از یک منطقه خاص و یا یک هدف، برای یک بازهی زمانی گسترده، تعریف نمود. پهپادها از زمانی که ساخته‌شده‌اند برای این منظور مورداستفاده قرار می‌گیرند(Singhal,2018). این مأموریت‌ها به‌طور قابل‌توجهی، کار های زمان صلح به‌حساب می‌آیند. به‌عنوان‌مثال پهپادهای جنرال اتمیکس ایالات‌متحده به‌منظور دیده‌بانی مناطق مورد جنگ در اکراین مورداستفاده قرار می‌گیرند.

کشف هدف و تعیین خسارت میدان جنگ:پهپادها را می توان برای کشف، محل‌یابی، تعقیب و شناسایی هدف موردنظر، مورداستفاده قرارداد. قوانین درگیری در کشمکش‌های آینده به سمت به دست آوردن اطلاعات مسلم درباره هدف قبل از هرگونه حمله و مأموریت جلوگیری، حرکت می‌کند. پهپادهای کوچک در مقایسه با همتاهای سرنشین دار، قابلیت بیشتری برای مأموریت به‌طور مجزا رادارند؛ این مسئله شاید به دلیل قابلیت کشف هدف بدون اینکه خود شناسایی شوند،

باشد(Austin,2020). تعیین دقیق میزان خسارت در میدان جنگ می تواند مانع حمله مجدد به یک هدف بشود و از اتلاف وقت و مهمات جلوگیری نمائید. استفاده از پهپادها برای گرفتن چنین اطلاعاتی، به‌جای وسایل هوایی سرنشین دار باعث می‌شود که ارزیابی خسارات در بازه‌ی کوچک‌تری انجام بگیرد. هدف جمع‌آوری اطلاعات و تعیین خسارت در میدان جنگ، تصمیم‌گیری در مورد موقعیت هدف و جلوگیری از استفاده‌ی بی‌مورد از سلاح‌های مختلف است(Aabid,2020). این موضوع مخصوصاً برای جنگنده‌های زمینی بسیار مهم است.

رله ارتباطی:عملیات رزمی معمولاً در فاصله قابل‌ملاحظه‌ای از واحد و یا گروه مأموریت انجام می‌گیرد. همان‌طور که مأموریت‌های فعلی بالگردهای نشان می‌دهد، این مأموریت‌های جنگی معمولاً از بازه فرکانس‌های ارتباطی خیلی بالای فعلی نیز تجاوز می‌کنند(Aabid,2020). پهپادها را می‌توان به‌عنوان رله‌های ارتباطی برای پوشش دادن فاصله بین منطقه عمل و فرمانده استفاده کرد(Ahmed,2022). این برنامه برای مأموریت‌های آبی‌خاکی و یا خدمات حفاظتی در منطقه خاص صحنه نبرد بسیار مفید خواهند بود و به فرمانده‌ها اجازه ارتباط پیوسته با ارکان گسترش‌یافته درصحنه نبرد را می‌دهند.

جاسوسی و حمله الکترونیکی و ارتباطات: وزارت دفاع ایالات‌متحده از پهپادهای هانتر برای حمله و جاسوسی در زمینه‌های الکترونیکی و ارتباطی استفاده می‌کند(Amin,2022). هدف از این کار کشف و شناسایی وسایل صادرکننده امواج دشمن، خصوصاً تأسیسات دفاعی است، تا موشک‌ها و هواپیماهای جنگی بتوانند آن‌ها را موردحمله قرار دهند. به‌طور کاملاً عملی می‌تواند با استفاده از تشعشات، از پهپادها برای محل یابی و شناسایی ناوهای جنگی دشمن و یا پایگاه‌های ساحلی استفاده نمود.

آشکارسازی جنگ میکروبی و شیمیایی: پهپادها می‌توانند از روش بویایی برای آزمایش منطقه‌ی عملیاتی ازنظر آلودگی استفاده کنند(Austin,2020).

تهاجم به اهداف ثابت و یا متحرک زمینی: از پهپادها می‌توان به‌منظور حمله به پایگاه‌ها و اهداف زمینی دشمن استفاده نمود. پهپادها توانایی بیشتری نسبت به موشک‌ها برای حمله به پایگاه های زمینی دارند به دلیل اینکه از حداکثر توان پروازی بالاتری برخوردارند(Ducard,2014)؛ مانند پهپادهای مراقبتی، پهپادهایی که برای حمله‌های زمینی مورداستفاده قرار می‌گیرند، نیز

توانایی پرواز بر فراز هدف رادارند. این توانایی باعث کاهش زمان پاسخ به تهدیدات دشمن می شود(Nisser,2014).

علم‌سنجی

تعریف‌های بسیاری از علم‌سنجی[1] مطرح‌شده است علم‌سنجی را می‌توان تجزیه‌وتحلیل کمی و تا حد امکان کیفی فرایند تولید، توزیع و استفاده از اطلاعات علمی و عوامل مؤثر بر آن و توصیف، تبیین و پیش‌بینی این فرآیند به‌منظور برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری، اعتلا و آگاهی و آینده‌نگری علمی و پژوهشی در ابعاد فردی، گروهی، سازمانی و بین‌المللی دانست (توکلی زاده و همکاران، ۱۳۹۸).

علم‌سنجی سعی دارد با استفاده از داده‌های کمی مربوط به تولید، توزیع و استفاده از متون علمی، علم و پژوهش علمی را توصیف و ویژگی‌های آن را مشخص کند (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۰).

علم‌سنجی یکی از متداول‌ترین روش‌های ارزیابی فعالیت‌های علمی و مدیریت پژوهش است (شکفته و کریمی، ۱۳۹۶). بررسی کمّی تولیدات علمی، سیاست‌گذاری علمی، ارتباطات علمی دانش‌پژوهان و ترسیم نقشه علم، برخی از موضوعات این حوزه‌اند. در علم‌سنجی، ارتباطات علمی و شیوه‌های تولید، اشاعه و بهره‌گیری از اطلاعات علمی به روش غیرمستقیم و با بررسی منابع و مآخذ آن‌ها ارزیابی می‌شود (نصیری و حاج سلیمانی، ۱۳۹۶). علم‌سنجی سعی دارد با استفاده از داده‌های کمی مربوط به تولید، توزیع و استفاده از متون علمی، علم و پژوهش علمی را توصیف و ویژگی‌های آن را مشخص کند (سن گوپتا، آی. ان، ۱۳۷۳).

با توجه به سرچشمه اصلی ظهور علم‌سنجی و همچنین بر اساس دامنه مفهومی که صاحب‌نظران و پیشگامان علم‌سنجی بر آن صحّه گذارده‌اند، علم‌سنجی بیش از هر چیزی برای ارائه خدمت به سیاست علم تولد یافته است و همین نکته، اصلی‌ترین فلسفه وجودی آن را تشکیل می‌دهد و دامنه آن را از سایر حوزه‌های مرتبط، وابسته و سنجشی جدا می‌کند (علیپور حافظی و همکاران،۱۳۹۶).

نمایه‌های استنادی معتبر بین‌المللی همچون پایگاه‌های استنادی مؤسسه کلریویت آنالیتیکز[2] شامل وب آو ساینس[3]، جی سی آر[1]، این سایت[2]، ای اس آی[3] که افراد، مؤسسه‌ها، مجله‌ها،

1 Scientometrics
2 Clarivate Analytics
3 Web of Science

مقاله‌ها، کشورها را ازلحاظ علمی مقایسه می‌کنند. همچنین پایگاه‌های استنادی مؤسسه الزیویر شامل اسکوپوس[4]، سای ول[5] و همچنین گوگل اسکالر[6] از ابزارهای علم‌سنجی محسوب می‌شوند.

تحلیل هم‌واژگانی (Co-Word Analysis) یک روش تحلیل محتوایی است که به ارزیابی مقوله موردنظر بر اساس دفعات تکرار واژگان کلیدی اسناد می‌پردازد. از آنجا که حجم تولید و نشر مقاله‌های علمی بسیار زیاد است دیگر نمی‌توان به تحلیل محتوای همه مقاله‌ها در زمینه پدیده موردنظر پرداخت. دیدگاه زیربنایی این روش آن است که بر اساس واژگان کلیدی یک مقاله می‌توان به درک درستی از کل محتوای مقاله دست‌یافت. تعاریف هم واژگانی را ازنظر مفهومی معادل co-word دانسته که گاه واژه co-occurrence را به‌جای آن به کار برده‌اند. در زبان فارسی واژه نخست را هم واژگانی و واژه دوم را هم رخدادی معنا کرده‌اند. تحلیل هم واژگانی که بر اساس هم رخدادی واژگان عمل می‌کند، به‌عنوان یک روش تحلیل محتوا، یکی از روش‌های علم‌سنجی است. علاوه بر این‌ها، تعریف‌های دیگری نیز ارائه‌شده است که در زیر به آن اشاره‌شده است:

نوعی تحلیل محتوا برای کشف الگوها و تعیین گرایش‌های موضوعی در حوزه‌های مشخص پژوهشی،

اندازه‌گیری درجه ارتباط بین مفاهیم و اصطلاحات،

روشی مهم برای دیداری‌سازی روابط میان مفاهیم، اندیشه‌ها و مسائل علمی،

تحلیلی کمی برای کشف شبکه مفاهیم حوزه‌های علمی،

روشی برای شناسایی ساختار موضوعی یک حوزه پژوهشی،

کشف روابط مفهومی میان مدارک،

شیوه‌ای نو از مطالعات کمی در حوزه علم‌سنجی جهت تعیین ارتباط میان توصیفگرهای منابع.

به‌کارگیری این روش سبب شناسایی و دسته‌بندی مقولات مفهومی می‌شود و زمینه را برای بازیابی اطلاعات در پایگاه‌های دانش فراهم می‌آورد. با توجه به تعاریف فوق، تحلیل هم واژگانی شیوه‌ای از تحلیل محتواست. از طریق هم رخدادی واژه‌ها یا مفاهیم موجود در متون و منابع حاصل

1 Journal Citation Report (JCR)
2 InCites
3 Essential Science Indicators(ESI)
4 Scopus
5 SciVal
6 Google Scholar

می‌شود. از طریق آن می‌توان مفاهیم اصلی یک زمینه یا حوزه علمی را شناخت. به‌واسطه این شناخت، الگوها و رویدادهای مفهومی، ساختار علمی، شبکه مفهومی، روابط سلسله‌مراتبی مفاهیم و مقولات مفهومی آن حوزه را کشف، ترسیم و مدیریت کرد. تحلیل هم واژگانی، ابزاری برای کشف الگوهای پنهان و رویدادهای نوظهور مفهومی است.

از سوی دیگر پایگاه‌های معتبری وجود دارند که مقاله‌های منتشرشده را نمایه می‌کنند. این پایگاه‌های علمی مقاله‌ها را بر اساس نوع، سال انتشار، نشریه، واژگان کلیدی، چکیده و ... دسته‌بندی می‌کنند. همچنین این اطلاعات را به‌صورت فرمت‌های مختلفی به‌عنوان خروجی در اختیار کاربر قرار می‌دهند. با استفاده از نرم‌افزاری مانند نرم‌افزار وس ویوور[1] می‌توان به تحلیل هم‌واژگانی این اطلاعات پرداخت.

نرم‌افزار وس ویوور

یکی از شیوه‌های مؤثر علم‌سنجی در ترسیم نقشه‌های علمی تحلیل هم واژگانی است که توسط پژوهشگران متعددی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای کشف دانش در پایگاه‌های استنادی مورداستفاده قرار می‌گیرد. این نرم‌افزار با پذیرش داده‌های مستخرج از پایگاه‌های استنادی و اطلاعاتی مانند وب آو نالج، اسکاپوس و گوگل اسکولار، ویژگی‌های گرافیکی آن‌ها را رسم می‌کند. با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل پایگاه داده و حوزه‌های علم‌سنجی می‌توان ارتباطات نویسندگان و شبکه‌های هم نویسندگی، سیر تحول موضوعات علمی، پدیدار شدن موضوعات و رشته‌های علمی جدید، موضوعات بکر و دورمانده از چشم پژوهشگران، ارتباطات اسناد و آثار علمی و بسیاری از موارد مفید در حوزه رشد علوم مختلف را با استفاده از امکانات مختلف این نرم‌افزارها بررسی نمود (عباداله عموقین، جعفر؛ شریف مقدم، هادی؛ ضیائی، ثریا، ۱۳۹۷).

اهداف پژوهش

هدف اصلی

فناوری‌های نوظهور در پهپادهای نظامی

اهمیت و تمرکز فناوری‌های نوظهور در پهپاهای نظامی

هدف فرعی: استخراج خوشه‌های فناوری‌های درگیر و مؤثر در پهپادهای نظامی

1 Vosviewer

پرسش‌های پژوهش

پرسش اصلی: فناوری‌های کلیدی و تأثیر و نوظهور به‌منظور سرمایه‌گذاری و توسعه دانش بومی و فنی در حوزه پهپادهای نظامی کدامند؟

پرسش‌های فرعی

پرسش فرعی اول: فناوری‌های مؤثر و کلیدی در ده سال اخیر (۲۰۱۵-۲۰۲۵) در پهپادهای نظامی کدامند؟

پرسش فرعی دوم: خوشه فناوری‌های مؤثر و کلیدی در ده سال اخیر (۲۰۱۵-۲۰۲۵) در پهپادهای نظامی کدامند؟

پرسش سوم: فناوری‌های نوظهور و بدیع در ده سال اخیر (۲۰۱۵-۲۰۲۵) در پهپادهای نظامی کدامند؟

پیشینه پژوهش

نویسندگان	سال	موضوع	محل انتشار (نام مجله)
حسین شکوهی، علی همت عندلیبی	۱۳۸۹	توانمندی‌های پهپاد در جنگ های آینده	فصلنامه علوم و فنون نظامی
حسین شکوهی، علی همت عندلیبی	۱۳۹۱	آرایه های پهپادی مطلوب درصحنه نبرد ناهمگون برای اجرای مأموریت‌های اطلاعاتی	مدیریت نظامی فصلنامه علمی- پژوهشی
علی‌اکبر احمدیان، ناصر پور صادق، محمد اسماعیل شریفان	۱۳۹۷	راهبردهای توسعه بهره‌گیری از پهپاد در افزایش توان رزمی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران	فصلنامه مطالعات دفاعی راهبردی
نیک بخش حبیبی	۱۳۹۷	ارائه مدل اثربخش به‌کارگیری بهینه پهپاد در توانمندسازی عملیات آینده سازمان‌های دفاعی مطالعه موردی عملیات پروازی نیروی هوایی)	آینده‌پژوهی دفاعی
مهدی بهارلو، طاهره میرعمادی، مهدی الیاسی،	۱۳۹۷	تحلیل و تبیین ساختاری- کارکردی نظام نوآوری فناورانه پهپاد در ایران	فصلنامه مدیریت توسعه فناوری

نویسندگان	سال	موضوع	محل انتشار (نام مجله)
علیرضا بوشهری			
مهدی بهارلو، طاهره میرعمادی، مهدی الیاسی، علیرضا بوشهری	۱۳۹۸	تحلیلی بر توسعه فناوری پهپاد در ایران با تأکید بر رویکرد مدیریت راهبردی	مدیریت نوآوری
ابراهیم ایجابی، فرهاد درویش سه تلانی، حسین مینایی، صفر فضلی، عین اله کشاورز ترک	۱۳۹۸	آینده‌نگاری راهبردی فناوری‌های دفاعی در حوزه پدافند هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در افق ۰۲۴	آینده‌پژوهی دفاعی

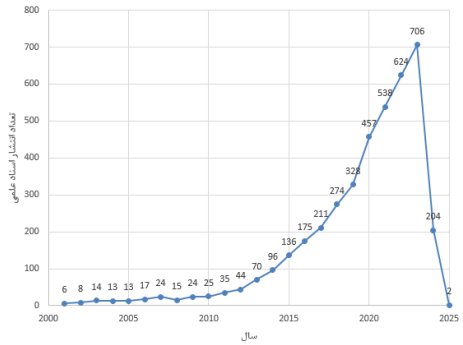
در حوزه پهپادها کاربردها و نقش آن درصحنه نبرد مقالات و فعالیت‌های پژوهشی متعددی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های داخل کشور انجام‌شده است. ولی پژوهشی با رویکرد شناسایی فناوری‌های پهپاد و تمرکز بر استخراج فناوری‌های تأثیرگذار و شناسایی فناوری‌های نوظهور در کشور کمتر به آن پرداخته‌شده است. در این مقاله پژوهشی جامع بر روی فناوری و خوشه‌های فناوری و شناسایی فناوری‌های نوظهور در حوزه پهپادهای نظامی انجام‌شده است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر ازلحاظ نوع تحقیق در زمره تحقیقات کاربردی دسته‌بندی می‌گردد. این پژوهش به این دلیل کاربردی است که یافته‌های آن به متولیان امور نظامی کشور به ویژه تصمیم گیران حوزه صنعت پهپاد در خصوص حمایت از فناوری‌های توانمند ساز و برترین آفرین و نوظهور مشورت و کمک نماید و باعث ارتقای توانمندی و افزایش مهارت‌های راهبردی متولیان امور نظامی در صنعت هوایی به ویژه پهپادهای نظامی خواهد شد. پژوهش حاضر ازلحاظ طرح تحقیق در زمره تحقیقات آینده نگر دسته‌بندی می‌گردد. این پژوهش به این دلیل آینده‌نگر است که محقق با استفاده از الگوهای رصد و دیدبانی فناوری دفاعی در پی شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهای نظامی در حوزه پهپادهای نظامی بوده و فناوری‌های نوظهور و تأثیرگذار این حوزه را با استفاده از فن‌های و الگوهای علم‌سنجی استخراج و گزارش نموده است.

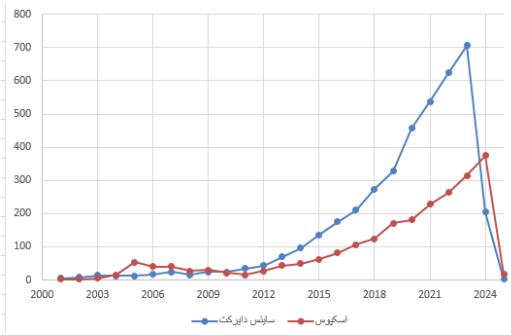
تجزیه‌وتحلیل داده‌ها (یافته‌های پژوهش)

شکل ۳ روند انتشار اسناد علمی در حوزه پهپادهای نظامی را نشان می‌دهد. با بررسی شکل مشخص است که بعد از سال ۲۰۲۰ رشد انتشار اسناد علمی در حوزه پهپاد نظامی به‌شدت در حال رشد است. این روند صعودی نشانگر اهمیت و جایگاه پهپادهای نظامی درصحنه نبرد است. تولید اسناد علمی در سال ۲۰۲۳ نسبت به سال ۲۰۲۰ با رشد حدود ۴۰ درصدی مواجه است این رشد در سال ۲۰۲۴ نیز در حال افزایش است، در حال حاضر که حدود دو ماه از سال ۲۰۲۴ گذشته است در حدود ۲۰۴ سند علمی در این حوزه منتشرشده است. نکته جالب اینکه برای مقالات برای سال ۲۰۲۵ در صف انتشار قرارگرفته‌اند. با توجه به درخواست کاربران و یگان‌های نظامی به‌منظور پهپادهای چابک‌تر و باقابلیت‌های بیشتر نیاز فعالیت‌های علمی و تحقیقاتی نیز بر روی این موضوع به‌شدت افزایش‌یافته است.



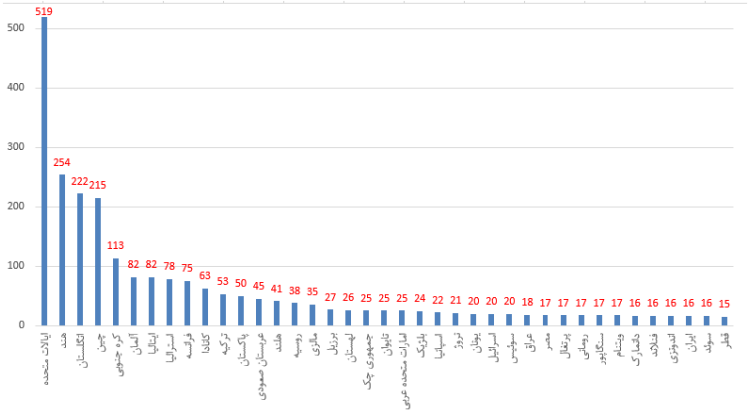
شکل ۳. شماتیکی از روند انتشار اسناد علمی در حوزه پهپادهای نظامی در پایگاه داده ساینس دایرکت در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۵–۲۰۲۵ میلادی

شکل ۴ مقایسه‌ای میان دو پایگاه داده اسکپوس و ساینس دایرکت درزمینه روند انتشار اسناد علمی در حوزه پهپادهای نظامی را نشان می‌دهد. همین‌طور که قابل‌مشاهده است، در هر دو پایگاه داده روند انتشار اسناد علمی بعد از سال ۲۰۲۰ به‌شدت افزایشی و در حال رشد است.



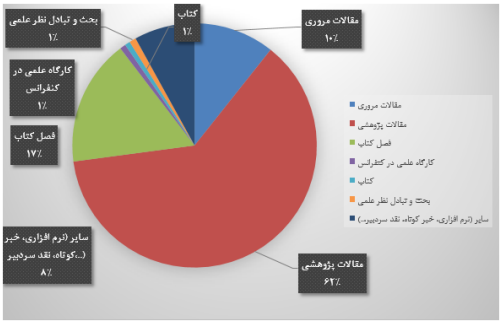
شکل ۴. شماتیکی از مقایسه انتشار اسناد علمی در حوزه پهپادهای نظامی در دو پایگاه داده ساینس دایرکت و اسکوپوس در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۵

شکل ۵ شماتیکی از روند انتشار اسناد علمی برحسب کشورها را نمایش می‌دهد. طبق انتظار کشور ایالات‌متحده با سرمایه‌گذاری کلان بر روی پهپادها با انتشار ۵۱۹ سند علمی در صدر جدول قرارگرفته است. کشور هند که به‌تازگی سرمایه‌گذاری زیادی در حوزه زیرساخت‌های پهپاد نموده با انتشار ۲۵۴ سند علمی در رتبه دوم قرارگرفته و کشور انگلستان با توجه به شرکت‌های معتبر طراحی و ساخت پهپادها با انتشار ۲۲۲ سند علمی در رتبه سوم قرار دارد. در بررسی کشورها کشور عزیزمان ایران با انتشار ۱۶ سند علمی در جدول مشخص‌شده است.



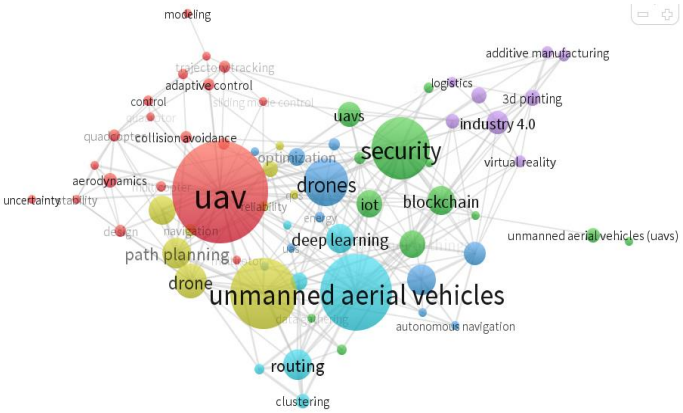
شکل ۵. شماتیکی از روند انتشار اسناد علمی برحسب کشورها

شکل ۶ شماتیکی از گستردگی و تنوع اسناد علمی منتشرشده را در این بازه زمانی نشان می‌دهد. مقالات پژوهشی و تحقیقاتی با حدود ۶۲ درصد و مقالات مروری با حدود ۱۰ درصد و فصل کتاب با ۱۷ درصد در صدر تنوع اسناد علمی تولید و منتشرشده قرار دارند.



شکل ۶. شماتیکی از گستردگی اسناد علمی در حوزه پهپادهای نظامی

شکل ۷ نمای شبکه‌ای را نمایش می‌دهد. گره‌ها و خوشه‌های مرتبط باهم به یک رنگ و متمایز از دیگر گره‌ها و خوشه‌ها قابل‌تشخیص هستند. آیتم‌ها با برچسب و دایره نشان داده‌اند. هر چه وزن یک آیتم بیشتر باشد به این معنی که بیشتر در پیشینه‌ها آمده باشد برچسب و دایره آن بزرگ‌تر است. در حوزه پهپادهای نظامی کلیدواژه‌های پهپاد، سامانه بدون سرنشین هواپایه، مسیریابی، امنیت، کارخانه نسل چهارم، یادگیری عمیق و بلاک چین است (بلاک چین نوع خاصی از پایگاه داده است که اطلاعات در آن ذخیره می‌شود؛ اما یک سری ویژگی‌های خاص، بلاک چین را از سایر پایگاه داده‌ها متمایز می‌کند. برای اضافه کردن داده جدید به بلاک چین یک سری قوانین وجود دارد. همچنین پس از اضافه شدن داده به بلاک چین و ذخیره آن، دیگر نمی‌توان آن را ویرایش یا حذف کرد. داده‌ها در شبکه بلاک چین در ساختاری متشکل از «بلوک‌ها» وارد پایگاه داده می‌شوند. هر بلوک در ادامه بلوک قبلی ساخته می‌شود و شامل اطلاعاتی است که آن را به بلوک قبلی متصل می‌کند. با توجه به این‌که این بلوک‌ها به‌وسیله اطلاعاتی به همدیگر وصل هستند، بنابراین یک «زنجیره» تشکیل می‌دهند که در آن بلوک‌ها به ترتیب ساخت در کنار هم قرار می‌گیرند).



شکل ۷. شماتیکی از خوشه‌های فناوری مرتبط با حوزه پهپادهای نظامی

نقشه‌ای که مشاهده می‌شود (شکل ۷)، بر پایه تحلیل هم‌رخدادی کلمات است که از آن برای شناسایی ارتباطات و هم‌زمانی استفاده از واژگان در مقالات و متون علمی استفاده می‌شود. در اینجا با توجه به واژگان مرتبط با پهپادها و حوزه‌های مرتبط، نکات زیر از شکل قابل استنباط هستند:

۱. گره‌های کلیدی و مرکزیت مفاهیم

گره‌های بزرگی مانند وسایل هوایی بدون سرنشین[1] و پهپاد مهم‌ترین موضوعات پژوهشی هستند و در مرکز نقشه قرارگرفته‌اند. این نشان می‌دهد که در اکثر مقالات یا پژوهش‌ها، این واژگان بیشتر تکرار شده و ارتباط زیادی با دیگر موضوعات دارند.

وسایل هوایی بدون سرنشین به‌عنوان کلیدواژه اصلی، هسته بسیاری از مطالعات در این حوزه است و ارتباط نزدیکی با مفاهیم مهم دیگری مثل پهپادهای عمومی و اغلب غیرنظامی[2] و امنیت[3] دارد.

۲. رابطه بین مفاهیم

خطوط بین گره‌ها نشان‌دهنده هم رخدادی و رابطه مشترک بین مفاهیم هستند. هر چه یک خط ضخیم‌تر باشد یا تعداد بیشتری از خطوط بین دو گره وجود داشته باشد، نشان‌دهنده این است که آن دو مفهوم در مقالات علمی به‌طور مکرر باهم به‌کاررفته‌اند. برای مثال، ارتباط میان پهپاد و امنیت نشان‌دهنده این است که امنیت پهپادها یکی از حوزه‌های پراهمیت در تحقیقات است.

1 unmanned aerial vehicles
2 drones
3 security

یادگیری عمیق[1] و اینترنت اشیا[2] نیز ارتباطات قدرتمندی با پهپادها دارند که نشان از استفاده این فناوری‌های نوین در زمینه هوش مصنوعی و اینترنت اشیا برای بهبود عملکرد و کاربرد پهپادها دارد.

۳. رنگ‌های گره‌ها و خوشه‌های موضوعی

رنگ‌های مختلف نشان‌دهنده کلاسترها یا خوشه‌های موضوعی متفاوت است. این کلاسترها نشان می‌دهند که مفاهیم مرتبط به هم در یک گروه قرارگرفته‌اند و معمولاً موضوعات مرتبطی را پوشش می‌دهند:

خوشه قرمز: شامل مفاهیمی مانند اجتناب از برخورد[3] و کنترل تطبیقی[4] است که بیشتر به مسائل فنی مربوط به پهپادها می‌پردازد.

خوشه سبز: شامل موضوعاتی مانند امنیت و بلاکچین۵ است که به مسائل امنیتی و فناوری‌های جدید نظیر بلاکچین که می‌تواند برای افزایش امنیت و مدیریت داده‌ها در پهپادها به کار رود، می‌پردازد.

خوشه آبی: مفاهیمی مانند یادگیری عمیق و مسیریابی۶ را شامل می‌شود که به کاربردهای هوش مصنوعی در بهینه‌سازی مسیرها و مدیریت پهپادها مربوط است.

۴. موضوعات نوظهور

مفاهیمی مانند بلاکچین، اینترنت اشیا، یادگیری عمیق و انقلاب صنعتی چهارم یا صنعت۴٫۰۷ نشان‌دهنده موضوعات نوظهور در حوزه پهپادها هستند. این مفاهیم به‌تازگی در تحقیقات اهمیت یافته‌اند و نشان‌دهنده ورود فناوری‌های پیشرفته و نوین به حوزه پهپادها است. برای مثال:

بلاکچین: فناوری بلاکچین می‌تواند برای افزایش امنیت پهپادها و همچنین برای مدیریت داده‌ها و اطلاعات ارسال شده توسط آن‌ها استفاده شود.

اینترنت اشیا: اینترنت اشیا در مدیریت و کنترل پهپادها برای اجرای خودکار مأموریت‌ها و نظارت بلادرنگ کاربرد دارد.

1 deep learning
2 Internet of Things
3 collision avoidance
4 adaptive control
5 Blockchain
6 routing
7 Industry 4.0

۵. ارتباطات میان‌رشته‌ای

نقشه نشان می‌دهد که پژوهش در حوزه پهپادها یک حوزه میان‌رشته‌ای است که فناوری‌های مختلفی مانند یادگیری عمیق، امنیت سایبری، اینترنت اشیا و حتی ساخت افزایشی۱ یا چاپ سه‌بعدی در آن نقش دارند. این موضوع نشان‌دهنده این است که پهپادها به‌عنوان یک فنّاوری در حال رشد، به‌طور هم‌زمان با چندین فناوری دیگر پیشرفت می‌کنند.

۶. کاربردهای مختلف پهپادها

برخی از مفاهیمی که در این نقشه آمده‌اند، نشان‌دهنده کاربردهای خاص پهپادها هستند:

برنامه‌ریزی مسیر۲ و مسیریابی: این مفاهیم به استفاده از الگوریتم‌ها برای تعیین بهترین مسیر حرکت پهپادها مربوط می‌شود.

امنیت: امنیت پهپادها یکی از چالش‌های مهمی است که در بسیاری از تحقیقات به آن پرداخته‌شده است.

ناوبری خودکار۳: پهپادها به‌طور فزاینده‌ای برای مأموریت‌های بدون دخالت انسان و ناوبری خودکار به کار گرفته می‌شوند.

این نقشه هم رخدادی کلمات به‌خوبی نشان می‌دهد که تحقیقات مربوط به پهپادها درحال‌توسعه سریع است و مفاهیم نوینی از قبیل بلاکچین، یادگیری عمیق و اینترنت اشیا در این حوزه اهمیت بیشتری پیداکرده‌اند. همچنین، توجه به مسائل امنیتی و بهبود عملکرد فنی پهپادها ازجمله چالش‌های مهم این حوزه است. به‌طورکلی، نقشه یک نگاه کلی و ساختاریافته به حوزه تحقیقات پهپادها و موضوعات مرتبط به آن ارائه می‌دهد و می‌تواند به پژوهشگران در شناسایی روندهای جدید و فرصت‌های پژوهشی کمک کند.

شکل ۸ شماتیکی از خوشه‌های فناوری را متناسب با روند انتشار مقالات در سال‌های ۲۰۱۸ الی ۲۰۲۳ نشان می‌دهد. این شکل نیز یک نقشه هم‌رخدادی کلمات است که مشابه تصویر قبلی بوده اما تفاوت مهمی که دارد، استفاده از طیف رنگی برای نمایش زمان است. رنگ‌ها از آبی

1 Additive Manufacturing
2 path planning
3 autonomous navigation

(برای سال‌های قدیمی‌تر مانند ۲۰۱۸) تا زرد (برای سال‌های اخیر مانند ۲۰۲۳) تغییر می‌کنند. تحلیل آن به‌صورت زیر است:

۱. مرکزیت و اندازه گره‌ها

مشابه شکل قبلی، پهپادها به‌عنوان کلیدواژه‌های اصلی در مرکزیت قرار دارند و بزرگ‌ترین گره‌ها هستند که نشان می‌دهد در پژوهش‌ها و مقالات مرتبط، بیشترین توجه به آن‌ها شده است. مفاهیم دیگری مانند امن، پهپادهای عمومی و اغلب تجاری و یادگیری عمیق نیز اهمیت زیادی دارند و نقش مهمی در پژوهش‌های اخیر ایفا کرده‌اند.

۲. رنگ‌ها و روند زمانی

طیف رنگی این نقشه، به‌وضوح نشان می‌دهد که برخی مفاهیم به‌تازگی وارد مباحث تحقیقاتی شده‌اند. برای مثال، گره‌هایی که به رنگ‌های سبز و زرد هستند، نشان‌دهنده موضوعاتی هستند که بیشتر در سال‌های اخیر موردتوجه قرارگرفته‌اند:

بلاکچین و اینترنت اشیا ازجمله فناوری‌های جدیدی هستند که در سال‌های اخیر (از ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۳) به تحقیق در حوزه پهپادها واردشده‌اند.

و انقلاب صنعتی چهارم یا صنعت ۴,۰ و ساخت افزایشی یا چاپ سه‌بعدی نیز به‌عنوان فناوری‌های نوظهور در حوزه پهپادها مشاهده می‌شوند.

۳. ارتباط بین مفاهیم

خطوط و اتصالات بین گره‌ها همچنان نشان‌دهنده هم‌رخدادی و استفاده مشترک مفاهیم در مقالات است. ضخامت خطوط بین گره‌ها به معنی شدت و فراوانی ارتباط بین دو مفهوم است. برای مثال، ارتباط قوی میان پهپاد و امنیت نشان می‌دهد که امنیت پهپادها یکی از مسائل کلیدی در تحقیقات اخیر بوده است.

۴. فناوری‌های نوظهور و هم‌افزا

بر اساس طیف رنگی، مفاهیمی که به رنگ زرد هستند، موضوعات نوظهور و جدید در این حوزه به شمار می‌روند. به طور مثال:

بلاکچین: در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از فناوری‌های مهم برای امنیت و مدیریت اطلاعات پهپادها واردشده است.

یادگیری عمیق: یادگیری عمیق نیز در سال‌های اخیر موردتوجه بیشتری قرارگرفته است و نقش اساسی در بهبود سامانه‌های خودکار و هوشمند پهپادها دارد.

ناوبری خودکار: ناوبری خودکار نیز یکی دیگر از حوزه‌های نوظهور است که اهمیت بیشتری در سال‌های اخیر پیداکرده است.

بلاکچین و اینترنت اشیا: این فناوری‌ها به‌طور خاص در سال‌های اخیر بیشتر مورداستفاده قرارگرفته‌اند. بلاک‌چین با توجه به ویژگی‌های امنیتی و شفافیت آن، برای کاربردهای مدیریت داده‌ها و امنیت اطلاعات پهپادها به کار گرفته می‌شود. اینترنت اشیا نیز به ارتباط بین پهپادها و سایر دستگاه‌ها برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها کمک می‌کند که این امر به بهبود عملکرد سامانه‌های پهپادی در محیط‌های پیچیده کمک می‌کند.

یادگیری عمیق: یادگیری عمیق یکی از کلیدی‌ترین فناوری‌های هوش مصنوعی است که برای بهبود سامانه‌های خودمختار و تحلیل داده‌ها از آن استفاده می‌شود. در پهپادها، از یادگیری عمیق برای تشخیص اهداف، پردازش تصاویر و پیش‌بینی حرکت استفاده می‌شود که کاربرد آن در زمینه‌هایی مانند نظارت و امنیت بسیار مهم است.

ناوبری خودمختار: این مفهوم از فناوری‌های نوظهور دیگری است که در سال‌های اخیر بیشتر موردتوجه قرارگرفته است. ناوبری خودکار با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، به پهپادها اجازه می‌دهد تا بدون نیاز به کنترل انسانی، در محیط‌های پیچیده حرکت کنند و مأموریت‌های خود را انجام دهند.

۵. تداخل بین فناوری‌های نوظهور و امنیت

امنیت: در این نقشه، امنیت یک مفهوم کلیدی است که با فناوری‌های مختلف مانند بلاکچین، اینترنت اشیا و یادگیری عمیق به‌شدت مرتبط شده است. این نشان می‌دهد که امنیت سایبری و امنیت فیزیکی پهپادها در سال‌های اخیر به دلیل افزایش استفاده از پهپادها در مأموریت‌های حساس، یک نگرانی بزرگ بوده است. بلاک‌چین می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل برای امنیت داده‌های انتقالی بین پهپادها و سامانه‌های زمینی استفاده شود.

پهپاد: استفاده از پهپادها در محیط‌های نظامی و غیرنظامی برای نظارت، کنترل مرزها و حتی مدیریت بحران، به‌ویژه با فناوری‌های نوین، به‌شدت به امنیت وابسته است. ادغام یادگیری عمیق با

ناوبری خودمختار می‌تواند پهپادها را در مقابله با تهدیدات و جلوگیری از حملات سایبری تقویت کند.

۶. تأثیرات فناوری‌های صنعتی و ساخت افزایشی

انقلاب صنعتی چهارم یا صنعت ۴,۰ و ساخت افزایشی: این فناوری‌ها، به‌ویژه صنعت ۴,۰ که شامل هوش مصنوعی، رباتیک و اینترنت اشیا است، در حال تغییر صنایع مختلف ازجمله تولید پهپادها هستند. ساخت افزایشی یا چاپ سه‌بعدی به طراحی و ساخت قطعات پهپادها سرعت بخشیده و آن‌ها را سازگارتر و اقتصادی‌تر می‌کند. استفاده از این فناوری‌ها همچنین به افزایش انعطاف‌پذیری و سفارشی‌سازی در تولید پهپادها کمک کرده است.

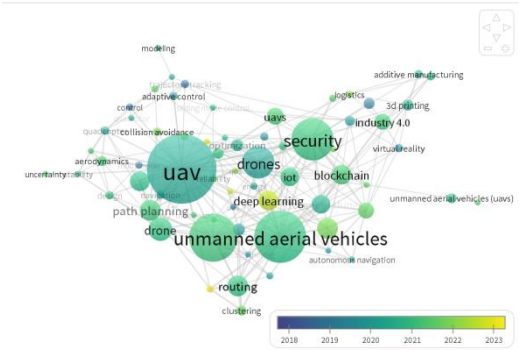
۷. ارتباطات و هم رخدادی مفاهیم

این نقشه نشان می‌دهد که مفاهیم مختلف به‌شدت با یکدیگر درهم‌تنیده شده‌اند، به‌طوری‌که مفاهیم اصلی مانند پهپادها و امنیت با مفاهیم نوین و قدیمی مانند برنامه‌ریزی مسیر ناوبری خودمختار، مدیریت داده‌ها و یادگیری عمیق مرتبط هستند. این امر نشان می‌دهد که پژوهش‌ها در حوزه پهپادها به‌طور پیوسته از فناوری‌های جدید بهره می‌گیرند و با چالش‌های جدید روبرو می‌شوند.

۸. مفاهیم قدیمی‌تر و پایدار

همان‌طور که در نقشه مشاهده می‌شود، مفاهیم برنامه‌ریزی مسیر و کنترل که در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ بیشتر مطرح بوده‌اند، همچنان نقش مهمی در حوزه پهپادها ایفا می‌کنند. برنامه‌ریزی مسیر و کنترل پهپادها ازجمله مفاهیم کلیدی برای حرکت و مانورهای دقیق پهپادها است که از فناوری‌های سنتی تا نوین را شامل می‌شود.

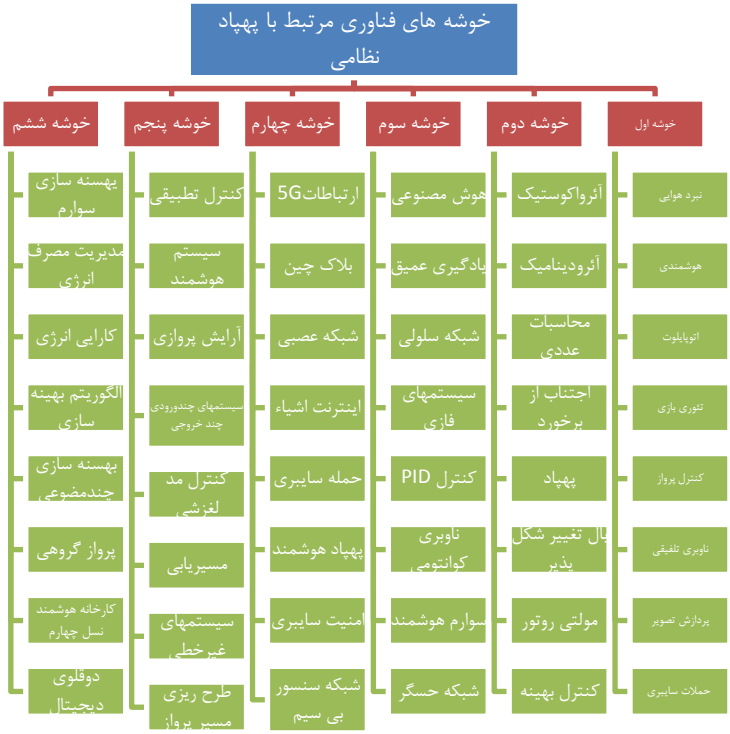
خوشه‌ها به رنگ زرد و متمایل به زرد نشانگرهای فناوری‌های نوظهور و بدیع در حوزه پهپادهای نظامی است.



شکل ۸. شماتیکی از خوشه‌های فناوری نوظهور و بدیع مرتبط با حوزه پهپادهای نظامی در سال ۲۰۲۳

جدول ۳ لیست شاخه فناوری و زیر فناوری‌های متناسب با پهپادهای نظامی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- لیست خوشه‌ها و فناوری‌های مرتبط با پهپادهای نظامی



شکل ۹ شماتیکی از چگالی فناوری را نمایش می‌دهد. در این شکل هر چه از سمت رنگ‌های سرد (سرمه‌ای، آبی) به سمت رنگ‌های گرم (زرد و مخصوصاً قرمز) نزدیک می‌شویم، فراوانی آن آیتم‌ها بیشتر است و به‌اصطلاح به نقاط داغ نزدیک می‌شویم.

نقاط داغ همان موضوعات مهم و مطرح جامعه علمی و یا فناوری‌های نوظهور و بدیع است. که در حال حاضر بین پژوهشگران بیش از دیگر موضوعات اهمیت دارد و در کار های علمی بیشتر مطالعه و بررسی می‌شود. این شکل به‌صورت یک نقشه حرارتی از تحلیل هم واژگانی است که چگالی فناوری‌ها و مفاهیم مهم در حوزه پهپادها و حوزه‌های مرتبط را نشان می‌دهد. در این تحلیل، مناطقی که به رنگ زرد و سبز دیده می‌شوند، نشان‌دهنده تراکم بیشتر کلمات و ارتباطات قوی‌تر بین مفاهیم مختلف هستند، درحالی‌که بخش‌های آبی‌رنگ نشان‌دهنده ارتباطات ضعیف‌تر یا مفاهیم با تراکم کمتر هستند.

مفاهیم مرکزی و پررنگ:

پهپاد: پهپاد یکی از مفاهیم کلیدی است که با چگالی بالایی در مرکز نقشه قرارگرفته است. این نشان‌دهنده اهمیت این فناوری در مطالعات مختلف است و ارتباط گسترده‌ای با سایر مفاهیم مهم دارد.

وسایل هوایی بدون سرنشین: این مفهوم در کنار پهپادها نیز نقش بسیار مهمی دارد و به‌عنوان مرکز اصلی تحقیقات در این حوزه شناخته می‌شود. همچنین این واژه با دیگر فناوری‌ها مانند امنیت، یادگیری عمیق و اینترنت اشیا ارتباطات نزدیکی دارد.

امنیت: امنیت یکی دیگر از مفاهیم کلیدی است که در نقشه دیده می‌شود و نشان‌دهنده نقش مهم این مفهوم در کاربردهای پهپادی به‌خصوص در نظارت و کنترل مرزها است.

فناوری‌های نوظهور و مرتبط:

یادگیری عمیق: یادگیری عمیق به‌عنوان یکی از فناوری‌های هوش مصنوعی که برای پردازش تصاویر و تشخیص اهداف در پهپادها استفاده می‌شود، با چگالی نسبتاً بالایی در کنار پهپادها و امنیت قرار دارد. این موضوع نشان می‌دهد که هوش مصنوعی نقش مهمی در توسعه فناوری‌های پهپادی دارد.

بلاک‌چین و اینترنت اشیا: این دو فناوری نوظهور نیز به‌عنوان ابزارهای امنیتی و مدیریتی برای پهپادها شناخته می‌شوند. بلاک‌چین می‌تواند برای مدیریت داده‌های ایمن در پهپادها استفاده شود، درحالی‌که اینترنت اشیا به اتصال و تبادل داده بین پهپادها و سامانه‌های مختلف کمک می‌کند.

فناوری‌های صنعتی و آینده‌نگر:

ساخت افزایشی و چاپ سه‌بعدی[1]: این فناوری‌ها در زمینه ساخت قطعات پهپادها به کار می‌روند و چگالی متوسطی را در نقشه نشان می‌دهند که نشان‌دهنده افزایش استفاده از این فناوری‌ها در تولید سفارشی و بهینه قطعات پهپادی است.

انقلاب صنعتی چهارم که شامل فناوری‌های نوین مانند رباتیک و هوش مصنوعی است، نقش مهمی در پیشرفت پهپادها ایفا می‌کند و به بهینه‌سازی عملیات و تولید کمک می‌کند.

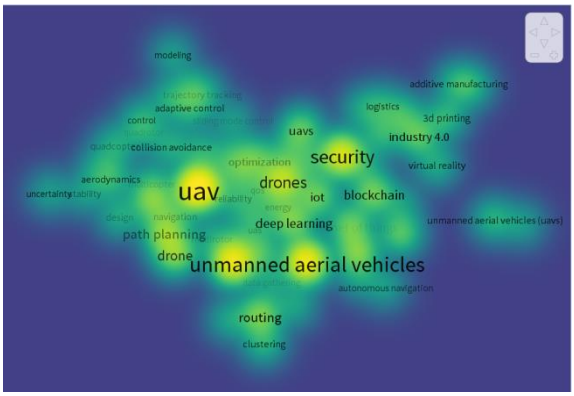
مفاهیم پیرامونی:

برنامه‌ریزی مسیر و مسیریابی: این مفاهیم نشان‌دهنده اهمیت کنترل و حرکت پهپادها در انجام مأموریت‌های خودمختار هستند. اگرچه چگالی این مفاهیم کمتر است، اما همچنان در کاربردهای عملی پهپادها بسیار مهم هستند.

مدل‌سازی و بهینه‌سازی: مدل‌سازی و بهینه‌سازی برای طراحی بهتر پهپادها و بهبود عملکرد آن‌ها در شرایط مختلف از اهمیت بالایی برخوردارند، اگرچه نسبت به مفاهیم مرکزی چگالی کمتری دارند.

این نقشه حرارتی (چگالی فناوری) نشان می‌دهد که پهپادها به‌عنوان مفهوم مرکزی با فناوری‌های نوظهور مانند یادگیری عمیق، بلاک‌چین و اینترنت اشیا در حال تکامل هستند. امنیت و هوش مصنوعی ازجمله مفاهیم کلیدی هستند که به پیشرفت و توسعه بیشتر پهپادها کمک می‌کنند. همچنین فناوری‌های صنعتی نوین مانند چاپ سه‌بعدی و ساخت افزایشی به‌عنوان ابزارهایی برای بهبود طراحی و ساخت پهپادها نقش مهمی ایفا می‌کنند.

1 Printing 3D



شکل ۹. شماتیکی از چگالی فناوری در حوزه پهپادهای نظامی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سئوال فرعی: فناوری‌های مؤثر و کلیدی در ده سال اخیر (۲۰۱۵-۲۰۲۵) در پهپادهای نظامی کدامند؟

فناوری‌های مؤثر و کلیدی در پهپادهای نظامی طی دهه اخیر (۲۰۱۵-۲۰۲۵) به چندین گروه اصلی تقسیم شده‌اند. در ادامه به هر یک از فناوری به همراه توضیحات مربوطه می‌پردازیم:

فناوری‌های امنیت:

این فناوری‌های شامل موضوعات مرتبط با امنیت سایبری، حفاظت از داده‌ها و فناوری‌های ایمنی در پهپادها می‌باشد. امنیت در پهپادهای نظامی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا جلوگیری از نفوذ و هک سامانه‌های کنترل و داده‌های حساس بسیار حیاتی است. در این راستا، فنّاوری‌های بلاکچین و اینترنت اشیا نیز به‌عنوان ابزارهایی برای افزایش امنیت و شفافیت داده‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند.

فناوری‌های پهپادها و کنترل تطبیقی:

در این فناوری‌های مربوط به پهپادها و کنترل تطبیقی به چشم می‌خورد. این فناوری‌ها به پهپادها امکان می‌دهند تا در شرایط مختلف محیطی مانند باد، باران و شرایط ناگهانی، به‌طور خودکار تنظیمات خود را تغییر دهند. این امر با استفاده از الگوریتم‌های تطبیقی و هوش مصنوعی، کمک به افزایش دقت و پایداری پهپادها در حین عملیات‌های پیچیده نظامی می‌کند.

فناوری‌های یادگیری عمیق و هوش مصنوعی

این فناوری‌های به فناوری‌های یادگیری عمیق و هوش مصنوعی در پهپادها اختصاص دارد. الگوریتم‌های یادگیری عمیق به پهپادها امکان می‌دهند تا اشیا را شناسایی کنند، رفتار انسان‌ها را تحلیل کنند و حتی در مواقع لزوم به‌صورت خودکار اقدام کنند. این فناوری‌ها در مأموریت‌های شناسایی و نظارت کاربردهای زیادی دارند و باعث افزایش خودمختاری و هوشمندی پهپادها می‌شوند.

فناوری‌های مسیریابی و برنامه‌ریزی

این فناوری‌های بر روی فناوری‌های مربوط به مسیریابی و برنامه‌ریزی مسیر پهپادها تمرکز دارد. الگوریتم‌های مسیریابی به پهپادها کمک می‌کنند تا در شرایط پیچیده بهترین مسیر را انتخاب کنند و از برخورد با موانع اجتناب کنند. برنامه‌ریزی مسیر برای مأموریت‌های نظامی که نیاز به‌دقت و سرعت دارند، بسیار حیاتی است و این فناوری به افزایش بهره‌وری عملیات پهپادها کمک می‌کند.

فناوری‌های صنعت ۴,۰ و چاپ سه‌بعدی

این فناوری‌های شامل فناوری‌های مرتبط با صنعت ۴,۰ مانند چاپ سه‌بعدی و تولید افزایشی است. با استفاده از چاپ سه‌بعدی، قطعات پهپادها به‌صورت سبک و مقاوم تولید می‌شوند که به کاهش وزن و افزایش دوام پهپادها کمک می‌کند. علاوه بر این، مفاهیم صنعت ۴,۰ به افزایش خودکارسازی تولید و بهره‌وری در ساخت و نگهداری پهپادها کمک می‌کند.

فناوری‌های بلاکچین و اینترنت اشیا

بلاکچین و اینترنت اشیا به‌عنوان فناوری‌های کلیدی در این خوشه، پهپادها را به یکدیگر و به سایر سامانه‌های نظامی متصل می‌کنند و باعث تبادل ایمن داده‌ها و هماهنگی بهتر میان آن‌ها می‌شوند. بلاکچین با فراهم آوردن سیستم‌های توزیع‌شده و شفاف، امنیت داده‌ها را افزایش می‌دهد و اینترنت اشیا نیز پهپادها را قادر می‌سازد تا در یک شبکه یکپارچه عمل کنند.

فناوری‌های مدل‌سازی و کنترل

این فناوری‌های مدل‌سازی و کنترل است که برای شبیه‌سازی رفتار پهپادها و بهبود پایداری و کارایی آن‌ها در محیط‌های پیچیده استفاده می‌شود. مدل‌سازی پیشرفته به طراحان و مهندسان

کمک می‌کند تا رفتار پهپاد را در شرایط مختلف پیش‌بینی کنند و سامانه‌های کنترلی بهینه‌ای را طراحی نمایند.

فناوری‌های بهینه‌سازی و اجتناب از برخورد

این فناوری‌های به فناوری‌های بهینه‌سازی و اجتناب از برخورد اختصاص دارد. اجتناب از برخورد یکی از مسائل کلیدی در عملیات‌های پهپادی است، به خصوص در محیط‌های نظامی که موانع و تداخلات زیادی وجود دارد. استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر و فناوری‌های پیش‌بینی برخورد به افزایش امنیت و کارایی عملیات پهپادی کمک می‌کند.

این فناوری‌های نشان‌دهنده پیشرفت‌های فناورانه‌ای هستند که در طی دهه اخیر موجب بهبود عملکرد و ایمنی پهپادهای نظامی شده‌اند. هرکدام از این فناوری‌های بخشی از نیازهای اساسی و چالش‌های عملیاتی پهپادهای نظامی را هدف قرار می‌دهند و با پیشرفت این فناوری‌ها، توانایی پهپادها در انجام مأموریت‌های پیچیده و پرخطر افزایش می‌یابد.

پرسش فرعی: فناوری‌های نوظهور و بدیع در ده سال اخیر (۲۰۱۵–۲۰۲۵) در پهپادهای نظامی کدامند؟

امنیت: امنیت سایبری یکی از مهم‌ترین چالش‌ها برای پهپادهای نظامی است. با توجه به حساسیت اطلاعاتی و اهمیت استراتژیک داده‌هایی که پهپادها جمع‌آوری می‌کنند، حفاظت از این داده‌ها در برابر حملات سایبری بسیار حیاتی است. فناوری‌هایی مانند رمزنگاری داده‌ها، تائید هویت دومرحله‌ای و سامانه‌های تشخیص نفوذ به‌عنوان راهکارهای امنیتی برای حفاظت از ارتباطات و داده‌های پهپادها استفاده می‌شوند. همچنین، امنیت در سامانه‌های کنترل پهپادها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تا از نفوذ یا هک شدن پهپاد توسط دشمن جلوگیری شود.

یادگیری عمیق: فناوری یادگیری عمیق به پهپادها امکان می‌دهد تا قابلیت‌های پیشرفته‌ای برای شناسایی اشیا و پردازش داده‌ها داشته باشند. این فناوری به پهپادها کمک می‌کند که بدون نیاز به دخالت انسان، تصمیم‌گیری‌های پیچیده‌ای انجام دهند. به‌طور مثال، پهپادهای نظامی می‌توانند از یادگیری عمیق برای تشخیص خودروها، افراد یا تجهیزات نظامی استفاده کنند و بر اساس شرایط محیطی تصمیم بگیرند که آیا نیاز به واکنش دارد یا خیر. این قابلیت‌ها برای مأموریت‌های شناسایی، رهگیری اهداف و حتی حملات خودکار بسیار مفید است.

مسیریابی و برنامه‌ریزی مسیر: برای افزایش بهره‌وری و کاهش ریسک، پهپادهای نظامی به فناوری‌های پیشرفته‌ای برای مسیریابی و برنامه‌ریزی مسیر نیاز دارند. این فناوری‌ها به پهپادها کمک می‌کنند تا در مواجهه با موانع یا تهدیدات، بهترین مسیر را انتخاب کنند و به‌طور هوشمند از مسیرهای شناسایی نشده عبور کنند. استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر و الگوریتم‌های ژنتیکی، به پهپادها امکان می‌دهد تا مسیریابی بهینه‌ای داشته باشند و حتی در صورت قطع ارتباط، مأموریت خود را به‌طور مستقل انجام دهند.

اینترنت اشیا: ادغام پهپادها با اینترنت اشیا به آن‌ها این امکان را می‌دهد که به‌عنوان بخشی از یک شبکه هوشمند عمل کنند. در میدان‌های نبرد مدرن، پهپادهای نظامی می‌توانند با سایر دستگاه‌ها و تجهیزات از طریق اینترنت اشیا ارتباط برقرار کنند. به‌عنوان‌مثال، اطلاعات دریافتی از حسگرهای پهپاد می‌تواند به‌صورت لحظه‌ای با سامانه‌های فرماندهی و کنترل به اشتراک گذاشته شود و یا پهپادها می‌توانند با سامانه‌های دیگر هماهنگ شوند تا مأموریت‌ها به‌صورت تیمی انجام شوند.

فناوری بلاکچین: فناوری بلاکچین با افزایش امنیت و شفافیت داده‌ها، نقش مهمی در پهپادهای نظامی ایفا می‌کند. بلاکچین امکان ذخیره‌سازی ایمن و توزیع‌شده اطلاعات را فراهم می‌کند، به‌ویژه در سامانه‌های چند پهپاده که نیاز به هماهنگی و اشتراک‌گذاری داده‌ها بین پهپادها وجود دارد. با استفاده از بلاکچین، پهپادها می‌توانند به یک شبکه ایمن وصل شوند و مطمئن باشند که اطلاعات تبادل شده تغییر نمی‌کند و قابل‌پیگیری است. این امر به‌خصوص برای مأموریت‌های حساس نظامی که نیاز به اعتماد بالا دارند، بسیار ارزشمند است.

صنعت ۴,۰: مفاهیم صنعت ۴,۰ شامل خودکارسازی، تحلیل داده‌های بزرگ و شبکه‌سازی بین دستگاه‌ها است. پهپادهای نظامی با بهره‌گیری از این فناوری‌ها می‌توانند با سرعت بالایی داده‌های دریافتی را تحلیل کرده و بر اساس آن تصمیمات فوری بگیرند. علاوه بر این، از طریق خودکارسازی می‌توان تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه را برای پهپادها انجام داد تا زمان خرابی کاهش یابد و بهره‌وری افزایش یابد.

چاپ سه‌بعدی: چاپ سه‌بعدی در سال‌های اخیر به‌عنوان یک روش تولیدی نوآورانه برای ساخت قطعات سبک و مقاوم برای پهپادهای نظامی استفاده می‌شود. با این روش، می‌توان قطعات خاصی از پهپاد را طراحی و تولید کرد که هم سبک‌تر و هم مقاوم‌تر باشند. چاپ سه‌بعدی به

کاهش وزن پهپادها کمک می‌کند که این موضوع به افزایش دوام و سرعت پهپاد در حین مأموریت‌ها کمک می‌کند. همچنین، قطعات چاپ‌شده به‌راحتی قابل‌جایگزینی هستند و در مواقع نیاز می‌توان آن‌ها را به‌سرعت در میدان جنگ تولید کرد.

کنترل تطبیقی و مدل‌سازی: پهپادهای نظامی معمولاً در محیط‌های پیچیده و غیرقابل‌پیش‌بینی فعالیت می‌کنند، بنابراین به سامانه‌های کنترل پیشرفته‌ای نیاز دارند که بتواند خود را با شرایط مختلف محیطی تطبیق دهد. سامانه‌های کنترل تطبیقی به پهپادها این امکان را می‌دهد که در صورت بروز تغییرات ناگهانی در شرایط محیطی (مانند باد شدید یا تداخل الکترونیکی)، تنظیمات خود را تغییر دهند تا بهترین عملکرد را داشته باشند. مدل‌سازی پیشرفته نیز به بهبود طراحی پهپادها و شبیه‌سازی رفتار آن‌ها در شرایط مختلف کمک می‌کند.

این فناوری‌ها در کنار هم باعث شده‌اند که پهپادهای نظامی از ابزارهای ساده شناسایی به سامانه‌های پیچیده و هوشمندی تبدیل شوند که می‌توانند نقش‌های گسترده‌ای در عملیات نظامی، شناسایی و امنیت ایفا کنند.

اثر حاضر اهمیت ویژه‌ای برای فناوری‌های نوظهور مورداستفاده در هواپیماهای بدون سرنشین نظامی در درگیری‌های مدرن قائل است، توسعه فناوری‌های نوظهور (سایبر، هوش مصنوعی وبلاک چین، واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، یادگیری ماشین، کوانتوم) در چند دهه آینده مفهوم درگیری و جنگ را به‌طور قابل‌توجهی تغییر خواهد داد. افزایش استفاده از اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یک سلاح و همچنین رشد تصاعدی سامانه‌های هوش مصنوعی، دامنه و سرعت درگیری‌ها را دگرگون خواهند نمود. بررسی نشان می‌دهد به‌منظور پیشرو بوده کشور عزیزمان ایران در حوزه پهپادهای نظامی بایستی فناوری‌های مستعد سرمایه‌گذاری و فناوری‌های نوظهور، بدیع و شالوده شکن در حوزه پهپاد شناسایی و مراکز تحقیقاتی و پژوهشی داخلی بر روی این موضوعات متمرکز شوند. بر اساس تحلیل نقشه‌های و خوشه‌های فناوری و چگالی فناوری مرتبط با فناوری‌های پهپادی، می‌توان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری زیر را ارائه داد:

۱. پهپادها به‌عنوان فناوری محوری:

پهپادها در این نقشه‌ها به‌عنوان مرکز اصلی و مفهوم کلیدی ظاهرشده‌اند که ارتباط گسترده‌ای با سایر فناوری‌ها و مفاهیم دارند. پهپادها به دلیل نقش حیاتی در نظارت هوایی، کنترل مرزها، عملیات نظامی و کاربردهای صنعتی به یکی از فناوری‌های مهم و پیشرو تبدیل‌شده‌اند.

۲. نقش حیاتی امنیت و هوش مصنوعی:

امنیت و یادگیری عمیق دو مفهوم کلیدی مرتبط با پهپادها هستند. امنیت به دلیل استفاده گسترده پهپادها در نظارت و کنترل مرزها و همچنین پایش مناطق حساس از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی، هوش مصنوعی و به‌ویژه یادگیری عمیق نقش مهمی در پردازش داده‌های تصویری، تشخیص تهدیدات و خودمختاری پهپادها ایفا می‌کند.

۳. فناوری‌های نوظهور و کاربردی:

بلاک‌چین و اینترنت اشیا به‌عنوان فناوری‌های نوظهور در حوزه پهپادها دیده می‌شوند. بلاک‌چین می‌تواند در مدیریت داده‌های ایمن و حفظ یکپارچگی اطلاعات پهپادها مؤثر باشد. اینترنت اشیا نیز نقش مهمی در ارتباط و تعامل پهپادها با سایر سامانه‌ها، مانند شبکه‌های نظارتی یا سامانه‌های هوشمند، ایفا می‌کند.

۴. فناوری‌های پیشرفته تولید:

چاپ سه‌بعدی و ساخت افزایشی به‌عنوان روش‌های نوین در تولید قطعات پهپادی دیده می‌شوند. این فناوری‌ها امکان ساخت سفارشی و بهینه‌سازی قطعات را برای افزایش کارایی و کاهش هزینه‌های تولید فراهم می‌آورند.

۵. تمرکز بر طراحی و بهینه‌سازی مسیر:

برنامه‌ریزی مسیر و مسیریابی نیز در طراحی پهپادها اهمیت بالایی دارند، زیرا پهپادها برای انجام مأموریت‌های خودمختار باید بتوانند مسیرهای بهینه و ایمن را در محیط‌های پیچیده انتخاب کنند.

۶. نقش صنعت ۴,۰:

صنعت ۴,۰ با ترکیب فناوری‌های هوش مصنوعی، رباتیک و اینترنت اشیا، نقش مهمی در بهینه‌سازی عملیات تولید و بهبود عملکرد پهپادها ایفا می‌کند. این نشان می‌دهد که پهپادها به‌عنوان بخشی از انقلاب صنعتی چهارم به‌طور فزاینده‌ای به سمت خودکارسازی و هوشمند سازی حرکت می‌کنند.

پهپادها به‌عنوان یک فناوری چندوجهی و پیشرو در حوزه‌های نظامی، صنعتی و نظارتی در حال تکامل هستند. فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین، اینترنت اشیا و چاپ سه‌بعدی نقش حیاتی در بهبود کارایی، امنیت و قابلیت‌های خودمختاری پهپادها دارند. علاوه بر این، با توجه به ارتباط گسترده پهپادها با امنیت و نظارت هوایی، انتظار می‌رود که استفاده از این فناوری‌ها در سال‌های آتی افزایش یابد و بخش‌های بیشتری از صنایع و دفاع را تحت تأثیر قرار دهد.

فهرست منابع

حاجی جعفری، (۱۳۸۷)، به‌کارگیری وسیع از پهپادها در جنگ‌های اخیرپهپاد و آینده

رضا، شاملو، (۱۴۰۱)، واکاوی نقش پهپادها در فرماندهی و کنترل صحنه نبرد، فصلنامه مطالعات جنگ

سن گوپتا، آی. ان، (۱۳۷۳) ، مروری بر کتاب سنجی، اطلاع سنجی، علم سنجی و کتابخانه سنجی». ترجمه مهر دخت وزیر پور کشمیری (گلزاری)، اطلاع‌رسانی، دوره دهم (جدید) تهران

شکوهی، حسین، همت عندلیبی، علی،(۱۳۹۰)، توانمندی‌های پهپاد در جنگ‌های آینده فصلنامه علوم و فنون نظامی

عباداله عموقین، جعفر؛ شریف مقدم، هادی؛ ضیائی، ثریا،(۱۳۹۷)، مروری بر شاخص‌های مهم علم سنجی (هم استنادی و هم واژگانی) و لزوم استفاده از این شاخص‌ها در تحلیل تولیدهای علمی. پژوهش‌های تفسیر تطبیقی کتابداری و اطلاع رسانی۲۹۷-۳۲۱

کیانی فلاورجانی، فرهاد ،(۱۳۸۸)، طراحی مفهومی و ساخت پرنده‌های بدون سرنشین با ماموریت تجسسی تهران، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه امام حسین(ع)

منصوریان، یزدان،(۱۴۰۲)، روش تحقیق در علم اطلاعات و دانش‌شناسی ، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین (سمت)، تهران

نوروزی چاکلی، عبدالرضا(۱۳۹۰)، آشنایی با علم سنجی (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها)، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعهٔ علوم انسانی؛ مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شاهد، تهران

زوارقی، رسول (۱۳۹۶)، ترسیم نقشه‌های علمی اصول، فنون و ابزارها، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین (سمت)، تهران

نصیری، پرویز، حاج سلیمانی امیر (۱۳۹۶)، آمار در علم سنجی و علم اطلاعات و دانش شناسی، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین (سمت)، تهران

علیپور حافظی، مهدی، رمضانی هادی، مؤمنی عصمت (۱۳۹۶)، ترسیم نقشه دانش حوزه کتابخانه‌های دیجیتالی در ایران: تحلیل هم رخدادی واژگان، پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، دوره ۳۳، شماره ۲، و ص ۴۸۶-۴۵۳

شکفته مریم، کریمی مصطفی (۱۳۹۶)،نقشه‌های علمی: ترسیم و تحلیل، انتشارات کتابدار، تهران

توکلی زاده محمد، سهیلی فرامرز، خاصه علی‌اکبر،(۱۳۹۸)، مبانی علم‌سنجی (کارشناسی ارشد علم اطلاعات و دانش شناسی)، انتشارات دانشگاه پیام نور

Wong, Kelvin(2019)Turkey advances Anka-Aksungur MALE UAV development, Jane's 360

André Haider(2020)Unmanned Aircraft System Threat Vectors, in A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems, JAPCC

Austin, Reg ,(2010),Unmanned aircraft systems: UAVs design, development and deployment Chichester: Wiley

Telli, K.; Kraa, O.; Himeur, Y.; Ouamane, A.; Boumehraz, M;.Atalla, S.; Mansoor, W. A,(2023), Comprehensive Review of Recent Research Trends on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). Systems 11 ،۴۰۰ ,https://doi.org/10.3390/ systems1108040

Ahmed, F.; Mohanta, J.; Keshari, A.; Yadav, P.S. ,(2022) ,Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles: A Review. Arab. J. Sci. Eng. 47, 7963–7984

Fan, B.; Li, Y.; Zhang, R.; Fu, Q.,(2022), Review on the technological development and application of UAV systems. Chin. J. Electron. 29, 199–207

Aabid, A.; Parveez, B.; Parveen, N.; Khan, S.A.; Zayan, J.; Shabbir, O. ,(2022), Reviews on design and development of unmanned aerial vehicle (drone) for different applications. J. Mech. Eng. Res. Dev.45, 53–69

Amin, R.; Aijun, L.; Shamshirband, S. A,(2016), review of quadrotor UAV: Control methodologies and performance evaluation. Int. J. Autom. Control, 10, 87–103.

Yang, Z.; Yu, X.; Dedman, S.; Rosso, M.; Zhu, J.; Yang, J.; Xia, Y.; Tian, Y.; Zhang, G.; Wang, J.,(2022), UAV remote sensing applications in marine monitoring: Knowledge visualization and review. Sci. Total Environ., 838, 155939.

Singhal, G.; Bansod, B.; Mathew, L.,(2018), Unmanned aerial vehicle classification, applications and challenges: A review. Preprints

Choi, S.Y.; Cha, D..(2019), Unmanned aerial vehicles using machine learning for autonomous flight; state-of-the-art. Adv. Robot.33, 265–277

Müezzinoğlu, T.; Karaköse, M,(2021), An intelligent human–unmanned aerial vehicle interaction approach in real time based on machine learning using wearable gloves. Sensors, 21, 1766

Nisser, T.; Westin, C.,(2006), Human Factors Challenges in Unmanned Aerial Vehicles (Uavs): A Literature Review; School of Aviation of the Lund University: Ljungbyhed, Sweden

Ducard, G. Actuator ,(2014), Fault Detection in UAVs, in Handbook of Unmanned Aircraft. In Handbook of Unmanned Aerial Vehicles; Springer: Dordrecht, The Netherlands