

چکامه های رزمی

جلد پنجم



مترجم: محمد جعفری

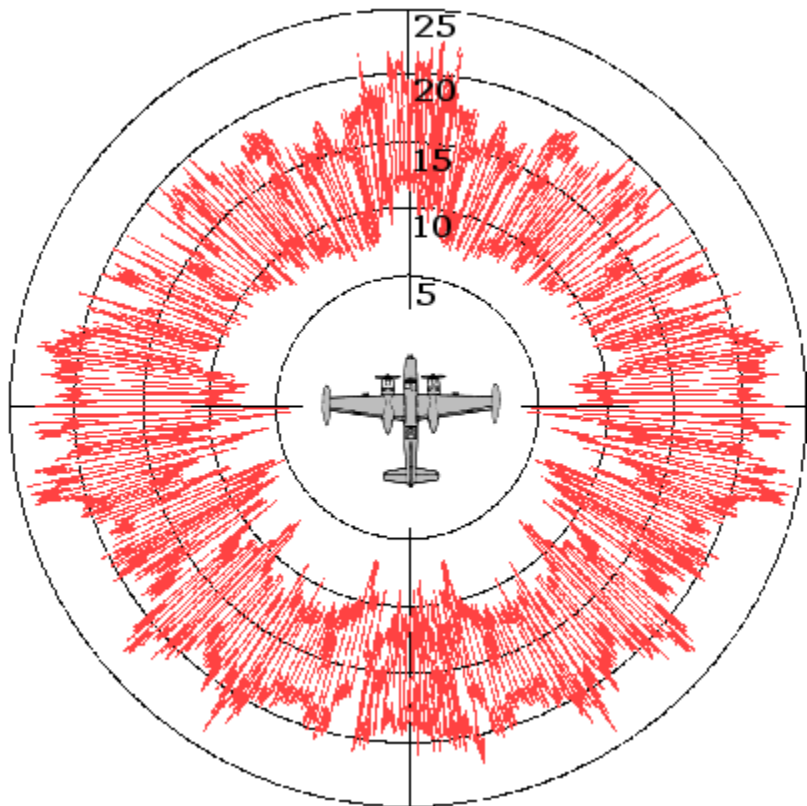
پیش‌گفتار

در این کتاب یکسری از مقالات و نوشته‌هایی در حوزه‌های مختلف مباحث نظامی و جنگ افزارها که از منابع گوناگون ترجمه و تدوین شده، گردآوری شده است. این نوشتارها سعی شده با زبانی ساده و قابل فهم برای عموم افراد نگاشته شود و در عین حال از منابع معتبر در سطح بین‌الملل اخذ شده است. مطالب این کتاب برای علاقمندان حوزه مباحث نظامی، دانشجویان دانشکده‌های افسری، و کلیه مخاطبانی که به دنبال افزایش اطلاعات عمومی خود در زمینه‌های امنیتی راهبردی و جنگ افزارها هستند، سودمند خواهد بود. منابع و مراجع هر نوشتار در پایان آن آمده است.

فهرست مطالب

| | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴ | سطح مقطع راداری |
| ۲۱ | محاسبه تعداد ترکشهای ایجاد شده از انفجار مهمات منفجره |
| ۲۳ | پاتریوت، سامانه موشکی پدافند هوایی برد بلند |
| ۲۸ | تحلیل آزمایش پروازی دو فروند موشک چینی هواسرُش آبرصوتی DF-17 |
| ۳۳ | موقعیت ایستگاه های هشدار اولیه پدافند موشکی چین کجاست؟ چشمان آسمان به شما می گویند |
| ۳۸ | تحلیلی درباره حمله پهپادی یمن به تاسیسات نفتی عربستان سعودی |
| ۴۷ | میدان آزمون دینامیک از نوع سورتمه راکتی |
| ۵۲ | درآمدی بر تسلیحات هدایت شونده نقطه زن |
| ۷۰ | نخست داعش، سپس عراق، و اکنون رژیم صهیونیستی: به کارگیری پهپادهای تجاری توسط ارتش رژیم صهیونیستی |
| ۸۰ | تئوری بالوت (پایدارساز چتری بالونی) |
| ۹۰ | تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که عربستان سعودی با کمک چین در حال ساختن موشکهای بالستیک خود است |
| ۹۶ | محاسبه قابلیت اطمینان و احتمال شکست |
| ۱۱۵ | ده روند و نوآوری برتر نظامی برای سال ۲۰۲۲ |
| ۱۲۲ | تحلیل و طراحی سازه های موشک |
| ۱۳۳ | سؤال می گوید کره شمالی موشک هواسرُش آبرصوتی آزمایش نکرده است |
| ۱۳۶ | تحلیلی درباره آزمایش اخیر موشکی کره شمالی با سرچنگی سرخورنده آبرصوتی |
| ۱۴۴ | تحلیلی درباره حمله موشکی یمن به امارات متحده عربی |
| ۱۵۶ | ایالات متحده می گوید انسانها همواره تحت کنترل تسلیحات هوش مصنوعی خواهند بود. اما دوران جنگ تسلیحات خودمختار اخیرا آغاز شده است |
| ۱۶۷ | آیا از روباتهای پرنده کُشنده در لیبی استفاده شده است؟ کاملا محتمل است |
| ۱۷۵ | موشک کروز کالیبر روسیه برای حمله به اهداف در اوکراین مورد استفاده قرار می گیرد |
| ۱۸۶ | بقایای موشک کروز هواپایه روسی Kh-31 در خیابانی در شهر کیف واقع در اوکراین |
| ۲۰۰ | بهره گیری از نفوذیار یا طعمه در موشک روسی بالستیک اسکندر برای گریز از سامانه های پدافند هوایی طی جنگ اوکراین |

سطح مقطع راداری



نمونه ای از نمودار سطح مقطع راداری (هواپیمای یورشگر A-26)

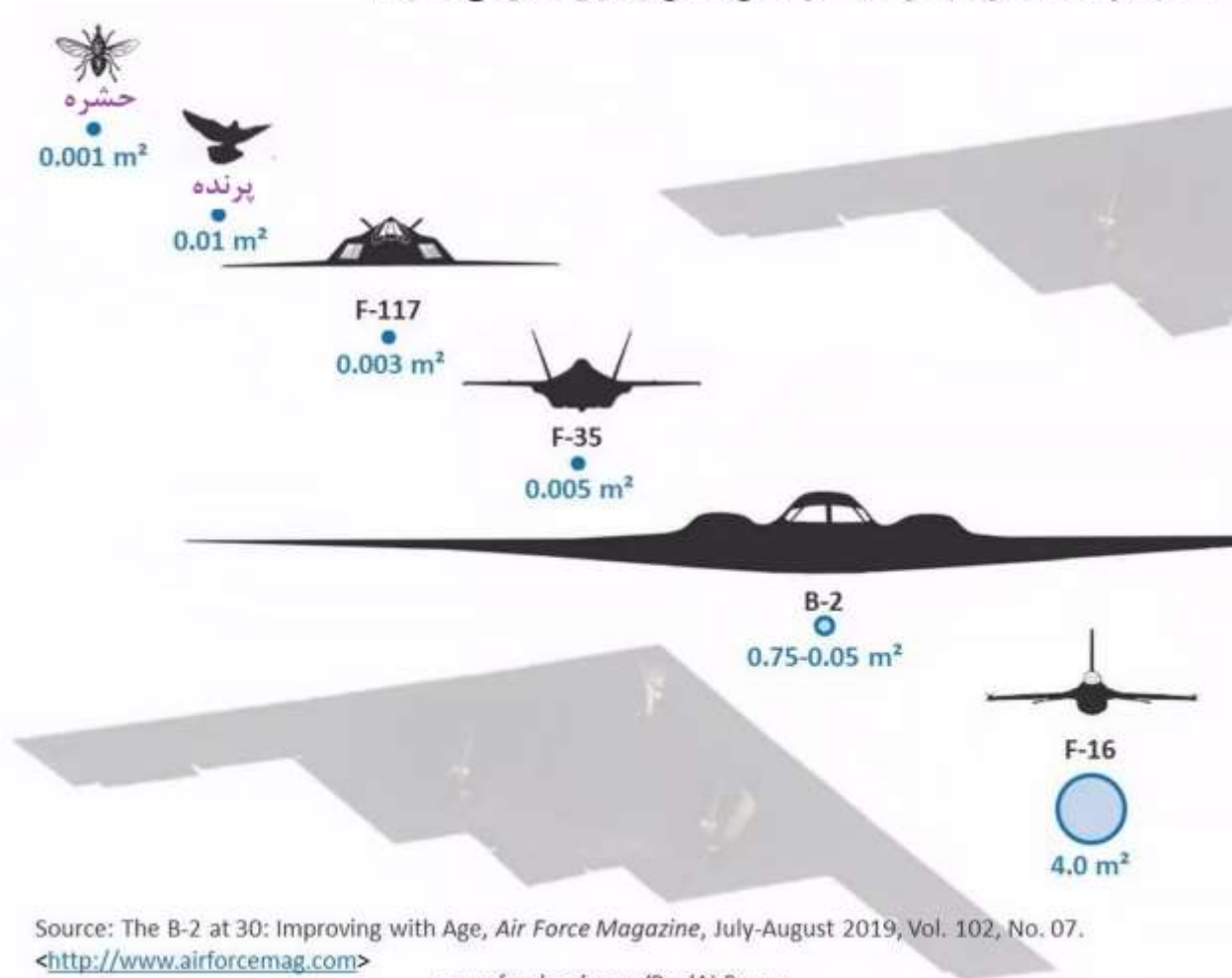
سطح مقطع راداری (RCS)، اندازه ای از مقدار قابلیت شناسایی شدن یک شیء توسط رادار می باشد. بنابراین به آن امضای الکترومغناطیس شیء گفته می شود. هرچه سطح مقطع راداری شیئی بزرگتر باشد، آسانتر قابلیت شناسایی شدن را دارد [۱]. شیء مقدار محدودی از انرژی رادار را به منبع بازمی تاباند. عواملی که بر این پدیده موثر اند عبارتند از: [۱]

- جنس هدف
 - اندازه هدف در مقایسه با طول موج سیگنال رادار تابنده
 - اندازه مطلق هدف
 - زاویه تابش (زاویه ای که پرتوی رادار به بخش خاصی از هدف برخورد می کند، که به شکل هدف و راستای آن نسبت به رادار منبع بستگی دارد)
 - زاویه بازتابش (زاویه ای که در آن، پرتوی بازتابیده، بخشی از هدفی که به آن برخورد کرده را ترک می کند که به زاویه تابش بستگی دارد)
 - قطبش تابش ارسال شده و دریافت شده نسبت به راستای هدف
- قدرت فرستنده و فاصله نیز، اگرچه در شناسایی اهداف اهمیت دارند، ولی عواملی نیستند که بر محاسبات سطح مقطع راداری تاثیر بگذارند، زیرا سطح مقطع راداری، خاصیتی از بازتابش هدف است.
- سطح مقطع راداری برای شناسایی هواپیماها در گستره وسیعی از بردها به کار می رود. برای مثال، هواپیمای رادارگریز (که طراحی شده تا قابلیت شناسایی شدن اندکی داشته باشد) ویژگیهای طراحی دارد که به آن سطح مقطع راداری پایینی می دهد (مانند رنگ

جاذب، سطوح تخت، سطوحی که زوایای خاصی دارند تا سیگنال را به جای دیگری به جز به سمت منبع، بازتابانند)، در مقابل، یک هواپیمای مسافربری دارای سطح مقطع راداری بالایی است (تشکیل شده از فلز لخت، سطوح گرد شده ای که به نحو موثری، بازگشت بخشی از سیگنال به منبع را تضمین می کند، و برآمدگیهای فراوان مانند موتورها، آنتنها، و غیره).

سطح مقطع راداری

سطح مقطع راداری، معیاری از چگونگی شناسایی-پذیری یک شیء توسط رادار است. سطح مقطع راداری یک هواپیما به شکل فیزیکی آن، جنس، آنتنها، و دیگر حسگرها بستگی دارد. حسگرهای روی حامل نیز همانند مواد و طراحیها، بر سطح مقطع راداری تاثیر می گذارند.

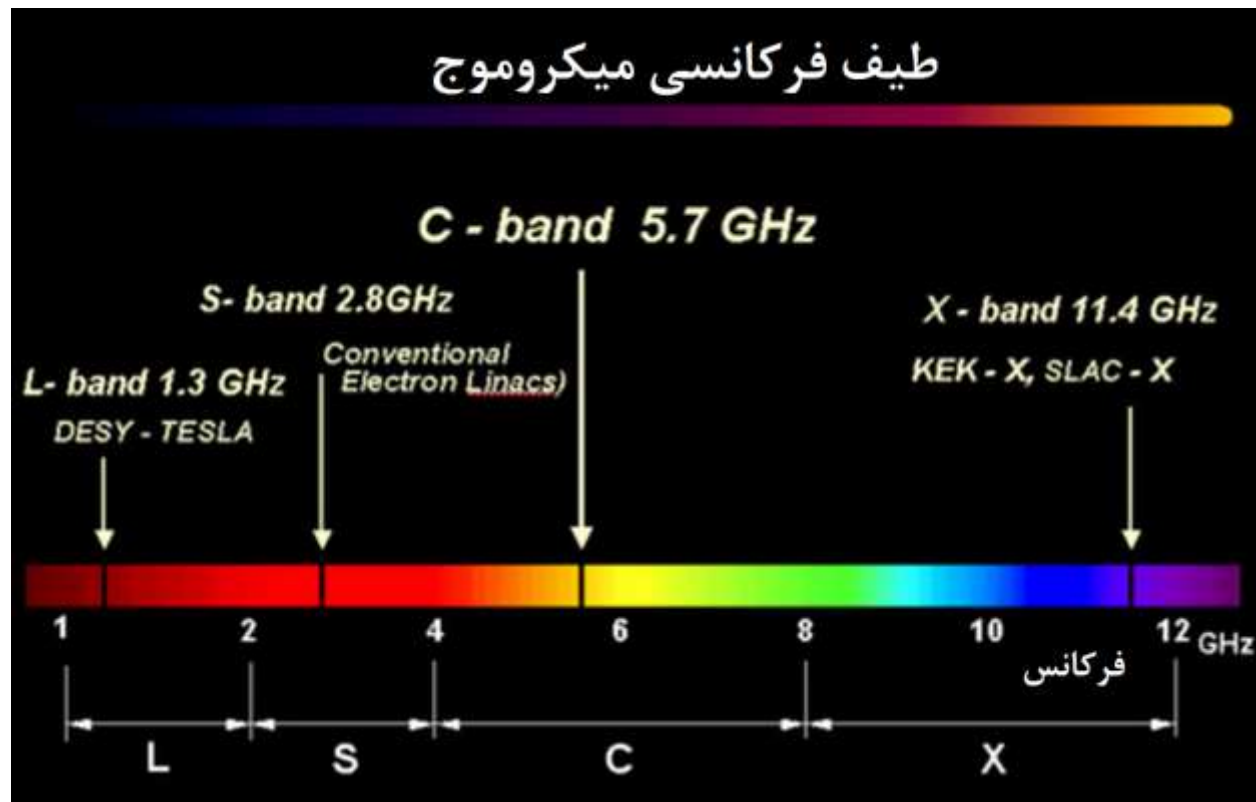


سطح مقطع راداری، با توسعه فناوری پنهان-کاری در برابر رادار، به ویژه در کاربردهای مربوط به هواپیما و موشکهای بالستیک، مرتبط است [۲]. داده های سطح مقطع راداری برای هواپیماهای نظامی کنونی به شدت طبقه بندی شده است. در برخی از موارد، لازم است به ناحیه ای بر روی زمین نگاه کرد که حاوی اشیاء زیادی است. در این موارد، استفاده از کمیت مرتبط به نام ضریب

پراکندگی تفاضلی (که سطح مقطع راداری نرمالیزه شده یا ضریب پراکندگی پشتی نیز نامیده می شود)، σ^0 (سیگما ناوت)، سودمند است، که سطح مقطع راداری متوسط یک مجموعه از اشیاء بر واحد سطح است:

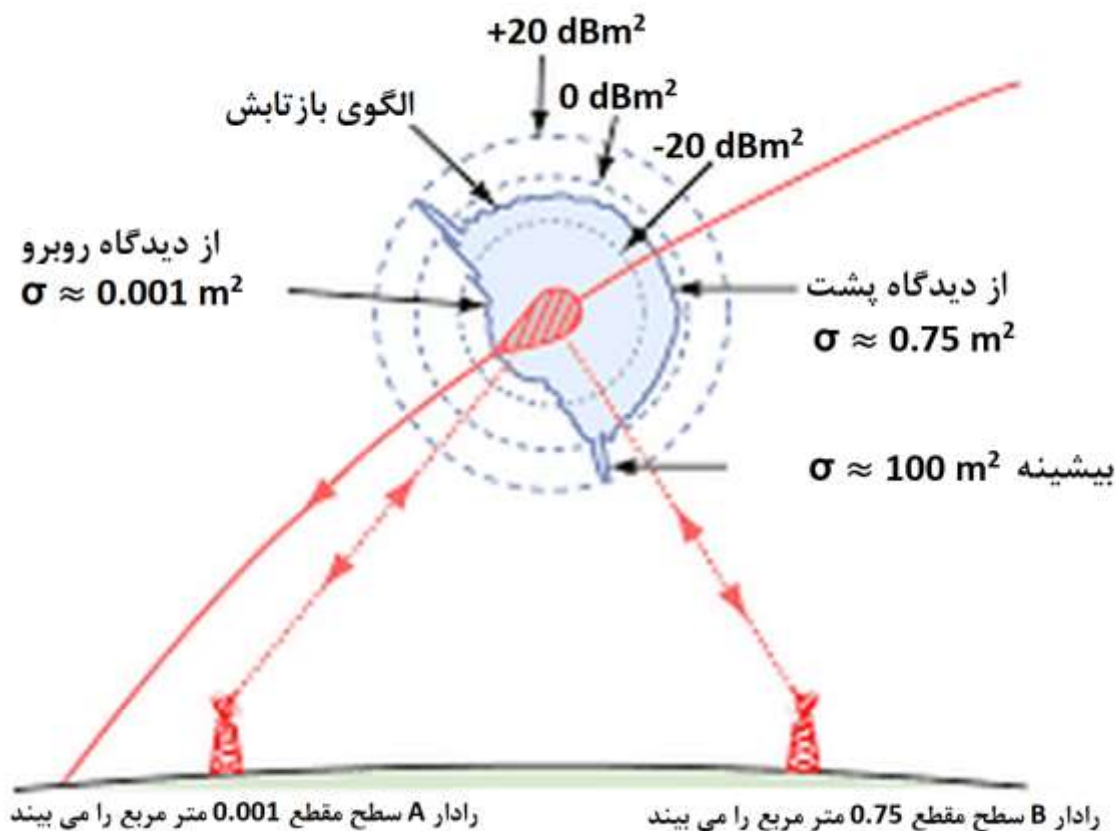
$$\sigma^0 = \left\langle \frac{RCS_i}{A_i} \right\rangle \quad (1)$$

که در آن، RCS_i سطح مقطع راداری یک شیء مشخص، و A_i مساحت روی زمین مربوط به آن شیء است [۳].



تعریف

به طور غیررسمی، سطح مقطع راداری یک شیء، مساحت سطح مقطع یک کره کاملاً بازتابنده است که به همان اندازه شیء مورد نظر، بازتابش می کند. (اندازه های بزرگتر این کره فرضی، بازتابشهای قویتری تولید می کند). بنابراین، برای سطح مقطع راداری به طور خلاصه می توان گفت: سطح مقطع راداری یک شیء، لزوماً رابطه مستقیمی با مساحت سطح مقطع فیزیکی آن شیء نداشته، بلکه به عوامل دیگری وابسته است [۴].



تعریف قدری رسمی تر، آن است که سطح مقطع راداری یک هدف رادار، مساحت موثری است که توان رادار منتقل شده را دریافت کرده و سپس آن توان را به صورت همسانگرد به رادار گیرنده پراکنده می کند. با تعریف دقیقتر، سطح مقطع راداری یک هدف رادار، مساحت فرضی مورد نیاز برای رهگیری چگالی توان منتقل شده در هدف است، به گونه ای که اگر کل توان دریافت شده به صورت همسانگرد بازتابش شود، چگالی توانی که واقعا در گیرنده مشاهده شده، تولید می شود [۵]. این تعریف را می توان با بررسی یک عبارت در معادله رادار مونواستاتیک (فرستنده و گیرنده رادار در یک جا قرار گرفته اند) درک کرد:

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| $P_r = \frac{P_t G_t}{4\pi r^2} \sigma \frac{1}{4\pi r^2} A_{eff}$ | (۲) |
|--------------------------------------------------------------------|-----|

که در آن

P_t = توان ورودی فرستنده (برحسب وات)







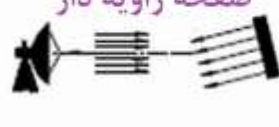

G_t = بهره (گین) آنتن رادار فرستنده (بی بعد)

r = فاصله از رادار تا هدف (برحسب متر)

σ = سطح مقطع راداری هدف (برحسب متر مربع)

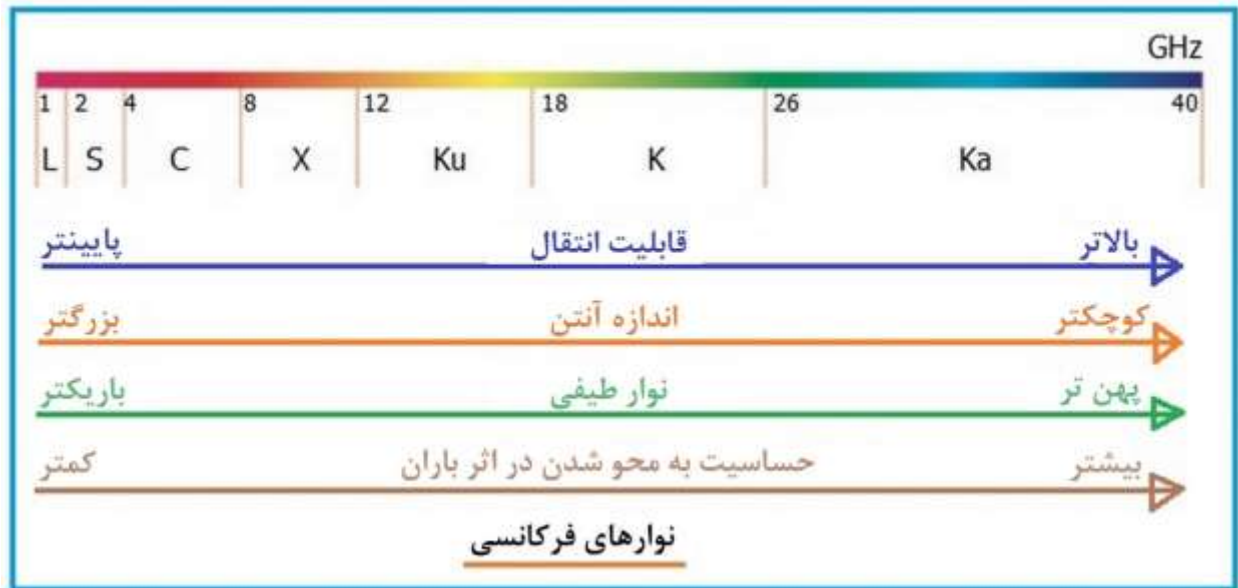
A_{eff} = مساحت موثر آنتن رادار گیرنده (برحسب متر مربع)

P_r = توان دریافت شده از هدف توسط رادار (برحسب وات)

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>کره</p> $\sigma_{max} = \pi r^2$ |  <p>گوشه</p> $\sigma_{max} = \frac{8\pi w^2 h^2}{\lambda^2}$ |
|  <p>استوانه</p> $\sigma_{max} = \frac{2\pi r h^2}{\lambda}$ |  <p>بازتابنده گوشه دووجهی</p> $\sigma_{max} = \frac{4\pi L^4}{3\lambda^2}$ |
|  <p>صفحه تخت</p> $\sigma_{max} = \frac{4\pi w^2 h^2}{\lambda^2}$ |  <p>بازتابنده های گوشه ای سه وجهی</p> $\sigma_{max} = \frac{12\pi L^4}{\lambda^2}$ |
|  <p>صفحه زاویه دار</p> <p>همانند رابطه بالا است، با این تفاوت که پرتوهای بازتابنده از رادار منحرف شده و سطح مقطع راداری می تواند صفر شود.</p> $\sigma_{max} = \frac{15.6 \pi L^4}{3\lambda^2}$ |  <p>بازتابنده های گوشه ای سه وجهی</p> $\sigma_{max} = \frac{15.6 \pi L^4}{3\lambda^2}$ |

عبارت $\frac{P_t G_t}{4\pi r^2}$ در معادله رادار، بیانگر چگالی توان (برحسب وات بر متر مربع) است که فرستنده رادار در هدف تولید می کند. این چگالی توان توسط هدف با سطح مقطع راداری σ ، که واحد آن مساحت (متر مربع) است، دریافت می شود. بنابراین، عبارت $\frac{P_t G_t}{4\pi r^2} \sigma$ دارای بُعد توان (وات) است و بیانگر کل توان فرضی است که توسط هدف رادار، دریافت می شود. عبارت دوم، $\frac{1}{4\pi r^2}$ بیانگر انتشار همسانگرد این توان دریافت شده توسط هدف به سمت دریافت کننده رادار است. بنابراین عبارت $\frac{1}{4\pi r^2} \sigma \frac{P_t G_t}{4\pi r^2}$ بیانگر چگالی توان بازتابیده شده در گیرنده رادار است (که واحد آن وات بر متر مربع می باشد). سپس آنتن گیرنده، این چگالی توان را با مساحت موثر A_{eff} جمع آوری می کند، که نتیجه آن می شود توان دریافت شده توسط رادار (برحسب وات) که توسط معادله رادار ارایه شده در بالا بیان شده است.

پراکنده شدن توان رادار دریافت شده توسط یک هدف رادار، هرگز همسانگرد نیست (حتی برای یک هدف کروی)، و سطح مقطع راداری یک مساحت فرضی است. با توجه به این نکته، به سطح مقطع راداری می توان به عنوان یک ضریب اصلاحی نگاه کرد که با آن معادله رادار، برای نسبت مشاهده شده به روش تجربی P_r/P_t ، درست از آب در می آید. البته، سطح مقطع راداری یک مفهوم بسیار ارزشمند است، زیرا تنها یک ویژگی از هدف است که می تواند اندازه گیری یا محاسبه شود. از اینرو، سطح مقطع راداری امکان می دهد تا عملکرد یک سامانه راداری با یک هدف مشخص، مستقل از رادار و پارامترهای متقابل، تحلیل شود. به طور کلی، سطح مقطع راداری، تابع قدرتمندی از راستای رادار و هدف است، یا برای رادار بای استاتیک (فرستنده رادار و گیرنده آن در یک مکان قرار ندارند)، تابعی از راستاهای فرستنده-هدف و گیرنده-هدف است. سطح مقطع راداری هدف به اندازه آن، بازتابندگی سطح آن، و راستای بازتابش رادار ناشی از شکل هندسی هدف، بستگی دارد.



عوامل

اندازه

به عنوان یک قاعده، هرچه جسم بزرگتر باشد، بازتابش راداری آن قویتر است و بنابراین سطح مقطع راداری آن بزرگتر است. همچنین، رادار یک باند ممکن است حتی نتواند اشیائی با اندازه خاص را شناسایی کند. برای مثال، رادار باند S (۱۰ سانتیمتری) می تواند قطرات باران را شناسایی کند، اما ابرهایی که قطرات آنها بسیار ریزاند را نمی تواند تشخیص دهد.

جنس

موادی مانند فلزات، بازتابنده راداری بسیار قدرتمندی هستند و تمایل دارند تا سیگنالهای قوی تولید کنند. چوب و پارچه (مانند بخشهایی از هواپیماها و بالونهایی که بیشتر در ساخت آنها مورد استفاده قرار می گرفتند) یا پلاستیک و فایبرگلاس (کامپوزیت الیاف شیشه) بازتابندگی کمتری دارند و یا حتی در برابر رادار، شفاف اند که آنها را برای تولید ریدومها مناسب کرده است. حتی یک لایه بسیار نازک از فلز می تواند جسم را به شدت بازتابنده راداری کند. پوشال (چَف) غالباً از پلاستیک یا شیشه فلزی شده (بسیار مشابه غشاهای فلزی شده برای مواد غذایی) با لایه های بسیار نازک فلز در حد میکروسکوپی، ساخته می شوند.

همچنین، برخی از وسایل به گونه ای طراحی می شوند که فعال راداری باشند، مانند آنتنهای رادار و این موضوع موجب افزایش سطح مقطع راداری خواهد شد.

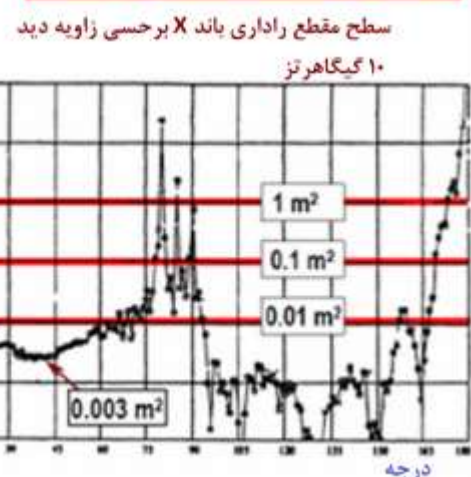
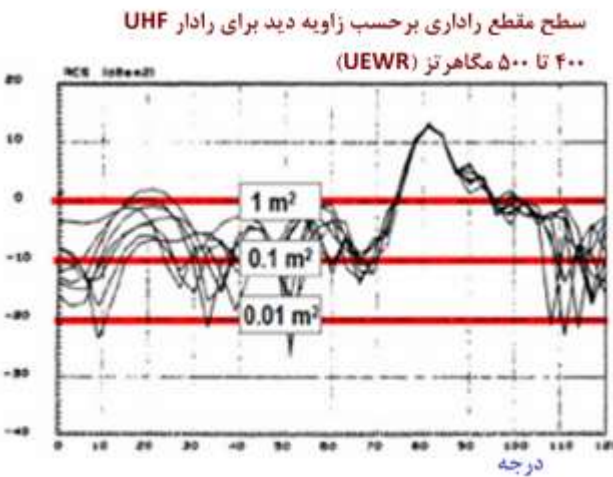
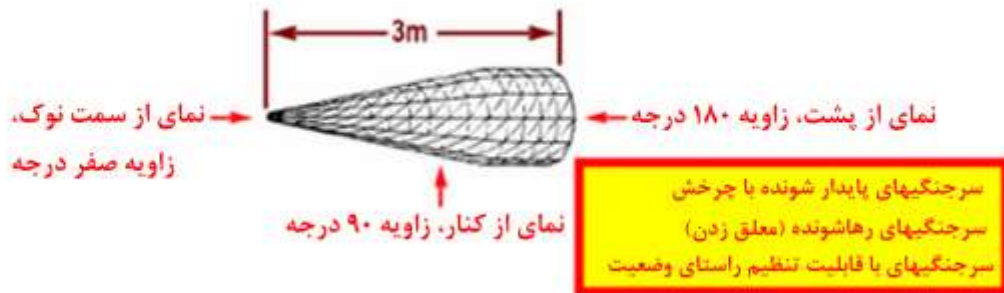
رنگ جاذب رادار

هواپیمای SR-71 «پرنده سیاه» و دیگر هواپیماهایی که با رنگ مخصوص «رنگ ساچمه آهنی» رنگ آمیزی شده اند که شامل ساچمه های کوچکی با پوشش فلزی هستند. انرژی رادار دریافت شده و به جای آن که بازتابیده شود، به گرما تبدیل می شود.

شکل، راستا و جهت

سطوح هواپیمای F-117A به گونه ای طراحی شده که تخت و با زاویه زیادی باشند. این موضوع سبب می شود که پرتوهای رادار با زاویه تابش بالایی (نسبت به پرتوی عمودی) به آنها برخورد کرده و به طور مشابه، با زاویه بازتابش بالایی نیز از آن سطوح بازتابیده شوند؛ که به آن پراکندگی از جلو می گویند. لبه ها تیز اند تا از سطوح گرد پرهیز شود. سطوح گرد غالباً بخشی از سطح آنها عمود بر منبع رادار است. از آنجا که هر پرتوی تابیده که در راستای عمود بر سطح باشد، در همان راستای عمود نیز بازتابیده می شود، این موضوع سبب بازتابش قوی سیگنال خواهد شد [۲].

سطح مقطع راداری یک سر جنگی مخروطی شکل با نوک کروی و طول ۳ متر



از نمای جانبی، یک هواپیمای جنگنده دارای مساحت بسیار بزرگتری نسبت به نمای روبروی همان هواپیما است. چنانچه همه عوامل یکسان باشد، هواپیما از سمت جانبی دارای سیگنال قویتری نسبت به سمت روبرو است، از اینرو راستای میان ایستگاه رادار و هدف، حایز اهمیت است.

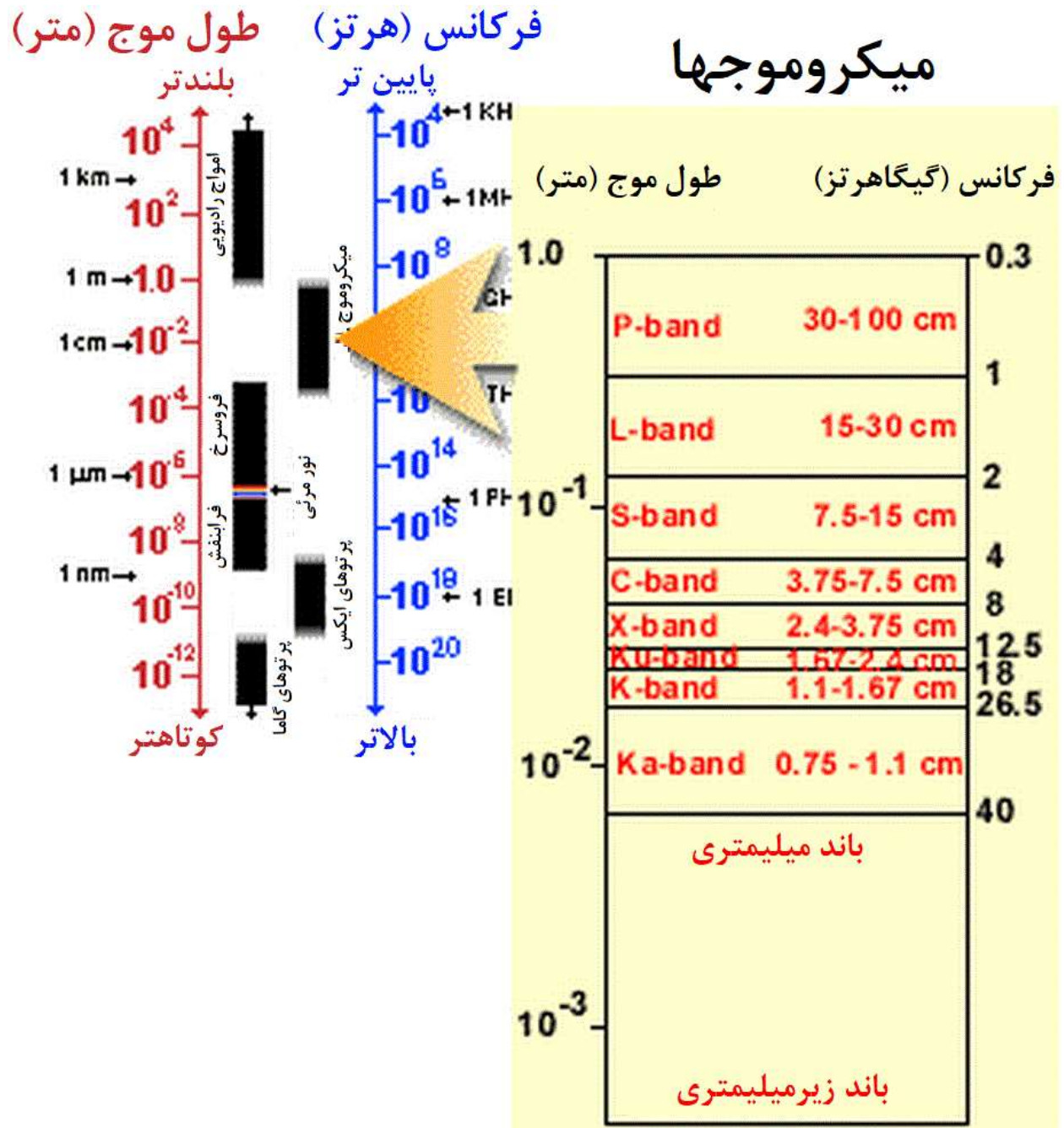
سطوح هموار

یک سطح ممکن است دارای فرورفتگی هایی مانند بازتابنده های گوشه ای باشد که سطح مقطع راداری را از راستاهای زیادی افزایش می دهد. این موضوع ممکن است ناشی از محفظه بمبها که درب آن باز شده باشد، ورودیهای موتور، ستونهای نگهدارنده مهمات، اتصالات میان مقاطع ساخته شده، و غیره باشد. همچنین پوشاندن این سطوح با مواد جاذب رادار غیر عملی است.

اندازه گیری

اندازه تصویر هدف بر روی رادار توسط سطح مقطع راداری اندازه گیری می شود، که غالباً با نماد σ نمایش داده شده و بر حسب متر مربع بیان می شود. این کمیت با مساحت هندسی برابر نیست. یک کمیت با مساحت هندسی برابر نیست. یک کره کاملاً رسانا با مساحت سطح مقطع تصویر شده یک متر مربع (یعنی با قطر ۱.۱۳ متر) دارای سطح مقطع راداری یک متر مربع خواهد بود. توجه داشته باشید که برای طول موجهای راداری کمتر از قطر کره، سطح مقطع راداری، مستقل از فرکانس است. برعکس، صفحه تخت مربعی به مساحت یک متر مربع، چنانچه رادار عمود بر سطح آن باشد، دارای سطح مقطع راداری برابر با $\sigma = 4\pi A^2/\lambda^2$ (که در آن، A ، مساحت مربع و λ طول موج است) می باشد، یا در فرکانس ۱۰ گیگاهرتز، مساحتی برابر با ۱۳۹۶۲ متر مربع است [۲]. در زوایای تابش غیر متعامد، انرژی به سمتی غیر از گیرنده بازتابیده می شود که موجب کاهش سطح مقطع راداری می شود. درباره

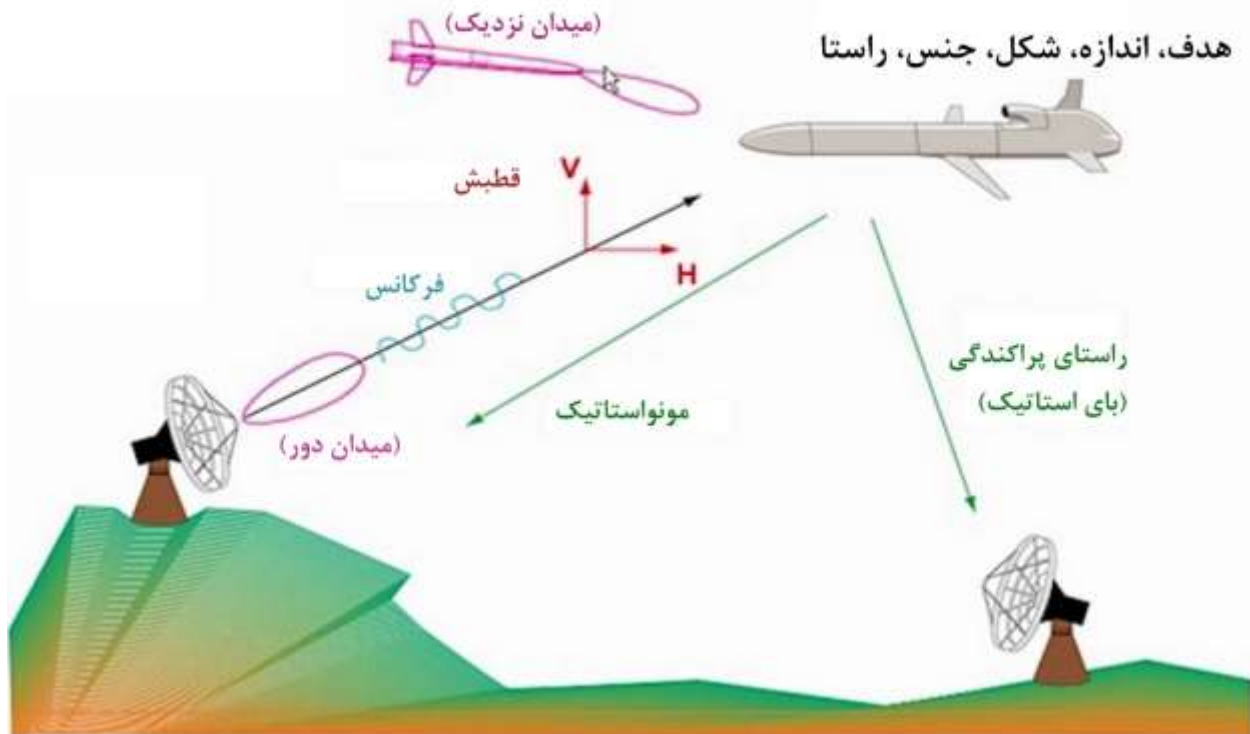
هواپیماهای رادارگریز نوین گفته می شود که دارای سطح مقطع راداری قابل مقایسه با پرندۀ های کوچک یا حشرات بزرگ هستند [۶]، اما این موضوع بسته به هواپیما و رادار، بسیار متفاوت است.



اگر سطح مقطع راداری با مساحت سطح مقطع هدف ارتباط مستقیم داشت، تنها راه برای کاهش آن، کوچکتر کردن مقطع فیزیکی بود. در حالی که، با بازتابش بخش زیادی از تابش به اطراف یا با جذب آن، هدف به سطح مقطع راداری کوچکتری می رسد [۷]. اندازه گیری سطح مقطع راداری هدف در یک میدان بازتابش رادار یا میدان پراکنش انجام می شود. نوع نخست میدان، یک میدان در محیط باز (بیرون از ساختمان) است که در آن، هدف بر روی یک ستون با شکل خاص و سطح مقطع راداری پایین قرار گرفته و در فاصله ای از فرستنده ها موقعیت می گیرد. چنین میدانی، نیازی به استفاده از جاذبههای رادار پشت هدف نیست، اگرچه، برهم کنشهای چند مسیره با زمین باید در آن کاهش داده شود.

محفظه های آنکوئیک (اتاقهای رادار) نیز به طور متداول مورد استفاده قرار می گیرد. در چنین اتاقی، هدف بر روی یک ستون دوار در مرکز قرار گرفته و دیواره ها، کف، و سقف با دسته هایی از ماده جاذب رادار پوشانده می شود. این جاذبها از ایجاد اختلال در اندازه گیری ناشی از بازتابشها جلوگیری می کند. یک میدان فشرده، یک محفظه آنکوئیک (اتاق رادار) با یک بازتابنده برای شبیه سازی شرایط میدان دور می باشد.

عوامل موثر بر تعیین سطح مقطع راداری



نمونه ای از مقادیر سطح مقطع راداری برای یک رادار موج سانتیمتری عبارتند از [۸-۹]:

حشره: ۰.۰۰۰۰۱ متر مربع

پرنده: ۰.۰۱ متر مربع

هواپیمای رادارگریز: کمتر از ۰.۱ متر مربع

موشک سطح به هوا: تقریباً ۰.۱ متر مربع

انسان: یک متر مربع

هواپیمای جنگی کوچک: ۲-۳ متر مربع

هواپیمای جنگی بزرگ: ۵-۶ متر مربع

هواپیمای باربری: تا ۱۰۰ متر مربع

کشتی تجاری ساحلی (به طول ۵۵ متر): ۳۰۰-۴۰۰ متر مربع

بازتابنده گنجی با طول لبه ۱.۵ متر: تقریباً ۲۰ هزار متر مربع

ناوچه (با طول ۱۰۳ متر): ۵ هزار تا ۱۰۰ هزار متر مربع

کشتی کانیتینر (به طول ۲۱۲ متر): ۱۰ هزار تا ۸۰ هزار متر مربع

محاسبه

سطح مقطع راداری به لحاظ کمی در فضای سه بعدی به این صورت محاسبه می شود [۴]

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| $\sigma = \lim_{r \rightarrow \infty} 4\pi r^2 \frac{S_s}{S_i}$ | (۳) |
|-----------------------------------------------------------------|-----|

که در آن، σ ، سطح مقطع راداری، S_i چگالی توان تابیده است که در هدف اندازه گیری می شود، و S_s چگالی توان پراکنده شده است که در فاصله r از هدف مشاهده می شود.

در تحلیل‌های الکترومغناطیس، این رابطه عموماً به این شکل نوشته می شود [۲]:

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| $\sigma = \lim_{r \rightarrow \infty} 4\pi r^2 \frac{ E_s ^2}{ E_i ^2}$ | (۴) |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|

که در آن، E_s و E_i ، به ترتیب، شدت‌های میدان الکتریکی پراکنده شده و تابیده شده در میدان دور است.

در فاز طراحی، بهره‌گیری از یک کامپیوتر برای پیش‌بینی مقادیر سطح مقطع راداری پیش از تولید شیء واقعی، غالباً مطلوب است. سعی و خطای زیادی از این فرآیند پیش‌بینی را می‌توان در یک زمان کوتاه و با هزینه پایین انجام داد، در حالی که اندازه‌گیری میدانی، غالباً زمانبر، و پرهزینه بوده و در برابر خطا، آسیب‌پذیر است. خطی بودن معادلات ماکسول، محاسبه سطح مقطع راداری را با گستره‌ای از روش‌های تحلیلی و عددی، سراسر کرده است، اما به هر حال، سطوح متغیر تمایلات نظامی و نیاز به پنهانکاری، این زمینه را چالش‌برانگیز کرده است. زمینه حل معادلات ماکسول از طریق الگوریتم‌های عددی، الکترومغناطیس محاسباتی نامیده می‌شود، و روش‌های تحلیلی موثر زیادی برای مساله پیش‌بینی سطح مقطع راداری وجود دارد. نرم‌افزار پیش‌بینی سطح مقطع راداری غالباً بر روی ابررایانه‌ها اجرا شده و از مدل‌های کامپیوتری با قدرت تفکیک بالا از اهداف راداری واقعی بهره می‌گیرند.

تقریب‌های فرکانس بالا مانند اپتیک هندسی، اپتیک فیزیکی، و نظریه هندسی پراش، نظریه یکنواخت پراش، و نظریه فیزیکی پراش، هنگامی که طول موج بسیار کوچکتر از اندازه ویژگی هدف باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مدل‌های آماری شامل مربع‌چی، رایش، و مدل‌های هدف لگاریتم-نرمال می‌باشند. این مدل‌ها برای پیش‌بینی مقادیر احتمالی سطح مقطع راداری به کار رفته و مقداری متوسط می‌دهند، و هنگام اجرای شبیه‌سازهای مونت کارلوی راداری، سودمند اند. روش‌های صرفاً عددی، مانند روش المان محدود مرزی (روش گشتاورها)، روش دامنه زمان تفاضل محدود (FDTD)، و روش‌های المان محدود بری طول موج‌های بلندتر یا ویژگی‌های کوچکتر، محدودیت پیدا می‌کنند.

اگرچه، برای حالت‌های ساده، محدوده‌های طول موج این دو نوع روش، با یکدیگر به نحو چشمگیری همپوشانی دارند، برای شکل‌ها یا مواد پیچیده، یا برای دقت‌های بسیار بالا، این روش‌ها به گونه‌های مختلفی از روش تلفیقی با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

کاهش



هواپیمای رادارگریز B-2 شبح یکی از نخستین هواپیماهایی است که به نحو موفقیت آمیزی در برابر رادار، «ناپیدا» است.



جنگنده چنگدو J20 که از فناوری رادارگریزی بهره می گیرد.



جزئیات فوربین، ناوچه نوین نیروی دریایی فرانسه. ظاهر وجه دار آن، سطح مقطع راداری را برای رادارگریز کردن، کاهش داده است.

کاهش سطح مقطع راداری در فناوری رادارگریزی برای هواپیماها، موشکها، کشتی ها، و دیگر تجهیزات نظامی، بسیار حایز اهمیت است. با سطح مقطع راداری کوچکتر، تجهیزات به نحو بهتری می توانند از کمند شناسایی رادار، بگریزند، خواه مربوط به تاسیسات زمین-پایه، تسلیحات هدایت شونده، یا دیگر تجهیزات باشند. همچنین طراحی ردپای کاهش یافته، قابلیت کلی بقای سامانه حامل را از طریق اثربخشی بهبودیافته اقدامات متقابل راداری آن، بهبود می دهد [۲].

روشهای گوناگونی وجود دارد. فاصله ای که در آن می توان برای یک آرایش راداری مشخص، یک هدف را شناسایی کرد با ریشه چهارم سطح مقطع راداری آن تغییر می کند [۱۲]. از اینرو، به منظور کاهش مسافت شناسایی به یک دهم، سطح مقطع راداری باید با ضریب ۱۰ هزار برابر، کاهش پیدا کند. در حالی که این میزان از بهبود، چالشزاست، در مرحله طراحی مفهومی، غالباً می توان با استفاده از کارشناسان و شبیه سازیهای کدهای پیشرفته کامپیوتری، تاثیر مثبتی در طراحی سامانه ایجاد کرد تا گزینه های کنترلی که در زیر به آنها اشاره شده را تعبیه و اجرایی نمود.

طراحی شکل مناسب

با استفاده از طراحی شکل مناسب، هندسه سطوح بازتابنده هدف به گونه ای طراحی می شود که انرژی از منبع را بازمی تاباند. هدف از این کار، معمولاً ایجاد «مخروط سکوت» حول راستای حرکت هدف می باشد. به دلیل بازتابش انرژی، می توان با استفاده از رادارهای غیرفعال (چندگانه ثابت یا مولتی استاتیک) با این روش مقابله کرد.

طراحی شکل مناسب را می توان در طراحی سطوح جنگنده رادارگریز F-117A «شاهین شب» مشاهده کرد. این هواپیما که در اواخر دهه ۱۹۷۰ طراحی شده و در سال ۱۹۸۸ برای عموم، رونمایی شد، از چندین سطح تخت برای بازتابش انرژی تابش تابیده شده از منبع، بهره می گیرد. یوئی پیشنهاد می کند [۱۳] که توان محاسباتی محدود موجود برای فاز طراحی، تعداد سطوح را به حداقل نگه داشته بود. بمب افکن رادارگریز B-2 «شیخ» از توان محاسباتی بیشتری بهره مند شد، که موجب بهره گیری از سطوح مناسبتر و کاهش بیشتر سطح مقطع راداری آن شده است. هواپیمای شکاری F-22 و F-35 آذرخش ۲، ادامه این روند در طراحی شکل مناسب و کاهش هرچه بیشتر سطح مقطع راداری مونواستاتیک را نشان می دهد.

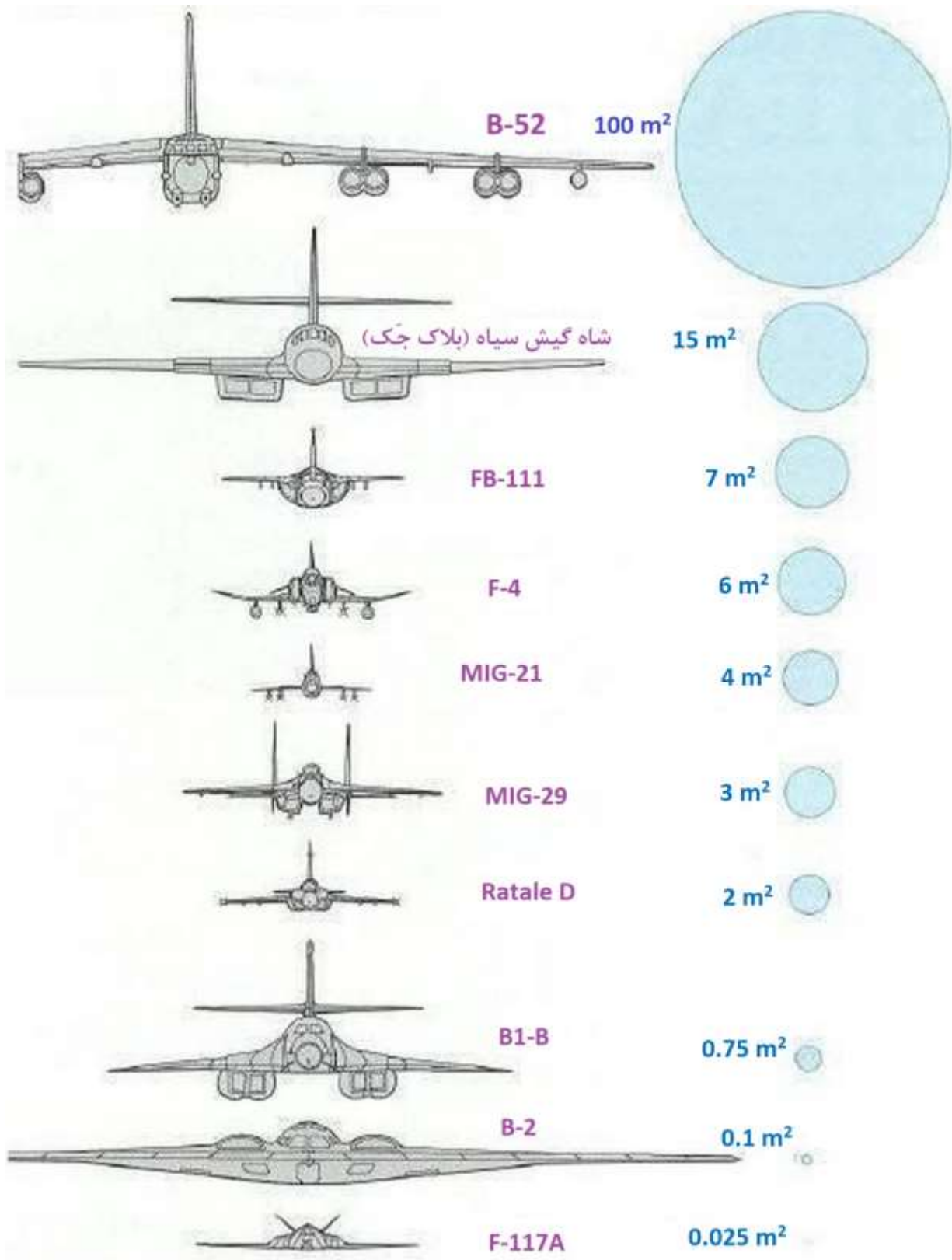
منحرف کردن انرژی تابیده شده، بدون استفاده از شکل

این تکنیک در مقایسه با دیگر تکنیکها، نوین بوده که عمدتاً پس از اختراع فراسطح ها معرفی شده است [۱۴-۱۶]. همانگونه که پیشتر گفته شد، هدف اولیه در تغییر هندسه، منحرف کردن امواج تابیده شده به راستایی غیر از راستای منبع تابش، می باشد. اگرچه ممکن است این کار در تعارض با عملکرد آیرودینامیکی قرار گیرد که باید توأمان بهینه شود [۱۴، ۱۵، ۱۷]. یک راه حل امکان پذیر، که در سالهای اخیر به طور مفصل مورد کاوش قرار گرفته است، بهره گیری از فراسطح ها است که می تواند امواج تابیده شده را بدون تغییر دادن هندسه هدف، منحرف کرد [۱۵، ۱۶]. چنین فراسطح هایی را می توان اساساً به دو دسته تقسیم بندی کرد:

(الف) فراسطح های شطرنجی، (ب) فراسطح های شاخص تدریجی

خنثی سازی فعال

با خنثی سازی فعال، هدف، یک سیگنال راداری با شدت برابر ولی با فاز مخالف با بازتابش پیش بینی شده سیگنال راداری ورودی تولید می کند (مشابه خنثی کردن نویز در گوشی های ایرفون). این کار یک تداخل ویرانگر میان سیگنالهای بازتابیده شده و تولید شده ایجاد می کند که منجر به کاهش سطح مقطع راداری می شود. برای به کارگیری تکنیکهای خنثی سازی فعال، مشخصه های دقیق شکل موج و زاویه ورود سیگنال رادار تابشگر باید مشخص باشد، زیرا ماهیت انرژی تولید شده مورد نیاز برای خنثی سازی را مشخص می کند. به دلیل نیازمندیهای پردازش پیچیده و دشواری پیش بینی ماهیت دقیق سیگنال راداری بازتابیده بر روی یک منظر دور از هواپیما، موشک یا دیگر اهداف، به کارگیری تکنیکهای خنثی سازی فعال به جز در برابر سامانه های راداری ساده یا فرکانس پایین، کار بسیار دشواری است.



مواد جاذب رادار

مواد جاذب رادار را می توان در ساختار اولیه خود، و یا علاوه بر سطوح بسیار تابنده، به کار گرفت. دست کم سه نوع مواد جاذب رادار وجود دارد: تشدیدگر، غیرتشدیدگر مغناطیسی، و غیرتشدیدگر حجم بزرگ.

مواد تشدیدگر، اما تاحدی «اتلاف گر» به سطوح تابنده هدف اعمال می شوند. ضخامت ماده با یک چهارم طول موج امواج رادار تابنده مورد انتظار، مرتبط می باشد (پرده سالیسبری). انرژی راداری ورودی، از سطوح بیرونی و درونی ماده جاذب بازتابیده می شود تا یک الگوی تداخل موج ویرانگر ایجاد کند. این کار موجب خنثی شدن انرژی بازتابیده می شود. انحراف از فرکانس مورد انتظار موجب کاهش جذب رادار می شود، به گونه ای که این نوع ماده جاذب تنها در برابر راداری با فرکانس منفرد، عمومی، و تغییرناپذیر سودمند است.

مواد جاذب غیرتشدیدگر از ذرات فریت معلق در اپوکسی یا رنگ برای کاهش بازتابندگی سطح در برابر امواج راداری تابشی بهره می گیرند. از آنجا که مواد جاذب غیرتشدیدگر انرژی راداری تابشی را بر روی یک سطح بزرگتر، تلف می کنند، این کار معمولاً منجر به افزایش ناچیز دمای سطح می شود، از اینرو موجب کاهش سطح مقطع راداری بدون افزایش در ردپای فروسرخ می شود. مزیت اصلی مواد جاذب رادار غیرتشدیدگر آن است که می تواند بر روی گستره وسیعی از فرکانسها موثر باشد، در حالی که مواد جاذب تشدیدگر به گستره باریکی از فرکانسهای طراحی وابسته است.

مواد جاذب حجم بزرگ معمولاً توده کربن دارای مقاومت الکتریکی است که به سازه های الیاف شیشه (فایبر گلاس) سلول شش ضلعی هواپیما یا دیگر اجزای نارسا افزوده می شود. پره هایی از مواد دارای مقاومت الکتریکی نیز می تواند افزوده شود. صفحات نازک دارای مقاومت الکتریکی که با فوم یا آیروژل از یکدیگر جدا شده اند نیز می تواند برای فضاپیما مناسب باشد.

پوششهای نازک ساخته شده از تنها مواد دی الکتریک و رساناها، پهنای باند جاذب بسیار محدودی دارند، بنابراین در جایی که وزن و هزینه اجازه بدهد، در هر یک از مواد جاذب تشدیدگر یا غیرتشدیدگر از مواد مغناطیسی استفاده می شود.

کاهش سطح مقطع راداری مبتنی بر پلاسما

رادارگریزی پلاسما یک فرآیند تعمدی برای بهره گیری از گاز یونیزه شده (پلاسما) به منظور کاهش سطح مقطع راداری یک هواپیما می باشد. برهم کنشهای میان تابش الکترومغناطیس و گاز یونیزه شده، به نحو گسترده ای برای مقاصد گوناگون مورد پژوهش قرار گرفته است، که از جمله آنها پنهان کردن هواپیما از رادار به عنوان فناوری رادارگریزی است. ممکن است بتوان با روشهای گوناگون، لایه یا ابری از پلاسما را پیرامون یک وسیله تشکیل داد تا رادار را جذب کرده یا آن را منحرف کرد که این کار برای رویارویی با امواج رادیویی (RF) یا الکترواستاتیک تا پرتوهای پپچیده تر لیزر امکان پذیر است. کاهش سطح مقطع راداری به لحاظ تئوری با این روش امکان پذیر است، اما اجرای عملی آن ممکن است بسیار دشوار باشد. اگرچه تاثیر آن بر سطح مقطع راداری در آزمایشها نشان داده شده است، تزریق پلاسما برای راکت و جت های جنگنده، مانورپذیری و سرعت آنها را بهبود می دهد.

روشهای بهینه سازی

پوششهای غیرتشدیدگر یا با تشدید وسیع را می توان با شرایط مرزی امپدانس لئونتیویچ مدلسازی کرد. این پارامتر عبارت است از نسبت میدان الکتریکی مماسی به میدان مغناطیسی مماسی بر روی سطح، و از میدانهای منتشر شده درون سطح پوشش، چشم پوشی می کند. این موضوع به ویژه هنگام استفاده از محاسبات روش المان مرزی، سودمند است. امپدانس سطحی را می توان به طور جداگانه محاسبه کرده و مورد آزمایش قرار داد. برای یک سطح همسانگرد (ایزوتروپ) امپدانس سطح ایده آل برابر با 377 اهم امپدانس فضای آزاد است. برای پوششهای ناهمسانگرد (غیرایزوتروپ)، پوشش بهینه به شکل هدف و راستای رادار بستگی دارد.

مراجع:

1. "Radar Cross Section, Optical Theorem, Physical Optics Approx, Radiation by Line Sources" on YouTube
2. Knott, Eugene; Shaeffer, John; Tuley, Michael (1993). *Radar Cross Section, 2nd ed.* Artech House, Inc. p. 231. ISBN 978-0-89006-618-8.

3. Ulaby, Fawwaz (1986). *Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Volume 2*. Artech House, Inc. p. 463. ISBN 978-0-89006-191-6.
4. C. A. Balanis, "Advanced Engineering Electromagnetics", 2nd ed. New York, NY, USA: Wiley, 2012.
5. Skolnick, M.I., *Introduction to Radar Systems*, McGraw-Hill, 1980.
6. *F-22 Raptor Stealth* GlobalSecurity.org
7. Bill Sweetman, *Unconventional Weapon: What we learned about stealth technology from the combat career of the F-117*, *Smithsonian Air & Space Magazine*, 01 January 2008
8. *Radar Cross Section Measurements (8-12 GHz)*
9. *Ship RCS Table*
10. www.radartutorial.eu (*Radar Cross Section (RCS)*)
11. M. Skolnik: *Introduction to radar systems*. 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc., 1980, p. 44
12. Sweetman, Bill (1991). *YF-22 and YF-23 Advanced Tactical Fighters: Stealth, Speed and Agility for Air Superiority*. Osceola, Wisconsin, United States: Motorbooks International. ISBN 978-0-87938-505-7.
13. *The Tech* (2001). "Detection of the B-2 Stealth Bomber And a Brief History on "Stealth"".
14. A. Y. Modi; M. A. Alyahya; C. A. Balanis; C. R. Birtcher, "Metasurface-Based Method for Broadband RCS Reduction of Dihedral Corner Reflectors with Multiple Bounces," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol.67, no.12, pp. -, Dec. 2019. doi:10.1109/TAP.2019.2940494
15. A. Y. Modi; C. A. Balanis; C. R. Birtcher; H. Shaman, "New Class of RCS-Reduction Metasurfaces Based on Scattering Cancellation Using Array Theory," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 67, no. 1, pp. 298-308, Jan. 2019. doi:10.1109/TAP.2018.2878641
16. A. Y. Modi; C. A. Balanis; C. R. Birtcher; H. Shaman, "Novel Design of Ultra-Broadband Radar Cross Section Reduction Surfaces using Artificial Magnetic Conductors," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 65, no. 10, pp. 5406-5417, Oct. 2017. doi: 10.1109/TAP.2017.2734069
17. *Appl. Phys. Lett.* 104, 221110 (2014). doi: 10.1063/1.4881935
18. J. A. McEntee (1957). "A technique for measuring the scattering aperture and absorption aperture of an antenna".
19. *SciTech Publishing* (2004), *Radar Cross Section*
20. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* (2008). "A Method to Measure Radar Cross Section Parameters of Antennas". *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. 56 (11): 3494–3500. Bibcode:2008ITAP...56.3494S. doi:10.1109/TAP.2008.2005541. S2CID 24624809

محاسبه تعداد ترکشهای ایجاد شده از انفجار مهمات منفجره

انفجار مهمات منفجره با قدرت انفجاری بالا، در بدنه فلزی یا پلاستیکی، موجب اعمال اثر ترکشزایی بر روی هدف می شود. با انفجار ماده منفجره، بدنه مین، گلوله یا بمب، شکافته شده و به اطراف پراکنده می شود. ترکشها در اثر انفجار ایجاد می شود، شکلهایی نامتقارن با حجم ها، وزنها، و سرعتهای متفاوت دارند. چگالی پراکندگی ترکشها برای بررسی عملکرد انفجار اهمیت زیادی دارد. اثرات موج انفجار و موج ضربه موجب شتاب گیری ترکشها شده و در فاصله ای مشخص، آنها به سرعت بیشینه خود می رسند. تبدیل انرژی محصولات گازی انفجار به انرژی جنبشی ترکشهای بدنه مهمات انفجاری، مشخص است. ارتباط میان عواملی که بر فرآیند ترکشزایی تاثیر می گذارند (جنس و شکل بدنه، نوع خرج انفجاری، و ...) عمدتاً ماهیت تجربی دارند.

اندازه گیریها، آزمایشها و تصویربرداریهایی گوناگون با دوربین پرسرعت، سبب شده تا الگوی فرآیند ترکشزایی و توزیع آنها در فضا به دست آید. از اواسط قرن نوزدهم تا به امروز، دانشمندان زیادی بر روی این مساله کار کرده اند، مانند ژورنی، ژوسرو، پیوبرت، و بسیاری دیگر. کارآمدی اثر ترکشزایی به دو عامل بستگی دارد: الف) ساختار مهمات، ب) موقعیت مهمات. عوامل موثر بر ساختار مهمات عبارتند از: شکل، جرم، پیکربندی، نوع جنس، و فرآیند ترمومکانیکی جنس مهمات. عامل موقعیت مهمات به موقعیت مرکز انفجار مین، بمب، یا گلوله در محیطی که انفجار رخ می دهد بستگی دارد.

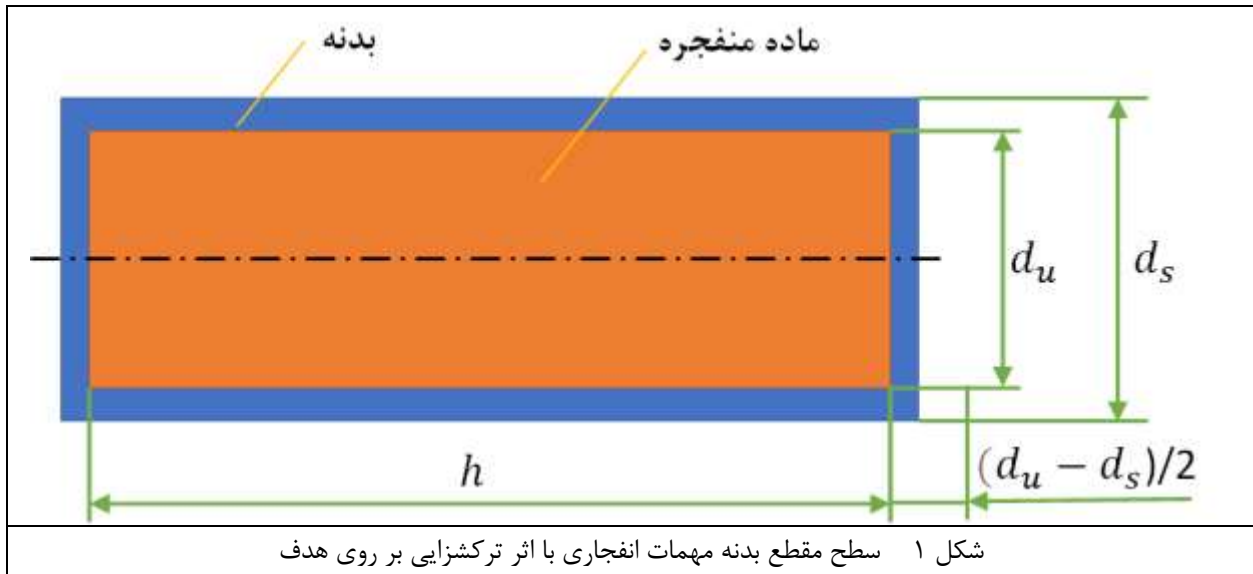
اثر ترکشزایی ناشی از انفجار مهمات را می توان از منظر محاسبات تئوری و نتایج حاصل از آزمایشهای تجربی مورد بررسی قرار داد. یافته های این تحلیلها این موارد خواهد بود: ۱. تعداد ترکشهای بدنه مهمات، ۲. سرعت اولیه ترکش به بدنه مهمات، ۳. برد موثر ترکش بدنه مهمات، ۴. تراکم پراکندگی جانبی ترکشها، ۵. آزمایش اثر ترکشزایی مهمات، ۶. ترکشزایی مهمات انفجاری در شرایط واقعی.

۱. تعداد ترکشهای بدنه

مطابق با فرمول جاسترو، تعداد انتظاری ترکشهای ناشی از انفجار مهمات دارای بدنه فلزی، از این رابطه به دست می آید:

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| $N_0 = k_p \left(\frac{m_e}{d} \right) \left(\frac{\sigma_m}{\varepsilon \sigma_d} \right) \left(\frac{K^2 + 0.5}{K^2 - 1} \right)$ | (۱) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

که در آن؛ k_p ضریبی است که به نوع ماده منفجره و چگالی آن وابسته است، برای مثال برای تی ان تی برابر با ۴۶ است؛ m_e جرم (وزن) خرج انفجاری (کیلوگرم)، d قطر بیرونی مین یا دیگر مهمات انفجار (متر)؛ σ_m استحکام کششی (مگاپاسکال)، σ_d استحکام حد نهایی کششی (مگاپاسکال)؛ ε درصد ازدیاد طول نسبی ماده؛ $K = d_s/d_u$ نسبت قطر بیرونی (d_s) به قطر درونی (d_u) بدنه. فرمول جاسترو برآورد تقریبی مناسبی از تعداد ترکشها هنگام ترکشزایی بدنه مهمات را می دهد، اما جرم هریک از ترکشها را بیان نمی کند.



پاتریوت، سامانه موشکی پدافند هوایی برد بلند

سامانه پدافند هوایی و موشکی پاتریوت: چگونه پاتریوت کار می کند



پاتریوت نخستین بار در جنگ نخست خلیج فارس در نبرد به کار گرفته شد.

| کشور سازنده | ایالات متحده آمریکا |
|-----------------------|------------------------------|
| سال ورود به خدمت | ۱۹۸۲ |
| برد | ۱۰۰ کیلومتر |
| تعداد موشکهای یک قبضه | ۴ فروند |
| طول موشک | ۵.۳۱ متر |
| قطر موشک | ۰.۸۷ متر |
| وزن موشک | ۹۱۲ کیلوگرم |
| وزن سرچنگی | ۹۱ کیلوگرم |
| نوع سرچنگی | انفجاری شدیدالانفجار - ترکشی |
| ارتفاع درگیری | ۲۵ کیلومتر |

پاتریوت، یک سامانه موشکی پدافند هوایی برد بلند است. توسعه آن در سال ۱۹۶۳ آغاز شد. قرار بر این بود که این سامانه جایگزین سامانه های موشکی پدافند هوایی پیشین هاوک و نایک هرکولس شود. شرکت ریتون پیمانکار اصلی این سامانه، بود، در

حالی که موشک آن توسط شرکت مارتین-ماریتا توسعه داده شد. آزمونهای نخست این سامانه پدافند هوایی در سالهای ۱۹۶۹-۱۹۷۰ انجام شد. پاتریوت در سال ۱۹۸۲ به خدمت ارتش ایالات متحده آمریکا در آمد. هم اکنون ارتش آمریکا از بیش از ۱۱۰۰ فروند از انواع گونه های سکوی پاتریوت بهره می گیرد. این سامانه پدافند هوایی به تعدادی از هم-پیمانان آمریکا صادر شده است. در حال حاضر، پاتریوت و گونه های ارتقا یافته آن، در ۱۴ کشور به خدمت گرفته شده است. پاتریوت نخستین بار در جنگ نخست خلیج فارس در نبرد به کار گرفته شد.

نسخه اولیه پاتریوت، موشک MIM-104A بود که به نام موشک استاندارد نیز شناخته می شود. برد آن برابر با حدود ۱۰۰ کیلومتر بود. این موشک به سرجنگی ترکشی مجهز شده بود که در اثر اصابت مستقیم یا توسط یک فیوز مجاورتی منفجر می شد. نسخه نخستین پاتریوت، صرفا یک سلاح ضد هواپیما بود. این نسخه هیچ گونه قابلیت بر ضد موشکهای بالستیک نداشت. توانمندی ضد موشکهای بالستیک پاتریوت در اواخر دهه ۱۹۸۰ معرفی شد، هنگامی که این سامانه نخستین اورهال اصلی سامانه ای خود را دریافت کرد.

موشکهای پاتریوت

ناتو توافق کرد تا برای دفاع از ترکیه در برابر حملات احتمالی موشکهای سوری، به این کشور موشکهای پاتریوت ارسال کند.

توانمندی پیشرفته پاتریوت ۳ (PAC-3)



نوع: موشک پدافندی
کوتاه-برد

هدایت: جستجوگر سرخود
فعال راداری باند Ka

سرجنگی: انرژی جنبشی
حاوی ماده شدیدالانفجار
برای بهبود احتمال مرگزایی

نوع سامانه: زمین-پایه

طول: ۵.۲ متر

قطر: ۲۶ سانتیمتر

سرعت: ۵ ماخ

برد: ۲۰ کیلومتر

ارتفاع: ۱۵ کیلومتر



Source: Jane's Information Group, Raytheon

هر سکوی این سامانه پدافند هوایی دارای چهار فروند موشک است. موشکها در محفظه های آلومینیومی تقویت شده که در زاویه ثابتی قرار گرفته اند، نگهداری شده و از همان جا شلیک می شوند. سکوها بر روی کِشنده های دوماحوره یا شاسی ۸*۸ با قابلیت تحرک بالا نصب می شوند. این یک واحد خودکفا است که سوخت و مولد برق خود را دارا می باشد. سکوهایی یدک کشی شده توسط کامیون کِشنده M983 ۸*۸ اوکشکوش یا دیگر کامیونهای کِشنده، کِشیده می شود. نسخه متحرک آن بر روی کامیون MAN KAT 1 ۸*۸ با قابلیت تحرک بالا نصب می شود. آماده سازی سامانه برای شلیک ۳۰ دقیقه به طول می انجامد. یک آتشبار از سکوها و خودروهای پشتیبانی مربوطه می تواند تا چندین مرتبه در روز موقعیت خود را تغییر دهد.

یک آتشبار پاتریوت یا واحد آتش، یک جزء عملیاتی بنیادین است. به طور معمول، یک آتشبار حاوی یک پست فرماندهی، رادار، ۸ سکوی پرتاب، و خودروهای پشتیبانی است. آتشبار می تواند به طور همزمان با تا هشت هدف درگیر شود. در صورت نیاز، یک آتشبار می تواند تا ۱۶ سکوی پرتاب داشته باشد. سکوها می توانند تا ۱ کیلومتر از رادار یا ایستگاه فرماندهی فاصله داشته باشند. به منظور فراهم کردن آتشبارهای پدافندی موثر و دارای همپوشانی، می توان آنها را به فاصله ۳۰-۴۰ کیلومتر از یکدیگر قرار داد. رادار می تواند جنگنده ها را در برد ۱۱۰ تا ۱۳۰ کیلومتری، موشکها را در برد ۸۵ تا ۱۰۰ کیلومتری، و سرجنگی موشک را در برد ۶۰ تا ۷۰ کیلومتری شناسایی کند. پاتریوت می تواند داده های شلیک را از مقرهای فرماندهی با سطح بالاتر یا هواپیمای هشدار اولیه هواپایه مانند E-3 سنتری (نگهبان)، دریافت کند. در زمان عملیات، واحد رادار، به همراه سکوها، بدون دخالت نفر هستند. تنها بخش حاوی نفر در آتشبار، خودروی ایستگاه فرماندهی است.

در حالت عادی، فرمانهای آتش توسط ایستگاه فرماندهی گردان صادر می شود. گفتنی است که سکوی فرماندهی آتشبار، می تواند در حالت دفاع از خود، یا هنگامی که ارتباطات با سطوح بالاتر در اثر اقدامات متقابل الکترونیک (جنگال) قطع شده باشد، و یا در اثر آسیبهای نبرد، سطوح بالاتر فرماندهی وجود نداشته باشد، فرمانهای آتش را صادر کند. برای بارگیری مجد موشکها بر روی سکوها، از یک جرثقیل استفاده می شود.

گونه ها

ارتقاء PAC-1 (توانمندی پیشرفته پاتریوت). این نسخه، تنها یک ارتقاء نرم افزاری است که در سال ۱۹۸۳ پدیدار شد. این تغییر مربوط به روشی بود که رادار آسمان را جستجو می کرد تا بتواند با تهدید ناشی از موشکهای بالستیک مقابله کند. در این نسخه، روش چگونگی دفاع ناحیه ای پاتریوت در برابر حملات دشمن نیز تغییر کرد. موشک جدید MIM-104B معرفی شد. ارتش ایالات متحده آمریکا به آن عنوان «ضد مختل کننده از راه دور» داده بود. این موشک شبیه موشکهای ضد تشعشع (ضد رادار) کار می کند. هنگامی که در ناحیه ای که توسط کاربر مشخص شده، شلیک می شود، چشمگیرترین ساطع کننده امواج جنگ الکترونیک را شناسایی کرده و آن را منهدم می کند. این توانمندی به پاتریوت کمک کرد تا با هواپیمای جنگ الکترونیک از راه دور، درگیر شده و آن را منهدم کند.

نسخه ارتقا یافته دیگر پاتریوت، PAC-2 است. این نسخه در اواخر دهه ۱۹۸۰ توسعه داده شد. در این نسخه نخستین ارتقاء اصلی موشک معرفی شد. این سامانه موشکهای MIM-104C و MIM-104D را با برد حدود ۱۶۰ کیلومتر شلیک می کند. سامانه های پدافند هوایی پاتریوت که به PAC-2 ارتقا یافته اند، علیه موشکهای بالستیک کارآمدتر اند. سامانه PAC-2 نخستین بار در سال ۱۹۸۷ مورد آزمایش قرار گرفت. این سامانه در سال ۱۹۹۰ در اختیار واحدهای ارتش آمریکا قرار گرفت. در جریان جنگ نخست خلیج فارس، این سامانه به خاورمیانه اعزام شد. در جریان این جنگ، پاتریوت به عنوان یک سامانه پدافندی ضد موشک بالستیک معرفی شد. آتشبارهای گوناگون پاتریوت به عربستان سعودی و مناطق اشغالی رژیم صهیونیستی اعزام شد. این سامانه ها برای محافظت از شهرها و اهداف راهبردی علیه موشکهای بالستیک عراقی اعزام شده بودند. نسخه های ارتقا یافته سامانه های پدافند هوایی PAC-2 تا به امروز مورد استفاده قرار می گیرند.

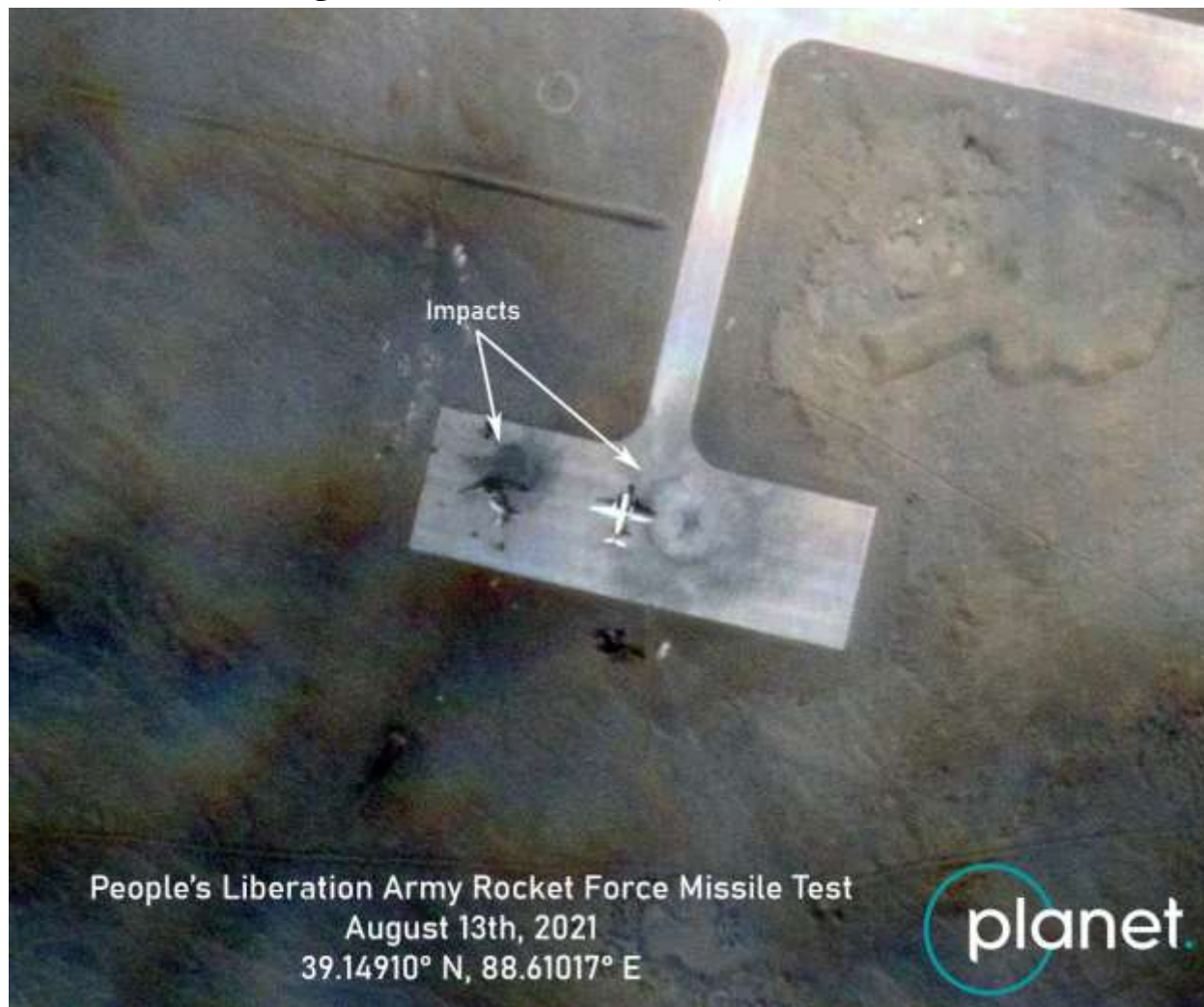
نسخه ارتقا یافته دیگری برای پاتریوت به نام PAC-3 وجود دارد. سامانه PAC-3 دارای توانمندیهای بهبود یافته بیشتری علیه موشکهای بالستیک است. تقریباً همه بخشهای این سامانه ارتقا پیدا کرده است. موشک جدید MIM-104F در آن معرفی شده است. این موشک از موشکهای قدیمی تر پاتریوت، کوچکتر است. در یک محفظه منفرد، چهار فروند موشک قرار می گیرد. بنابراین، یک سکوی منفرد، به جای ۴ موشک، حاوی ۱۶ فروند موشک است. موشکها بردی برابر با حدود ۴۰ کیلومتر، و ارتفاع درگیری برابر با ۲۰ کیلومتر دارند. برد شناسایی و ردگیری رادار آن نیز افزایش یافته است.

منبع:

<http://www.military-today.com/missiles/patriot.htm>

تحلیل آزمایش پروازی دو فروند موشک چینی هواسریش آبرصوتی DF-17

در اوایل این هفته، حساب توئیتری @CASI_Research درباره یک آزمایش موشکی نیروی موشکی ارتش آزادیبخش خلق چین، در تاریخ ۱۳ آگوست (۲۳ مرداد ۱۴۰۰) مطلبی را نوشت که رسانه های چینی، آزمایش نوع جدیدی از موشکها را گزارش کرده بودند. بنابراین من از کاربر توئیتر @Planet خواستم تا تصویری ماهواره ای از این سایت موشکی را در اختیار من قرار دهد.



آزمایش موشکی نیروی موشکی ارتش آزادیبخش خلق چین، تاریخ ۱۳ آگوست ۲۰۲۱ (۲۳ مرداد ۱۴۰۰)، موقعیت جغرافیایی 39.14910°N و 88.61017°E .

نیروی موشکی ارتش آزادیبخش خلق چین، دو موشک را به سمت اهداف هواپیمایی به اندازه هواپیمای E-2 Hawkeye (چشم شاهین) شلیک کرد.



یکی از موشکها به هدف اصابت کرد و دیگری به فاصله ۳۰ متری از مرکز هواپیما اصابت کرد. روزنامه واشنگتن پست گزارش کرد که هر دو موشک به هدف اصابت کرده است، اما روشن است که چنین چیزی درست نیست. همانگونه که حساب توئیتری @CASI_Research گزارش کرده؛ الف) مبتنی بر نواحی که در آن زمان برای پروازهای هوایی بسته شده بودند، احتمالاً موشکها از میدان موشکی جیلانتی در فاصله حدود ۱۴۰۰ کیلومتر دورتر از نقطه هدف، شلیک شده اند. ب) تیپ موشکی که مشخص شده، شماره ۶۱۳ بوده است، واحدی که هم اکنون در شانگارو، استان جیانگسی، مستقر است و به موشک DF-15 (برد حدود ۸۰۰ کیلومتر) مجهز است.



اما با توجه به بردی که با آن سروکار داریم (۱۴۰۰ کیلومتر) استفاده از موشک DF-15 نامحتمل به نظر می رسد. این امکان وجود دارد که تیپ موشکی ۶۱۳ هم اکنون به موشک DF-17 یا سامانه موشکی دیگری که هنوز رونمایی نشده است، مجهز شده باشد. اگر این موشکها DF-17 باشد، آنگاه تیپ موشکی ۶۱۳ سومین تیپ موشکی است که به این موشک مجهز شده یا در فرآیند تحویل گیری این موشک قرار دارد.



با توجه به این که اخیراً از سامانه موشکی DF-17 رونمایی شده، این می تواند یک گسترش سریع در تعداد سکوه‌های سامانه DF-17 به شمار رود.



یک فرزند هواپیمای اضافی به طور سالم در مرکز این ناحیه، سمت چپ هواپیمای مورد هدف واقع شده، قرار گرفته است. این مثال به خوبی اهمیت استفاده از مناطق وسیع و پراکنده برای استقرار مواضع و تجهیزات را نشان می دهد. (تصویر برگرفته از حساب توئیتری @Planet)

البته ممکن است این هواپیما در تصویر دوم، پس از آزمایش موشکی در این ناحیه مستقر شده باشد. صرف نظر از اصابت مستقیم، در مجاورت نقطه اصابت نیز این هواپیما ممکن بود تخریب شده به شدت آسیب ببیند. من واقعا فکر می کنم که لاشه دست کم یکی از هواپیماهای کوچک در جنوب مقر، نزدیک به لکه سفید قرار دارد. با بزرگنمایی آن، به نظر می رسد که یک دم آنجا باشد. امیدوارم بتوانم یک تصویر ماهواره ای از ۱۹ آگوست از آنجا (توسط حساب توئیتری @Planet) بگیرم.



با استفاده از تکنیک ترکیب دو تصویر، می توان نمایش تصویری سریعی از موقعیتهای نقاط اصابت را فراهم کرد.

منبع:

https://twitter.com/dex_eve/status/1433855484600020996

موقعیت ایستگاه های هشدار اولیه پدافند موشکی چین کجاست؟ چشمان آسمان به شما می گویند.

گروه جاسوسی از منابع آزاد وبگاه «هند امروز» از طریق تصاویر ماهواره ای به سامانه های اصلی هشدار اولیه چین که علیه هند مجهز شده اند، نگاهی دقیقتر انداخته است.



سرهنگ وینایاک بهات (بازنشسته)

۱۱ آگوست ۲۰۲۰



کار پژوهشی چین بر روی رادارهای آرایه فازی بزرگ (LPR) در اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. موازنه قدرت اخیر با چین در منطقه مورد مناقشه لاداخ، ابعاد جدیدی از جنگ را برای جبهه جلویی به ارمغان آورده است که توسط ارتش آزادیبخش خلق چین در مناطق شمالی و شرقی هند به کار گرفته شده است.

خبرگزاری هند امروز پیشتر استقرار هواپیمای بمب افکن مسلح H-6 در کاشگر و جنگنده ها در هوتان را گزارش کرده بود. اگرچه، مانورهای راهبردی چین در ماههای اخیر، به ویژه در ترکمنستان شرقی که اکنون زینجیانگ نامیده می شود، به نوعی هشداردهنده و نگران کننده محسوب می شود.

سیاست «پرهیز از استفاده نخستین از تسلیحات هسته ای» هند، مانع از آن می شود تا این کشور، آرایش تهاجمی به خود بگیرد، اگرچه گزارش اخیر فدراسیون دانشمندان آمریکایی (FAS) ادعا کرده که توانمندیهای هسته ای هند به گونه ای تکامل پیدا کرده که بتواند کل چین را تحت پوشش قرار دهد.

در هدف قرار دادن تسلیحات راهبردی، باید توانمندیهای پدافند موشکی دشمن، به ویژه سامانه راداری هشدار اولیه موشکی، مورد نظر قرار گرفته شود.

CHINA'S MISSILE EARLY WARNING SYSTEMS : OVERVIEW



گروه جاسوسی از منابع آزاد خبرگزاری هند امروز، از طریق تصاویر ماهواره ای، نگاهی دقیقتر به سامانه های هشدار اولیه موشکی اصلی چین که علیه هند مستقر شده اند، داشته است.

کار پژوهشی چین بر روی رادارهای آرایه فازی بزرگ (LPARS) در اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. موسسه پژوهشی فناوری الکترونیک نانچینگ، سازمان اصلی چین برای توسعه رادارهای آرایه فازی بزرگ بوده است.

نخستین رادار آرایه فازی بزرگ چین با عنوان پروژه ۷۰۱۰ در سال ۱۹۸۶ در ژوانهوا ساخته شد که در ۱۳۰ کیلومتری غرب پکن واقع است. وظیفه آشکار آن، فراهم کردن هشدار اولیه موشکهای بالستیک نیروهای راهبردی روسیه به نیروی هوایی چین بود.

KORLA LARGE PHASED ARRAY RADAR



نخستین رادار آرایه فازی بزرگ بر روی یک میز قابل چرخش در سال ۲۰۰۴ در کورلا، استان باینگول، در مرکز زینجیانگ ساخته شد، نه در کینقای، همچنان که بسیاری از گزارشهای رسانه های هندی پیشنهاد می کردند. پایگاه راداری کورلا در ۹۸۰ کیلومتری کاراکورام و ۳۸۰۰ کیلومتری از نوک جنوبی هند واقع شده است. تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که رادار آرایه شش وجهی با پهنای ۱۶ متر به نحو گسترده ای در آزمایشهای چین برای تسلیحات ضدماهواره و تسلیحات سرخورنده ابرصوتی به کار گرفته شده اند.

KORLA LARGE PHASED ARRAY RADAR



پوشش اعلام شده برای این رادار برابر با برد ۴۰۰۰ کیلومتر و زاویه مثبت و منفی ۶۰ درجه از راستای شلیک است. از اینرو این رادار می تواند نواحی بیشتری از کل هند را پوشش دهد زیرا کل ناحیه شرق تا غرب هند از موقعیت رادار آرایه فازی بزرگ مذکور، کمتر از ۱۰۰ درجه است.

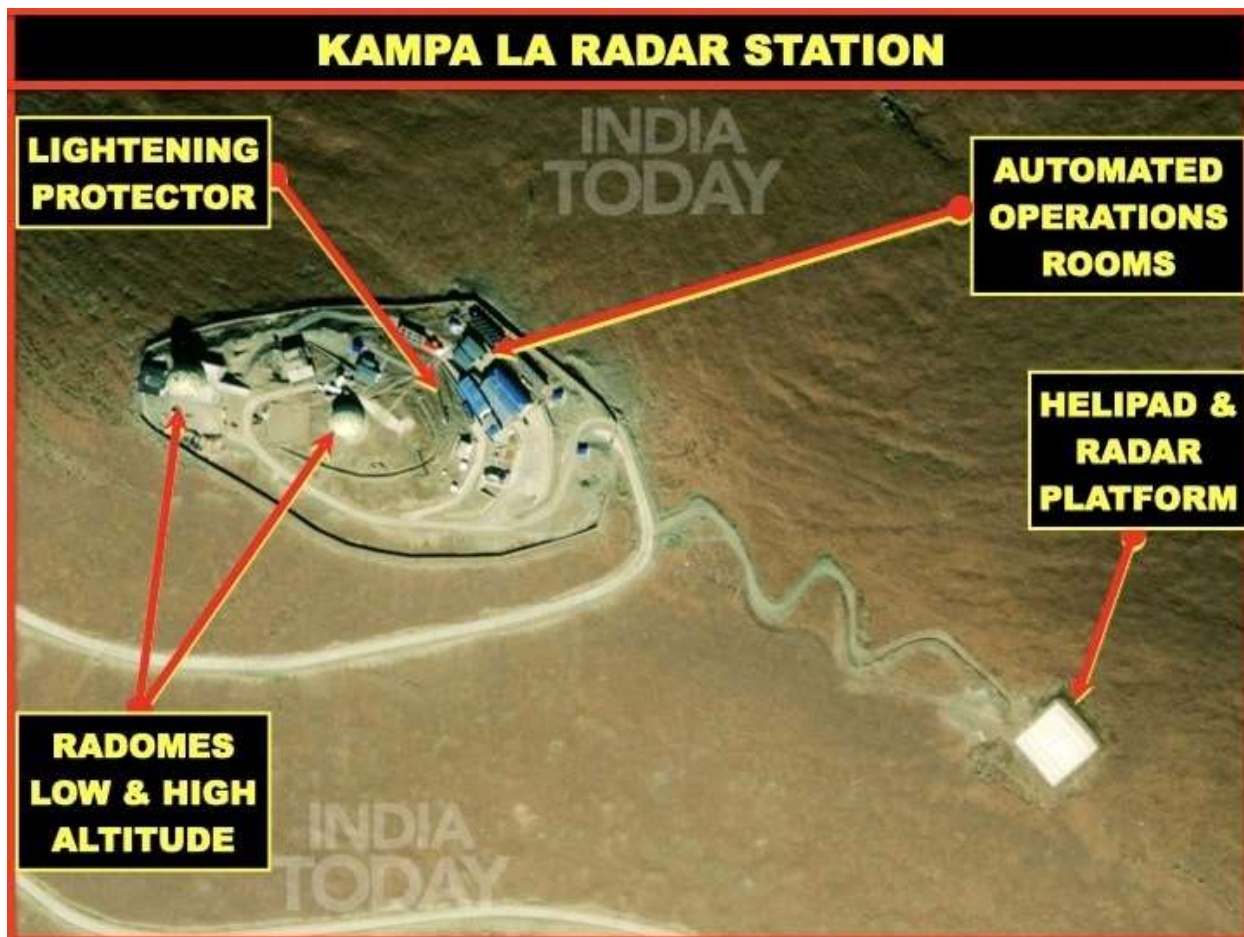
چنین رادارهایی می توانند اهدافی به کوچکی ۵ سانتیمتر را در فواصلی به مراتب طولانی تر از مقداری که گفته شده، شناسایی کنند. این رادار قطعاً می تواند اغلب موشک‌هایی که از هند شلیک می شود را شناسایی کرده و با استفاده از سامانه های تسلیحاتی مناسب تعیین شده در طرحهای پدافند هوایی، با آنها درگیر شود.

ایستگاه راداری کامپالا

ایستگاه راداری مذکور در بسیاری از مستندات رسانه های چینی به عنوان سایت راداری بالای کامپالا که بر روی دریاچه یامدروک می نگرد، مشهور است.

این ایستگاه در ارتفاع ۵۱۵۰ متری، نمایی شفاف از کوه های هیمالیا را فراهم می کند. ایستگاه راداری کامپالا در فاصله ۱۹۰ کیلومتری از مرزهای هند و ۲۷۰۰ کیلومتری از نوک جنوبی هند واقع شده است.

ایستگاه راداری کامپالا، همچنان که در تصاویر ماهواره ای دیده می شود، به رادارهایی مانند P-35 بارلاک، YLC-2A و YLC-4 به همراه satcom و یک ایستگاه زمینی مجهز است.



چین ادعا می کند که از سال ۲۰۰۸ ایستگاه راداری کامپالا کاملاً خودکار (اتوماتیک) شده است. رزمایشهای تمرینی اخیر نشان می دهد که نیروی هوایی ارتش آزادیبخش خلق چین مجهز به دستگاه ها و تسلیحات اتوماتیک است که با یکپارچگی انسان-دستگاه همراه بوده است.

این موضوع به روشنی نشان می دهد که ایستگاه راداری کامپالا به همراه با سامانه های تسلیحاتی مجهز به هوش مصنوعی، به طور خودکار قادر به شناسایی، ردیابی، درگیری، و در نهایت، انهدام هر گونه هدفی است که در محدوده برد ایستگاه واقع شده باشد. تلاشهای چین برای مقابله با موشکهای هندی مانند آگنی-۵ یا پریتوی ممکن است بسیار قوی باشد. اگرچه این موضوع، توانمندیهای هند را تغییر نمی دهد.

نیروی هوایی راهبردی هند نیاز دارد تا این تاسیسات راهبردی چین برای فایق شدن پدافند موشکی بالستیک این کشور و اصابت به اهداف مورد نظر با دقت را مدنظر قرار دهد.

(سرهنگ وینایاک بهات (بازنشسته) به عنوان یک مشاور برای خبرگزاری هند امروز کار می کند. او که یک تحلیلگر تصاویر ماهواره ای است، بیش از ۳۳ سال برای ارتش هند خدمت کرده است.)

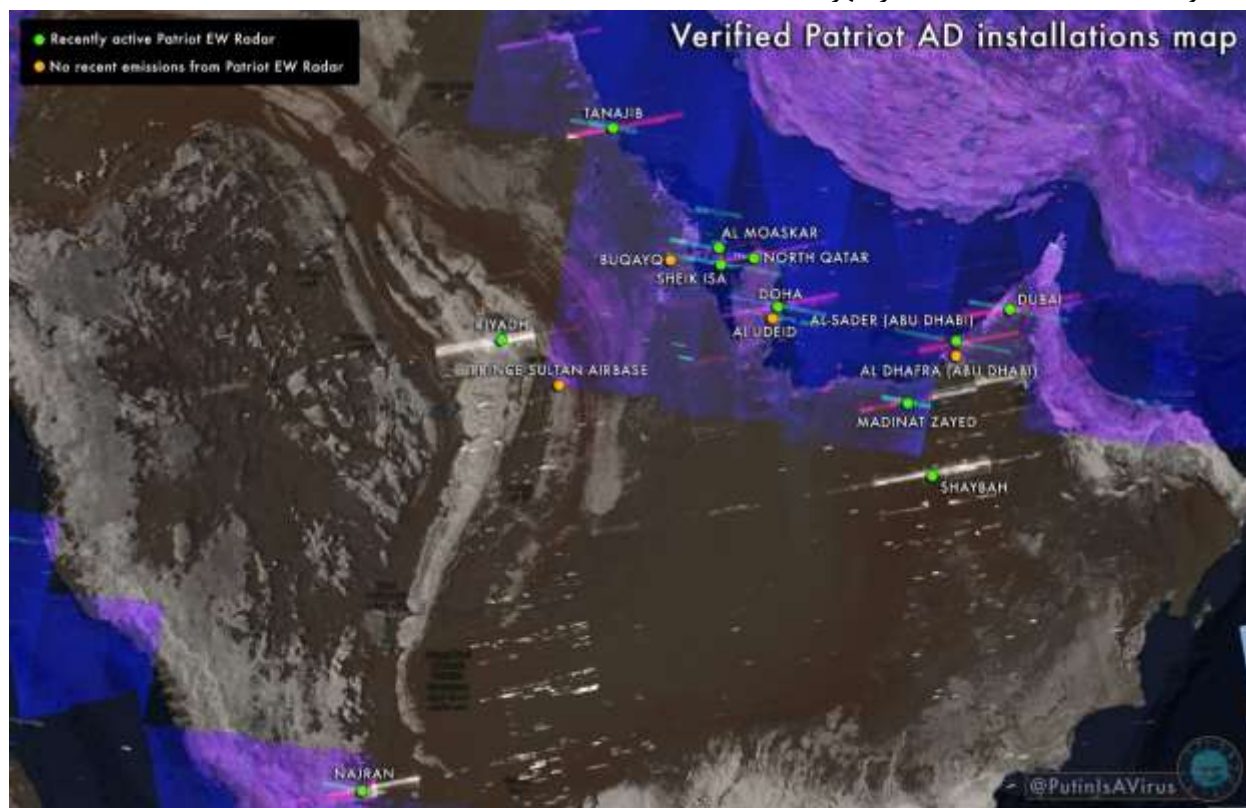
منبع:

<https://www.indiatoday.in/world/story/china-missile-early-warning-capabilities-satellite-images-1709882-2020-08-11>

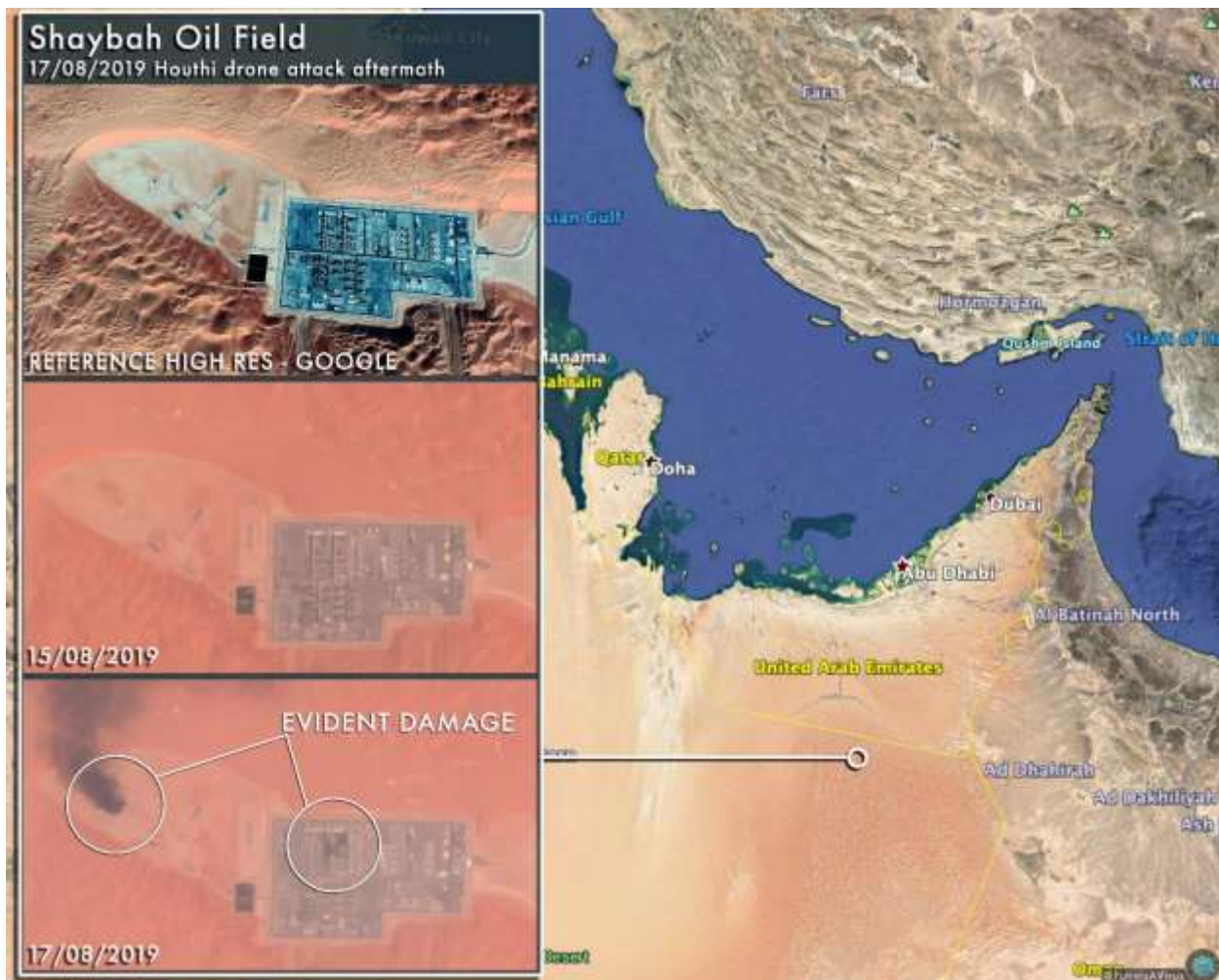
تحلیلی درباره حمله پهپادی یمن به تاسیسات نفتی عربستان سعودی

نقشه به روز شده از سایت‌های پدافند هوایی پاتریوت در ناحیه خلیج فارس، نقاط سبز رنگ مربوط به سایت‌هایی هستند که رادارهای آنها در دو ماه اخیر فعال بوده و توسط حسگر CSAR ماهواره Sentinel-1 آشکار شده اند. نکته قابل توجه آن است که رادارهای پاتریوت سایت‌های تاسیسات شیبّه، بقیق، ملک سلطان، و مدینه زائد، اخیراً فعال شده اند.

۱۷ آگوست ۲۰۱۹ ساعت ۱۱:۲۹ بعد از ظهر



تصاویر ماهواره ای آسیب‌های بسیار جدی به میدان نفتی شیبّه در عربستان سعودی پس از حملات پهپادی حوثی ها در امروز صبح را نشان می دهد.



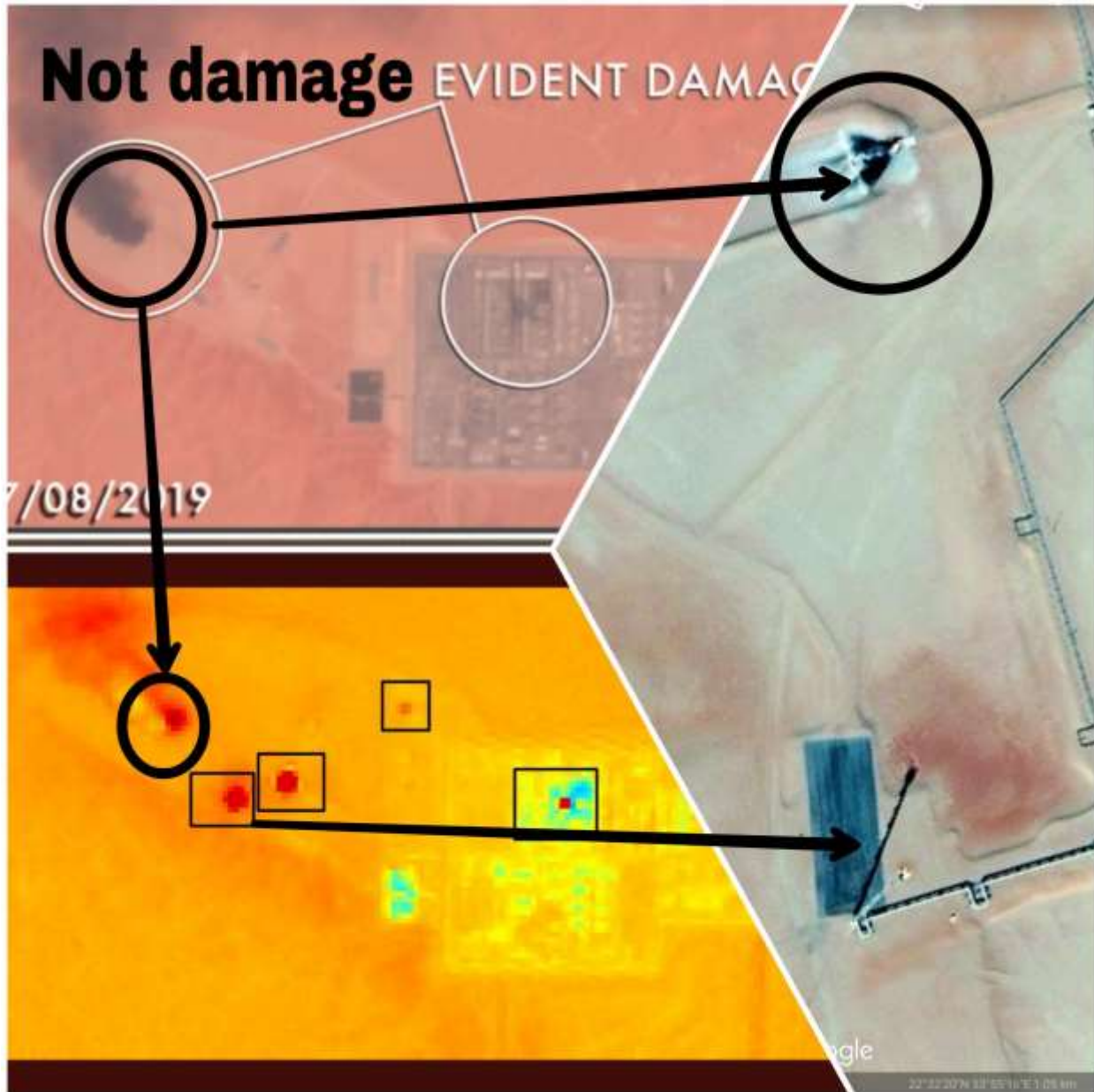
اطلاعات دیگر نشان می دهد که این تاسیسات بیش از یک میلیون بشکه نفت در روز تولید می کند که اندکی بیش از ۸ درصد از کل تولید روزانه عربستان سعودی را تشکیل می دهد. مشخصاً هدف بسیار مهمی بوده که با دقت فوق العاده ای مورد اصابت قرار گرفته است.



دود در سمت چپ، احتمالا ناشی از شعله های آتش است که مکررا در این موقعیت رخ می دهد.



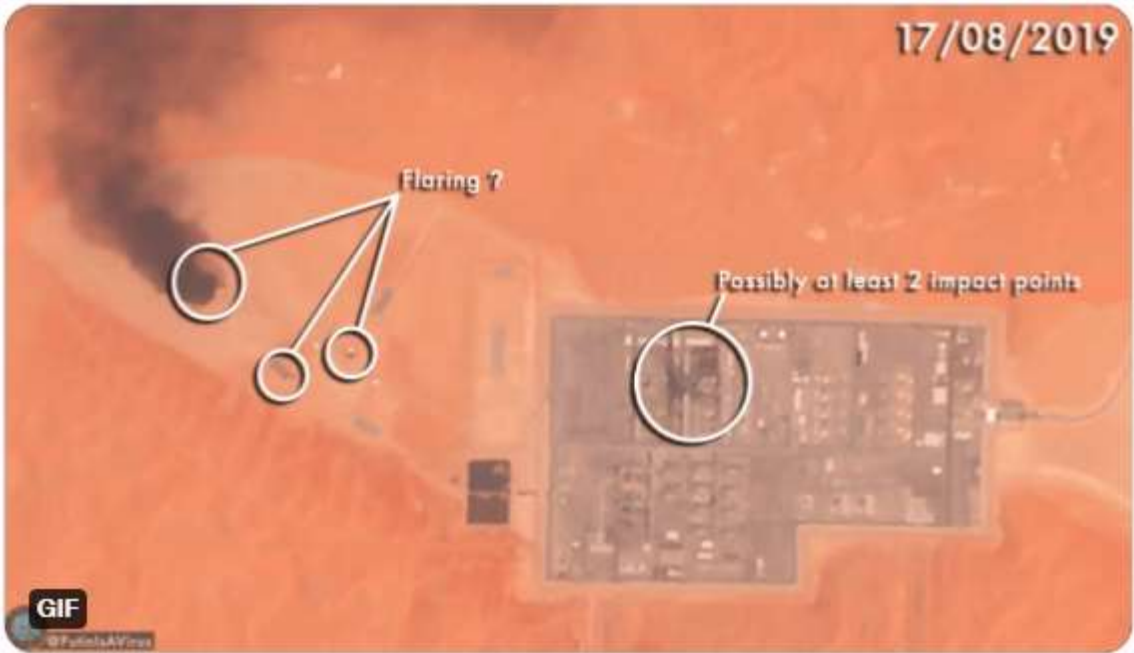
و در اینجا تصویر با کیفیت بالاتر آن آورده شده است.

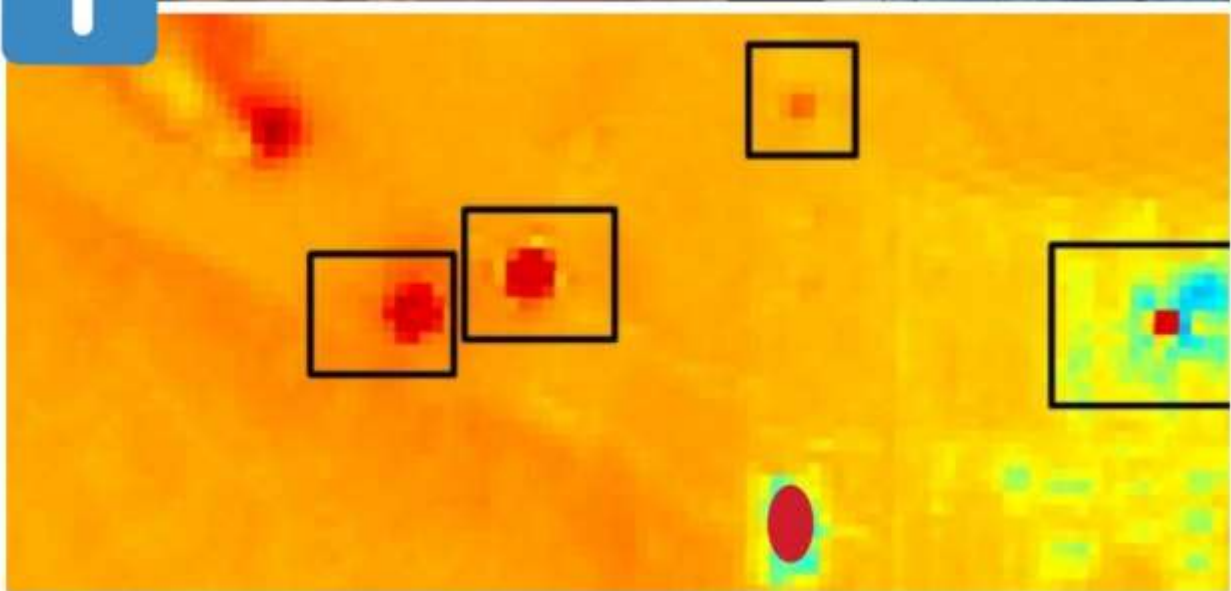
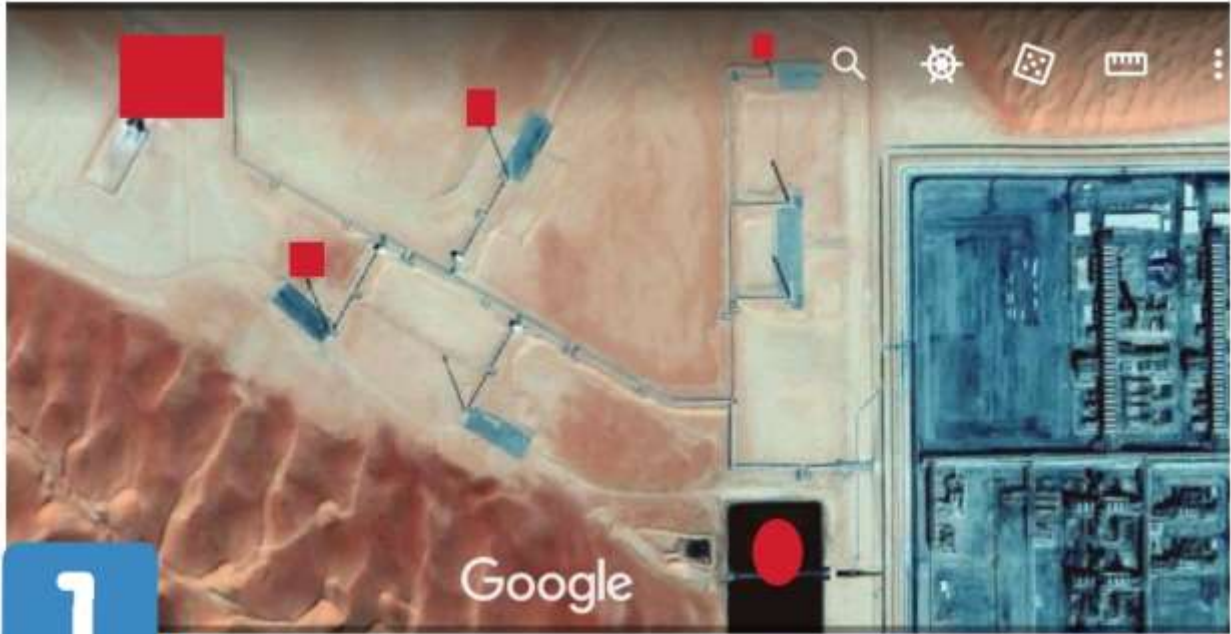


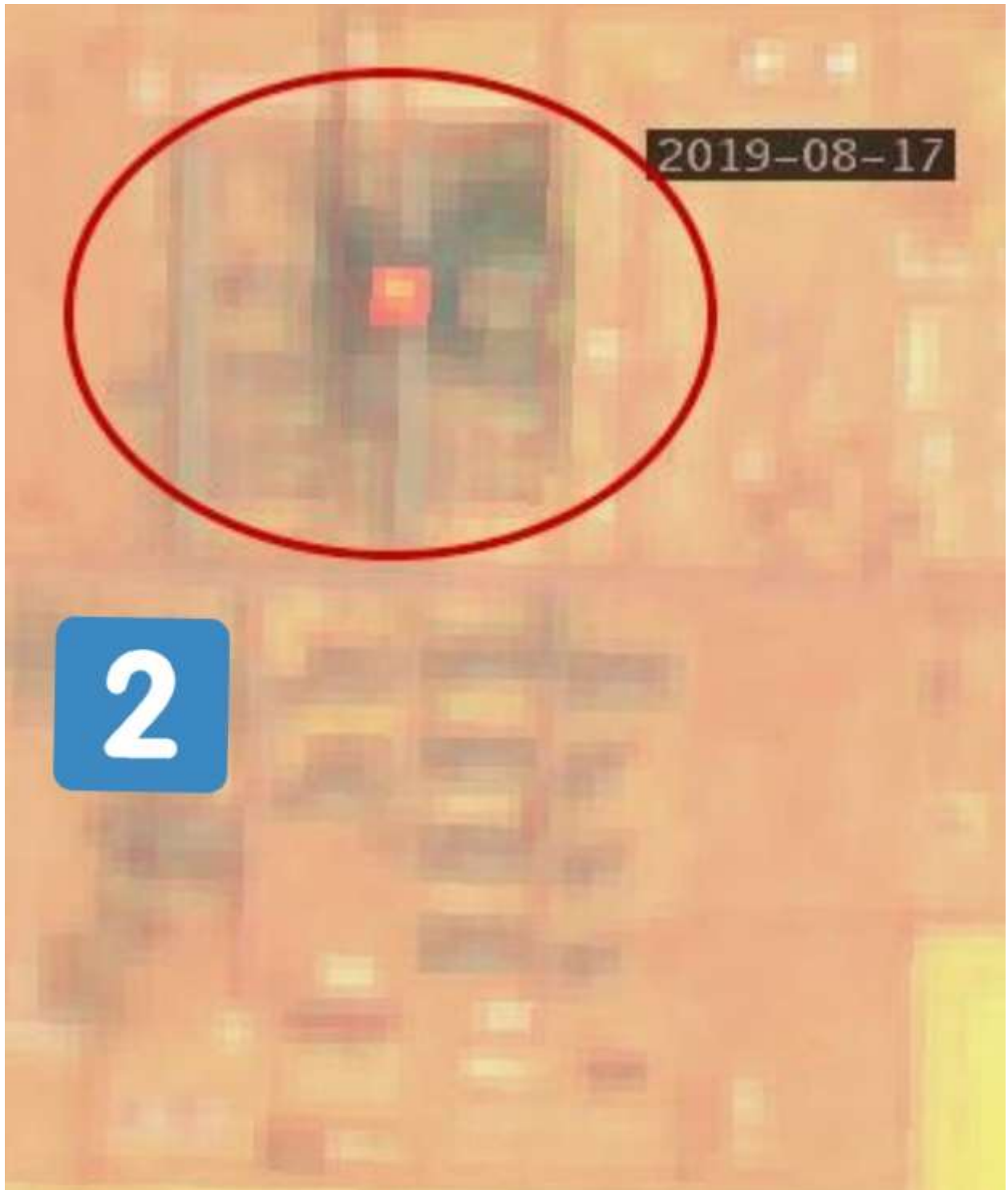
بررسی آسیبهای اعمال شده به تحلیلگر حرفه ای نیاز دارد و نمی توان بر اساس حدس و گمان نظر داد. احتمالاً درباره دود سمت چپ اشتباه می کرم و تحلیلیم را به زودی اصلاح کردم، اما همچنان هیچ دیدگاه مخالفی برای آسیب اعمالی به سمت راست نیافتم. همچنین هیچ توضیحی برای آتش سوزی غیرعادی به مدت سه روز وجود ندارد. علاقمندم تحلیل بهتری را بشنوم.

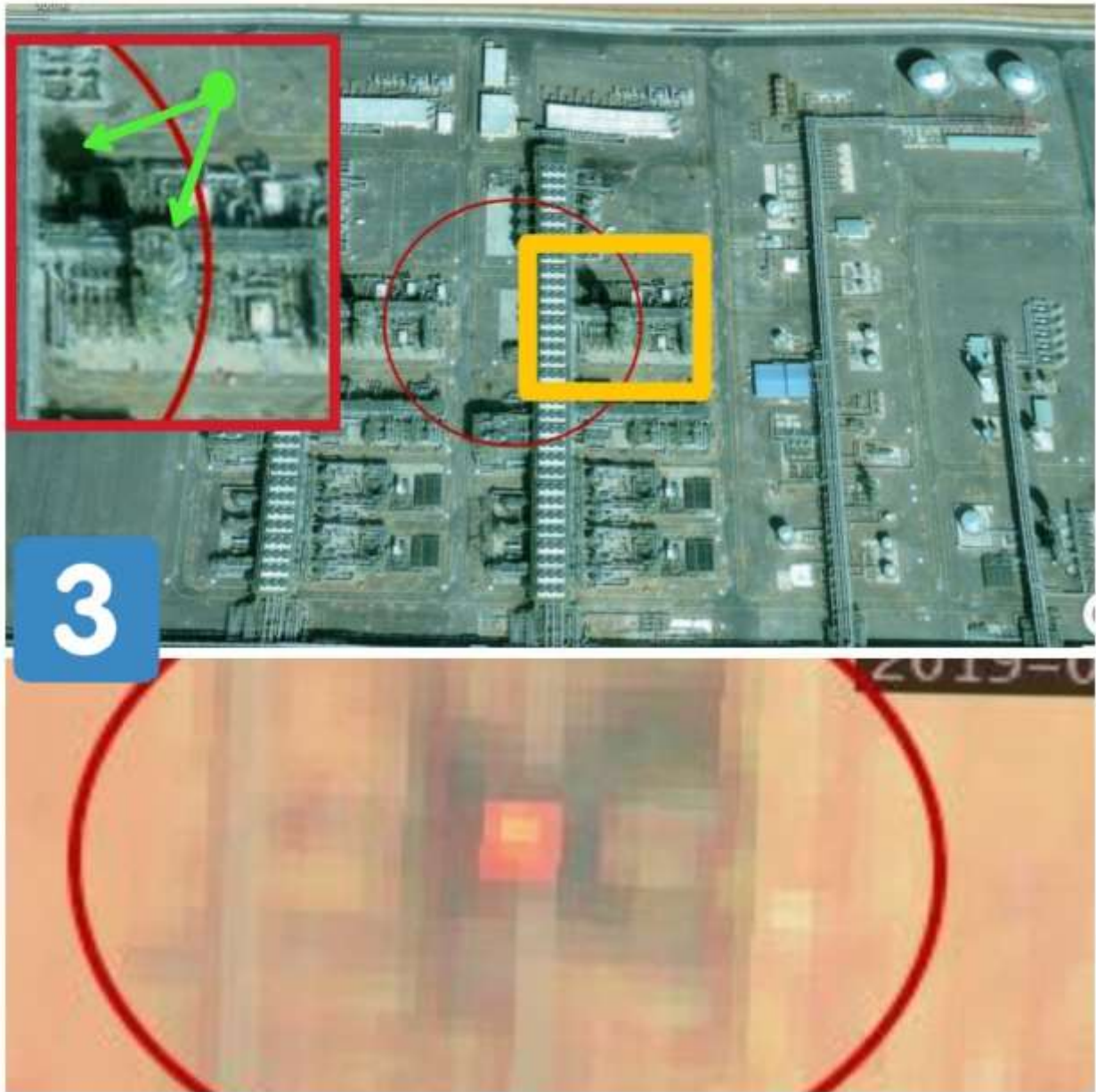
در اینجا تحلیل دقیقتری درباره آنچه که به نظر می رسد آسیب در نقاط متعدد در میدان نفتی باشد ارایه شده است. از دوستانم برای ارایه این تحلیل سپاسگزارم. (۱۸ آگوست ۲۰۱۹) ساعت ۵:۰۰ صبح









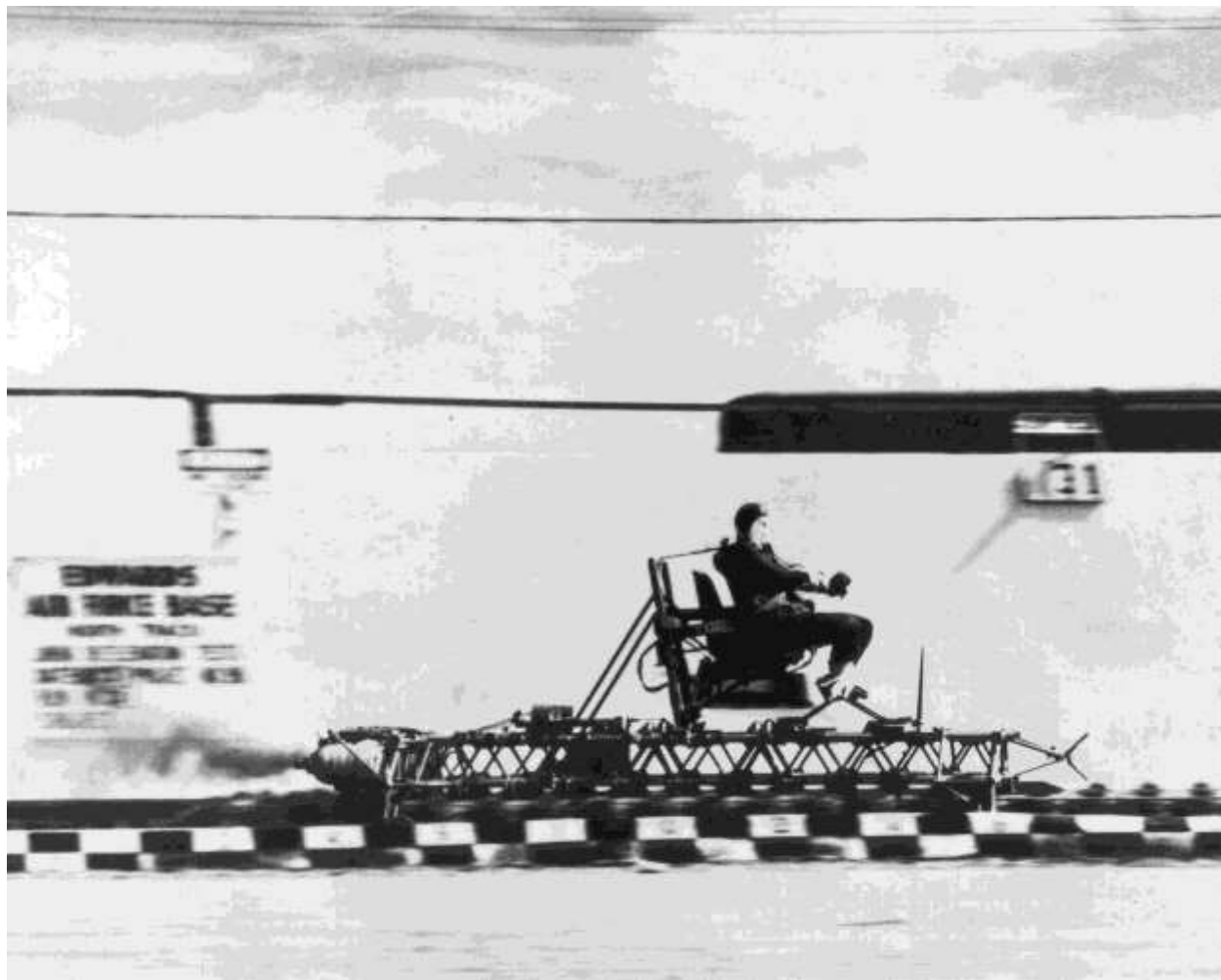


آسیب‌آزمایی‌ها برابر با ۱ درصد برآورد می‌شود. میدان نفتی همچنان در حال کار است. آسیب‌هایی که دیده می‌شود عبارتند از شعله‌ها، آب گرم، و آتش‌سوزی برج. بیش از یک پهبان مورد استفاده قرار نگرفته است.

منبع:

<https://twitter.com/PutinIsAVirus/status/1162884519889985536>

میدان آزمون دینامیک از نوع سورتمه راکتی



سرهنگ دوم جان پی. استاپ سوار بر یک سورتمه راکتی در پایگاه هوایی ادواردز سورتمه راکتی، یک سکوی آزمایش است که توسط پیشران راکت، بر روی یک مجموعه ریل سُر می خورد.



سورتمه باد صوتی شماره ۱. جان پاول استاپ در دهه ۱۹۵۰ سوار بر این سورتمه شده بود.

همانگونه که از نام آن برمی آید، سورتمه راکتی از چرخ استفاده نمی کند. در عوض، بستر لغزنده ای به نام «گفشک» دارد که به دور کله ریل به صورت منحنی قرار گرفته تا از مانع از بلند شدن سورتمه از ریل شود [۱]. پروفیل مقطع ریل از نوع ریل ویگنولس است که عموماً برای ریلهای قطار به کار می رود. در سورتمه های راکتی نمی توان از چرخ استفاده کرد، زیرا به دلیل سرعتهای بسیار بالایی که چرخ تجربه خواهد کرد، نیروی گریز از مرکز، چرخ را تکه تکه خواهد کرد. سورتمه راکتی، بالاترین رکورد سرعت وسیله نقلیه زمینی جهان را داراست که مقدار آن برابر با ماخ ۸.۵ است.

کاربرد



سورتمه ای که به ماخ ۸.۵ رسیده است.



ریل پایگاه هوایی هولومَن به طول ۱۵.۵ کیلومتر

گزارش شده که در روزهای پایانی جنگ جهانی دوم یک سورتمه راکتی توسط آلمانی ها برای پرتاب یک راکت راهبردی بالدار **A4b** از تونل در تاریخ ۱۶ مارس ۱۹۴۵ مورد استفاده قرار گرفته است. در اوایل دوران جنگ سرد از سورتمه های راکتی به نحو گسترده ای برای شتاب دادن تجهیزات مورد نظر آزمایش مستقیم تجربی (و خطرناک) هواپیمای خلبان دار به کار گرفته شد. تجهیزات مورد نظر برای آزمایش در شرایط شتاب بالا یا سرعت بالا در هوا به همراه وسایل و ابزارهای مناسب ثبت و تله متری داده ها، بر روی سورتمه راکتی مورد آزمایش قرار می گرفتند. آزمایش سامانه ها و فناوری صندلی پران پیش از به کارگیری در هواپیماهای آزمایشی یا عملیاتی، یک کاربرد متداول سورتمه راکتی در پایگاه نیروی هوایی هولومَن بود. شاید مشهورترین ریلهای سورتمه راکتی، پایگاه نیروی هوایی ادواردز بوده که برای آزمایش موشکها، صندلیهای پران فراصوتی، هندسه های هواپیما و تاثیرات شتابهای مثبت و منفی بر افراد مورد استفاده قرار گرفته است. ریل سورتمه راکتی در پایگاه نیروی هوایی ادواردز، باز شده و برای افزایش طول ریل در پایگاه نیروی هوایی هولومَن مورد استفاده قرار گرفت تا طول آن به تقریباً ۱۰ مایل (۱۶ کیلومتر) برسد.

سورتمه های راکتی بدون سرنشین برای آزمایش اجزای موشکها بدون نیاز به پرتاب پرهزینه موشکهای واقعی مورد استفاده قرار می گیرد. رکورد جهانی سرعت برابر با ۸.۵ ماخ (۶۴۱۶ مایل بر ساعت یا ۱۰۳۲۵ کیلومتر بر ساعت) با استفاده از یک سورتمه راکتی

چهار مرحله ای در پایگاه نیروی هوایی هولومن در تاریخ ۳۰ آوریل ۲۰۰۳ ثبت شده که بالاترین سرعتی است که توسط یک وسیله نقلیه زمینی به دست آمده است [۲].

مثالها

| نام | موقعیت | کشور | طول (کیلومتر) | طول سورتمه (متر) | نوع ریل | جوش خورده یا جدا جدا | افتتاح شده | بازسازی شده | تعطیل شده | موقعیت جغرافیایی / توضیحات |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------|------------------|---------|----------------------|------------|-------------|-----------|-------------------------------------------------------|
| ریلهای ۱ و ۲ میدان آزمایش پرسرعت هولومن | پایگاه نیروی هوایی هولومن، آلاماگوردو، نیومکزیکو | ایالات متحده آمریکا | ۱۵.۵۳۶ | ۲.۱ | ۱۷۱ | جوش خورده | ۱۹۵۴ | | | شمالی-جنوبی، 32.8881N, 106.1502W |
| میدان پژوهشی مهمات دریایی فراصوتی | پایگاه تسلیحات هوایی- دریایی، دریاچه چین، کالیفرنیا | ایالات متحده آمریکا | ۶.۵۷ | ۱.۴۴ | ۱۷۱ | جوش خورده | ۱۹۵۳ | ۲۰۰۶ | | شمالی-جنوبی |
| میدان آزمایش پرسرعت هولومن | پایگاه نیروی هوایی هولومن، آلاماگوردو، نیومکزیکو | ایالات متحده آمریکا | ۶.۱۵۷ | ۰.۶۶۸ | ۱۷۱ | جوش خورده | | | | شمالی-جنوبی |
| میدان سورتمه راکتی پرسرعت تطویل شده | پایگاه نیروی هوایی ادواردز، کالیفرنیا | ایالات متحده آمریکا | ۶.۰۹۶ | | ۱۷۱ | جوش خورده | ۱۹۴۹ | ۱۹۵۹ | ۱۹۶۳ | از ریلهای آن برای افزایش طول میدان هولومن استفاده شد. |
| میدان پژوهشی هوایی نظامی فراصوتی | شرکت سامانه های پیشرانس محصولات درونی هواپیما، ایالت اوتا | ایالات متحده آمریکا | ۳.۶۵۸ | ۱.۴۳۵ | ۱۰۵ | جوش خوردن | ۱۹۵۵ | | ۱۹۶۱ | اکنون مالکیت خصوصی داشته و عملیاتی است. |
| سندیا ۲ | پایگاه نیروی هوایی کرت لندن، نیومکزیکو | ایالات متحده آمریکا | ۳.۰۴۸ | | | | ۱۹۶۶ | ۱۹۸۵ | | شمالی - جنوبی |
| روسیه | ۵۰ کیلومتری زوزدا | روسیه | ۲.۵ | | | جدا جدا | | | | |
| B-4 | پایگاه تسلیحات هوایی- دریایی، دریاچه چین، کالیفرنیا | ایالات متحده آمریکا | ۲.۰۷۲ | ۱.۴۴ | ۷۵ | جوش شده | ۱۹۴۰ | | | |
| مارتین بیکر | لانگفورد لاج، ایرلند شمالی | بریتانیا | ۱.۸۹ | ۰.۷۶۲ | ۸۰ | | ۱۹۷۱ | | | مالکیت و اداره خصوصی توسط مارتین بیکر |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------|-----------|---------------------|---------|-------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | ۱۰۳ | ۰.۳ | ۱.۵ | بریتانیا | کوئینتیک، پندین، ولز | میدان آزمایش پندین لانگ |
| | | | | تکه تکه | تیر مقطع مربع | مونوریل | ۱.۲ | فرانسه | بیسکاروس، فرانسه | مرکز دسا دسلاند، تک ریل |
| | | | | جوش خورده | ۱۷۱ | ۰.۸۶ | ۹۱۴ | ایالات متحده آمریکا | پایگاه تسلیمات هوایی - دریایی، دریاچه چین، کالیفرنیا | G4 |
| | | | | جوش خورده | ۱۷۱ | ۰.۱۴۳ | ۰.۶۰۹ | ایالات متحده آمریکا | پایگاه نیروی هوایی انگلین، ساحل والتون، فلوریدا | میدان انگلین |
| | | | ۱۹۵۱ | | | | ۰.۶۰۹ | ایالات متحده آمریکا | پایگاه نیروی هوایی کِرت لند، آلبوکوثرک، نیومکزیکو | سندیا ۱ |

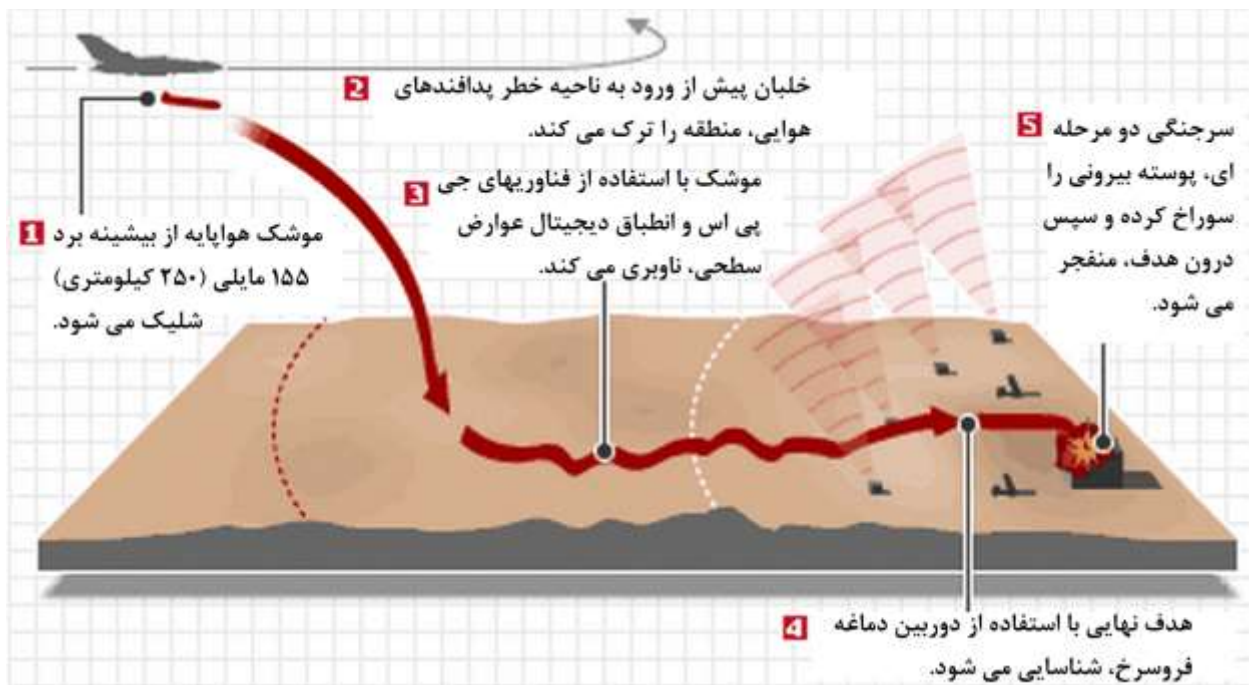
منبع:

ویکی پدیا

درآمدی بر تسلیحات هدایت شونده نقطه زن

خودآموز هدایت و کنترل

دستنامه ای برای فراهم کردن اطلاعات خودآموز و داده هایی درباره تسلیحات هدایت شونده نقطه زن تسلیحات هدایت شونده نقطه زن یا تسلیحات هوشمند، عرصه جدیدی در جنگ افزارها محسوب می شوند. سلاح هوشمند، سلاحی است که می تواند مسیر پروازی خود را مبتنی بر اطلاعات جدید محل مقصد، تغییر دهد. هدف از این دستنامه، ارائه توضیح به روشی تقریباً ساده درباره این است که چگونه تسلیحات هوشمند به هدایت نقطه زنی دست می یابند. در این جلد از دستنامه برخی از مفاهیم و تکنیکهای بنیادین به کار رفته در طراحی و عملکرد سامانه های هدایتی ارائه شده است. هدف از این ارائه، فراهم کردن اطلاعات زمینه ای برای کسانی است که به این حوزه عمومی علاقمند اند و برای چنین خوانندگانی فراهم شده است. این دستنامه حاوی تحلیلهای ریاضی یا پرداختن به جزئیات فنی نیست. پرداختن به جزئیات بیشتر در این عرصه گسترده، نیازمند نوشتاری بسیار مفصل تر بوده و مخاطبان متفاوتی نیز خواهد داشت.



۱. مقدمه

تسلیحات هدایت شونده نقطه زن (PGM) یا تسلیحات هوشمند در جنگ افزارهای نوین، عرصه جدیدی محسوب می شوند به گونه ای که افراد اندکی واقعا می دانند که آنها چیستند یا چگونه کار می کنند. این شناخت با واژگان تخصصی جدید مربوط به فناوریهای مورد استفاده برای توصیف تسلیحات هوشمند گوناگون، دچار پیچیدگی شده است. هدف از این خودآموز، کمک کردن به کسانی است که به شناخت این فناوری علاقمند اند و می خواهند شناخت خود درباره تسلیحات هوشمند را بهتر کنند. پیچیدگی تسلیحات هوشمند و گستره واژگان تخصصی مربوطه، به طور خلاصه در شکل ۱ آورده شده است. بسیاری از متغیرهایی که مربوط به مشخصات عملکردی گوناگون تسلیحات هدایت شونده نقطه زن است در این شکل آورده شده است. در سرتاسر این دستنامه به این شکل ارجاع داده خواهد شد. تلاش می شود که هر واژه، تعریف شده یا با مشخصات عملکردی منحصر به فرد تسلیحات هدایت شونده نقطه زن، مرتبط شود. همچنین بخش زیادی از واژگان به کار رفته برای توصیف تسلیحات هوشمند از این شکل برگرفته خواهد شد. نمودارهای

مشخصات عملکردی تسلیحات هدایت شونده نقطه زن گوناگون که در جلد دوم این دستنامه آورده شده است، از همان ادبیات ارایه شده در شکل ۱ استفاده خواهد کرد. هر گونه فناوری خاص دیگر در واژه نامه انتهای این خودآموز تعریف شده است. ظهور تسلیحات هدایت شونده دقیق، گستره ای از واژگان تخصصی جدید مرتبط با تسلیحات هوشمند را ایجاد کرده است. این واژگان تخصصی جدید، حجم انبوهی از مترادفهای جدید مربوط به آنها را نیز به همراه آورده است.



شکل ۱ خلاصه ای کلی از مشخصات تسلیحات هدایت شونده دقیق

در بخشهای بعد دلایل توسعه تسلیحات هوشمند، فراهم کردن توصیفی برای عملکرد پایه ای آنها، مروری بر متغیرهای مربوطه در طراحی سامانه، و کنکاش درباره روند توسعه های آینده ارایه خواهد شد. طرح تفصیلی ساختار نمودارهایی که عملکرد تسلیحات هدایت شونده دقیق خاص را توصیف می کند در جلد ۲ این دستنامه آورده شده است.

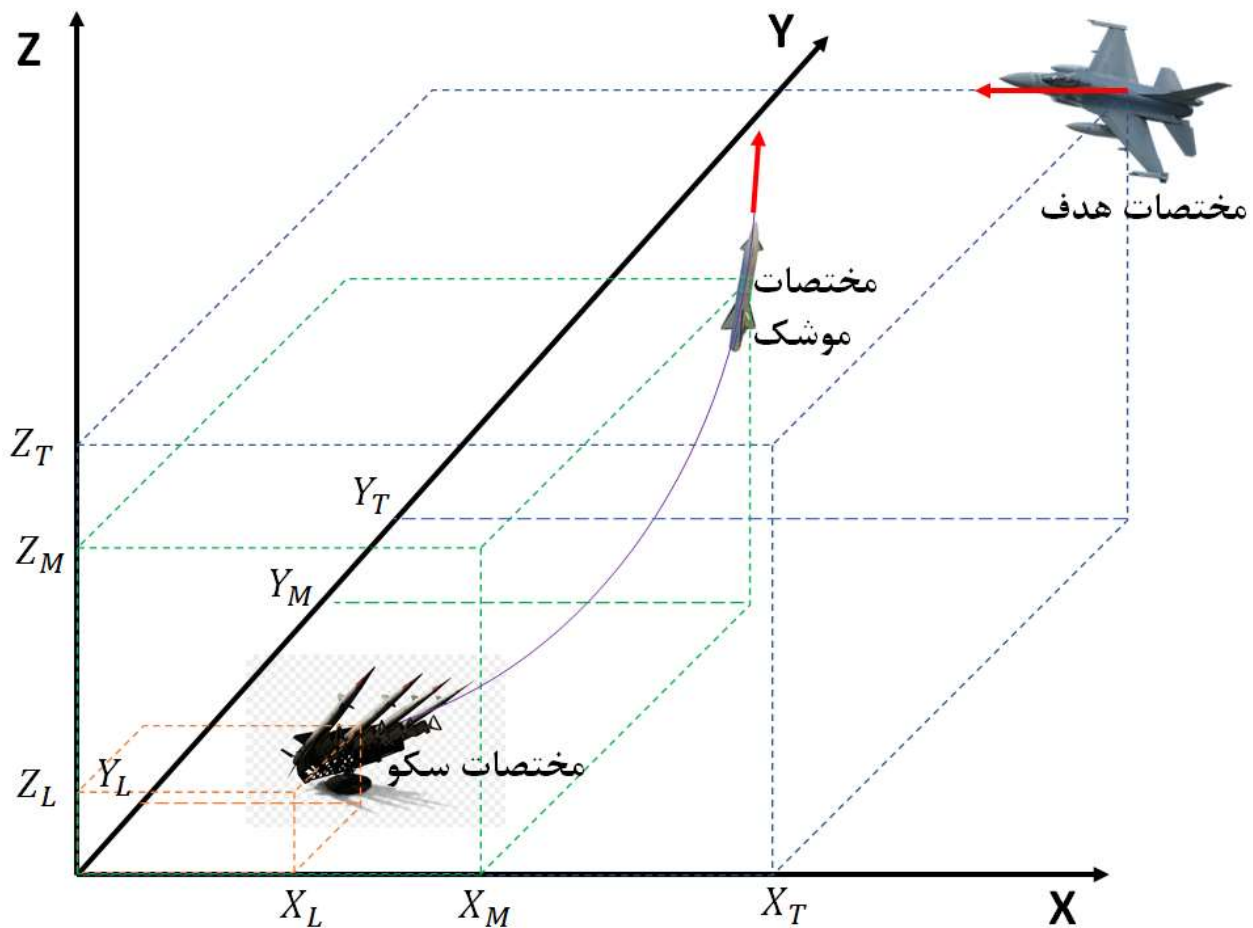
۲. چرا تسلیحات هوشمند؟

سلاح هوشمند به سلاحی گفته می شود که بر مبنای اطلاعاتی که در حین پرواز دریافت می کند، می تواند مسیر خود را تغییر داده یا واکنش نشان دهد تا به هدف خود اصابت کند. این توانمندی مربوط به تغییر مسیر تعمدی در حوزه فنی کلی تر هدایت و کنترل قرار می گیرد. همانگونه که در شکل ۱ نیز نشان داده شده، رده های بسیار متفاوتی از تسلیحات می توانند از هدایت و کنترل بهره گیرند که عبارتند از موشکها، پرتابه ها (گلوله ها)، بمبها، ریزمهمات، خیمپاره ها، و اژدرها.

به عنوان گام نخست در ساده سازی مفاهیم تسلیحات هدایت شونده نقطه زن، واژه «موشک» که در این خودآموز به کار رفته، نمایشگر کلی هرگونه سامانه هدایت شده ای است که حاوی سرجنگی است یا از انرژی جنبشی خود برای انهدام هدف بهره می گیرد. هدف اصلی از هدایت و کنترل در همه این کاربردها، فراهم کردن دستوراتی برای کنترل مسیر پروازی موشک است. هدف

کلی هدایت و کنترل در یک سلاح، مرتبط کردن مختصات X ، Y و Z موشک به مختصات پرتابگر و مختصات هدف است، به گونه ای که در آغاز پرواز، مختصات موشک با مختصات پرتابگر آن منطبق است و در پایان پرواز، مختصات موشک با مختصات هدف منطبق شود. این موضوع در شکل ۲ نشان داده شده است. دقت انطباقی که میان مختصات موشک و هدف در پایان پرواز ایجاد می شود بر حسب عبارات احتمال خطای دایروی (CEP)، فاصله خطا، یا احتمال اصابت، می تواند بیان شود. این واژگان به طور تفصیلی در بخش ۴ مورد کنکاش قرار خواهد گرفت.

در پرواز آزاد، یا بدون هدایت، سامانه ای مانند راکت، پرتابه، خمپاره، یا گلوله، احتمال خطای دایروی (CEP) (معیاری از پراکندگی پیرامون نقطه هدف) تابعی از خطاهایی در پرتاب و در حین پرواز است. این خطاها شامل: خطاهای موقعیت هدف، خطاهای نشانه روی، خطاهای انحراف پرتابگر، خطاهای بالستیک، و خطاهای اغتشاشات جوی می باشد. طراحی یک سامانه نیازمند یک بودجه خطا برای تعیین اثرات جمعیتی همه این خطاها است. هرچه بودجه خطا بزرگتر باشد، CEP بزرگتر خواهد بود. به محض اینکه یک سلاح هدایت نشونده پرتاب می شود، نمی توان خطاهای ذاتی آن را اصلاح کرد. برای اصلاح تعدادی از این خطاها معمولاً تنظیماتی میان فروندها در پرتابگر انجام می شود. به غیر از این تنظیمات، تنها روش برای جبران بی دقتی یک سامانه پرواز آزاد، شلیک فروندهای فراوان است.



شکل ۲ مختصات X ، Y و Z مربوط به سکو، موشک و هدف

یک سامانه هدایت نشونده نیز دارای بودجه بندی خطا است، اما این نوع سامانه ها هنگام پرواز، بسیاری از خطاهایی که یک سلاح هدایت نشونده تجربه می کند را اصلاح می کند. اطلاعات به روز شده درباره موقعیت موشک نسبت به هدف و/یا سکوی پرتاب، برای

کاهش مقدار CEP و افزایش احتمال مرگزایی به کار می رود. با افزایش دقت، به تعداد فرزند کمتری برای اصابت به هدف نیاز می باشد.

آرایش پیکره بندی خمپاره هدایت شونده ۸۱ میلیمتری



از اینرو به طور کلی، تسلیحات خنگ (بدون هدایت)، که احتمال اصابت پایینتری به هدف دارند، خنگی (بدون هدایت بودن) خود را باید با تعداد شلیک بیشتر جبران کنند. برای دستیابی به همان میزان انهدام، به تسلیحات هوشمند کمتری نیاز می باشد. اگرچه، تسلیحات هوشمند، گرانتر اند. یک تحلیل مصالحه باید میان تعداد و هزینه تسلیحات انجام شود. به طور مثال، پنج سلاح هوشمند، هر کدام با قیمت ۱۰ هزار دلار، می تواند از منظر هزینه، برای انهدام یک هدف مشخص، مقرون به صرفه تر از ۵۰۰ سلاح خنگ باشد که هزینه هر کدام ۳۰۰ دلار بوده است. این مقایسه مصالحه میان تسلیحات خنگ و هوشمند به نحو چشمگیری در جنگ ویتنام جنوبی به نمایش گذاشته شد. در خصوص یک پل خاص، طی ۱۰۰ سورتی پرواز، هزاران پوند بمب خنگ با CEP برابر با حدود ۱۰۰۰ فوت (۳۰۰ متر) نتوانست مانع از این شود که ویت گنگها نتوانند به سرعت آسیبهای جزئی اعمالی به پل را ترمیم کنند. پل معمولاً در مدت یک یا دو روز به وضعیت کاربری باز گردانده می شد. سه سورتی پرواز با استفاده از بمبهای هدایت شونده لیزری با CEP برابر با ۱۰ تا ۲۰ فوت (۳ تا ۶ متر) منجر به چنان تخریب شدیدی در پل شد که استفاده از پل برای همیشه غیرممکن شد.

از آنجا که به تعداد سلاح هوشمند کمتری برای انهدام تعداد مشخصی از اهداف مورد نیاز است در حالی که به تعداد بسیار زیادی تسلیحات خنگ برای همین منظور مورد نیاز است، از اینرو تعداد سربازان کمتری برای بهره برداری، تامین و به کارگیری تسلیحات هوشمند مورد نیاز است. به بیان دیگر، تعداد اندک سربازان با تسلیحات هوشمند به لحاظ تئوری می تواند تعداد اهدافی را منهدم کنند که تعداد فراوان سربازان با تسلیحات خنگ می توانستند. از دیدگاه ساده سازی شده، ۲۵۰ سرباز با استفاده از ۲۵۰ سلاح با احتمال مرگزایی P_k برابر ۰.۸ می تواند تعداد اهدافی که ۱۰۰۰ سرباز با استفاده از ۱۰۰۰ سلاحی که P_k برابر با ۰.۲ دارند را منهدم کنند. از سوی دیگر، ۱۰۰۰ سرباز با ۱۰۰۰ سلاح هوشمند می توانند ۸۰۰ هدف را منهدم کنند، در حالی که ۱۰۰۰ سرباز با استفاده از ۱۰۰۰ سلاح خنگ، ۲۰۰ هدف را منهدم می کنند. این توانمندی تعداد سربازان کمتر برای کشتن همان تعداد اهداف، یا همان تعداد سرباز برای انهدام تعداد چهار برابر اهداف، اثر «چند برابر کردن نیرو» گفته می شود. تسلیحات هوشمند، با تعداد نفرات

کمتر و نیز تعداد سلاح کمتر، همان نتیجه را فراهم می کنند. به این ترتیب، صرفه جویی چشمگیری در پشتیبانی از عملیات انجام خواهد شد.



تسلیمات هوشمند به قدری مزایای فراوانی دارند که اغراق گویی درباره توانمندی آنها ساده است. استدلال «چند برابر کردن نیرو» می توانست به قدری شدید باشد که یک سرباز مجهز به چندین هزار سلاح در یک جنگ فشار دکمه ای می تواند علیه یک لشکر رزهی کامل دشمن، مناسب باشد. تسلیمات هوشمند آنقدر نیز کارآمد نیستند. توانمندی آنها در شرایط آب و هوایی نامناسب، خطا در موقعیت هدف، و اقدامات متقابل، کاهش می یابد. با این وجود، با وجود همه این مخاطرات، تسلیمات هوشمند توانمندی چشمگیری در توانمندیها ایجاد می کنند. بنابراین، پاسخ پرسش نخستین، «چرا تسلیمات هوشمند؟» عبارت است از هزینه کردن کمترین مقدار از منابع برای نابودی یا بی اثر کردن دشمن.

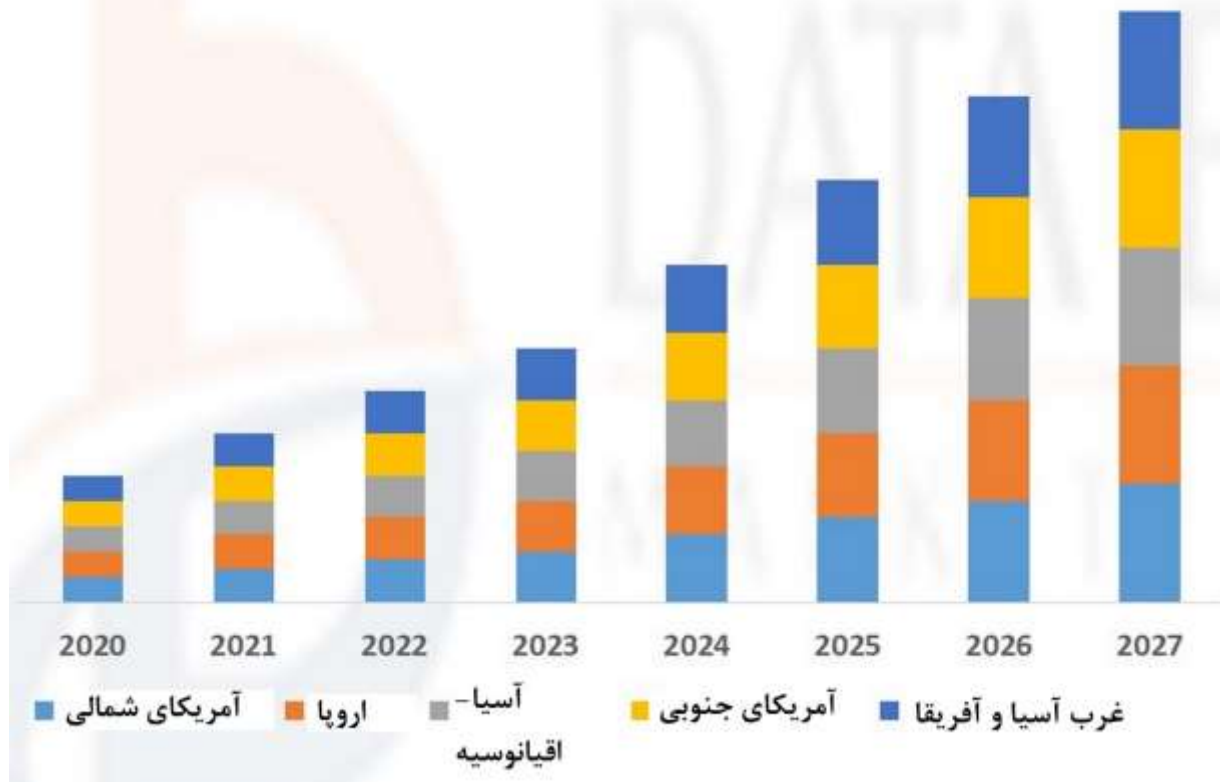
۳. تسلیمات هوشمند چگونه کار می کنند

به منظور هدایت یک موشک برای اصابت به هدف، موقعیتهای نسبی هدف و موشک باید شناخته شده باشد. با استفاده از این اطلاعات، می توان فرامینی تولید کرد تا موشک در مسیری پرواز کند تا به هدف اصابت کند. اگر اطلاعات موقعیت با استفاده از تجهیزاتی بیرون از موشک که از ابزارهایی مانند دیدههای اپتیکی، ردیابهای راداری، یا برخی دیگر از روشها به دست آمده و فرامین برای کنترل موشک در طول مسیرش به آن ارسال شود، به این تکنیک، هدایت فرمانی گفته می شود. از سوی دیگر، اگر اطلاعات

درباره موقعیت نسبی هدف/موشک توسط خود موشک و با استفاده از ابزارهایی مانند جستجوگرها (راداری، فروسرخ، لیزری، و غیره) به دست آید و فرامین هدایت به طور درونی تولید شوند، به این تکنیک، هدایت آشیانه یاب می گویند.

پیش بینی بازار جهانی تسلیحات هدایت شونده نقطه زن، بر اساس مناطق گوناگون جهان، از ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۸

پیش بینی می شود که ارزش این بازار تا سال ۲۰۲۸ به حدود ۵۹ میلیارد دلار برسد.

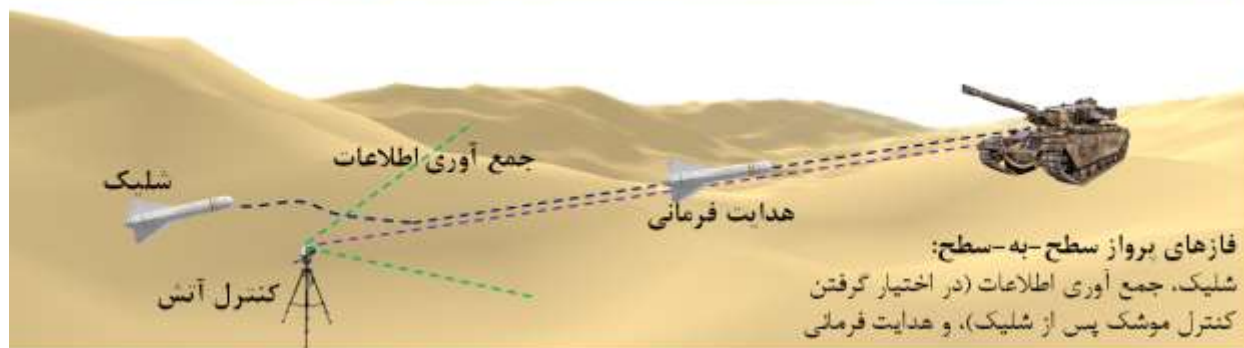


هدایت اینرسی از یک مسیر پیش-برنامه ریزی شده مبتنی بر موقعیت معین هدف بهره می گیرد و اندازه گیریهای بسیار دقیقی از حرکت موشک را با استفاده از حسگرهای درونی انجام می دهد تا موشک را بر روی مسیر حفظ کند. هدایت اینرسی عموماً در تسلیحات هدایت شونده دقیق به کار نمی روند مگر برای هدایت در فاز میانی و پیش از فاز نهایی. هدایت فاز میانی، واژه ای است که برای هدایت موشک از نقطه پرتاب آن تا نزدیکی هدف به کار می رود. این هدایت در موشکهایی به کار می رود که پیش از شلیک شدن، قادر به آشکارسازی (دیدن) هدف خود نیستند. فاز نهایی می تواند به صورت فرمانی یا هدایت آشیانه یاب به کار گرفته شود، اگرچه هدایت فاز نهایی معمولاً با هدایت آشیانه یاب همراه است، عبارات به کار گرفته شده می توانند توسط برخی از فعالان این عرصه، متناوباً جای یکدیگر به کار گرفته شوند.

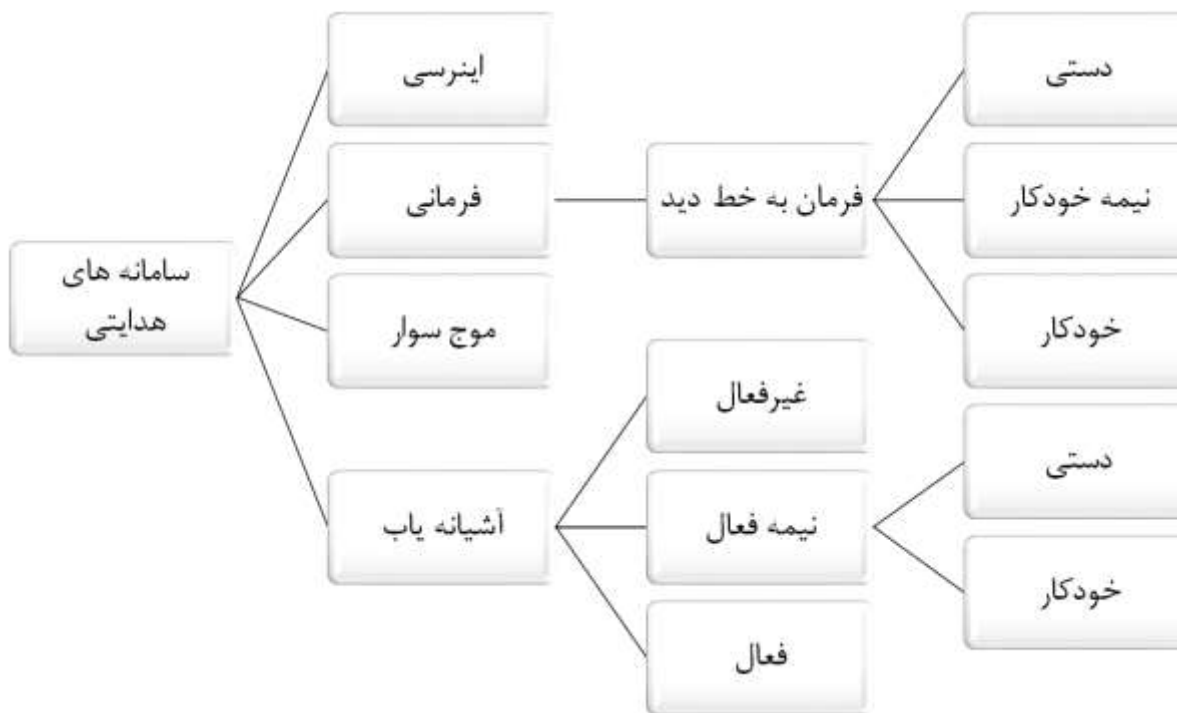
شکل ۳ دو نمونه از مسیرهای پروازی موشک را نشان می دهد که در آن، فازهای گوناگون پرواز به نمایش گذاشته شده است. در سناریوی هوا-به-زمین نشان داده شده، پس از شلیک، فاز هدایت میانی انجام می شود تا موشک را به ناحیه هدف هدایت کند. سپس یک فاز جستجو و شناسایی آغاز می شود که در آن، جستجوگر موشک، ناحیه ای را به دنبال هدف می کاود. هنگامی که یک هدف شناسایی می شود، دریافت اطلاعات آن هنگامی که جستجوگر بر روی هدف قفل می شود انجام می شود (موقعیت آن را ردیابی می کند). سپس هدایت فاز نهایی آغاز می شود، که در آن، جستجوگر، اطلاعاتی درباره موقعیتهای نسبی موشک و هدف فراهم می کند که از آن برای هدایت موشک برای اصابت به هدف استفاده می شود (هدایت آشیانه یاب).

در سناریوی سطح-به-سطح نشان داده شده، فاز جمع آوری پس از پرتاب نشان داده شده است که در آن، موشک وارد میدان دید وسیعی یا پهناوی پرتوی گسترده کنترل کننده می شود. در این فاز، سامانه فرماندهی، کنترل موشک را به دست می گیرد و آن را به خط دیدی هدایت می کند که در آن میدان دید (پهناوی پرتوی) باریکی برای ردیابی هدف به کار گرفته می شود. سپس به موشک دستور داده می شود تا این خط دید را دنبال کند، که موجب می شود تا به هدف اصابت کند. این، گونه ای از هدایت فرمانی است که به نام فرمان به خط دید (CLOS) شناخته می شود.

طی سالیان متمادی، تعدادی از گونه ها برای این دو نوع هدایت توسعه داده شده است که در نمودار شکل ۴ نشان داده شده است. سه نوع از چهار نوع اصلی هدایت در این شکل نام برده شده است. نوع چهارم، موج سوار، همان مسیر پروازی موشک مشابه «فرمان به خط دید» (CLOS) را ایجاد می کند، اما به روشی اندکی متفاوت حاصل می شود که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.



شکل ۳ نمونه از مسیرهای پروازی موشکهای تاکتیکی



شکل ۴ انواع سامانه های هدایتی

۳.۱. هدایت آشیانه یاب

گونه های مختلفی از روشها برای اجرای هدایت آشیانه یاب وجود دارد، اما یکی از مفاهیم پایه ای که می توان در همه آنها یافت؛ وسیله ردیابی هدف (به نام جستجوگر) است که درون موشک قرار دارد و سیگنالهایی برای هدایت موشک به سمت هدف تولید می کند. از آنجا که ردیاب درون موشک قرار دارد، دقت موقعیتی آن با نزدیک شدن به هدف بهبود می یابد. این موضوع برخلاف سامانه های فرمانی است که در آنها دقت موقعیتی معمولا در بردهای طولانی، یعنی هنگامی که موشک به هدف نزدیک می شود، کاهش می یابد. این موضوع اساسا در سامانه های پدافند هوایی برد بلند درست است که در آن اندک خطاهای زوایای ردگیری به معنی فواصل چشمگیر در بردهای بلند است.

در توصیف سناریوی هوا-به-سطح شکل ۳، عملیتهای جستجو، شناسایی، قفل کردن بر روی هدف، توسط موشک انجام می شود. اگرچه این فعالیتها می تواند به چند روش انجام شود. ساده ترین آنها آن است که هواپیمای حامل، فعالیتهای جستجو و شناسایی را انجام داده و پیش از شلیک موشک، اطلاعات موقعیت هدف را به جستجوگر موشک ارسال می کند تا موشک بر روی هدف قفل کند. به این روش، قفل کردن پیش از شلیک (LOBL) گفته می شود. هنگامی که امکان قفل کردن جستجوگر موشک هنگامی که هنوز بر روی سکو قرار دارد، وجود ندارد، توالی عملیاتی پیچیده تری به کار می رود. این می تواند ناشی از تداخل از رادار مربوط به سکو باشد، زیرا هدف را نمی توان از طریق فاز پُرشتاب شلیک ردیابی کرد، زیرا هدف در میدان دید جستجوگر نیست یا دلایل مشخص دیگری مربوط به یک سامانه خاص، وجود دارد. در این حالت، اطلاعات موقعیت هدف می تواند به موشک فراهم شود تا پس از شلیک، به شناسایی هدف کمک کند. البته، موشک باید پس از شلیک، درون یک فاز جستجو و شناسایی، به طور مداوم پویش کند؛ از اینرو، به این فرآیند، «قفل کردن پس از شلیک» (LOAL) گفته می شود. این عملیاتی است که در شکل ۲ مورد کنکاش قرار گرفته است.

جنگنده تهاجمی سوخو-۳۴

هواپیمایی که برای اتمام اهداف هوایی، خشکی، دریایی، و سطحی طراحی شده است.

بیش از یکصد فروند جنگنده سوخو-۳۴ قرار است به خدمت نیروی هوایی روسیه درآورده شود.



مشخصات عملکردی هواپیما

تعداد خدمه: ۲ نفر
پیشینه سرعت: ۱۹۰۰ کیلومتر بر ساعت (۱.۶ ماخ)
پیشینه برد: ۴۰۰۰ کیلومتر
سقف پرواز عملیاتی: ۱۷ کیلومتر
وزن عادی هنگام برخاستن: ۳۹ تن
وزن پیشینه هنگام برخاستن: ۴۴.۴ تن
پیشینه وزن محموله های عملیاتی: ۸ تن

طراح: شرکت سوخو

سازنده: کارخانه هوانوردی نووسیبیرسک

کابین خلبان

پوشش زرهی پوسته، ضخامت زره: ۱۷ میلیمتر

صفحه نمایشهای چندکاره رنگی، کنترلرهای ثانویه ناوبری هوایی

مستندلی پران K-36DM

وزن: ۱۲۲ کیلوگرم

ابعاد: ۱۲۴۰ در ۸۸۰ در ۵۷۰ میلیمتر

محدوده این ارتفاع برای خروج اضطراری از هواپیما: ۲۵ تا ۳۵ کیلومتر

عباراتی چون «شلیک کن و فراموش کن» و «شلیک کن و ترک کن» به توانمندی موشک هدایت شونده به رسیدن به هدف پس از شلیک، بدون دخالت یا پشتیبانی بیشتر از سوی سکوی حامل یا کاربر، بر می گردد. چنین سامانه هایی ممکن است از نوع «قفل کردن پیش از شلیک» (LOBL) یا «قفل کردن پس از شلیک» (LOAL) باشند. تلاشهای پژوهش و توسعه کنونی به سمت زمینه شناسایی خودکار معطوف شده است که پیشرفته ترین نوع «قفل کردن پس از شلیک» است. دستیابی به این نوع از عملیات بسیار دشوار است زیرا نیازمند جستجوی خودکار، آشکارسازی، تشخیص و شناسایی هدف می باشد که همگی بدون کمک کاربر انجام شود. این موضوع عمدتاً مربوط به اهداف زمینی است که در آن آشکارسازی و شناسایی هدف بدون کمک انسان، کاری دشوار است. چنین سامانه هایی جذاب اند زیرا نیازی به وارد شدن سکوی حامل یا کاربر به منطقه هدف ندارند تا در معرض آتش دشمن قرار گیرند. از برخی از جنبه ها، این تسلیحات، هوشمندترین تسلیحات هوشمند محسوب می شوند. این موضوع در آینده نیز بیشتر مورد کنکاش قرار خواهد گرفت.



با مراجعه به شکل ۴، می توان دریافت که سه وضعیت از هدایت آشیانه یاب وجود دارد: غیرفعال، نیمه فعال، و فعال. این موارد به منبع انرژی مورد نیاز برای ردیابی هدف مرتبط است.

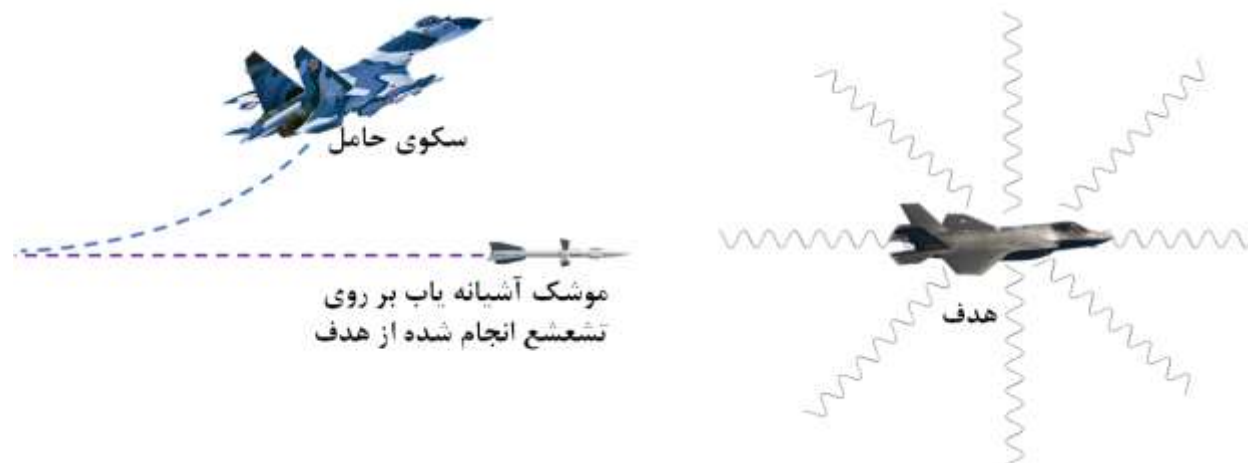
۳.۱.۱. وضعیت هدایت غیرفعال

سامانه های هدایت غیرفعال از انرژی ساطع شده از خود هدف، یا انرژی با منشأ منابع طبیعی (خورشید، ماه، ستارگان) که از هدف بازتابیده می شود، برای ردیابی هدف بهره می گیرند. آنها می توانند مبتنی بر تضاد (کنتراست) انرژی ساطع شده میان هدف و زمینه پیرامون آن نیز عمل کنند، یعنی ممکن است هدف نسبت به زمینه پیرامونش، انرژی کمتری ساطع کند. یکی از نخستین نمونه های این سامانه هدایتی، ردیاب فروسرخ (IR) بود که تشعشع فروسرخ از موتور جت هواپیما را حس می کرد. موشک سایدوایندر، که هنوز نیز به کار گرفته می شود، از این تکنیک بهره می گیرد. با استفاده از تصاویر مرئی، سامانه های غیرفعال دیگری توسعه داده شده اند با استفاده از نوری که از هدف بازتابیده می شود عمل می کنند. جستجوگرهای تصویری مرئی (تلویزیونی) هم در سامانه های هدایتی و هم در سامانه های آشیانه یاب به کار گرفته شده اند. در سامانه های آشیانه یاب، با قرار دادن یک پنجره ردیابی بر روی صفحه نمایش، هدف توسط کاربر انتخاب می شود. پنجره ردیابی، مدار الکترونیکی است که یک نشانگر یا مکان نما بر روی صفحه نمایش تولید می کند، که به محض اینکه بر روی هدف قرار داده شود، می تواند به طور خودکار آن را ردیابی کند و اطلاعاتی درباره موقعیت آن نسبت به یک نقطه مرجع در صحنه (عموما مرکز صفحه نمایش) فراهم کند. سپس جستجوگر تلویزیونی، سیگنالهای مناسب برای هدایت خودکار تولید می کند تا به موشک فرمان دهد که به هدف اصابت کند. تلاشهای اخیر به توسعه جستجوگر تصویربرداری فروسرخ معطوف شده است که مشابه جستجوگر مرئی است، که تفاوت آن در طول موج انرژی آشکارسازی شده است و انرژی از هدف تابیده می شود نه این که بازتابیده شود. این موضوع، امکان انجام عملیات در شب را فراهم می کند. رادیومترها نیز برای کاربرد احتمالی در جستجوگرها مورد نظر قرار گرفته اند. این تجهیزات، تابش حرارتی سطح پایین ساطع شده از همه اشیاء را حس می کنند و می توانند ابزاری برای آشکارسازی و ردیابی اهداف مورد نظر را فراهم کنند.

از آنجکه که سامانه های هدایتی غیرفعال، به محض اینکه بر روی هدف قفل شدند دیگر نیازی به دخالت بیشتر از سوی سکوی پرتاب نیستند، آنها در دسته تسلیحات «شلیک کن و فراموش کن» یا «شلیک کن و ترک کن» قرار می گیرند. آنها توانایی بالقوه برای شناسایی خودکار را نیز دارند. شکل ۵ مفهوم هدایت آشیانه یاب غیرفعال را نمایش می دهد، که در آن جستجوگر فروسرخ، تشعشع از گاز داغ خروجی موتور هدف را دریافت می کند و این سیگنال را برای فراهم کردن هدایت موشک، پردازش می کند.

اگرچه موشکهای ضدتشعشع (ARM) ک نوعی هدایت غیرفعال عملیاتی هستند، آشیانه یابی خود را بر اساس انرژی میکروموج ساطع شده از رادارهای هدف قرار می دهند. البته، این سامانه ها، دریافت کننده های خود را بیشتر شبیه سامانه های توصیف شده

در زیر به کار می گیرند تا سامانه های غیرفعال واقعی که عموماً به تشعشعات حرارتی یا نور بازتابیده شده وابسته اند. موشکهای شرایک (SHRIKE)، هارم (HARM)، و آرپ (پرتابه ضد تشعشع ARP) نمونه هایی از موشکها یا گلوله های ضد تشعشعی هستند که توسعه داده شده اند، یا در دست توسعه و یا در دست پژوهش هستند.

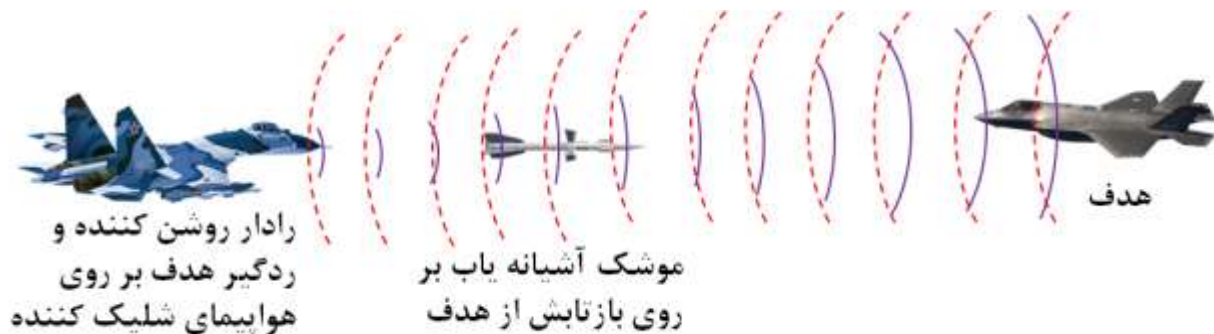


شکل ۵ هدایت آشیانه یاب غیرفعال

۳.۱.۲. وضعیت هدایت نیمه فعال

در برخی از وضعیتها، انرژی ساطع شده از هدف آنقدر قوی نیست که بتواند سیگنال آشیانه یاب تولید کند. موشکهای سایدوایندر اولیه تنها می توانند به سمت پشت هواپیمای دشمن شلیک شوند، زیرا توانمندی آنها برای شناسایی هواپیمای دشمن از دیدگاه جلو، بسیار محدود بود. عملیات این موشکها به شدت در اثر ابرها، تابش خورشید و آب و هوای نامناسب (باران و برف) دچار ضعف می شد. چنین محدودیتهایی، به همراه الزامات سامانه های برد بلند، منجر به توسعه وضعیت هدایت آشیانه یاب نیمه فعال شد. در اینجا هدف تماماً با پرتویی از انرژی روشن می شود که از هدف بازتابیده می شود تا منبعی به اندازه کافی قوی برای ردیابی شدن توسط جستجوگر قرار گرفته در موشک، فراهم شود. در ابتدا، این سامانه ها از نوع سامانه های راداری بود که در آن پرتوی روشن کننده، زیرمجموعه یک رادار ردگیر بود تا هدف را به طور پیوسته روشن نگه دارد. در برخی از موارد، سیگنال روشن شدن به درون آنتن ردیاب هدف تزریق می شد تا نیاز به آنتن ثانویه را کاهش دهد. این تکنیک با استفاده از سیگنال روشن کردن موج پیوسته در سامانه های هوا-به-هوا برای هدایت موشک همچنان به کار می رود. در سایر موارد، از خود سیگنال رادار ردگیر برای هدایت موشک بهره گرفته می شود. گونه های متعددی از این تکنیک، همگی علیه اهداف هوایی، به کار گرفته شده است.

شکل ۶ هدایت آشیانه یاب نیمه فعال با استفاده از یک جستجوگر راداری را نمایش می دهد. با استفاده از کمانهای سه بعدی برآمده از هواپیمای سکو، سیگنال روشن کردن رادار برای روشن کردن هدف نشان داده شده است. این سیگنال به یک حجم زاویه ای ناشی از پهنای پرتوی آنتن رادار، مقید است. این سیگنالها توسط آنتن واقع در پشت موشک دریافت می شود تا نقش مرجع را داشته باشد. این سیگنالها توسط هدف در همه راستاها بازتابیده می شود، که تنها امواجی که در راستای موشک و هواپیمای شلیک کننده هستند با کمانهای خط-چین در شکل نشان داده شده اند. جستجوگر موشک این سیگنالهای بازتابیده را پردازش می کند تا موشک را برای اصابت به هدف، هدایت کند. سیگنالهای بازتابیده توسط رادار در هواپیمای حامل نیز دریافت شده و برای به سمت هدف نگاه داشتن روشن کننده (ردگیری هدف)، به کار می رود.



شکل ۶ هدایت آشیانه یاب نیمه فعال (در مورد کاربرد هوا-به-هوا)

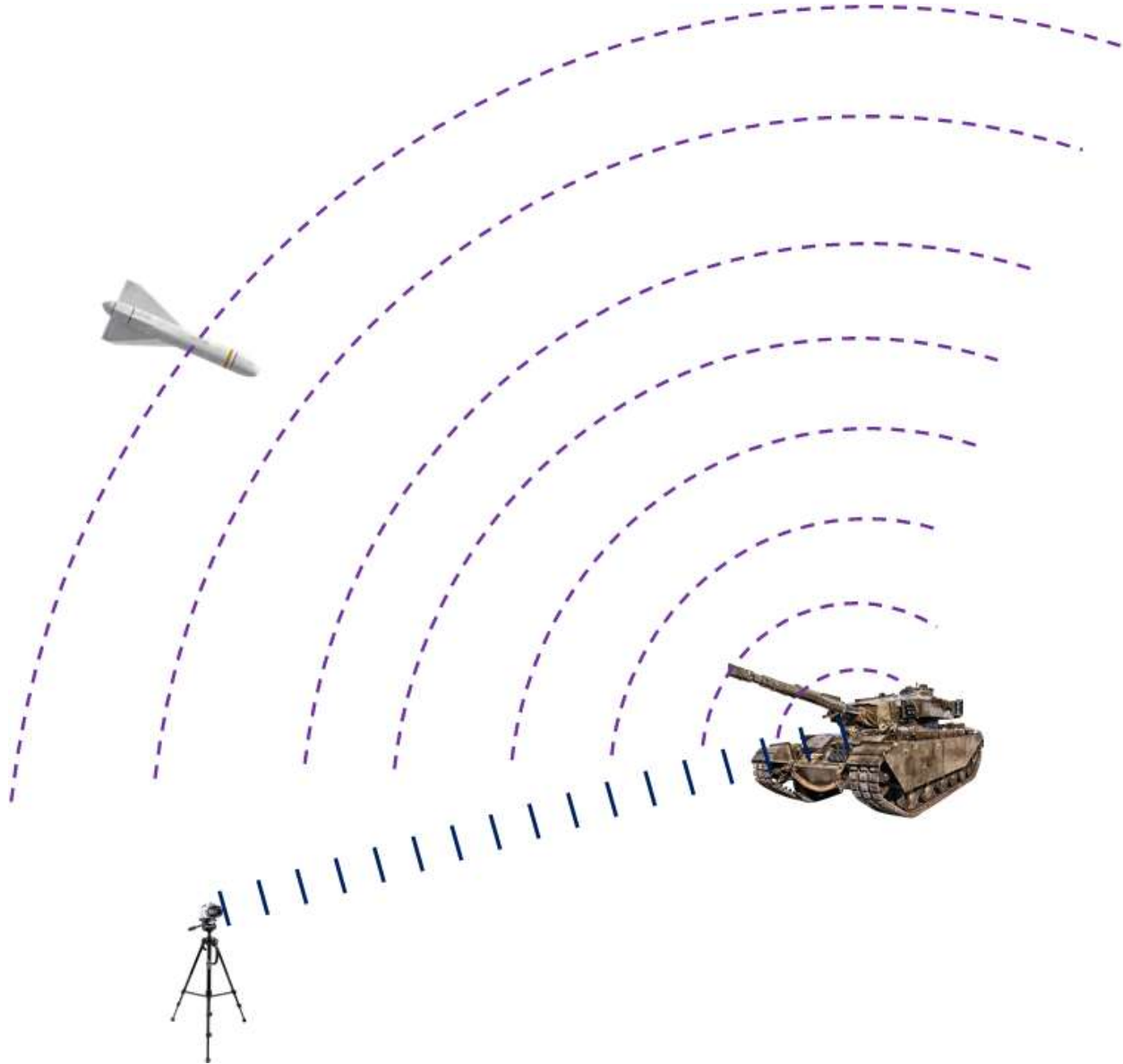
سامانه های نیمه فعالی که از رادار بهره می گیرند، به دلیل توانایی محدود تمایز هدف در پهنای پرتوی وسیعی از رادار روشن کننده و ردگیر، برای به کارگیری علیه اهداف هوایی، طراحی شده اند. این واقعیت که هواپیما یک شیء به خوبی تعریف شده در هوا را به نمایش می گذارد، این امکان را می دهد که اساسا بدون آشفتگی مجاور برای کاهش یا ایجاد مزاحمت برای جستجوگر آشیانه یاب نهایی، روشن شوند. پرواز هواپیما می تواند در شکل گیری این پدیده مشکل ساز شود، اما گیرنده آشیانه یاب نهایی تمایل دارد تا این مشکل را حل کند و همچنان که بُرد نزدیکتر می شود، یک هدف منفرد را انتخاب کند.

با توسعه پیوسته فناوری، با استفاده از انرژی با طول موجهای کوتاهتر، در طیفهای موج میلیمتری و نوری، پهنای پرتوی منابع روشن سازی، کوچکتر شده است. این امکان وجود دارد که با حذف بازتابها از ناحیه های مجاور، ناحیه ای کمتر از اندازه هدف را روشن کرد. لیزر این توانمندی را فراهم کرده که به توسعه سامانه های آشیانه یاب فاز نهایی نیمه فعال هوا-به-سطح و سطح-به-سطح برای به کارگیری علیه اهداف تاکتیکی منجر شده است. عبارت «تسلیحات هدایت شونده نقطه زن» به عنوان نتیجه توسعه چنین سامانه هایی ایجاد شده است. به جای آنکه این تجهیزات لیزری، «روشن کننده» نامیده شوند (چنان که در موارد راداری اینگونه است)، آنها به نام «نشانه گذار» (Designator) نامیده می شوند زیرا تفکیک پذیری (وضوح) زاویه ای آنها آنقدر بالا است که می تواند یک هدف خاص را مشخص کند. آنها همان کارکرد روشن کننده راداری را البته با روشی اندک متفاوت، ایفا می کنند. به دلیل پهنای پرتوی بسیار کوچک آنها، به کارگیری آنها علیه یک هدف مانور دهنده، مانند هواپیما، دشوار است. آنها عمدتاً توسط یک کاربر انسانی و با استفاده از نوعی دوربین یا سامانه تصویربرداری، به سمت هدف نشانه گرفته می شود، و بنابراین معمولاً علیه اهداف ساکن یا با سرعت پایین در بردهای نسبتاً کوتاه به کار گرفته می شوند. با استفاده از کاربر برای نشانه روی «نشانه گذار» به سمت هدف، این سامانه ها اگر به عنوان زیرمجموعه ای از یک سامانه ردگیری خودکار به کار گرفته شوند بسیار ارزانتر خواهند بود و از اینرو می توانند با گستره وسیعی از تسلیحات هدایت شونده شامل بمبها، گلوله های هدایت شونده، و موشکهای هدایت شونده به کار گرفته شوند.

تسلیحاتی که از جستجوگرهای لیزری نیمه فعال بهره می گیرند می توانند از موقعیتی در نزدیکی «نشانه گذار» لیزری یا از موقعیتی دوردست شلیک شوند. جستجوگر اگر از موقعیتی در نزدیکی «نشانه گذار» شلیک شود، می تواند پیش از شلیک قفل شود. اگر از موقعیتی دوردست شلیک شود باید فعالیتهای جستجو و شناسایی و قفل بر روی هدف را پس از شلیک انجام دهد. سیگنالهای نشانه گذار لیزری می تواند کدگذاری شود تا یک موشک مشخص، تنها هدف مورد نظر خود را ردیابی کند و این امکان را برای بهره گیری از نشانه گذارهای متعدد در ناحیه ای با اهداف گوناگون فراهم کند.

شکل ۷ نوع هدایت لیزری نیمه فعال که از نشانه-گذار لیزری زمین-پایه و یک موشک پرتاب شونده از دوردست حاوی یک جستجوگر لیزری تشکیل شده است را نشان می دهد. پرتوی نشانه-گذار همانگونه که با یک کمان کوچک که از نشانه-گذار تا هدف امتداد یافته نشان داده شده، بسیار باریک است. نشانه-گذار با استفاده از وسیله تصویربرداری نوری، توسط کاربر به هدف نشانه گیری می شود. انرژی لیزر توسط هدف، به دلیل زبری سطح آن، در همه جهات پراکنده می شود، که در تصویر با کمانهای خط-چین

منتشر شده از هدف، نشان داده شده است. این سیگنال بازتابیده توسط جستجوگر لیزری در دماغه موشک مهاجم، دریافت شده و پردازش می شود تا فرمانهای هدایتی برای هدایت کردن موشک به منظور اصابت به هدف (منبع بازتابش) را فراهم کند.



شکل ۷ هدایت لیزری نیمه فعال (مورد هوا-به-سطح)

سامانه های نیمه فعال برای تسلیحات «شلیک کن و فراموش کن» یا «شلیک کن و ترک کن» مناسب نیستند. روشن کننده یا نشانه-گذار باید به سمت هدف نشانه روی شود تا سیگنال آشیانه یابی را در مسیر پرواز موشک فراهم کند. اگرچه بلافاصله پس از شلیک موشکها یا بمبهایی که قرار است از بازتابش ناشی از یک نشانه-گذار لیزری که توسط یک ناظر پیشرو بر روی زمین نشانه روی شده است، آشیانه یابی کنند، هواپیمای حامل ممکن است منطقه را ترک کند، اما عموماً این به معنی «شلیک کن و ترک کن» نیست، زیرا به کمک فرد دیگری برای هدایت موشک در مسیر پروازش مورد نیاز است. برای اطمینان از عملکرد موفق یک سامانه نیمه فعال، هدف باید در کل مسیر پرواز موشک هدایت شونده، روشن شود. این موضوع موجب مشغول شدن روشن کننده/نشانه-گذار برای این دوره از زمان شده و آهنگ آتش به یک درگیری منفرد را در هر زمان، محدود

می کند. برای حل این مساله، در مواردی که درگیریهایی همزمان با اهداف متعدد مورد نیاز است، سامانه های هدایت آشیانه یاب فعال مورد استفاده قرار می گیرد.



۳.۱.۳. وضعیت هدایت فعال

به لحاظ تاریخی، تلاشها برای توسعه جستجوگرهای راداری فعال، پیش از جستجوگرهای نیمه فعال انجام شده است. به دلیل مشکلات فناوری، این سامانه ها موفق نبودند و تلاشها به سمت تکامل سامانه های نیمه فعال معطوف شد. همچنان که در توسعه اجزاء پیشرفت حاصل شد، سامانه های فعال، امکان پذیر شده و تولید شده است. در این سامانه ها، سلاح هدایت شونده، روشن کننده/نشانه-گذار را با خود حمل می کند و یک سامانه هدایت خودکفا، مشابه سامانه غیرفعال را تشکیل می دهد. سامانه های فعال معمولاً از جستجوگرهای راداری بهره می گیرند زیرا از این جستجوگرها توانمندی ردگیری خودکار هدف، و بالتبع، کنترل «روشن کننده» را دارند. اگرچه، به دلیل محدودیت در الزامات توان، اندازه، و وزن؛ بُرد چنین سامانه هایی معمولاً کاملاً محدود است، و به دلیل مسائل فنی مربوط به جانمایی فرستنده و گیرنده حساس درون فضای محدود موجود در موشک، این سامانه ها پیچیده هستند. در واقع، هدایت فعال معمولاً برای فاز نهایی حمله نگاه داشته می شود و از نوعی هدایت فاز میانی برای هدایت کردن موشک تا نزدیکی هدف، بهره گرفته می شود. با توجه به تمایلات اخیر در توسعه تسلیحات «شلیک کن و ترک کن» یا «شلیک کن و فراموش کن»، علاقمندی به بهره گیری از سامانه های هدایتی فعال، عموماً در نقش پدافند هوایی یا برتری هوایی، افزایش یافته است، که در

آن هدف به اندازه کافی بارزش است که لازم باشد برای آن یک موشک گرانقیمت را هزینه کرد. تلاشهایی نیز برای به کارگیری هدایت راداری فعال در نقش هوا-به-سطح با استفاده از امواج میلیمتری، که در آنها پهناهای پرتوی رادار می تواند باریک شود، در حال انجام است. مشکل عبارت است از تشخیص و تفکیک هدف، زیرا سیگنالهای نسبتاً زیادی ناشی از بازتابشهای اجسام گوناگون و زمین پیرامون هدف، دریافت می شود. تکنیکهای الکترونیک گوناگونی برای یافتن راه های تشخیص هدف و تفکیک بازگشتی هدف از آشفتگیهای محیطی در دست پیگیری است.

هدایت آشیانه یاب فعال در شکل ۸ نمایش داده شده است. در اینجا کمانهای توپر ساطع شده از موشک، نمایانگر سیگنال ارسال شده از رادار در موشک است. کمانها همچنین پهناهای پرتوی آنتن رادار موشک را نمایش می دهد که بسیار پهنتر از پهناهای پرتوی آنتن رادار هواپیمای نشان داده شده در شکل ۵ می باشد. این موضوع معمولاً به این دلیل رخ می دهد که فضای موجود در موشک، محدود است که آنتن کوچکتری را تحمیل می کند. اگرچه، می توان با استفاده از فرکانسهای بالاتر به پهناهای پرتوی باریک دست یافت.



شکل ۸ هدایت آشیانه یاب فعال (مورد هوا-به-هوا)

سیگنال رادار توسط هدف به همه جهات بازتابیده می شود. در شکل ۸ تنها انرژی بازتابیده شده در راستای موشک با کمانهای خط-چین نشان داده شده است. این بدان معنی نیست که سیگنال بازتابیده شده به سمت رادار موشک، بزرگتر از سیگنالهای بازتابیده شده در دیگر جهات است، و صرفاً جنبه نمایش دارد. شدت سیگنال بازگشتی و منبع ظاهری آن بستگی به منظری دارد که از آن هدف مشاهده می شود. در اثر حرکت هدف، منظر مشاهده به طور پیوسته تغییر می کند که موجب افزایش تغییرات دامنه (درخشش) و تغییرات زاویه ای (تابش) در سیگنال دریافتی توسط موشک، (یعنی اکوی بازگشتی هدف) می شود. این موضوع برای همه سامانه های راداری، از جمله سامانه نیمه فعال مورد کنکاش قرار گرفته در بالا، درست است.

رادار موشک، اکوی بازگشتی دریافت شده از هدف را پردازش می کند و فرمانهای هدایتی برای موشک تولید می کند تا به هدف اصابت کند. همانگونه که نشان داده شده، سامانه هدایت فعال، پس از فعال شدن، هواپیمای پرتابگر را رها می کند.

۳.۲. هدایت موج-سوار

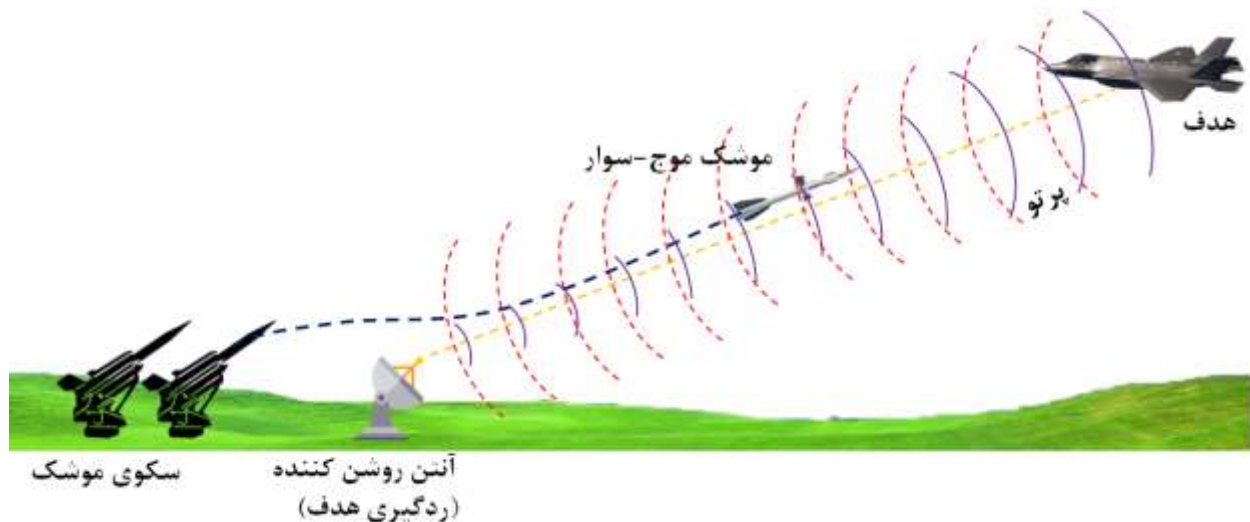
در هدایت موج-سوار، حسگری درون موشک قرار می گیرد تا سیگنالهای درونی برای نگه داشتن موشک در راستای یک پرتو (راداری یا لیزری) که معمولاً توسط زیرمجموعه ای در سکو، به سمت هدف نشانه روی شده، را تولید کند. با این روش، موشک، تا رسیدن به هدف، پرتو را دنبال می کند (سوار بر موج پرتو می شود). روشهای گوناگون کدگذاری پرتو توسعه داده شده است به گونه ای که حسگر در موشک می داند که نسبت به مرکز پرتو، در کجا قرار دارد. این حسگر، همچنان که موشک به سمت هدف پرواز می کند، فرامین مناسب برای نگاه داشتن موشک در نزدیکی مرکز پرتو را تولید می کند. پرتویی که برای هدایت موشک به سمت هدف مورد

استفاده قرار می گیرد می تواند برای ردیابی خودکاری هدف (همانند روش یک رادار ردیاب) نیز به کار رفته یا به روشهایی دیگر به سمت نقطه ای در هدف نشانه روی شود. شکل ۹ هدایت موج سوار راداری را نشان می دهد که در آن رادارهای روشن کردن و ردیابی هدف به صورت یک واحد منفرد نشان داده شده است. کمانهای توپر سیگنال فرستاده شده را نشان می دهد، که موشک آن را دریافت کرده و برای هدایت به کار می برد. کمانهای خط-چین نشان داده شده، نمایانگر بازتابش هدف در راستای رادار است. این سیگنال بازگشتی توسط رادار دریافت و پردازش می شود تا پرتوی رادار را به سمت هدف نشانه گیری کند.

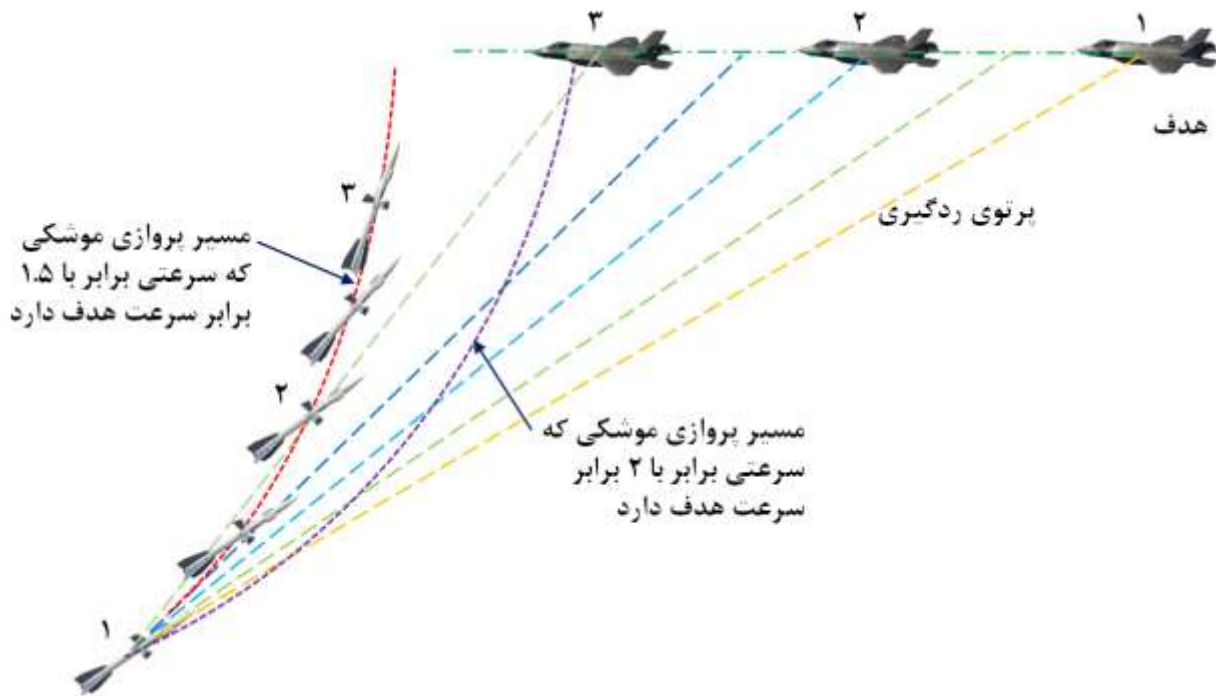
آنتن گیرنده (حسگر) موشک باید از منظر عقب دارای پهنای پرتوی نسبتا پهنی باشد، تا این اطمینان حاصل شود که با دور زدن موشک، سیگنال را می توان دریافت کرد. این موضوع به خاطر آن است که برای برخی زا هندسه های خاص درگیری، به ویژه اهداف با سرعت تقاطع بالا، موشک، مولفه سرعت نسبتا بزرگی عمود بر مرکز پرتو ایجاد خواهد کرد تا همچنان که هدف را درگیری می کند، با حرکت زاویه ای پرتو منطبق باشد.

شکل ۱۰ نوع مسیر پروازی موشک که توسط سامانه هدایتی موج-سوار تولید می شود را نمایش می دهد. موقعیتهای نسبی هدف و موشک در لحظات گوناگون زمان نشان داده شده است و موشک همواره در پرتویی که هدف را ردگیری می کند قرار دارد. شکل مسیر پرواز واقعی به سرعتهای هدف و موشک هنگام درگیری وابسته خواهد بود. این شکل نشان می دهد که موشک به آسانی بر روی پرتو پرواز نمی کند، بلکه همانگونه که گفته شد، باید سرعتی عمود بر پرتو ایجاد کند (دور بزند) تا یک هدف با سرعت بالا را رهگیری کند. نیاز به آنتن پرتوی پهن را می توان با زاویه میان پرتوی ردگیر و محور موشک، مشاهده کرد.

در مقایسه با هدایت آشیانه یاب، موج-سوار به جستجوگر در جلوی موشک نیاز ندارد، و از اینرو می توان دماغه موشک را به گونه ای شکل داد که پسای آیرودینامیک کمینه شود. از سوی دیگر، خطاهای زاویه ردگیری در پرتوی هدایت، به خطاهای موقعیت تبدیل می شود که به طور مستقیم به برد میان ردگیر هدف و هدف، وابسته است. برای هدایت دقیق در بردهای بلند، به سامانه ردگیری هدف خوبی نیاز است که خطاهای زاویه ردگیری اندکی داشته باشد.



شکل ۹ هدایت موج-سوار



شکل ۱۰ مسیر پروازی موج-سوار

۳.۳. هدایت فرمانی

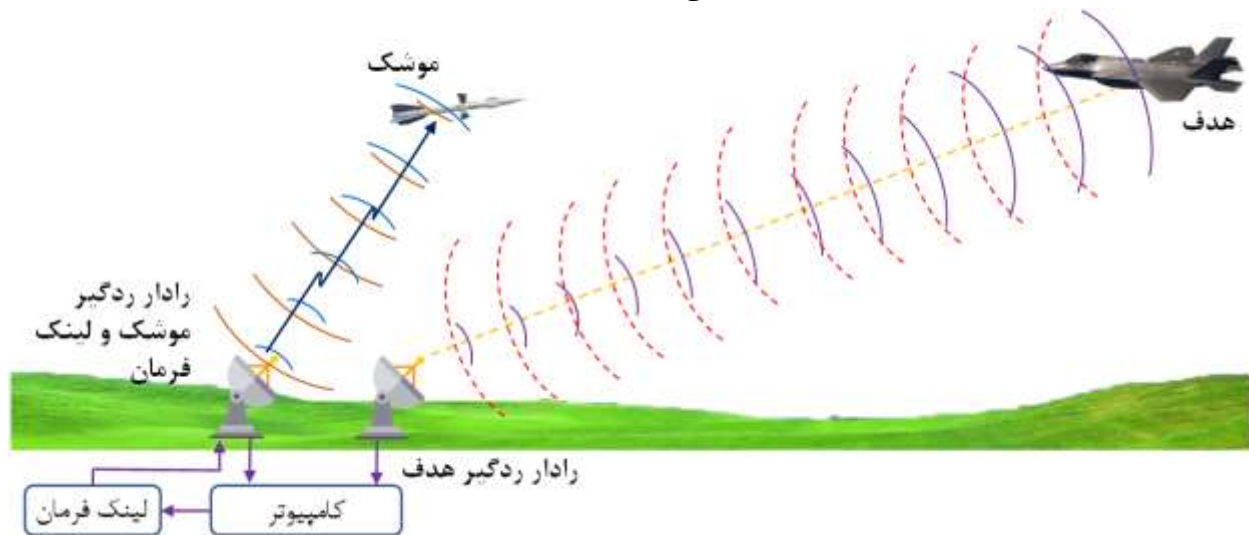
همانگونه که پیشتر بیان شد، هدایت فرمانی مبتنی بر مشاهده موقعیتها و سرعتهای هدف و موشک، و ارسال فرامین به موشک برای تنظیم پرواز خود به منظور رهگیری هدف در موقعیت پیش بینی شده است. دقت هدایت فرمانی در بردهای بلند کاهش می یابد زیرا خطاهای نشانه روی زاویه ای در ردگیرها، به خطاهای موقعیت تبدیل می شود که مستقیماً با برد رابطه دارد. از اینرو، خطاهای موقعیتهای هدف و موشک همچنان که فاصله از وسیله ردگیری که فرامین را تولید می کند، افزایش می یابد، بزرگتر می شود. استثنائاتی برای این موضوع در موشکهایی که حسگر هدف را حمل می کنند، از قبیل دوربین تلویزیونی، وجود دارد. در اینجا، سیگنالهای تلویزیونی به سمت کاربری باز می گردد که موشک را از طریق نوعی پیوند (لینک) داده ها کنترل می کند. در گذشته از لینکهای رادیویی استفاده شده است، اما ممکن است در آینده از فیبر نوری که با پرواز موشک از قرقره ای باز می شود نیز استفاده شود. مفهوم فیبرهای نوری، به دلیل محدودیت در مقدار کابلی که موشک می تواند حمل کند، برد بیشینه موشک را محدود می کند. در هر حالت، در اینجا، با نزدیک شدن موشک به هدف، قدرت تفکیک بهبود یافته و خطاهای حس کردن موقعیت نسبی هدف نسبت به موشک کاهش می یابد. موشک هوا به سطح والیه و بمب سُرخورنده GBU-15 از سامانه های تلویزیونی برای بهبود دقت هدایت فرمانی بهره گرفته اند.

فرامین می تواند از طریق لینک داده های فرکانس رادیویی، از طریق رادار یا پرتوی لیزر مورد استفاده برای ردگیری موشک، یا از طریق سیمهای بسیار نازک مویی شکل که هنگام پرواز موشک از قرقره ای باز می شوند، ارسال شوند.

لینک فرمان راداری در سامانه پاتریوت به کار گرفته شده است، که در آن، ردگیر هدف راداری نیمه فعال، در موشک قرار گرفته است که همه سیگنالهای آن را برای پردازش توسط یک کامپیوتر پرقدرت، به زمین ارسال می کند. به این روش، ردگیری TVM از طریق موشک گفته شده و برای رفع مشکل دقت که در بالا گفته شد به کار گرفته می شود. فرامین توسط کامپیوتر تولید شده و برای هدایت و همچنین کنترل ردگیر هدف رادار به موشک بازفرستاده می شوند. این لینک داده ها باید بسیار امن باشد تا از اختلال یا تداخلی که بر عملکرد سامانه تاثیر می گذارد جلوگیری کند. لینکهای فرامین سیمی عمدتاً در موشکهای ضدتانک که برد نسبتاً

کوتاهی دارند به کار می روند. هدایت فرمانی راداری در دهه ۱۹۵۰ در ایالات متحده آمریکا در سامانه پدافند هوایی نایک به کار می رفت که در آن هر سایت دارای تعدادی رادار برای ردگیری هدف و موشک بود. فرامین از طریق رادار رهگیر موشک به موشکها ارسال می شد.

در شکل ۱۱ نمونه ای از هدایت فرمانی مبتنی بر رادارهای مجزای ردگیری هدف و موشک، با لینک فرمان تعبیه شده در رادار ردگیر موشک، نشان داده شده است. همانند شکل‌های پیشین، کمانهای توپر ساطع شده از رادارهای ردگیر، سیگنالهای ارسال شده رادار را نشان می دهد. این سیگنالها توسط هدف در تمامی جهات بازتابیده می شود، کمانهای خط-چین نمایانگر بازتابش در راستای رادار ردگیر هدف است. این سیگنال بازتابیده توسط رادار ردگیر هدف پردازش می شود تا فاصله و زاویه هدف مشخص شود و این اطلاعات به کامپیوتر هدایت داده می شود. موشک، یک آنتن یا فرستنده راداری دارد که توسط سیگنال دریافت شده از رادار ردگیر موشک، فعال می شود. این فرستنده، سیگنال پرقدرتی به رادار ردگیر موشک باز می فرستد که با کمانهای توپر ساطع شده از موشک نشان داده شده است. این موضوع موجب اطمینان از ردیابی دقیق موشک شده و همچنین می تواند لینک داده ای از موشک به زمین را فراهم کند. برد و زاویه موشک نیز به کامپیوتر داده می شود. سپس کامپیوتر، مسیر پروازی که موشک باید در آن پرواز کند تا به هدف اصابت کند را محاسبه کرده و فرامینی تولید می کند که از طریق لینک داده به موشک ارسال می شود. این لینک با خط شکسته میان رادار ردگیر موشک و موشک نشان داده شده است. با پایش موقعیتهای هدف و موشک و اصلاح محاسبات مسیر پروازی در جریان درگیری، موشک برای اصابت به هدف، هدایت می شود.



شکل ۱۱ نمونه ای از هدایت فرمانی (مورد سطح-به-هوا)

نخست داعش، سپس عراق، و اکنون رژیم صهیونیستی: به کارگیری پهپادهای تجاری

توسط ارتش رژیم صهیونیستی

۱۸ ژوئن ۲۰۱۸



طی دو سال گذشته ما شاهد افزایش چشمگیر در به کارگیری پهپادهای تجاری در صحنه های نبرد توسط نیروهای نظامی رسمی و غیررسمی بوده ایم، که عبارت بوده است از داعش، پلیس فدرال عراق، یا تعداد چندی از کاربران در سطح جهان. اخیراً شاهد آن بوده ایم که رژیم صهیونیستی نیز به بازیگران رسمی در به کارگیری پهپادهای تجاری پیوسته است، که در این مورد، به عنوان ابزاری برای رها کردن گاز اشک آور و غیرفعال کردن بادبادکهای آتشزا که توسط معترضان فلسطینی ارسال می شود، و نیز به عنوان ابزاری برای مشاهده و رصد به کار گرفته شده است. اگرچه رژیم صهیونیستی مدت زمان زیادی است که به عنوان یکی از کاربران پهپادهای نظامی بوده است، در سال ۲۰۱۷ آشکار شد که این رژیم، «صدها» عدد پهپاد نوع DJI ماتریس و ماویک را خریداری کرده و برخی از آنها را در اختیار ارتش این رژیم در مناطق مرزی قرار داده است.

از ماه مارس ۲۰۱۸ تاکنون تعداد زیادی گزارش و مثال از به کارگیری پهپادهای تجاری توسط ارتش رژیم صهیونیستی برای مقاصد نظامی وجود داشته است. به نظر می رسد در دوران اعتراض و ناآرامی که فلسطینیان به آن «آوای بزرگ بازگشت» می گویند، این فعالیت در اطراف باریکه غزه متمرکز شده است. پهپادهای تجاری ارتش رژیم صهیونیستی با مقیاسی وسیع و با استفاده از تاکتیکهای نسبتاً نوینی به کار گرفته شده اند. اگرچه ایده به کارگیری از پهپادها برای رها کردن نارنجکهای گازهای اشک آور، جدید نیست، به نظر می رسد رژیم صهیونیستی نخستین رژیمی است که از آن به مقیاس گسترده ای در ناآرامیها بهره گرفته است. اگرچه انواع بسیار زیادی از محلولهای شیمیایی اشک آور وجود دارد، این مقاله برای محلولهای شیمیایی که توسط ارتش رژیم صهیونیستی به کار می رود که کمتر از مواد شیمیایی مرگبار هستند، از واژه «اشک آور» استفاده می کنند. رها کردن نارنجکهای گازهای اشک آور

تاکنون چشمگیرترین و بحث برانگیزترین به کارگیری از پهپادهای تجاری توسط ارتش رژیم صهیونیستی، برای رها کردن نارنجکهای گاز اشک آور بر روی معترضین بوده است. به نظر می رسد سامانه های گوناگون و متفاوتی این کار مشابه را انجام می دهد. همانگونه که انواع متفاوتی از پهپادها وجود دارد، به نظر می رسد که سامانه های گوناگون و متعددی نیز برای رها سازی این محموله های نارنجکی وجود دارد. شواهد به دست آمده از منابع آزاد، نشان داده که سه نوع از سامانه های رهاسازی وجود دارد:

۱. رهاسازی تا ۱۲ عدد نارنجک گاز اشک آور

۲. رهاسازی یک عدد نارنجک گاز اشک آور بزرگ

۳. رهاسازی مستقیم گاز اشک آور از پهپاد

سامانه ای که بیشتر در تصاویر و ویدئوها دیده شده، پهپادی است که چندین نارنجک کوچک گاز اشک آور را رها می کند. این سامانه ها به نظر می رسد که به نحو گسترده ای برای هدف قرار دادن معترضین و نیز روزنامه نگاران و دیگر فعالان اجتماعی به کار گرفته شده است. این سامانه به نظر می رسد از یک پهپاد DJI ماتریس ۶۰۰ با دو مقرر نگهدارنده نارنجکها در زیر خود تشکیل شده است که هر کدام شش نارنجک را حمل می کند. هر مقرر نگهدارنده از دو نیمه تشکیل شده است که می تواند باز شده و نارنجکها را رها کند که می تواند به طور منفرد یا همزمان هر دو با هم باز شود.



پهپاد DJI ماتریس ۱۰۰ در حال رها کردن نارنجکهای گاز اشک آور (منبع:

(<https://twitter.com/anasmurra97/status/1005112565687619584>)



تصویر نمای نزدیک از سازوکار رهایش نارنجکها (منبع):

<https://twitter.com/bibken/status/1005577121455108097>

تسلیماتی که در این سامانه به کار گرفته شده به نظر می رسد مشابه با نارنجکهای گازهای اشک آوری باشد که توسط شرکت سامانه های ترکیبی (Combined Systems) ساخته شده است و اخیرا توسط ارتش رژیم صهیونیستی در آرایشهای دستی و پرتاب شونده از تفنگ به کار گرفته شده است.



نمونه ای از یکی از نارنجکهای گاز اشک آوری که توسط پهپاد ارتش رژیم صهیونیستی رها شده است.

مدارکی وجود دارد که ارتش رژیم صهیونیستی از سامانه پهپاد کنترل اعتراض سیکلون ساخت گروه نظامی این رژیم برای رها کردن گاز اشک آور بهره گرفته است. برخی از رسانه ها به نظر می رسد که چنین سامانه ای را در حال کار نشان می دهد که به جای نارنجکهای گاز اشک آور، در حال رها کردن استوانه های کوچکی هستند. البته، این تصاویر، به نظر می رسد که یک غلاف رهاسازی مکعبی را نشان می دهد، نه نوع استوانه ای آن را. این امکان نیز وجود دارد که سامانه مشابهی که در این ویدئوی رژیم صهیونیستی نشان داده شده به کار رفته باشد که به نظر می رسد که شش لوله رهاسازی گاز اشک آور در آرایشی مستطیلی باشد که بر روی پهپاد DJI ماتریس ۶۰۰ به کار گرفته شده باشد.



تصویری از ویدئوی ارتش رژیم صهیونیستی. توجه کنید که شش لوله در آرایشی مستطیلی زیر پهپاد آویزان شده است (منبع:

<https://twitter.com/idfonline/status/1007174293795622912>

به نظر می رسد مدلی از پهپاد وجود داشته باشد که یک سلاح منفرد بزرگتر که احتمالاً یک نارنجک بزرگ گاز اشک آور است را حمل می کند. ویدئوی زیر این سامانه را نشان می دهد که یک نارنجک بزرگ گاز اشک آور را بر روی یک خیمه رها می کند (منبع:

https://twitter.com/Islam_Abdu80/status/996067552882241537

تصاویر دیگر که یک پهپاد سرنگون شده ارتش رژیم صهیونیستی را نشان می دهد یک ویژگی را نشان می دهد که به نظر می رسد سازوکار رهایش یک نارنجک منفرد باشد. آنچه قابل توجه است آن است که هر دو پهپادهای نشان داده شده در فیلم بالا و تصاویر پایین، به نظر می رسد از نوع DJI ماتریس ۶۰۰ باشد.



این سازوکار رهایش با دو عدد سروو در هر دو سمت عمل می کند که با کشیدن، یک بند که سلاح را در گهواره نگه داشته، آزاد می شود. ما با سازنده این نوع سروو تماس گرفتیم و او اعلام کرد که از این که محصولش به این روش به کار گرفته شده، اطلاعی ندارد (منبع:

https://twitter.com/sayed_ridha/status/995930749890015232



پهپاد DJI ماتریس ۶۰۰ که این سامانه بر روی آن نصب شده است (منبع:

https://twitter.com/sayed_ridha/status/995930749890015232

تصویر زیر چیزی را نشان می دهد که گفته می شود پهپادی مستقیماً از سازوکار زیر بدنه اش، گاز اشک آور را رها می کند. شواهد منابع آزاد برای رهایش مستقیم گاز اشک آور از پهپاد به نظر می رسد محدود باشد، و مقیاس به کارگیری آن بسیار محدودتر از رهایش نارنجکهای گاز اشک آور باشد.



تصویری که به نظر می رسد رهایش مستقیم گاز اشک آور را از یک پهپاد رژیم صهیونیستی نشان می دهد (منبع:

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-5266905,00.html>

تصویر زیر نیز به نظر می رسد رهایش گاز اشک آور از یک پهپاد را به این روش نشان می دهد، البته، سازه زیر آن به نظر می رسد همانی باشد که چندین نارنجک گاز اشک آور را رها می کند. از اینرو این امکان وجود دارد که رهایش گاز اشک آور از این پهپاد، تعمدی نباشد. این سامانه ممکن است دچار نقص شده باشد، یکی از نارنجکها به طور تصادفی فعال شده باشد، یا گیر کرده باشد، یا طبق طراحی، سقوط نکرده باشد. این فرضیه محتمل تر به نظر می رسد زیرا رهایش گاز اشک آور از این ارتفاع، بعید است که بتواند به اندازه ای که بر روی زمین فعال شود، اثربخش باشد.



پهپاد ارتش رژیم صهیونیستی گاز اشک آور را احتمالا به طور تصادفی، رها می کند (منبع:

<https://news.sky.com/story/live-nakba-day-protests-as-palestinians-bury-dead-11373369>

انهدام بادبادکهای آتشزا

رژیم صهیونیستی استفاده از پهپادهای کوچک برای انهدام بادبادکهای آتشزا که توسط فلسطینیان به سمت مناطق اشغالی فرستاده می شوند را به نمایش گذاشته است. این قطعا به نظر می رسد که روشی موثرتر، کارآمدتر، و ایمن تر از سایر روشها برای نابودی آنها است، مانند روش شلیک توسط قبضه های تفنگ. ارتش رژیم صهیونیستی استفاده از پهپادهای تجاری را برای سرنگون کردن این بادبادکها نشان داده و ویدئوهای آنها را در رسانه ها منتشر کرده است.

با مشاهده این فیلمها، سه پهپاد قابل رویت است: پهپاد DJI ماتریس ۱۰۰، پهپاد مسابقه ای اوبوبلیون بلاکشیپ، و نوعی دیگر از پهپاد مسابقه ای نامعلوم. دو پهپاد مسابقه ای به نظر می رسد که مستقیما به سمت هدف پرواز داده می شوند، تمدا با آن درگیر می شوند و بادبادک را به زمین می آورند، که معمولا در سمت مناطق اشغالی رژیم صهیونیستی به کار گرفته می شوند. پهپاد DJI ماتریس ۱۰۰ به نظر می رسد برای تکنیک متفاوتی طراحی شده باشد، چرا که نوعی ریسمان با تور ماهیگیری به آن متصل شده است. به نظر می رسد هدف از آن استفاده از این ریسمانها برای به دام انداختن بادبادکها است تا آنها را در مکان امنی فرود آورد.



یک پهپاد مسابقه ای از نوع نامشخص مربوط به ارتش رژیم صهیونیستی (منبع):

<https://twitter.com/halbfinger/status/1005159052719153153>



یک پهپاد ماتریس ۱۰۰ ارتش رژیم صهیونیستی به همراه تصویر مربوط به وبگاه فروش آن برای مقایسه (منبع:

<https://www.youtube.com/watch?v=VBwCVyqX0tc>

حتی یک ویدئویی نیز وجود دارد که به نظر می رسد تلاش می شود از یک پهپاد اسباب بازی برای به پایین کشیدن یک بادبادک فلسطینی استفاده شود. (منبع: <https://twitter.com/hishamzaqout/status/995181779249254400>)

جمع بندی

استفاده از پهپادهای تجاری برای اعمال گاز اشک آور یک توسعه جذاب و نوین در تاکتیکهای کنترل اعتراضات است. این موضوع به کاربر این امکان را می دهد که هدف گیری بسیار دقیقی برای نارنجک گاز اشک آور انجام داده و برد بسیار بیشتری نسبت به روشهای کنونی ایجاد کند.

منبع:

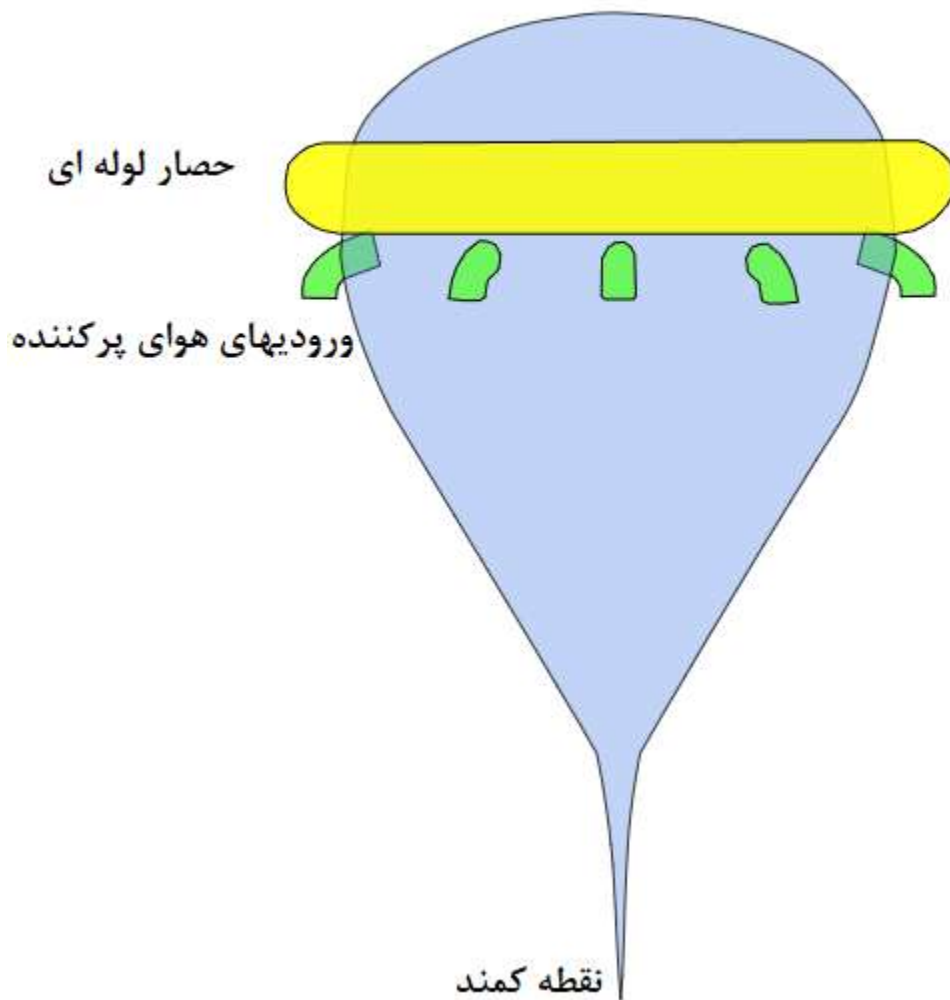
<https://www.bellingcat.com/news/mena/2018/06/18/first-isis-iraq-now-israel-idf-use-commercial-drones>

تئوری بالوت (پایدارساز چتری بالونی)



بمبهای مارک ۸۲ مجهز به بالوت که از یک هواپیمای تهاجمی F-111 در حال رها شدن هستند.

(برای شفافیت بهتر، خطوط و تکیه گاه ها نشان داده نشده اند)



طرحی از اجزای یک بالوت

بالوت (بالون پورتمانتو و چتر) یک وسیله کاهنده سرعت شبیه چتر است که برای کاربردهای ارتفاعات بالا و سرعتهای فراصوتی به کار می رود. آرایش اولیه بالوت در سال ۱۹۴۸ توسط شرکت گودپر اختراع شد. این نوآوری به زودی توجه دیگر سازمانها، از قبیل ناسا را به خود جلب کرد، موسسه ای که از بالوت در سامانه گریز فضایی جِمنی بهره گرفت. متعاقباً کاربرد فراگیری از این وسیله در بخشهای هوافضایی برای کاهش سرعت فرود محموله های گوناگون، مانند مقاطع موشکها و کاوشگرهای جوی، مشاهده شده است. در دهه های اخیر، پیشنهادها های گوناگونی که دربرگیرنده بالوتها هستند برای خروج از مدار و یا بازیابی ماهواره های سبک و برنامه های بین سیاره ای، ارایه شده است.

طرح بالوت

بالوت یک وسیله بادشونده است که برای تولید پسا به کار می رود [۱]. از منظر آرایش اولیه، بالوت، یک بالون مخروطی شکل است که دارای یک حصار لوله ای شکل (تیوبی شکل) (سازه ای باد شونده که برای اطمینان از جدایش جریان تعبیه می شود) است که به دور پهن ترین مقطع آن منطبق شده است [۲]. همچنان که سرعت بالوت در رژیمهای گوناگون جریان، کاهش می یابد، حصار تیوبی برای پایدار کردن بالوت عمل می کند که نوعاً از جریانهای با سرعت بالا (حتی فراصوتی) تا سرعتهای فروصوتی می تواند

کاهش یابد [۲-۳]. طرح یک بالوت، نوعاً به شکل یک قطره است، که نسبت به چتر معمولی، آن را برای کاهش سرعت در سرعت‌های بالا مناسب‌تر کرده است [۴].

بالوتها را می‌توان به سه آرایش اصلی دسته‌بندی کرد، بالوت‌های پيله ای که محموله خود را در بر می‌گیرند، بالوت‌های متصل، که مستقیماً به قاعده محموله خود متصل می‌شوند، و بالوت‌های یدک کش، که به دنبال محموله خود، کشیده می‌شوند [۱]. بالوت ایزوتنسوئید (ساختاری رشته‌ای که تنش کششی در تمامی نقاط آن تقریباً یکنواخت است) به عنوان آرایش استاندارد شناخته شده است، اگرچه آرایشهای دیگری نیز مورد آزمایش قرار گرفته است. پیشنهاد شده که بالوتها می‌توانند به دو آرایش پُشته تیوبی و مخروط کششی باشند [۵]. برخی از آرایشهای بالوتها برای مقاصد ویژه یا صنایع خاص، مانند بخش هوافضا توسعه داده شده‌اند [۶-۷].

با متصل کردن یک بالوت به یک شیء در حال سقوط در هوا، مانند یک بمب یا یک محموله هوافضایی، (با فراهم کردن اندازه کافی و روش به کارگیری صحیح)، سرعت سقوط محدود می‌شود که می‌تواند آسیبهای اعمالی به محموله را هنگام اصابت به زمین کاهش دهد [۲، ۸]. بالوتها می‌توانند به نسبت جرمشان، مقدار نسبتاً زیادی نیروی پسا تولید کنند که آنها را برای سناریوهای مقید به وزن که نوعاً در کاربردهای هوافضایی وجود دارد، جذاب کرده است [۱].

باد کردن یک بالوت نوعاً توسط یک مولد گاز یا ورود هوای بیرونی به سازه آن با آرایشی از ورودیهای هوا حاصل می‌شود [۲]. طراحی سازوکار باد کردن، نقشی حیاتی برای به کارگیری موفق بالوت دارد؛ اگر ورودیهای هوا بسیار کوچک یا بسیار اندک باشد، باید شکل خود را حفظ نکرده و فروریزش خواهد کرد، در حالی که ورودیهای بیش از حد جریان می‌تواند منجر به افزایش فشار و بالا رفتن خطر ترکیدن شود [۴]. متناسباً، بالوت باید به دقت طراحی شود تا با شرایط محیطی که در معرض آن قرار می‌گیرد مواجه شود؛ به طور مشابه، بازشدن آن نیز نیازمند توجه خاص است و به طور مثال زمان بندی آن باید مورد نظر قرار گیرد. بازشدن نامناسب می‌تواند منجر به شکست شود، چرا که نیروهای ترمزی شدید، خطر گسیختن نقاط اتصال و پاره شدن پارچه را به همراه دارد؛ ضمن آن که در هم پیچیدن، یکی دیگر از خطرات مربوط به این محصول می‌باشد [۴، ۹].

کاربردها

بالوت در ابتدا در پاسخ به ناپایداری چترهای فراصوتی اولیه، توسعه داده شده و اثبات شد که جایگزین جذابی به شمار می‌رود [۱]. بالوت برای بمبهای رها شونده ای که از هواپیما رها می‌شوند به کار رفته است که برای کاهش سرعت سقوط و ایجاد پایداری کمک می‌کند [۱].

بالوت به نحو گسترده‌ای در صنعت هوافضا به کار گرفته شده است [۲]. یکی از کاربردهای اولیه در این بخش، به عنوان جزئی از وسیله گریز بر روی فضایی‌های جِمنی ناسا بوده است [۱۰]؛ همچنین از آن برای کاهش سرعت سقوط آرکاس، نخستین موشک صوتی آمریکایی در اواسط دهه ۱۹۶۰ استفاده شده است [۱۱]. در دهه ۱۹۶۰، ناسا پژوهشی مفصل درباره بالوت به عنوان سامانه کاهنده سرعت بر روی دیگر سیارات مانند مریخ انجام داد [۲].

در سال ۲۰۰۰، آزمایشگاه پیشرانس جِت ناسا در حال پژوهش بر روی بالوت بود که بر قابلیت آن برای به کارگیری در عملیاتهای کاهش سرعت آیرودینامیک و بازیابی اجسام آیرودینامیک تاکید کرد [۱-۲].



نام بالوت از ترکیب دو واژه «بالون» و «پاراشوت» (چتر) برگرفته شده است. اصل بنیادین عملکرد بالوت، آن است که دریچه های ورودی هوا که به سمت جریان هوا آرایش یافته اند، این امکان را می دهد که فشار درون بالوت به سطحی برابر با مجموع فشارهای دینامیک و محیطی جریان، برسد. این فشار درونی که عمود بر غشا است، همواره بزرگتر از مجموع فشار محیطی بیرونی و نیروهای دینامیکی است که از بیرون به صورت مایل به آن وارد می شود.

نخستین مدل های توسعه ای کار شده عبارت بوده است از یدک کشیدن یک کره تحت فشار به شکل بالون مخروطی شکل، پشت جسمی که قرار است بازیابی شود. اگرچه این روش، نیروهای پسای مورد نیاز را تامین می کرد، ولی بالون به طرز شدیدی در رژیم های سرعت های فروصوتی و گذر صوتی ناپایدار بود. از اینرو برای پایدار کردن این کره، یک تیوب باد شده به نام «حصار باربل» به دور بالون افزوده شد تا به عنوان یک مولد گردابه عمل کند و از جدایش جریان در ایستگاه ثابتی در پیرامون بالوت، اطمینان ایجاد شود. بالوت، برخلاف چتر، ورودی هوای نسبتاً کوچکی دارد و نسبت به چتر، مدت زمان بیشتری طول می کشد تا باد شود. در مقابل، در رویدادهایی مانند تندباد یا بادهای برشی، هوایی که باد کرده است به سرعت تخلیه نمی شود و به بالوت این امکان را می دهد تا شکل هندسی و مشخصات آیرودینامیکی خود را حفظ کند. به همین دلیل است که بالوت به لحاظ آیرودینامیکی یک جسم صلب در نظر گرفته می شود.

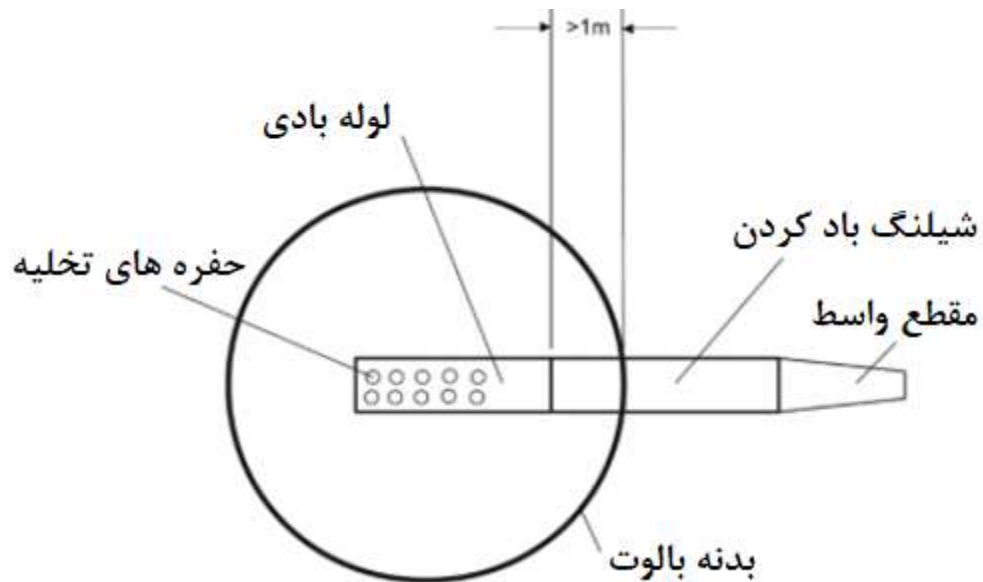
همچنان که تحلیل های دقیق و آزمون تونل باد به پیش می رود، باد کردن بالون ابتدا توسط گاز پیش فشار گذاشته شده، انجام می شود، و سپس با باد کردن توسط جریان هوا جایگزین می شود.

بالوتها جایگزین چترهای معمولی در راکت های هواشناسی شدند تا فاز فرود پایدار را برای دماغه (محموله) راکت فراهم کنند. امروزه گونه های متفاوتی از بالوتها به عنوان وسیله کاهنده سرعت در بمبهای رهاسونده از هواپیما به کار می رود و مطالعاتی نیز برای به کارگیری در مانورهای کاهنده سرعت آیرودینامیکی و نیز برای خروج از مدار و بازیابی ماهواره های جرم پایین از مدارهای پایین زمین، در حال انجام است.

وظیفه بالوت، تنظیم اندازه و ویژگی های آیرودینامیک فضاپیما است، به گونه ای که مسیر پروازی ورود به جو و راستای آن در مسیر پرواز، با الزامات ماموریت منطبق شود.

طراحی سیستمی

بالوت یک چتر بادشونده است، که در مورد مثال ما یک بالون جداره نازک کروی است. علاوه بر بدنه اصلی، بالوت به سامانه توزیع گاز بادشوندگی، مجرای گاز باد کردن، و اتصالی به فضاپیمای محموله، نیاز دارد، که دارای یک اتصال مکانیکی قابل رهاسدن و محل عبور گاز است.



شکل ۱ آرایش کلی بالوت کروی که همه اجزای کارکردی (به غیر از غلاف تجهیزات) را نشان می دهد. برای سامانه توزیع گاز، روش استاندارد لوله بادی را انتخاب می کنیم. لوله های بادی، کیسه های پارچه ای هستند که تخلیه گاز در آنها از طریق حفره های پارچه انجام می شود. در مورد کاربرد ما، لوله بادی، یک کیسه جداره نازک سوراخ دار است که انتهای بسته و تعدادی حفره تخلیه دارد (شکل ۱). این موضوع از ارتعاشات و ضربه زدن ناشی از جدایش لایه مرزی در انتهای شیلنگ باد کردن، ممانعت می کند. فرافشار ثابت لوله بادی، آن را سفت نگه داشته و جریان گاز را مانا نگه می دارد. از طریق حفره های تخلیه کوچک، گاز باد کردن به طور یکنواخت درون بالوت توزیع می شود.

برای یک لوله گاز، مار روش استاندارد بالون را نیز انتخاب می کنیم، که نوعاً یک شیلنگ باد کردن جداره نازک است که از طریق یک درز به درون پوسته بالوت وارد می شود. در شرایط فرافشار، شیلنگ باد کردن، سفت خواهد شد و درز را باز نگه می دارد. اگر فشار تغذیه، افت کند، شیلنگ باد کردن و لوله بادی، فروریزش خواهند کرد و به طور خودکار بالوت را آب بند می کنند. این روش بالون استاندارد است و نیازی به بررسی تئوری بیشتر ندارد.

از آنجا که هر بالوت دنیای واقعی دارای درزها، نقاط اتصال، لوله های بادی، شیلنگ باد کردن، و حتی یکسری تجهیزات است، وزن آن به طرز اجتناب ناپذیری بیشتر از یک توپ جداره نازک ایده آل با همان ابعاد، خواهد بود. از اینرو می توانیم پارامتری به نام وزن تولیدی، m_{pf} را تعریف کنیم که همه جرمهایی که مربوط به یک کره جداره نازک است را در بر گیرد. می توانیم با تعریف ضریب جرم تولیدی، یا به طور کوتاه، ضریب تولیدی، دو جرم را با یکدیگر مرتبط کنیم:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| $\frac{m_s}{m_{pf}} = \lambda_{pf}$ | (۱) |
|-------------------------------------|-----|

تئوری عملکرد (تئوری بالوت)

بالوت، با افزایش مساحت موثر پسا و ضریب پسای آبرصوتی از طریق شکل آن و چگالی جرمی کلی اندک آن، ضریب بالستیک فضاپیما را کاهش می دهد. شکل بالوت، همچنین بر موقعیت مرکز جرم، ممانهای اینرسی، برای آیرودینامیک، و ضرایب مومنتم فضاپیما تاثیر می گذارد. تئوری بالوت که برای این تحلیل توسعه داده شده است، کاملاً اصالت دارد، اگرچه تاکنون کتابها و مقالات گوناگونی برای بررسی تئوری این موضوع منتشر شده است.

در این بخش، ما تئوری بنیادین زیربنای طراحی بالوت را که با الزامات ماموریت منطبق شده و مطابق با قیود دنیای واقعی است، بررسی خواهیم کرد. با استفاده از یک مدل تحلیلی ساده شده، که البته چندان هم دقیق نیست، ولی برای به کارگیری در فاز مطالعات

اولیه و امکان سنجی، کاملاً مناسب است، ضریب بالستیک تعیین می‌شود. همچنین درباره مسائل انطباق پذیری مدل برای ارتفاعات بالا و زوایای ورود به جو اندک، که دو مشخصه کلیدی هستند، بحث خواهیم کرد. سپس به الزامات و قیود فشار باد کردن پرداخته و تحلیل تقریبی از فرود را ارائه خواهیم کرد. در نهایت به اندازه بالوت و ملاحظات طراحی خواهیم پرداخت. به عنوان یک ساده سازی کلی مساله، می‌توانیم فرض کنیم که بالوت، کروی است و هیچ برای آیرودینامیکی تولید نمی‌کند. برای یک فضای بالوت کروی، می‌توانیم روابط پایه ای زیر را تعریف کنیم.

| | |
|--------------------|-----|
| $A_H = 4\pi r_b^2$ | (۲) |
|--------------------|-----|

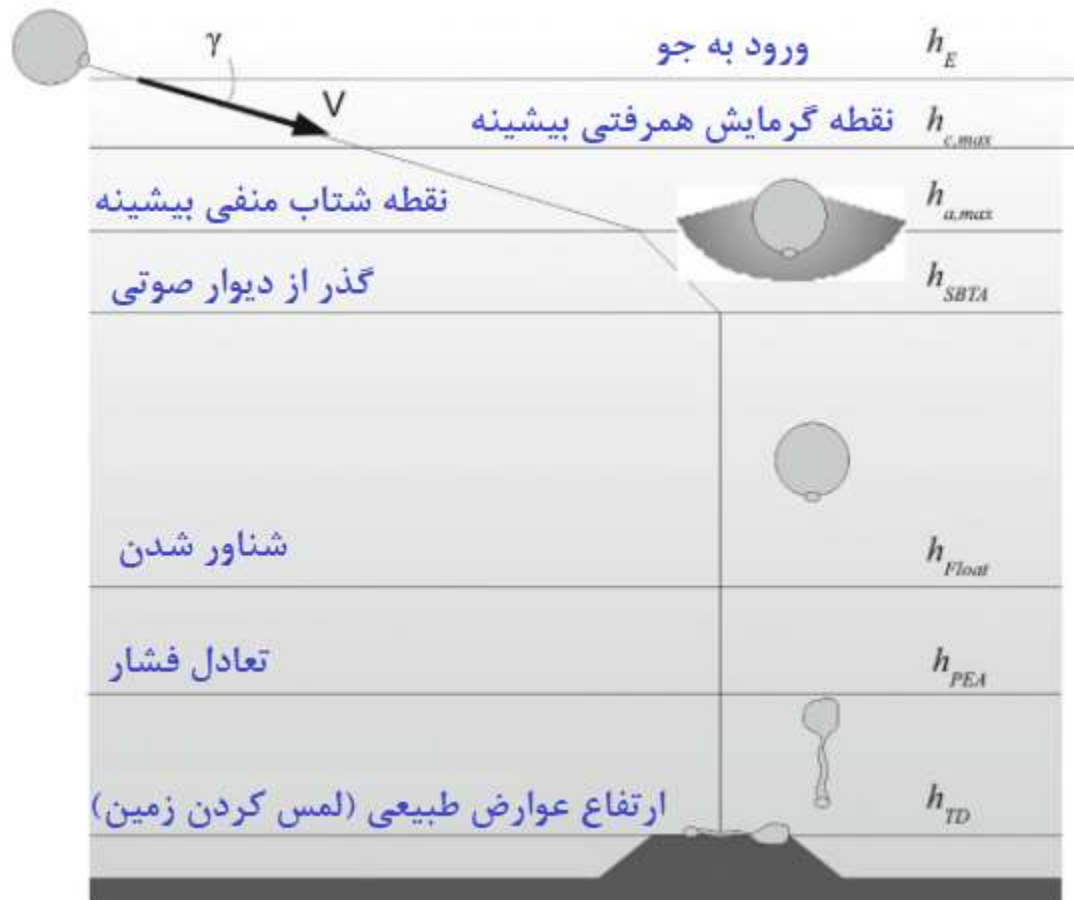
که در آن، r_b شعاع کره بالوت است. مساحت سطح موثر پسای آیرودینامیک فضاپیما:

| | |
|----------------------|-----|
| $A_{SC} = \pi r_b^2$ | (۳) |
|----------------------|-----|

حجم فضاپیما (بالوت):

| | |
|---------------------------------|-----|
| $V_{BL} = \frac{4}{3}\pi r_b^3$ | (۴) |
|---------------------------------|-----|

در رابطه فوق فرض شده که حجم تجهیزات در مقایسه با حجم کلی فضاپیما اندک است. این فرض نیز چندان غیرواقعی نیست، زیرا برای هر گونه ماموریت موثر و سودمند بالوت، که با ضریب بالستیک اندکی انجام می‌شود، رابطه $V_{ip} \ll V_{BL}$ باید همواره درست باشد.



شکل ۲ تعریف رویدادهای مشخصه و ارتفاعات مربوط در جریان ماموریت فرود یک بالوت بدون برآ با در نظر گرفتن ملاحظات ماموریت، مهمترین نقاط مرجع برای یک تحلیل پارامتری، موارد زیر می‌باشند:

۱. ورود به جو (که با E نمایش داده شده است)؛
 ۲. بیشینه نرخ گرمایش همرفتی (که با c,max نشان داده شده است)؛
 ۳. بیشینه شتاب منفی (که با a,max نشان داده شده است)؛
 ۴. گذر از دیوار صوتی (که با SBTA نشان داده شده است)؛
 ۵. شناور شدن (که با Float نشان داده شده است)؛
 ۶. ارتفاع تعادل فشار (که با PEA نشان داده شده است)؛
 ۷. تماس با زمین (که با TD نشان داده شده است)؛
- البته در فرآیند تحلیل ماموریت واقعی، ممکن است نیاز به تعریف ارتفاعات دیگری نیز وجود داشته باشد.

روش تحلیلی تقریبی برای تعیین ضریب بالستیک مطلوب و عملکرد بالوت به طور ایده آل، تحلیل کامل مسیر پروازی باید پیش از آغاز فاز طراحی بالوت انجام شود، به گونه ای که همه الزامات، شامل ضریب بالستیک مطلوب و جرم غلاف ابزار، در محدوده ای منطقی، معلوم شود. چنین تحلیلی باید شامل مطالعات عددی یا تحلیلی از مسیرهای پروازی باشد.

البته در یک فرآیند سعی و خطا، ممکن است نخست کاوش نخستین قابلیت‌های فنی اصلی، مورد توجه باشد. در این حالت، دقت ممکن است چندان مورد توجه نبوده و راه حلهای تحلیلی تقریبی از مساله ورود به جو، کافی و کاربردی تر باشد. هنگام تعیین اندازه بالوت، مقادیر خوبی که دانستن آنها سودمند است عبارتند از بیشینه نرخ گرمایش همرفتی (که منجر به برآوردی از دمای معادل تابش می شود)، بیشینه فشار دینامیکی نقطه سکون، و ارتفاعات مربوط به رخداد هر یک از این موارد. بیشینه فشار دینامیکی در نقطه سکون بر روی سطح وسیله، بالاترین فشار دینامیکی در کل میدان جریان در هر زمان است و از اینرو به ما امکان برآورد مقدار گاز مورد نیاز برای حفظ شکل بالوت در ورود به جو را می دهد. به دلایل روشنی، بیشینه فشار دینامیک نقطه سکون در زمان بیشینه شتاب منفی رخ می دهد. شتاب بیشینه منفی، به ما برآوردی از بارهای مکانیکی در انطباق غلاف ابزار می دهد. به همراه نرخ گرمایش همرفتی بیشینه، این مقادیر به ما درباره این که چه موادی برای پوسته بالوت مناسب اند، ایده می دهد. با ضرایب تابش آن، برآوردی از دمای بیشینه هنگام ورود را می توان به دست آورد. و در آخر، ارتفاعهای این نقاط به ما ایده ای از عملکرد کلی بالوت می دهد.

ساده سازیهای پایه

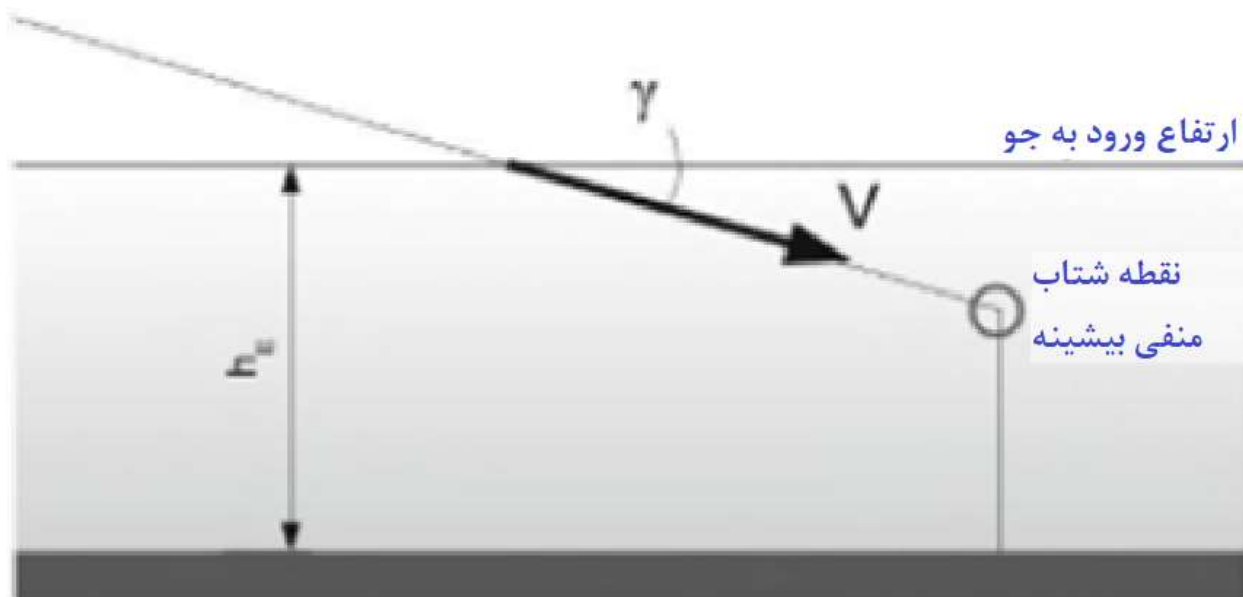
برای یافتن مقادیر فوق، ابتدا باید رابطه ای میان سرعت و تغییرات آن نسبت به زمان و ارتفاع بیابیم. برای این منظور فرض می کنیم که فضایمای بالوت وارد یک میدان گاز مسطح و مستقیم با تغییرات چگالی همدمای نمایی می شود. درون میدان گازی، این فضایمای با فشار دینامیکی q مواجه می شود که با این رابطه بیان می شود:

| | |
|----------------------------|-----|
| $q = \frac{1}{2} \rho v^2$ | (۵) |
|----------------------------|-----|

که در آن ρ چگالی محیطی موضعی است که در اثر عبور فضایمای تاثیر نمی پذیرد، و v سرعت جریان گاز به هم نخورده است. اگر میدان گاز ثابت فرض شود، v نیز سرعت فضایمای می باشد. چگالی محلی محیط نیز از رابطه چگالی نمایی مدل اتمسفر همدمای به دست می آید:

| | |
|------------------------------------|-----|
| $\rho = \rho_0 e^{-\frac{h}{H_0}}$ | (۶) |
|------------------------------------|-----|

که در آن، ρ_0 چگالی جو در سطح زیرین میدان گازی، H_0 ارتفاع مقیاس چگالی مشخصه، و h ارتفاع بالای سطح زیرین می باشد.



شکل ۳ ساده سازی مساله ورود به جو

همچنین فرض می کنیم که فضاپیما بدون تغییر چشمگیر در زاویه مسیر پروازی اش، درون گاز پرواز می کند، تا این که به نقطه بیشینه شتاب منفی برسد (شکل ۳).

برای توصیف تحلیلی تقریبی از مسیر پروازی تا نقطه شتاب بیشینه منفی، نیروی گرانش می تواند از معادلات پایه ای حرکت حذف شود. از آنجا که تغییر مربوط به زاویه مسیر پرواز کاملاً سریع رخ می دهد، آن بخش از مسیر پروازی مربوط به این نقطه تا سطح زمین تقریباً به صورت مستقیم رو به پایین است. در اینجا فضاپیما یک شتاب با مدت زمان کوتاه ولی با مقدار بزرگی را تحمل می کند و سپس به صورت آزادانه بر روی سطح زمین سقوط می کند. معادله حرکت پرتابه را می توان به صورت زیر نوشت:

| | |
|--------------------------------------------------------|-----|
| $m \frac{d^2x}{dt^2} = mg - \frac{1}{2} \rho v^2 AC_d$ | (۶) |
|--------------------------------------------------------|-----|

که در آن m جرم پرتابه، g شتاب گرانش، ρ چگالی جو، v سرعت پرتابه، A مساحت سطح مقطع پرتابه در راستای عمود بر حرکت است، C_d ضریب پسا، t زمان، و x مختصه حرکت در راستای فرود است. این رابطه را به شکل زیر می توان بازنویسی کرد:

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| $v \frac{dv}{dx} = g - \frac{1}{2m} \rho v^2 AC_d$ | (۷) |
|----------------------------------------------------|-----|

با توجه به بالا بودن شتابهای ناشی از نیروی پسای آیرودینامیک، از شتاب گرانش در برابر آن می توان چشم پوشی کرد. با جایگذاری رابطه (۵) در رابطه (۷)، و بازنویسی آن می توان نوشت:

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| $\frac{dv}{v} = -\frac{1}{2m} \rho_0 AC_d e^{-\frac{h}{H_0}} dx$ | (۸) |
|------------------------------------------------------------------|-----|

از سوی دیگر می توان از تغییر متغیر زیر بهره گرفت:

| | |
|------------------------------------------------|-----|
| $x = H_E - h \quad \rightarrow \quad dx = -dh$ | (۹) |
|------------------------------------------------|-----|

که در آن، H_E ارتفاع ورود به جو، و h ارتفاع لحظه ای از سطح زمین می باشد. با جایگذاری رابطه (۹) در رابطه (۸) می توان نوشت:

| | |
|-----------------------------------------------------------------|------|
| $\frac{dv}{v} = \frac{1}{2m} \rho_0 AC_d e^{-\frac{h}{H_0}} dh$ | (۱۰) |
|-----------------------------------------------------------------|------|

با انتگرال گیری از رابطه (۱۰) و جایگذاری شرایط اولیه حرکت، می توان به رابطه تغییرات سرعت پرتابه برحسب ارتفاع به صورت زیر دست یافت:

$$v = v_E \exp\left(-\frac{\rho_0 AC_d H_0}{2m} \left(e^{-\frac{h}{H_0}} - e^{-\frac{H_E}{H_0}}\right)\right) \quad (11)$$

از سوی دیگر، پارامتری را به نام ضریب بالستیک می توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$\beta = \frac{m}{AC_d} \quad (12)$$

و رابطه (۱۱) به صورت زیر می تواند بازنویسی شود:

$$v = v_E \exp\left(-\frac{\rho_0 H_0}{2\beta} \left(e^{-\frac{h}{H_0}} - e^{-\frac{H_E}{H_0}}\right)\right) \quad (13)$$

به این ترتیب رابطه تغییرات شتاب پرتابه برحسب ارتفاع را نیز می توان به صورت زیر به دست آورد

$$a = -\frac{1}{2m} \rho v^2 AC_d = -\frac{1}{2m} \rho_0 e^{-\frac{h}{H_0}} v_E^2 \exp\left(-\frac{\rho_0 H_0}{\beta} \left(e^{-\frac{h}{H_0}} - e^{-\frac{H_E}{H_0}}\right)\right) AC_d$$

و پس از بازنویسی می شود

$$a = -\frac{1}{2m} \rho_0 AC_d v_E^2 \exp\left(-\frac{h}{H_0} - \frac{\rho_0 H_0}{\beta} \left(e^{-\frac{h}{H_0}} - e^{-\frac{H_E}{H_0}}\right)\right) \quad (14)$$

برای به دست آوردن ارتفاعی که در آن مقدار مطلق شتاب منفی به بیشینه مقدار خود می رسد، با مشتق گیری از رابطه (۱۴) برحسب h و برابر با صفر قرار دادن آن، می توان نوشت:

$$\frac{da}{dh} = 0 \rightarrow \left(-\frac{1}{H_0} + \frac{\rho_0}{\beta} e^{-\frac{h_{a,max}}{H_0}}\right) = 0$$

و پس از بازنویسی می شود

$$h_{a,max} = H_0 \ln\left(\frac{\rho_0 H_0}{\beta}\right) \quad (15)$$

گفتنی است در این ارتفاع، دو کمیت نیروی آیرودینامیک اعمالی به پرتابه و فشار دینامیکی وارد بر آن نیز به بیشینه مقدار خود می رسد.

از سوی دیگر، کمیت شار گرمایی همرفتی را می توان به صورت زیر تعریف کرد

$$q = \rho v^3 = \rho_0 e^{-\frac{h}{H_0}} v_E^3 \exp\left(-\frac{3\rho_0 H_0}{2\beta} \left(e^{-\frac{h}{H_0}} - e^{-\frac{H_E}{H_0}}\right)\right)$$

و پس از بازنویسی می شود

$$q = \rho_0 v_E^3 \exp\left(-\frac{h}{H_0} - \frac{3\rho_0 H_0}{2\beta} \left(e^{-\frac{h}{H_0}} - e^{-\frac{H_E}{H_0}}\right)\right) \quad (16)$$

برای به دست آوردن ارتفاعی که در آن مقدار شار گرمایی همرفتی به بیشینه مقدار خود می رسد، با مشتق گیری از رابطه (۱۶) برحسب h و برابر با صفر قرار دادن آن، می توان نوشت:

$$\frac{dq}{dh} = 0 \rightarrow \left(-\frac{1}{H_0} + \frac{3\rho_0}{2\beta} e^{-\frac{h_{c,max}}{H_0}}\right) = 0$$

و پس از بازنویسی می شود

| | |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| $h_{c,max} = H_0 \ln \left(\frac{3 \rho_0 H_0}{2 \beta} \right)$ | (۱۷) |
|-------------------------------------------------------------------|------|

با مشاهده روابط (۱۵) و (۱۷) می توان دریافت که با افزایش ضریب بالستیک، ارتفاعهای مربوط به شتاب منفی بیشینه و شار گرمایشی همرفتی بیشینه نیز کاهش خواهد یافت. همچنین، ارتفاع مربوط به شار گرمایشی بیشینه، همواره بزرگتر از ارتفاع مربوط به شتاب منفی بیشینه است.

تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که عربستان سعودی با کمک چین در حال ساختن موشکهای بالستیک خود است

نویسنده: زاکاری کوهن

تاریخ: ۲۳ دسامبر ۲۰۲۱ (۳ دی ۱۴۰۰)، زمان: ۲۳:۵۴ به وقت گرینویچ



چین در حال کمک به این هم-پیمان آمریکا برای توسعه موشکهای بالستیک است.

November 2, 2021

24.22 N, 44.70 E°

Al Dawadmi Solid Fuel Production and Test Site



واشنگتن (خبرگزاری سی ان ان): سازمانهای جاسوسی ایالات متحده آمریکا ارزیابی کرده اند که عربستان سعودی با کمک چین، هم اکنون به طور فعال در حال ساخت موشکهای بالستیک می باشد. سی ان ان دریافته که چنین توسعه ای می تواند اثرات موجی چشمگیری در خاورمیانه داشته باشد و تلاشهای دولت بایدن برای سیاستهای هسته ای درباره ایران، رقیب بزرگ منطقه ای عربستان سعودی، را پیچیده کند.

مطابق با اطلاعات سه منبع جاسوسی، اطلاعات پیشین نشان می دهد که عربستان سعودی در گذشته موشکهای بالستیک از چین خریداری کرده است، ولی هرگز خود، توانایی ساخت آنها را تا پیش از این نداشته است. تصاویر ماهواره ای به دست آمده توسط سی ان ان نشان می دهد که پادشاهی سعودی هم اکنون دست کم در یک منطقه، در حال ساخت این تسلیحات است. مقامات رسمی ایالات متحده در سازمانهای گوناگون، از جمله شورای امنیت ملی در کاخ سفید، مبتنی بر آخرین اطلاعات منابع جاسوسی، در ماههای اخیر انتقال گسترده و انبوه فناوری موشکهای بالستیک میان چین و عربستان سعودی را اعلام کرده اند.

دولت بایدن، هم اکنون با پرسشهایی مهم مواجه شده است که آیا توسعه های موشکهای بالستیک سعودی می تواند بر دینامیک قدرت منطقه ای تاثیر چشمگیری بگذارد و تلاشها برای افزایش تعهدات در توافق هسته ای با ایران، از جمله محدودیتها درباره فناوری موشکی این کشور را پیچیده کند. این هدف (محدودیت درباره فناوری موشکی ایران)، هدف مشترک آمریکا، اروپا، رژیم صهیونیستی، و کشورهای حاشیه خلیج فارس است.

ایران و عربستان سعودی، دشمن یکدیگر به شمار می روند و اگر عربستان سعودی ساخت موشکهای خود را آغاز کند، بعید است که تهران، متوقف کردن تولید موشکهای خود را بپذیرد.

جفری لويس، کارشناس تسلیحات و استاد در موسسه مطالعات بین الملل میدلبری، به سی ان ان گفت: «در حالی که توجه زیادی به برنامه بزرگ موشکهای بالستیک ایران معطوف شده است، توسعه و هم اکنون، تولید موشکهای بالستیک عربستان سعودی، به همان اندازه مورد بررسی موشکافانه قرار نگرفته است».

لويس افزود: «تولید داخلی موشکهای بالستیک توسط عربستان سعودی، نشان می دهد که هرگونه تلاش دیپلماتیک برای کنترل گسترش موشکی، نیازمند مشارکت دیگر بازیگران منطقه ای مانند عربستان سعودی و رژیم صهیونیستی است که موشکهای بالستیک خود را تولید می کنند».

هرگونه پاسخ ایالات متحده می توانست با ملاحظات دیپلماتیک با چین، پیچیده نیز شود، چرا که دولت بایدن به دنبال تعامل دوباره با پکن بر سر مسایل بااولویت تری مانند آب و هوا، تجارت، و همه گیری کرونا است.

یک مقام ارشد دولت آمریکا به سی ان ان گفت: «همه این موضوعات نیازمند درجه بندی است».

شوای امنیت ملی و سازمان جاسوسی مرکزی آمریکا (سیا) از ارائه توضیح، خودداری کردند.



پنتاگون، سامانه پدافند ضد موشکی و دیگر سامانه ها را از عربستان سعودی و دیگر کشورهای خاورمیانه خارج می کند. از سخنگوی وزارت امور خارجه چین پرسیده شده که آیا اخیرا نقل و انتقالاتی از فناوری حساس موشکهای بالستیک میان چین و عربستان سعودی رخ داده است، او به سی ان ان پاسخ داده که دو کشور، «شرکای راهبردی جامع» هستند و «همکاریهای دوستانه را در همه زمینه ها، از جمله زمینه تجارت نظامی، حفظ کرده اند». «چنین همکاریهایی، هیچ یک از قوانین بین المللی را نقض نمی کند و مشمول گسترش تسلیحات کشتار جمعی نمی شود».

دولت سعودی و سفارت این کشور در واشنگتن، به درخواست برای پاسخ به سی ان ان، پاسخی نداده است.

چالشهای جدید برای دولت بایدن

سی ان ان نخستین بار در سال ۲۰۱۹ گزارش داد که سازمانهای جاسوسی ایالات متحده از همکاری عربستان سعودی با چین برای توسعه برنامه موشکهای بالستیک سعودی، آگاه بوده اند.

دولت ترامپ در ابتدا آگاهی خود از جاسوسی طبقه بندی شده را به اعضای کلیدی کنگره، افشا نکرد، که موجب شد دموکراتهایی که از خارج از کانالهای رسمی دولت آمریکا این موضوع را کشف کردند، خشمگین شوند.

این انتقاد دموکراتها را برانگیخت که می گفتند دولت ترامپ موضع بسیار ملایمی در برابر سعودیها داشته است. کارشناسان گسترش تسلیحات هسته ای همچنان می گویند که عدم واکنش ترامپ، به سعودی ها جسارت گسترش برنامه موشکهای بالستیک خود را داده است.



دولت بایدن، فروش ۶۵۰ میلیون دلار تسلیحات به عربستان سعودی را به اطلاع کنگره رساند. «در حالت عادی، ایالات متحده آمریکا باید به عربستان سعودی فشار می آورد تا این توانمندیها را پیگیری نکند، اما نخستین نشانه ها مبنی بر این که سعودی ها در حال پیگیری این توانمندیها به صورت بومی و داخلی هستند، در دوران ترامپ آشکار شد. طبق گفته های آنکیت پاندا، یک کارشناس سیاست و تسلیحات هسته ای در موقوفه کارنگی برای صلح بین الملل، دولت ترامپ موضع بسیار ملایمی نسبت به این موضوعات در پیش گرفت، زیرا نمی خواست بر سر این مسائل به ریاض فشار آورد. منابع متعددی به سی ان ان گفته اند که برخی از قانون گذاران طی چند ماه گذشته از جاسوسیهای جدید درباره انتقال فناوری موشکهای بالستیک میان عربستان سعودی و چین، آگاه شده اند. منابع به سی ان ان گفته اند که دولت بایدن در حال آماده سازی تحریمهایی برای سازمانهایی است که در این انتقالات مشارکت داشته است، در عین حال برخی نگران آن هستند که کاخ سفید نمی خواهد عواقب چشمگیری را به دولت سعودی به خاطر اقداماتش تحمیل کند.

با توجه به وضعیت کنونی مذاکرات با ایران، برنامه موشکی سعودی می تواند مساله پیچیده کنونی را حتی دشوارتر کند. پاندا به سی ان ان گفت: «یک برنامه موشکی سعودی، چالشهای جدیدی برای محدود کردن دیگر برنامه های موشکی در منطقه ایجاد می کند. به طور مثال، محدود کردن موشکهای ایران در آینده، که نگرانی اصلی برای ایالات متحده آمریکا به شمار می رود، بدون محدودیتهای موازی بر برنامه رو به رشد موشکهای سعودی، دشوارتر خواهد شد.»

نخستین شواهد قطعی

تصاویر ماهواره ای جدید که توسط سی ان ان به دست آمده است نشان می دهد که، طبق نظر کارشناسانی که تصاویر و منابع را تحلیل کرده اند، سعودی ها هم اکنون در سایتی که پیشتر با کمک چینی ها ساخته بودند، در حال ساخت موشکهای بالستیک هستند، که با آخرین ارزیابی های جاسوسی ایالات متحده آمریکا نیز مطابقت دارد. تصاویر ماهواره ای که توسط شرکت تصویربرداری تجاری پلانت گرفته شده نشان می دهد که بین ۲۶ اکتبر (۶ آبان ۱۴۰۰) تا ۹ نوامبر (۱۹ آبان ۱۴۰۰) یک عملیات سوزاندن در تاسیسات نزدیک دَواذمی، در عربستان سعودی انجام شده است. مطابق با نظر پژوهشگران در موسسه مطالعات بین المللی میدلبری که در اختیار سی ان ان قرار دادند، «این نخستین شواهد غیرقابل انکار است که نشان می دهد این تاسیسات در حال تولید موشکها هستند.»



تصاویر ماهواره ای جدید می گوید که عربستان سعودی هم اکنون در حال تولید موشکهای بالستیک در این سایت است. مهمترین شاهد آن است که این تاسیسات در حال فعال کردن «گودال سوزاندن» برای دفع پسماندهای سوخت جامد ناشی از تولید موشکهای بالستیک است.



تصویر ماهواره ای گرفته شده در تاریخ ۲ نوامبر (۱۲ آبان ۱۴۰۰) نشان می دهد که این تاسیسات در حال فعال کردن «گودال سوزاندن» برای دفع پسماندهای سوخت جامد ناشی از تولید موشکهای بالستیک است.

جفری لویس، کارشناس تسلیحات و استاد در موسسه مطالعات بین الملل میدلبری که این تصاویر را بررسی کرده می گوید: «مهمترین شاهد آن است که این تاسیسات در حال فعال کردن «گودال سوزاندن» برای دفع پسماندهای سوخت جامد ناشی از تولید موشکهای بالستیک است.» او افزود: «ریخته گری موتورهای موشک سوخت جامد منجر به باقی ماندن مقاداری سوخت می شود که خطر انفجار را به همراه دارد. از اینرو تاسیسات تولید سوخت جامد موشکها غالبا چاله هایی برای سوزاندن دارند که پسماندهای سوخت را با سوزاندن، در آنجا دفع می کنند. از اینرو، عملیات سوزاندن، یک علامت جدی و مهمی است که نشان می دهد این تاسیسات به طور فعال در حال ریخته گری موتورهای موشکهای سوخت جامد است.»



تصویر ماهواره ای گرفته شده در تاریخ ۹ نوامبر (۱۹ آبان ۱۴۰۰)، «چاله سوزاندن» را نشان می دهد که برای دفع پسماندهای سوخت جامد ناشی از تولید موشکهای بالستیک به کار می رود و پس از عملیات سوزاندن، تمیز شده است. البته هنوز، اطلاعات اندکی درباره موشکهای بالستیکی که عربستان سعودی در این سایت در حال تولید است، وجود دارد، که شامل جزئیات مهمی مانند برد و محموله می باشد.

مطابق با دیدگاه لوئیس، با توجه به این که تاسیسات مورد نظر با کمک چینی ها ساخته شده و نیز ارزیابی های جاسوسی جدید نشان می دهد که عربستان سعودی اخیرا فناوری موشکهای بالستیک حساس را از چین خریداری کرده است، این امکان وجود دارد که موشکهای تولید شده، از نوع طراحی چینی باشند.

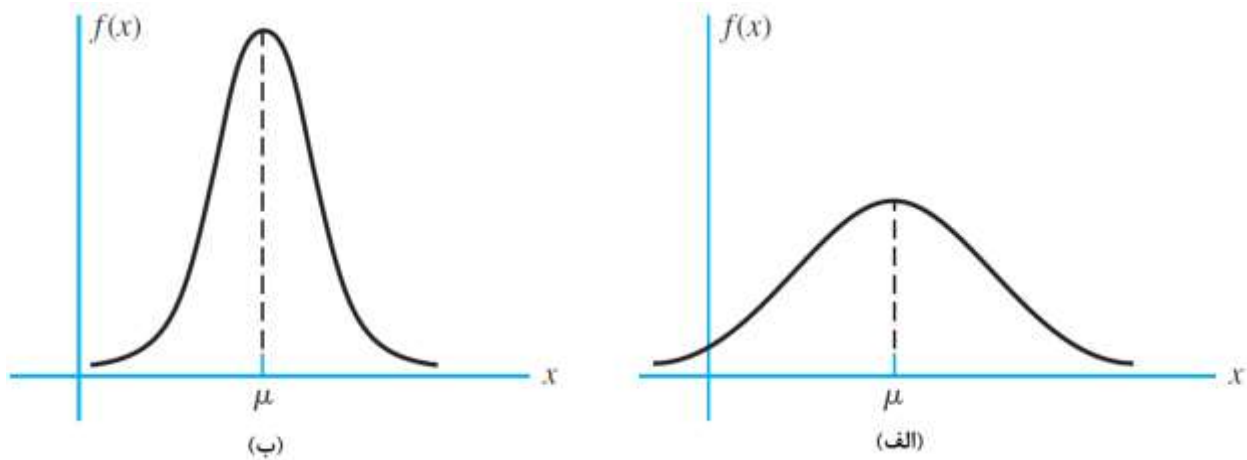
لوئیس خاطر نشان می کند که «اما شواهدی هم وجود دارد که عربستان سعودی در سالهای اخیر، به دنبال دیگر کشورها برای کمک به توسعه برنامه موشکهای بالستیک این کشور بوده است. از اینرو شناسایی دقیق این که پادشاهی سعودی در حال ساخت چه سامانه های تسلیحاتی در این سایت است را دشوار کرده است.»

منبع:

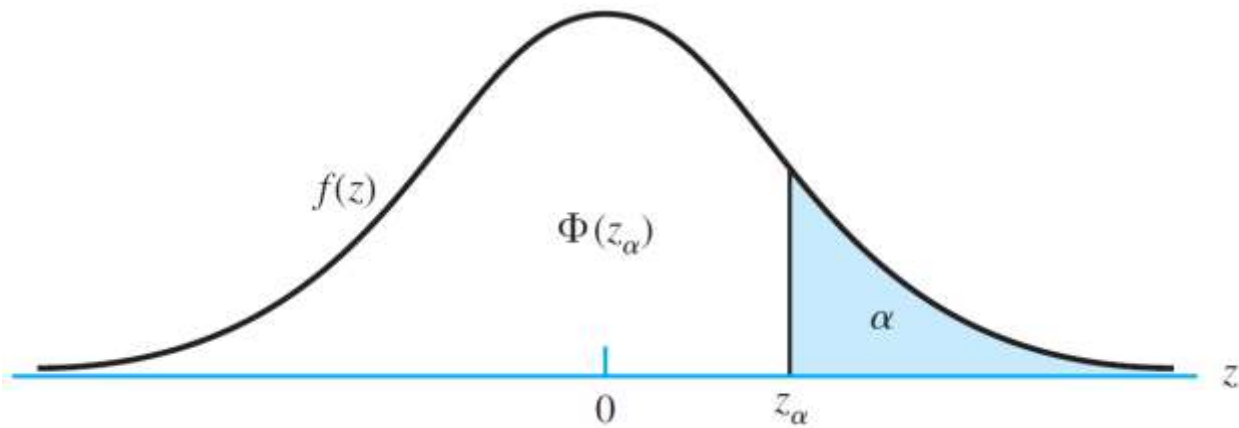
<https://edition.cnn.com/2021/12/23/politics/saudi-ballistic-missiles-china/index.html>

محاسبه قابلیت اطمینان و احتمال شکست

در این روزها تعداد دعاوی حقوقی مسئولیت مدنی در حوزه طراحی، و نیاز به انطباق با قواعد سازمانهای دولتی، به نحو چشمگیری در حال افزایش است و بسیار مهم است که طراح و سازنده، قابلیت اطمینان محصول خود را بدانند. روش طراحی مبتنی بر قابلیت اطمینان، روشی است که در آن توزیع تنشها و توزیع استحکامها را به دست می آوریم و سپس این دو توزیع را با یکدیگر مرتبط می کنیم تا نرخ موفقیت قابل قبول به دست آید. مقدار آماری احتمال آنکه جزء مکانیکی در کارکرد دچار شکست نخواهد شد، قابلیت اطمینان آن جزء نامیده می شود و همانگونه که خواهیم دید، با احتمال شکست، p_f ، مرتبط است.



شکل ۱ شکل منحنی توزیع نرمال: الف) انحراف معیار بزرگ، ب) انحراف معیار کوچک



شکل ۲ تابع توزیع تبدیل شده برای محاسبات احتمال توزیع نرمال

احتمال شکست

احتمال شکست، p_f ، از تابع چگالی احتمال (PDF) به دست می آید که نمایانگر توزیع رویدادها در گستره مشخصی از مقادیر است. تعدادی از توزیعهای آماری استاندارد گسسته و پیوسته عموماً برای مسایل مهندسی قابل به کارگیری هستند. دو مورد از مهمترین توزیعهای آماری پیوسته برای کاربردهای مهندسی، توزیع گوسی (نرمال) و توزیع ویبال است. توزیع نرمال در این بخش توضیح داده خواهد شد. توزیع ویبال نیز به طور مثال در تحلیل و طراحی یاتاقانهای تماس غلتشی به کار می رود. توزیع پیوسته گوسی (نرمال)، یکی از مهمترین توابع چگالی احتمال (PDF) است و بر حسب مقادیر میانگین μ_x و انحراف معیار آن $\hat{\sigma}_x$ به صورت زیر بیان می شود:

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| $f(x) = \frac{1}{\hat{\sigma}_x \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_x}{\hat{\sigma}_x}\right)^2\right)$ | (۱) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

نمودارهای رابطه (۱) برای مقادیر انحراف معیار کوچک و بزرگ در شکل ۱ نشان داده شده است. منحنی زنگوله ای شکل برای مقادیر کوچک $\hat{\sigma}_x$ کوچکتر شده و برای مقادیر بزرگ $\hat{\sigma}_x$ پهن تر می شود. توجه داشته باشید که مساحت زیر نمودار هر منحنی برابر با یک است. یعنی احتمال رخ دادن همه رویدادها برابر با یک (۱۰۰ درصد) می باشد. برای به دست آوردن مقادیر احتمال شکست p_f ، انتگرال گیری از رابطه (۱) ضروری است. این کار را می توان با بی بعد کردن متغیر x ، از جدول به آسانی انجام داد. با استفاده از تغییر متغیر زیر این کار انجام می شود:

| | |
|----------------------------------------|-----|
| $z = \frac{x - \mu_x}{\hat{\sigma}_x}$ | (۳) |
|----------------------------------------|-----|

انتگرال توزیع نرمال تبدیل یافته در جداول کتابهای ریاضی و طراحی مهندسی وجود دارد و معمولاً تعریف آن بر اساس شکل ۲ می باشد. مقدار تابع چگالی نرمال کاربرد زیادی داشته و در معادلات فراوانی به کار گرفته می شود. متغیر تبدیل یافته x دارای مقدار میانگین صفر و مقدار انحراف معیار برابر با یک می باشد.

قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان R را می توان با رابطه زیر بیان کرد:

| | |
|---------------|-----|
| $R = 1 - p_f$ | (۴) |
|---------------|-----|

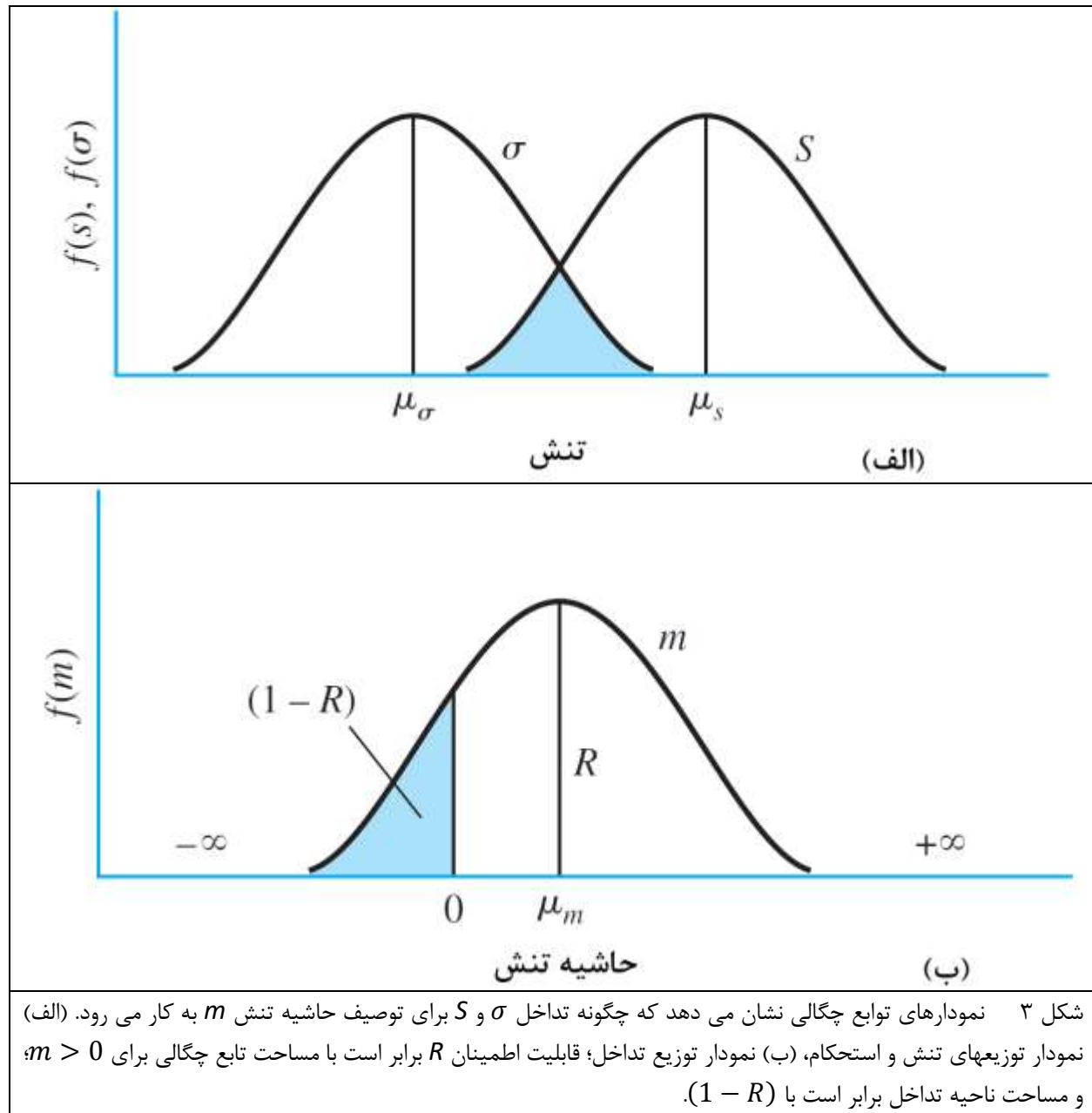
که در آن، p_f احتمال شکست است و به صورت نسبت تعداد رویدادهای شکست به تعداد کل رویدادهای ممکن تعریف می شود. مقدار R در گستره $0 \leq R \leq 1$ قرار می گیرد. قابلیت اطمینان $R=0.9$ به معنی آن است که ۹۰ درصد احتمال وجود دارد که قطعه ای، عملکرد مناسب خود را بدون شکست انجام دهد. به طور مثال، برای نوع خاصی از قطعات، تعداد ۶ قطعه دچار شکست شده در هر ۱۰۰۰ قطعه تولید شده، ممکن است نرخ شکست قابل قبولی در نظر گرفته شود. این بیانگر آن است که قابلیت اطمینان این قطعه برابر است با $R=1-6/1000=0.994=99.4\%$.

در روش طراحی مبتنی بر قابلیت اطمینان، وظیفه طراح آن است که به گونه ای انتخابی مبتنی بر قضاوت از مواد، فرآیندها، و هندسه (ابعاد) انجام دهد که به هدف قابلیت اطمینان مشخصی دست یابد. از اینرو، اگر قابلیت اطمینان هدف، همانند مثال بالا، برابر با ۹۹.۴ درصد باشد، چه ترکیبی از مواد، فرآیندها، و ابعاد برای دستیابی به این هدف مورد نیاز می باشد؟ اگر با شکست هر یک از اجزا، یک سامانه مکانیکی دچار شکست شود، به این سامانه، یک سامانه سری گفته می شود. اگر قابلیت اطمینان جزء شماره i در یک سامانه سری دارای n جزء، برابر با R_i باشد، آنگاه قابلیت اطمینان کل سامانه از این رابطه به دست می آید:

| | |
|-------------------------|-----|
| $R = \prod_{i=1}^n R_i$ | (۵) |
|-------------------------|-----|

تحلیلهایی که منجر به ارزیابی قابلیت اطمینان می شود، به عدم قطعیتها یا برآوردهایی از پارامترهایی می پردازد که برای توصیف وضعیت به کار می رود. متغیرهای آماری مانند تنش، استحکام، باز، یا ابعاد، برحسب مقادیر میانگین، انحراف معیار و توزیعهای آماری آنها توصیف می شوند. اگر ساچمه هایی در یک فرآیند ساختی، تولید می شوند که در آن یک توزیع اندازه قطر ایجاد می شود، می توانیم بگوییم که با انتخاب یک ساچمه، عدم قطعیتی در خصوص اندازه آن وجود دارد. اگر بخواهیم وزن یا ممان اینرسی غلتشی این ساچمه را در نظر بگیریم، این عدم قطعیت اندازه می تواند به دانش ما درباره وزن یا ممان اینرسی، منتشر شود. روشهایی برای برآورد پارامترهای آماری توصیف کننده جرم و ممان اینرسی از متغیرهایی مانند اندازه و چگالی وجود دارد. به این روشها، «انتشار خطا»، «انتشار عدم قطعیت»، یا «انتشار پراکندگی» گفته می شود. این روشها، بخشی ذاتی از وظایف تجزیه و تحلیل مربوط به احتمال شکست به شمار می رود.

لازم به ذکر است که داده های آماری خوب، و برآوردهای مربوطه، برای انجام یک تحلیل قابلیت اطمینان قابل قبول، ضروری است. این موضوع مستلزم آن است که آزمونهای مناسب و اعتبارسنجی کافی از داده ها انجام شود. در بسیاری از موارد، این کار عملی نیست و باید از روش طراحی معین بهره گرفت.



ارتباط میان ضریب طراحی و قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان، احتمال آماری است که قطعات و زیرسامانه های یک سامانه، عملکرد مورد نظر خود را به صورت مطلوبی بدون شکست انجام دهند. تنش و استحکام ماهیتی آماری دارند و ارتباط تنگاتنگی با قابلیت اطمینان قطعه تحت تنش دارند. توابع چگالی احتمال برای تنش و استحکام، σ و S ، در شکل ۳ نشان داده شده اند. مقادیر متوسط تنش و استحکام به ترتیب عبارتند از $\bar{\sigma} = \mu_\sigma$ و $\bar{S} = \mu_S$. در اینجا ضریب طراحی «متوسط» برابر است با

| | |
|----------------------------------------|-----|
| $\bar{n}_d = \frac{\mu_S}{\mu_\sigma}$ | (۶) |
|----------------------------------------|-----|

حاشیه ایمنی برای هر مقدار تنش σ و استحکام S به این صورت تعریف می شود

| | |
|------------------|-----|
| $m = S - \sigma$ | (۷) |
|------------------|-----|

مقدار متوسط حاشیه ایمنی می شود $\bar{m} = \bar{S} - \bar{\sigma}$. البته برای همپوشانی توزیعها که با ناحیه سایه زده شده در شکل ۳-الف نشان داده شده، تنش از استحکام فراتر خواهد رفت. در اینجا، حاشیه ایمنی منفی است، و انتظار می رود این قطعات دچار شکست شوند. این ناحیه سایه زده شده، تداخل σ و S نامیده می شود. شکل ۳-ب توزیع m را نشان می دهد که مشخصا به توزیعهای تنش و استحکام وابسته است. قابلیت اطمینان از این که قطعه، عملکرد خود را بدون شکست انجام دهد، R ، برابر است با مساحت توزیع حاشیه ایمنی برای $m > 0$. ناحیه تداخل، $1 - R$ ، جایی است که انتظار می رود قطعات دچار شکست شوند. با فرض این که σ و S هر کدام توزیع نرمال داشته باشند، حاشیه تنش m نیز یک توزیع نرمال خواهد داشت. قابلیت اطمینان، احتمال آن است که $m > 0$. به عبارت دیگر داریم

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| $R = p(S > \sigma) = p(S - \sigma > 0) = p(m > 0)$ | (۸) |
|----------------------------------------------------|-----|

برای یافتن احتمال آنکه $m > 0$ باشد، متغیر Z از m را تشکیل داده و در آن $m = 0$ قرار می دهیم. با توجه به این که $\mu_m = \mu_S - \mu_\sigma$ و $\hat{\sigma}_m = (\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_\sigma^2)^{1/2}$ می توانیم متغیر Z را به صورت زیر به دست آوریم

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| $Z = \frac{m - \mu_m}{\hat{\sigma}_m} = \frac{0 - \mu_m}{\hat{\sigma}_m} = -\frac{\mu_m}{\hat{\sigma}_m} = -\frac{\mu_S - \mu_\sigma}{(\hat{\sigma}_S^2 + \hat{\sigma}_\sigma^2)^{1/2}}$ | (۹) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

با مقایسه با شکل ۳-ب می توانیم دریابیم که

| | |
|------------------------------------------------------------------|------|
| $R = 1 - \Phi(z) \quad z \leq 0$ $R = \Phi(z) \quad z \geq 0$ | (۱۰) |
|------------------------------------------------------------------|------|

قابلیت اطمینان عبارت است از احتمال آنکه وسیله ای عملکرد مورد انتظار خود را تحت شرایط بیان شده در یک دوره زمانی مشخص، انجام دهد. پیش بینی قابلیت اطمینان با درجه ای از قطعیت، وابستگی زیادی به تعریف درست تعدادی از پارامترها دارد. برای مثال، انتخاب توزیع آماری که با داده ها منطبق باشد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اگر توزیع آماری درستی انتخاب نشود، نتایج مورد اطمینان نخواهد بود. قطعیت، که به اندازه نمونه وابسته است، برای تصمیم گیریهای درست باید به اندازه کافی باشد. نرخ شکستهای هر یک از قطعات باید مبتنی بر جامعه آماری به اندازه کافی بزرگ باشد و به طور حقیقی، منعکس کننده نتایج کاربردهای متداول امروزی باشد. یکسری ملاحظات تجربی مانند تعیین شیب نرخ شکست و محاسبه انرژی فعالسازی، و نیز عوامل محیطی مانند دما، رطوبت، و ارتعاشات وجود دارد. در نهایت، تنش-سازهایی مانند ولتاژ و جریان نیز وجود دارد.

ماندگاری موشک روسی 8k14 (اسکاد بی) طبق اسناد آن

| مدت ماندگاری | شرایط نگهداری | سطح آمادگی |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| گارانتی شده: ۷ سال بیشینه عمر: ۲۴ سال | نگهداری در حالت افقی در انبار، در بسته بندی آب بندی شده، | سطح ۷ |
| گارانتی شده: ۱ سال | تمامی اجزای موشک بر روی آن نصب شده و کپسولهای هوا شارژ شده، بدون شارژ سوخت و الحاق سرجنگی، نگهداری در شرایط میدان | سطح ۶ |
| گارانتی شده: ۱ سال | موشک شارژ شده (بدون سوخت آغازش پرتاب)، قرار گرفته بر روی ترولی یا سکو، بدون الحاق سرجنگی | سطح ۵ |
| گارانتی شده: ۱ سال | موشک شارژ شده با سرجنگی الحاق شده، روزنه ها و دریچه های موشک تماما با چسب نواری آب بندی شده است. | سطح ۴ |
| گارانتی شده: ۱ سال | سکو در نقطه پرتاب یا در نزدیکی آن مستقر شده است. | سطح ۳ |
| گارانتی شده: ۱ سال | موقعیت یابی جغرافیایی سکو به طور دقیق انجام شده و محاسبات پرتاب صورت گرفته است. موشک به صورت افقی است. | سطح ۲ |
| گارانتی شده: کمتر از ۲ ساعت | موقعیت یابی سکو به طور دقیق انجام شده و موشک به صورت عمودی در آمده است. نشانه روی انجام شده و سوخت آغازش پرتاب شارژ شده است. | سطح ۱ |



منبع:

<http://militaryrussia.ru/blog/topic-177.html>

مهندسی قابلیت اطمینان می تواند شامل کاربرد وسیع آمار در شکل کاربردی مهندسی باشد. آیا طراحی، مأموریت مورد نظر را انجام خواهد داد؟ قابلیت اطمینان محصول به عنوان یک تضمینی برای بادوام بودن یک طراحی و نیز یکپارچگی تعهدات کیفیتی و تولیدی یک سازمان به شمار می رود.

ماندگاری موشک روسی 8k14 (اسکاد بی) طبق اسناد آن



| مدت ماندگاری | شرایط نگهداری | سطح آمادگی |
|------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| گارانتی شده: ۷ سال بیشینه عمر: ۲۴ سال | شرایط انبار (درون بسته بندی) | نگهداری در انبار |
| گارانتی شده: ۱ سال | آماده عملیات (در شرایط میدان) | شارژ شده |

منبع: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-177.html>

ماندگاری موشک روسی 9k79 (توچکا) طبق اسناد آن

| مدت ماندگاری | شرایط نگهداری | سطح آمادگی |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| گارانتی شده: ۱۰ سال | نگهداری در انبار | سطح ۶ |
| گارانتی شده: ۱۰ سال در سوله ۲ سال در میدان | موشک بررسی شده و بر روی سکو بارگیری می شود. | سطح ۵ |
| ۲ سال | سرچنگی به موشک الحاق شده و موشک بر روی سکو تست می شود. | سطح ۴ |
| ۲ سال | موشک در حالت افقی بر روی سکو قرار دارد و سکو به موضع پرتاب منتقل شده است. | سطح ۳ |
| ۶ ماه | سکو در موضع پرتاب مستقر شده، جکهای آن به زمین متصل شده، موشک توسط سکو تست شده، و موشک در وضعیت زاویه شلیک قرار گرفته است. مختصات هدف وارد نشده است. | سطح ۲ |
| ۱۸۰ ساعت (۷.۵ روز) هر سه ساعت باید یکسری بررسیها به مدت ۲۵ دقیقه انجام شود. | موتور برق سکو روشن است، موشک آماده شلیک است | سطح ۱ |



منبع:

<http://militaryrussia.ru/blog/topic-191.html>

ماندگاری موشک روسی 9k79 (توچکا) طبق اسناد آن



| مدت ماندگاری | شرایط نگهداری | سطح آمادگی |
|---------------------|-------------------------------|------------------|
| گارانتی شده: ۱۰ سال | شرایط انبار | نگهداری در انبار |
| گارانتی شده: ۲ سال | درون محفظه سکو در شرایط میدان | نگهاری در میدان |

موشکهای تولید شده از سال ۱۹۷۵ تاکنون در حال بهره برداری هستند.
 منبع: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-191.html>

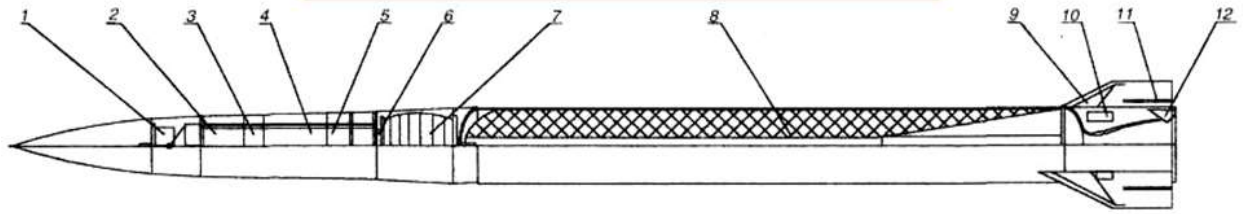
ماندگاری موشک روسی 9k720 (اسکندر) طبق اسناد آن



| مدت ماندگاری | شرایط نگهداری | سطح آمادگی |
|---------------------|-------------------------------|------------------|
| گارانتی شده: ۱۰ سال | شرایط انبار | نگهداری در انبار |
| گارانتی شده: ۳ سال | درون محفظه سکو در شرایط میدان | نگهاری در میدان |

منبع: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-832.html>

سامانه پدافند هوایی روسی S-400 (40R6)



اجزای موشک 48N6: (۱) جستجوگر، (۲) سامانه هدایت خودکار، (۳) فیوز رادیویی، (۴) تجهیزات کنترل رادیویی، (۵) باتری، (۶) وسیله ایمنی و (۷) تسلیح، (۸) موتور، (۹) بالهای آیرودینامیک، (۱۰) تجهیزات تغییر مسیر، (۱۱) وسیله ای برای گشودن بالها، (۱۲) بالکهای گاز داغ موتور



قابلیت رهگیری اهداف تا ارتفاع ۳۰ کیلومتر و با سرعت ۱۴ ماخ

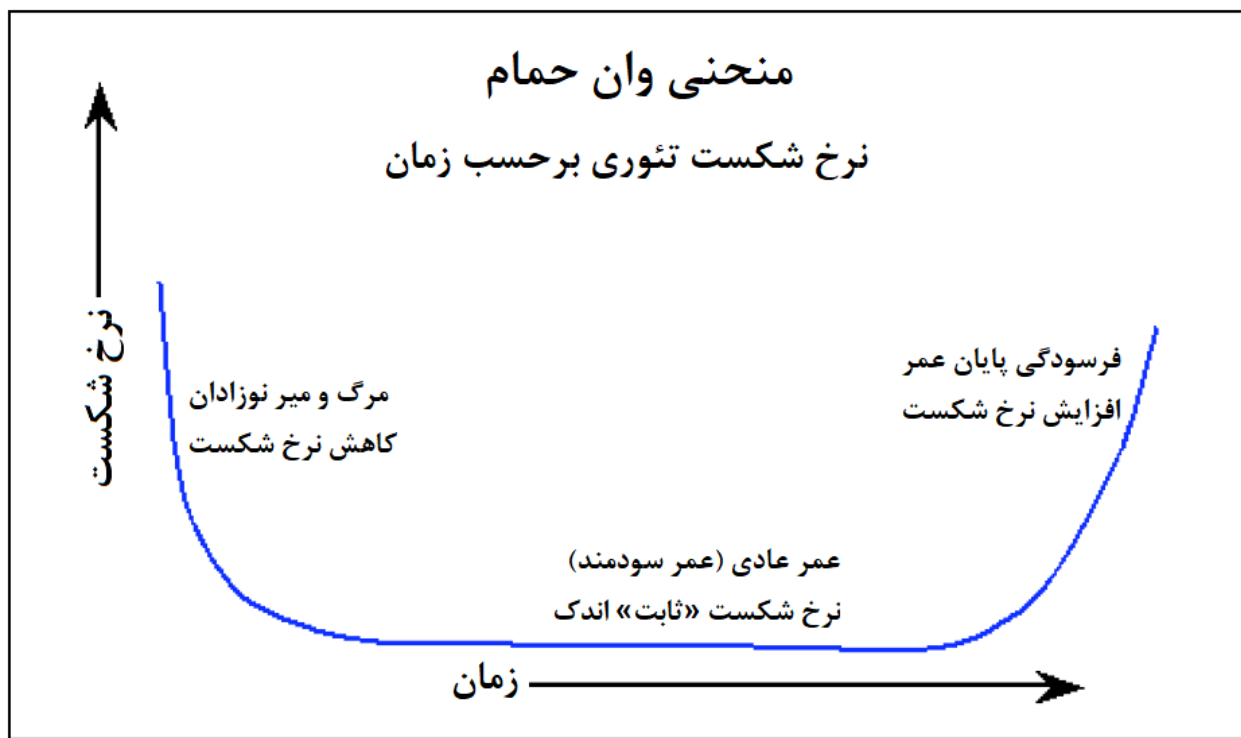
عمر گارانتی شده: ۲۰ سال
زمان کارکرد سامانه پدافند هوایی پیش از اورهال: ۱۰ هزار ساعت

سامانه های تسلیحات آمریکایی

| عمر تمدید یافته | عمر گارانتی اولیه | توضیحات | نام سامانه سلاح | تصویر |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۰ سال | ۵ سال | سوخت جامد با برد عملیاتی ۵۰ کیلومتر | موشک پدافند هاوک |  |
| ۲۲ سال | ۵ سال | برد عملیاتی ۳ کیلومتر | موشک ضدتانک تاو |  |
| ۱۳ سال | ۱۰ سال | برد عملیاتی ۱۱ کیلومتر | موشک هواپایه هلفایر |  |
| ۲۳ سال | ۵ سال | دوش-پرتاب برد عملیاتی ۱ کیلومتر | موشک ضد تانک دراگون |  |
| ۱۰ سال | ۵ سال | سوخت جامد با برد عملیاتی ۱۶۰ کیلومتر | موشک پدافند پاتریوت |  |
| ۱۶ سال | ۱۰ سال | دوش-پرتاب ضدهوایی | موشک پدافند استینگر |  |
| ۱۵ سال | ۱۰ سال | سوخت جامد برد عملیاتی ۷۰ کیلومتر | راکت انداز چندگانه |  |
| ۲۰ سال | ۱۰ سال | سوخت جامد ضدهوایی | موشک پدافند چاپارال |  |

منحنی وان حمام

عمر جامعه ای از محصولات را می توان به سه دوره متمایز تقسیم بندی کرد. شکل ۴ «منحنی وان حمام» قابلیت اطمینان را نشان می دهد که عمر «ز گهواره تا گور» نرخهای شکست را برحسب زمان مدلسازی می کند. اگر شیب منفی ابتدای منحنی را دنبال کنیم، تا جایی که شیب منحنی تقریباً صفر می شود، این ناحیه را می توان دوره نخست در نظر گرفت. مشخصه ناحیه نخست، عبارت است از کاهش نرخ شکست. این پدیده ای است که در اوایل عمر جامعه ای از محصولات رخ می دهد. محصولات ضعیفتر می میرند و بقیه جامعه، که جان-سخت تر هستند زنده می مانند. این دوره نخست، دوره مرگ و میر نوزادان نیز نامیده می شود. دوره بعدی، بخش تقریباً تخت نمودار است. به آن زندگی عادی می گویند. در این دوره زمانی، شکست بیشتر در یک توالی تصادفی رخ می دهد. پیش بینی این که کدام وضعیت شکست، چشمگیر خواهد بود دشوار است، اما نرخ شکستها قابل پیش بینی است. ضمن آنکه به شیب ثابت نمودار در این بخش، باید توجه کرد. دوره سوم در نقطه ای آغاز می شود که در آن شیب شروع به افزایش پیدا کردن می کند و تا پایان نمودار امتداد می یابد. این پدیده هنگامی رخ می دهد که مجموعه ها پیر شده و با نرخ شکستی در حال افزایش، شروع به شکست خوردن می کنند.

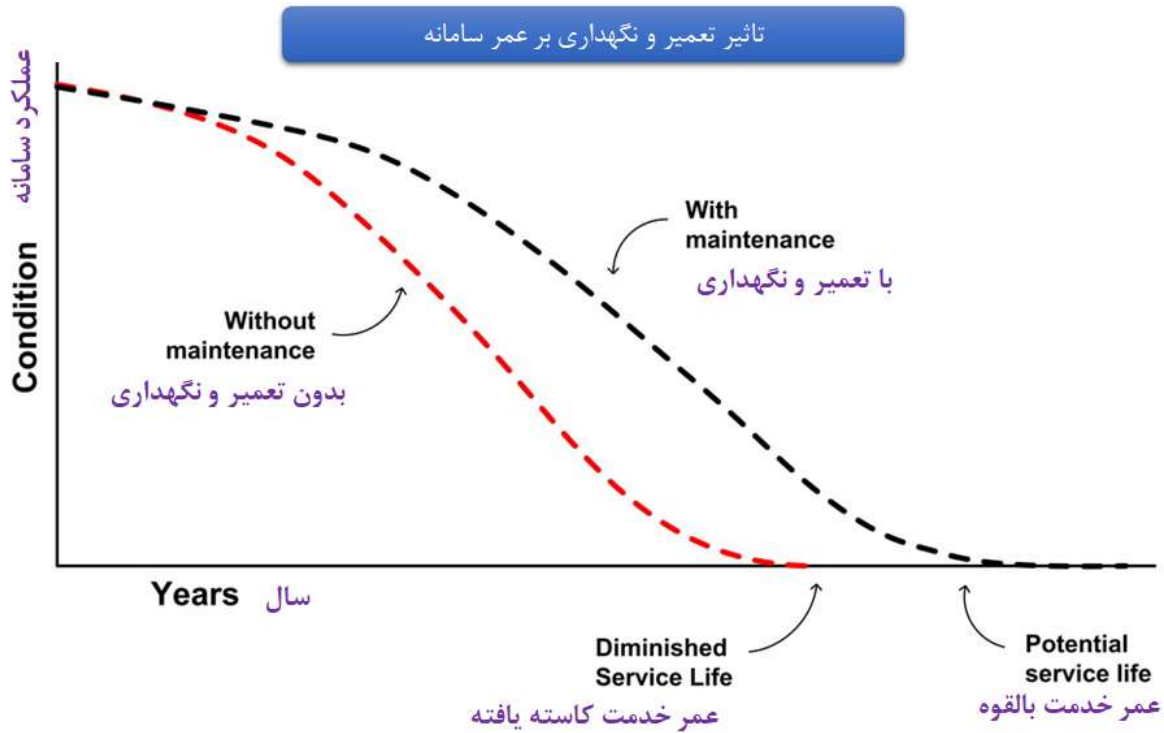


دوره اولیه عمر

روشهای زیادی برای اطمینان از یکپارچگی طراحی مورد استفاده قرار می گیرد. برخی از تکنیکهای طراحی عبارتند از: سوزاندن (اعمال تنش به تجهیزات در شرایط کاری ثابت)؛ چرخه کارکرد (اعمال تنش به تجهیزات تحت شرایط روشن کردن و خاموش کردن)؛ چرخه دمایی (اعمال تنش مکانیکی و الکتریکی به تجهیزات در شرایط دمایی بیشینه یا کمینه)؛ ارتعاشات؛ آزمون در محدوده های ویرانی حرارتی؛ آزمونهای اعمال تنش شتاب یافته و عمر؛ و غیره.

فرآیند تنظیم برنامه آزمونهای محیطی مطابق با استاندارد MIL-STD-810





علاوه بر بهره‌گیری از همه این ابزارهای طراحی، و نیز یکسری ابزارهای تولیدی مانند تکنیکهای شش سیگما و بهبود کیفیت، هنوز هم ممکن است شکستهای زود هنگامی ناشی از عدم امکان کنترل فرآیندها در سطح مولکولی رخ دهد. برای کاهش این ریسکها، به ویژه در محصولات جدیدتر، مصرف کردن بخشی از عمر اولیه کاری محصول از طریق آزمونهای غربالگری، یکی از روشهایی است که می‌تواند به کار گرفته شود. این موضوع به محصولات امکان می‌دهد که عمر کاری خود را به جای شروع از مقدار بیشینه نرخ شکست اولیه، از جایی نزدیکتر به بخش افقی نمودار منحنی وان حمام، آغاز کنند. عمر کاری از طریق آزمونهای سوزاندن و چرخه‌های دمایی مصرف می‌شود. مقدار غربالگری مورد نیاز برای کیفیت قابل پذیرش، تابعی از رده کیفی فرآیند و نیز تاریخچه آن است. می‌توان با رده بندی محصولات (مثلاً به محصولات نظامی، محصولات میانی، و محصولات تجاری)، درجه مورد نیاز برای غربالگری آنها را تعیین کرد.

برنامه قابلیت اطمینان زرادخانه ها (Stockpile Reliability Program) برای موشک هلقایر



حصول اطمینان از قابلیت اطمینان عملکرد و ایمنی موشکها

چالشها:

- شرایط حمل و نقل و نگهداری نامناسب
- عیوب و مشکلات تولیدی
- به پایان رسیدن عمر انبارداری

موشکها در گستره وسیعی از شرایط نگهداری و حمل و نقل قرار گرفته بودند. این برنامه به طور مداوم وضعیت زرادخانه ها را پایش و ارزیابی کرده و داده های لازم برای تصمیم گیری درباره تمدید عمر موشکها را فراهم می کرد.

- تمدید عمر موشکها مبتنی بر آزمونها و تحلیلهای قابلیت اطمینان
- شناسایی محصولات یا زیرمجموعه های معیوب و رفع عیب آنها
- اصلاح رویه ها و دستورالعملهای انبارداری، بهره برداری و حمل و نقل
- اصلاح در روند تولید و تحویل دمی محصولات برای افزایش عمر
- کاهش هزینه های ارتش برای خرید و جایگزینی محصولات جدید

برنامه قابلیت اطمینان زرادخانه ها (Stockpile Reliability Program) برای موشک هلقایر



آزمون زیرمجموعه ها

- نمونه هایی از زیرمجموعه ها در آزمونهای آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار می گیرند.
- تقریباً همه اجزا از قبیل موتور، سرچنگی، باتری، IMU، بلوکهای هدایت و کنترل، و ...
- جمع آوری داده های مهم برای ارزیابی و پیش بینی عملکرد



آزمون پروازی

- نمونه ای از جامعه آماری در آزمون پروازی به صورت کامل ارزیابی و داده برداری می شود.
- شناسایی وضعیتهای شکستی که در آزمونهای زمینی قابل شناسایی نیستند.
- بررسی عملکرد سامانه در شرایط پرواز عملیاتی واقعی



داده های میدانی

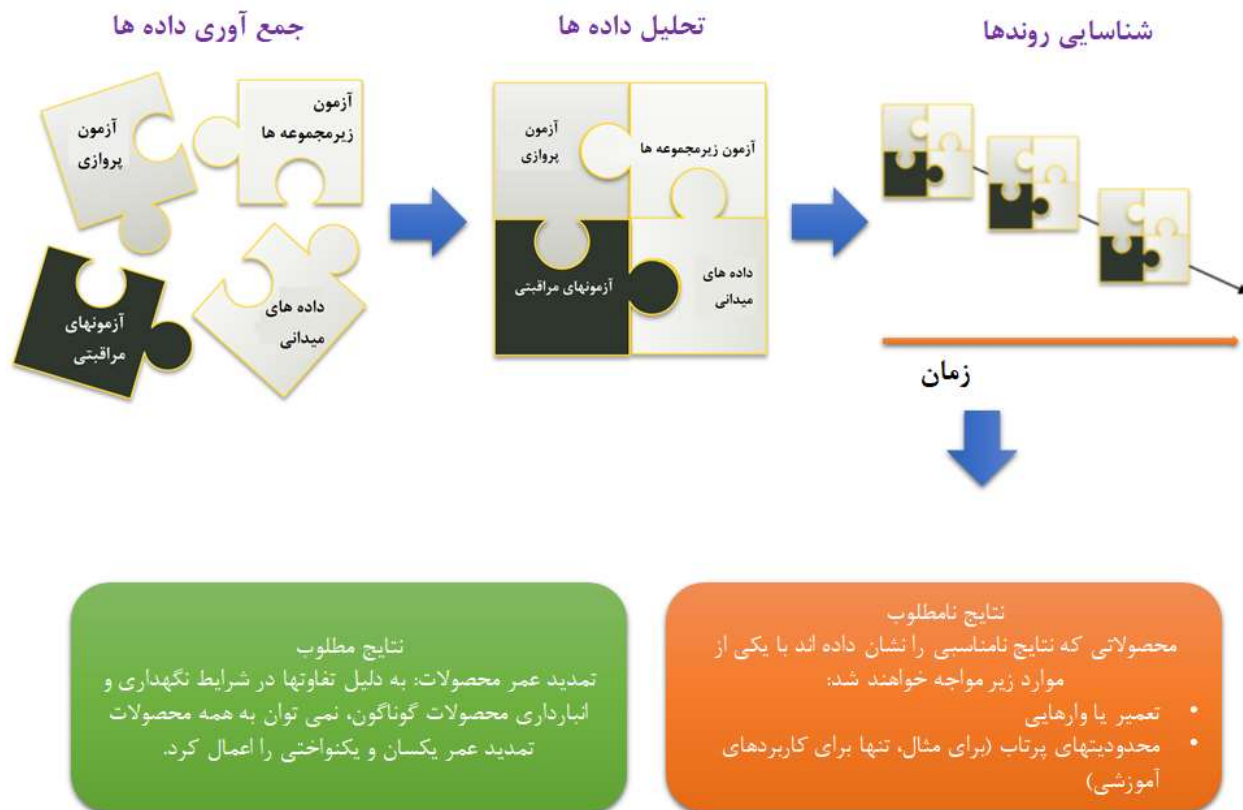
- گزارشهای شلیکها و معایب محصولات از کاربر سلاح دریافت می شود.
- برای سرعت، سهولت و دقت بیشتر، سامانه ای برخط برای ارسال گزارشها توسعه داده شده است.
- تحلیل گزارشها برای بررسی روندهای مربوط به تولید، عمر، سناریوهای شلیک، و ...



بازرسیها و آزمونهای مراقبتی

- آزمونهای غیرمخرب با استفاده از خودروها و تجهیزات سیار
- آرایه داده های ارزشمند برای تحلیل روندها
- حفظ آمادگی تسلیحات در زرادخانه ها

برنامه قابلیت اطمینان زرادخانه ها (Stockpile Reliability Program) برای موشک هلفایر



دوره عمر سودمند

با بالغ شدن محصولات، محصولات ضعیفتر، دچار شکست می شوند، نرخ شکست تقریباً ثابت می شود، و محصولات وارد دوره ای می شوند که به عنوان دوره عمر مفید در نظر گرفته می شوند. این دوره با نرخ شکست تقریباً ثابت مشخص می شود. طول این دوره چیزی است که به عنوان عمر سیستمی محصول یا قطعه در نظر گرفته می شود. در این دوره زمانی است که پایین ترین نرخ شکستها رخ می دهد. مشاهده می شود که مقدار نرخ شکست در منحنی وان حمام، کمترین مقدار را در این دوره زمانی دارد. دوره عمر مفید، متداول ترین چارچوب زمانی برای انجام پیش بینی های قابلیت اطمینان است. نرخهای شکستی که از MIL-HDBK-217 محاسبه می شود، برای این دوره زمانی، و تنها برای این دوره قابل کاربرد است.

دوره فرسودگی

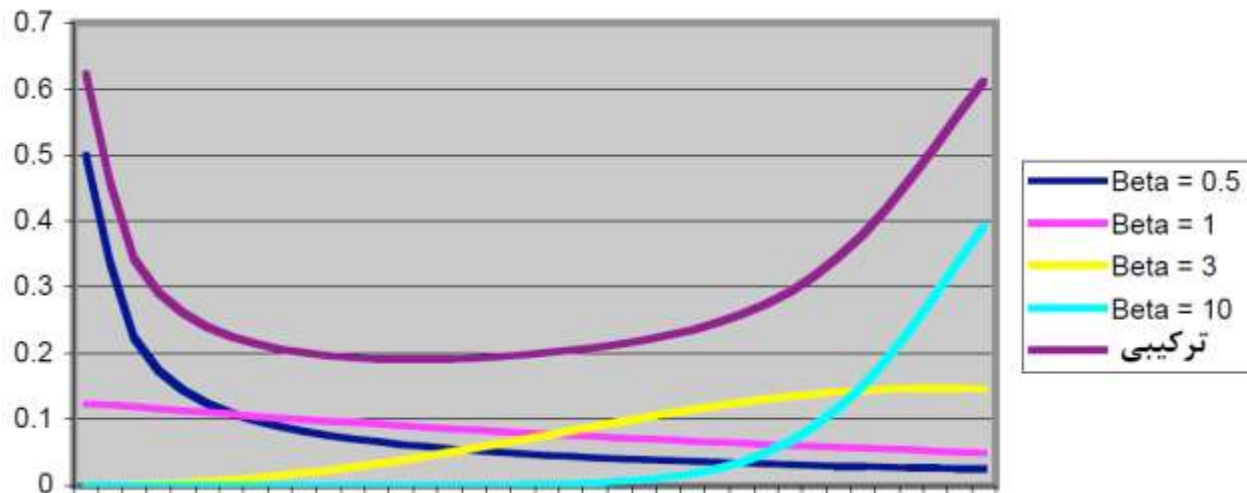
همچنان که خستگی یا فرسایش قطعات آغاز می شود، شکستها در نرخهای فزاینده ای رخ می دهند. فرسودگی در منبع تغذیه معمولاً با خرابی اجزای الکتریکی که در معرض فرسایش فیزیکی و تنشهای الکتریکی و گرمایی هستند رخ می دهد. در این ناحیه از نمودار منحنی وان حمام، مقادیر MTBF که برای دوره عمر مفید محاسبه شده، دیگر قابلیت کاربرد ندارد. محصولی که MTBF آن برابر با ۱۰ سال است هنوز می تواند تا دو سال دوره فرسایش را سپری کند. اغلب قطعات الکترونیک پس از گذشت ۲۰ سال از کار می افتند.

تحلیل و بیال

تحلیل ویبال به عنوان روشی برای تعیین موقعیت جامعه ای از محصولات بر روی منحنی وان حمام به کار می رود. توزیع ویبال، یک توزیع سه پارامتری است. سه پارامتری که برای توصیف توزیع ویبال به کار می روند عبارتند از β ، η و t (زمان). توزیع ویبال با رابطه زیر بیان می شود:

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (11)$$

پارامتر β شیب منحنی ویبال است که مشخصاً نرخ شکست را برجسته می کند. هنگامی که $\beta < 1$ است، توزیع ویبال، شکست زودهنگام قطعات را مدلسازی می کند. هنگامی که $\beta = 1$ است، توزیع ویبال، همان توزیع نمایی می شود. توزیع نمایی، مدلی برای دوره عمر مفید است که رخداد شکستهای تصادفی را برجسته می کند. هنگامی که $\beta = 3$ است، توزیع ویبال، به توزیع نرمال تبدیل می شود. این همان زمان فرسایش اولیه است. هنگامی که $\beta = 10$ باشد، فرسایش سریع رخ می دهد. تحلیل ویبال کاربرد گسترده ای در محاسبات قابلیت اطمینان دارد زیرا این توزیع، با حداقل مقدار شکستها، امکان مدلسازی را می دهد. دکتر آلبرناتی در کتابش «دستنامه جدید ویبال» می گوید، «کاربرد توزیع ویبال، تحلیل دقیقی از شکست و پیش بینی های ریسک، با نمونه های بسیار کوچک، با استفاده از ترسیم نموداری ساده و سودمند را می دهد. جوابها در مراحل اولیه مساله بدون نیاز به شکست بیشتر قابل حصول هستند.» نتایج مربوط به β های گوناگون بر تحلیل ویبال را می توان در نمودار زیر مشاهده کرد:



می توانید مشاهده کنید که اگر همه منحنیها با یکدیگر ترکیب شوند (جمع شوند) نمودار حاصل، شبیه منحنی وان حمام خواهد شد.

آزمون عمر شتاب یافته

آزمون عمر شتاب یافته، گستره ای از روشهای آزمون پر از تنش که عمر یک محصول را کوتاه می کند یا کاهش عملکرد محصول را تسریع می کند، به کار می گیرد. هدف از چنین آزمونهایی، به دست آوردن موثر داده های عملکردی است که تحلیل مناسب آنها، برآوردی منطقی از عمر یا عملکرد محصول در شرایط عادی را می دهد. روشهای آزمونهای پر تنش گوناگونی برای کوتاه کردن عمر محصول و/یا تسریع در افت عملکرد آن به کار می رود. این کار موجب القای شکستهای زودهنگام می شود که گاهی خود را در سالهای نخستین عمر محصول نشان می دهد، و نیز پیش از تولید انبوه، بتوان تولرانسهای طراحی را کشف کرد. هر دو پارامتر نوع عامل تنش-زا و زمان آزمون برای تعیین طول عمر عادی به کار می رود. عوامل تنش-زای گوناگونی وجود دارد که عبارتند از گرما، رطوبت، دما، ارتعاشات، و بار، که البته به اینها محدود نیست. اثر این عوامل تنش-زا را می توان به صورت ریاضی تعیین کرد. از آزمون شتاب یافته بر روی همه محصولات جدید استفاده می شود.

رابطه زیر برای مدل‌سازی شتاب یافتن ناشی از دما استفاده می‌شود و به نام معادله آرنیوس شناخته می‌شود. معادله آرنیوس نشان می‌دهد که چگونه افزایش دما در مقایسه با دمای عادی کارکردی، پیرشدگی محصول را تسریع می‌کند.

$$A_f = e^{\left(\frac{E_a}{k_B} \left(\frac{1}{T_u} - \frac{1}{T_t}\right)\right)} \quad (12)$$

که در آن، A_f ضریب شتاب یافتگی، E_a انرژی فعال سازی (اکتیواسیون) برحسب الکترون-ولت (eV)، k_B ثابت بولتزمن ($k_B = 8.617 \times 10^{-5} \text{ eV/T}_k$)، T_k دما برحسب کلوین، T_u دمای مرجع برحسب کلوین، و T_t دمای هنگام آزمایش برحسب کلوین است.

رطوبت نیز یک عامل تنش-زا به شمار می‌رود. رابطه زیر (معادله هالبرگ-پک) اثر ترکیبی دما و رطوبت بر عمر محصول را بیان می‌کند

$$A_f = \left(\frac{RH_t}{RH_u}\right)^3 e^{\left(\frac{E_a}{k_B} \left(\frac{1}{T_u} - \frac{1}{T_t}\right)\right)} \quad (13)$$

که در آن، RH_u رطوبت نسبی محیط کاربرد، و RH_t رطوبت نسبی محیط آزمون است. عامل تنش-زایی که چشمگیرترین تاثیر را بر روی عمر محصول دارد، چرخه دمایی است. ضریب شتاب یافتگی ناشی از چرخه دمایی با رابطه کافین-مانسون در زیر به دست می‌آید.

$$A_f = \left(\frac{\Delta T_l}{\Delta T_f}\right)^{1.9} \left(\frac{F_f}{F_l}\right)^{1/3} e^{\left(\frac{E_a}{k_B} \left(\frac{1}{T_{max,f}} - \frac{1}{T_{max,l}}\right)\right)} \quad (14)$$

که در آن، ΔT_l اختلاف دمای آزمایشگاهی میان دمای کارکردی بیشینه و کمینه است، ΔT_f اختلاف دمای میدانی میان وضعیتهای روشن و خاموش است، F_f فرکانس چرخه در میدان (تعداد چرخه در هر ۲۴ ساعت)، و F_l فرکانس چرخه در آزمایشگاه است، کمینه آن برابر با شش است، زیرا اغلب شکستها در چهار ساعت نخست رخ می‌دهد. انرژی فعال‌سازی از داده‌های تجربی جمع‌آوری شده از آزمونهای شتاب یافته به دست می‌آید و برابر است با شیب نرخ شکست در دو تنش-زای متفاوت. انرژی فعال‌سازی (اکتیواسیون) نمایانگر اثر تنش اعمالی بر روی محصول تحت آزمایش است. عامل تنش-زا می‌تواند گرما، ولتاژ، جریان، یا ارتعاشات باشد. انرژی فعال‌سازی (اکتیواسیون) بزرگ نشان می‌دهد که تنش اعمالی، تاثیر بزرگی بر عمر محصول خواهد داشت. انرژیهای فعال‌سازی (اکتیواسیون) را می‌توان بر اساس محاسبات MIL-HDBK-217F به دست آورد.

ده روند و نوآوری برتر نظامی برای سال ۲۰۲۲

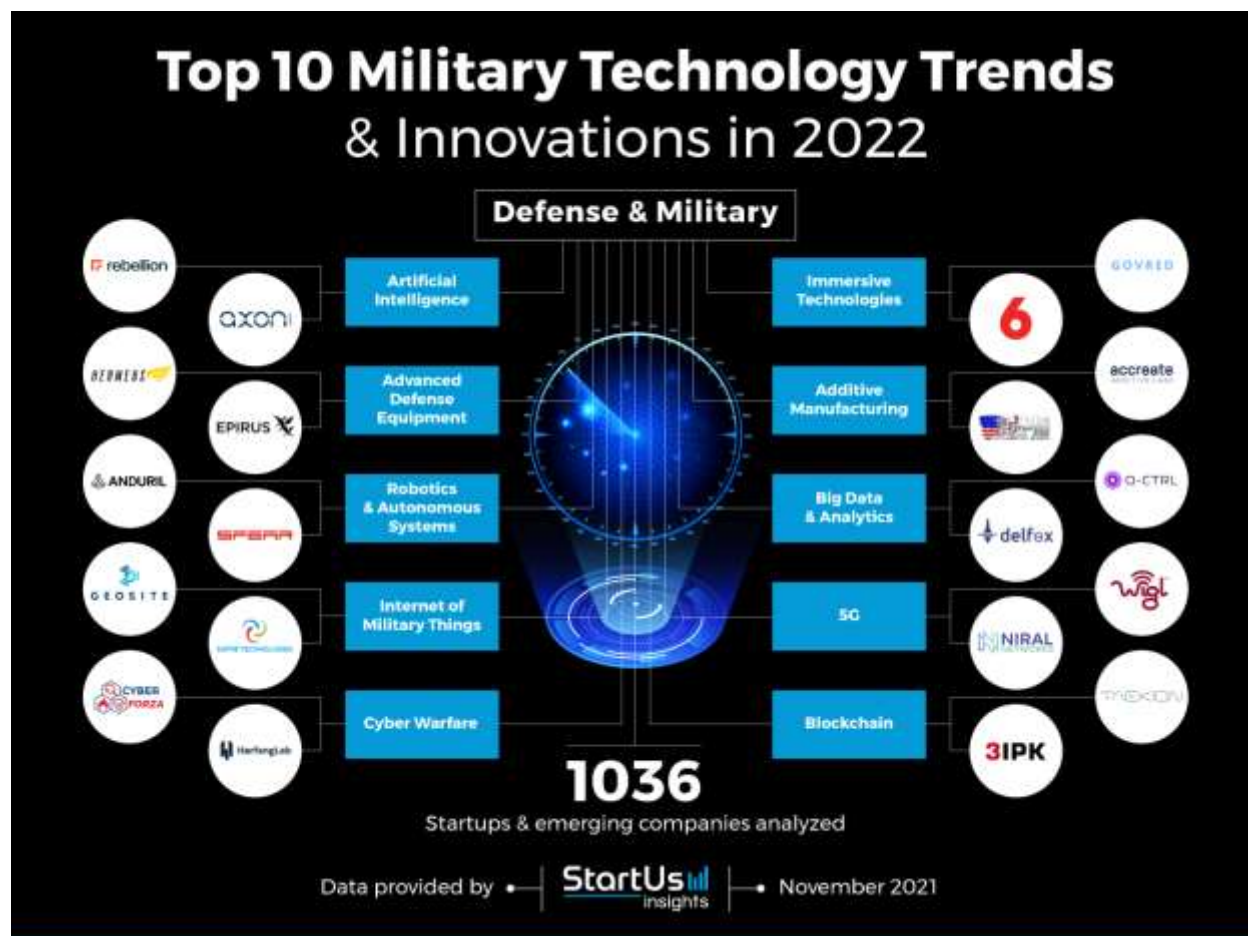
آیا علاقمندید بدانید که کدام یک از روندها و کارنوپاها به زودی بر کسب و کار شما تاثیر خواهند گذاشت؟ پژوهش عمیق صنعتی ما درباره بیش از یک هزار کارنوپاها (استارت‌آپ‌ها) در حوزه فناوریهای نظامی را بررسی کنید و دیدگاهی مبتنی بر داده‌ها و اطلاعات از راه حل‌های فناورانه برای نقشه نوآوری ما پیدا کنید!

تجهیزات نظامی جهانی شاهد تغییرات و تحولات چشمگیری است و از اعمال نفوذ روندهای فناورانه برای تقویت قابلیت‌ها بهره می‌گیرد. روندهای اصلی عبارتند از هوش مصنوعی، رباتیک، اینترنت اشیا، برای بهینه کردن عملیاتهای نظامی و ارتقاء اثربخشی نظامی. امروزه تسلیحات متداول به نحو فزاینده‌ای در حال جایگزین شدن با رویکردهای ترکیبی است که جنگ افزار سایبری و دیگر صف-شکنان را نیز به صورت ترکیبی مورد استفاده قرار می‌دهند. فناوریهای نوین و نوظهور از چهار منظر در حال تغییر دادن صحنه نبرد هستند - ارتباطات، مرگباری، خودمختاری، و تاب آوری. راه حل‌های ارتباطی به نگرانیهای درباره این که چگونه جنگجویان، دشمنان خویش را شناسایی و موقعیت یابی می‌کنند، چگونه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند، و چگونه عملیاتها را هدایت می‌کنند، می‌پردازد. پیشرفتهای تسلیحاتی و موشکی، مرگباری را افزایش می‌دهد و عملیاتهای صحنه نبرد را اثربختر می‌کند. در جبهه خودمختاری، کارنوپاها از رباتیک و هوش مصنوعی برای اجرای تصمیمات بدون و یا با حداقل دخالت انسان، بهره می‌گیرند. اخیراً، کارنوپاها با فناوریهای نظیر تولید فزاینده (چاپ سه بعدی) و بهره‌گیری از انرژی الکتریکی به جای انرژیهای فسیلی، تاب آوری در صنایع دفاعی را بهبود می‌بخشند.

نقشه نوآوری، نمای کلی ۱۰ روند فناوری برتر و ۲۰ کارنوپای مطرح

برای این پژوهش عمیق درباره روندها و کارنوپاهای برتر، ما نمونه‌ای از ۱۰۳۶ کارنوپای جهانی را مورد تحلیل قرار دادیم. نتیجه این پژوهش، هوش نوآوری مبتنی بر اطلاعات است که با دادن دورنمایی از فناوریهای نوظهور و کارنوپاها در صنایع فناوری تمیز، تصمیم‌گیری راهبردی را بهبود می‌بخشد. این دورنماها با کارکردن بر روی پلتفرم کشف دیدگاهها که از داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی بهره می‌گیرد به دست آمده که بیش از دو میلیون و ۹۳ هزار کارنوپا را در سطح جهانی پوشش می‌دهد. این پلتفرم به سرعت، دورنمایی جامع از فناوریهای نوظهور درون یک میدان مشخص را ارائه کرده و کارنوپاهای مربوطه که در این زمینه‌ها پیشگام بوده‌اند را شناسایی می‌کند.

در نقشه نوآوری زیر، دورنمایی از ۱۰ روند و نوآوری برتر نظامی که بر شرکتهای گوناگون جهانی تاثیر می‌گذارد، ارائه شده است. به علاوه، نقشه نوآوری فناوری نظامی، ۲۰ کارنوپای دست-چین شده را آشکار می‌کند که همگی بر روی فناوریهای نوظهوری که زمینه آنها را پیشرفت داده است، کار می‌کنند. برای بررسی دقیقتر این موضوعات، با ما تماس بگیرید.



نقشه شاخه درختی، تاثیر ۱۰ روند فناوری برتر نظامی را آشکار می کند. بر مبنای نقشه نوآوری فناوری نظامی، نقشه درختی زیر، تاثیر ۱۰ روند فناوری نظامی برتر را نشان می دهد. هوش مصنوعی، یکی از چشمگیرترین روندها است چرا که کشورها و شرکتهای زیادی در حال افزایش هزینه ها بر روی پژوهش بر هوش مصنوعی هستند. صنعت نیز در حال ابداع تسلیحات و فناوریهای تجهیزاتی نوین می باشد. به طور مشابه، رباتیک، و سامانه های خودمختار، اثربخشی نبرد نظامی را بهبود بخشیده و بر دیگر روندهای صنعت تاثیر گذاشته است. همچنین، افزایش چشمگیری در کاربرد فناوریهای اینترنت اشیا، مانند حسگرها، پوشیدنی ها، و رایانش لبه ای رخ داده است. فضای مجازی، جبهه نوظهور دیگری است و کارنوپاها راهکارهای حمله سایبری و دفاع سایبری را توسعه داده اند. به علاوه، فناوریهای غوطه ور، در آموزشهای و آمادگیهای نظامی، کاربرد پیدا کرده است. روشهای ساخت افزایشی، ظرفیت تولید را برای قطعات نظامی افزایش داده است. مخابرات نسل پنجم (5G) توانمندسازی مهم برای ارتباطات بسیار پرسرعت به شمار می رود. به علاوه، با استفاده از زنجیره بلوکی (بلاک چین)، حساسیت داده ها و فرآیندهای نظامی حفظ می شود.

Impact of Top 10 Military Technology Trends & Innovations in 2022



This tree map illustrates the top 10 innovation trends & their impact on the Military Technology

StartUs insights

Copyright © 2021 StartUs Insights. All rights reserved
November 2021

تاثیر ۱۰ روند و نوآوری فناورانه برتر نظامی در سال ۲۰۲۲

نقشه گرمایی جهانی کارنوپاها، ۱۰۳۶ کارنوپای فناوری نظامی را پوشش می دهد. نقشه گرمایی جهانی کارنوپاهای زیر، توزیع جهانی ۱۰۳۶ کارنوپای نمونه ای که برای این پژوهش مورد تحلیل قرار داده ایم را نشان می دهد. این نقشه گرمایی که با استفاده از پلتفرم کشف دیدگاه های کارنوپا تولید شده است، آشکار می کند که ایالات متحده آمریکا، منزلگاه اغلب این شرکتها است، در عین حال فعالیتهای چشمگیری را نیز در بریتانیا و رژیم صهیونیستی می توان مشاهده کرد.

در ادامه، ۲۰ مورد از این ۱۰۳۶ کارنوپاها و راهکارهایی که آنها توسعه داده اند، آورده شده است. این ۲۰ کارنوپا، بر مبنای معیارهایی مانند سال تاسیس، موقعیت، افزایش سرمایه گذاری، و غیره، دست-چین شده اند. بسته به نیازهای خاص شما، دست-چین شما ممکن است کاملا متفاوت به نظر برسد.

Global Startup Heat Map: Military Technology



This Global Startup Heat Map illustrates the geographical distribution of 1036 startups & emerging companies we analyzed for this topic. Data from November 2021.

۱۰ روند فناوری نظامی برتر در سال ۲۰۲۲

۱. هوش مصنوعی

پذیرش هوش مصنوعی در مباحث دفاعی، توانایی محاسباتی نظامی را برای ماموریت‌های جاسوسی، مراقبت، و شناسایی (ISR) بهبود داده است. کاربرد بینایی کامپیوتر، توانمندی مدیریت ایمنی تجهیزات را فراهم کرده و به سامانه های جنگی خودمختار، توانمندی بخشیده است، که در نتیجه، موجب کاهش تلفات سربازان شده است. با نفوذ فناوری دوقلوی دیجیتال و یادگیری ماشین، سازندگان دفاعی، تلاشهای جدیدی از محصولات نظامی را مورد آزمایش قرار می دهند و ارتشها را در نگهداری دارایی های پیش بینی کننده، توانمند می کند. با به کارگیری محاسبات انبوه، کارنوپاها در حال توسعه سامانه های هوشمند خود-سازمان-ده هستند که با همکاری با یکدیگر به سمت هدفی راهبردی کار کنند.

شرکت آکسون ویژن، هوشیاری وضعیتی مبتنی بر هوش مصنوعی را امکان پذیر می کند

کارنوپای آکسون ویژن در مناطق اشغالی رژیم صهیونیستی، موتور تصمیم گیری مبتنی بر هوش مصنوعی را توسعه می دهد. محصول کارنوپای، edge360، از فناوری بینایی کامپیوتری بهره گرفته تا برای خودروهای زمینی، یک هوشیاری وضعیتی کامل و خودکار فراهم کند. با استفاده از یک واسط کاربر (UI) شهودی، و سازوکارهای هوشیاری قابل تنظیم، این سامانه، محل تقریبی تهدیدات را بلافاصله شناسایی، دسته بندی، و برآورد می کند. راهکار این کارنوپا، به تیمهای عملیاتی کمک می کند تا با وجود تهدیدات و موانع در میدان، ناوبری کنند.

کارنوپای ریلیون محصولات هوش مصنوعی متمرکز بر ماموریت ارایه می کند

کارنوپای رِیلیون، مستقر در آمریکا، محصولات هوش مصنوعی متمرکز بر مأموریت برای بخشهای دفاعی و امنیتی می سازد. این کارنوپا از یادگیری ماشین و قدرت داده برای دور کردن تهدیدات و ایجاد موفقیت مأموریت بهره می گیرد. تعهد آنها به عنوان محصولات نرم افزاری مدل خدمات، برای دستیابی به هوشیاری کامل در میدان نبرد، اجرای مأموریت‌های خودمختار، و آمادگی سایبری به کار می رود. طرحهای نرم افزاری کاربر-محوری آنها بر روی معماری باز بنا شده است، از اینرو با سامانه های سخت افزاری و نرم افزاری موجود، سازگار است.

۲. تجهیزات دفاعی پیشرفته

صنایع نظامی، در حال توسعه تجهیزات دفاعی پیشرفته تر و پیچیده تر هستند تا با تهدیدات نوظهور مقابله کنند. نوآوریها از پرواز ابرصوتی و تسلیحات انرژی هدایت شده، تا نظامی سازی فضا در حال انجام است. همچنین، صنعت دفاعی در حال منطبق کردن هدف خویش با دستیابی به مجموع آلاینده‌گی صفر، می باشد. این صنعت در حال سرمایه گذاری بر تکنیکهای الکتریکی سازی میدان نبرد از طریق بهره گیری از پیشرفته های الکتریکی در هواپیمای نظامی و مورد آزمایش قرار دادن سوختهای هیدروژنی است. به علاوه، سازمانهای دفاعی نیز در حال توسعه پژوهش در فناوری زیستی و نانوفناوری هستند تا زره ها و دیگر تجهیزات خود-بهبودساز توسعه دهند.

هرمئوس هواپیمای ابرصوتی توسعه می دهد

کارنوپای هرْمئوس، مستقر در آمریکا، هواپیمای با توانایی ۵ ماخ می سازد. جت ابرصوتی کوارترهاوس این کارنوپا، در حال طراحی است تا با سرعت بیش از ۳۰۰۰ مایل بر ساعت (۴۸۳۰ کیلومتر بر ساعت) پرواز کند. این موتور از موتور سیکل ترکیبی مبتنی بر توربین که در مالکیت این کارنوپا است و کاربردهای نظامی و تجاری دارد، بهره می گیرد. این فناوری قادر به ارائه خدمت در مأموریت‌های نیروی هوایی از قبیل حمل و نقل فرمانده ارشد، جاسوسی، رصد، و شناسایی می باشد.

اپروس تسلیحات انرژی هدایت شده را توسعه می دهد

کارنوپای اپروس مستقر در ایالات متحده آمریکا، سامانه های تسلیحاتی انرژی هدایت شده توسعه می دهد. این کارنوپا از فناوری میکروموج پرتوان حالت جامد و تعریف شده با نرم افزار، برای توانایی اثرات ضد الکترونیک برای گستره ای از موارد کاربردی، بهره می گیرد. با بهره گیری از معماری باز، این محصول با سامانه های موجود زمین-پایه، دریایی، و هواپایه برای محافظت چندلایه در برابر تهدیدات خودمختار، منطبق می شود. سکوهای سبک وزن، انهدام اجزای الکترونیک حیاتی، و ناتوان کردن پهپادها را امکان پذیر می کند.

۳. روباتیک و سامانه های خودمختار (RAS)

محافظت از نیروها، افزایش هوشیاری وضعیتی، کاهش بار کاری جسمی و بار کاری هوشیاری سربازان و نیز تسهیل در جابجایی در عوارض زمینی پرچالش، چند هدف حیاتی برای نظامیان محسوب می شود. بهره گیری از فناوریهای روباتیک و سامانه های خودمختار به نظامیان در دستیابی به این اهداف و کنترل عوارض سطحی، ایجاد امنیت برای جمعیتها و اطمینان از دستاوردها کمک می کند. روباتیک و سامانه های خودمختار به نحو فزاینده ای در اطمینان از آزادی مانور و دستیابی به مأموریت، با حداقل ریسک ممکن برای سربازان، اهمیت می یابند. بهره گیری از پهپادها، هوشیاری وضعیتی بهبود یافته در میدان نبرد را فراهم می کند. به علاوه، روباتهای چند مأموریتی، پاکسازی میدان مین، عملیاتیهای جستجو و نجات، دفع تله های انفجاری، و پشتیبانی آماد را تسهیل می کند.

آندریل سامانه هوایی بدون سرنشین توسعه می دهد

آندریل، کارنوپای مستقر در آمریکا، سامانه هوایی بدون سرنشین خودمختار برای پشتیبانی هوایی هوشمند ارائه کرده است. محصول این کارنوپا به نام «شبح ۴» یک سامانه پهپادی پیشرفته است که از الگوریتمهای هوش مصنوعی مبتنی بر لبه بهره می گیرد. این سامانه، قابل حمل توسط نفر، ضدآب، و با ظرفیت محموله بالا بوده و می تواند انواع مأموریتها را در هر محیطی اجرا کند. این سامانه، رصد و پایش همزمان، جاسوسی، و تواناییهای شناسایی را فراهم کرده و تصویر عملیاتی شفافتری برای تصمیم گیریهای آگاهانه تر نظامی، ایجاد می کند.

اسپیر پهپادهای تاکتیکی می سازد

کارنو پای اسپیر مستقر در مناطق اشغالی رژیم صهیونیستی، سامانه های واکنش سریع مبتنی بر پهپاد می سازد. پهپادهای تاکتیکی این کارنوپا از بینایی کامپیوتری، محاسبات انبوه، و الگوریتمهای شبکه بندی برای دستیابی به برتری تاکتیکی بهره می گیرند. پهپادها برای پرواز سریع از دریا، خشکی و از هر دو سکوهای ساکن و سیار با ظرفیت محموله تا ۱ کیلوگرم مناسب اند. کارکردن با این پهپادها ساده است و از اینرو، نیازمند آموزش اندکی هستند و مزیت برتری برای نیروهای زمینی و ویژه فراهم می کنند.

۴. اینترنت اشیاء نظامی

کاربردهای اینترنت اشیاء در محصولات نظامی، عبارت است از ایجاد ارتباط میان کشتی ها، هواپیماها، تانکها، پهپادها، سربازان، و پایگاه های عملیاتی در یک شبکه منسجم. این موضوع موجب بهبود ادراک، شناخت در میدان، افزایش آگاهی وضعیتی، و بهبود زمان پاسخگویی می شود. فناوریهای رایانش لبه ای، هوش مصنوعی، و پشتیبانی نسل پنجم مخابرات بی سیم، جریان داده ها را در همه شاخه های نظامی هموار کرده و این موضوع موجب تقویت ساختار فرماندهی و کنترل شده است. در اینترنت اشیاء نظامی، تجهیزات حس کردن و محاسبه، توسط سربازان (به صورت لباس) پوشیده می شود و در لباسها و تجهیزات نبرد آنها تعبیه می شود تا گستره ای از داده های بیومتریک (زیستی) استاتیک و دینامیک را جمع آوری کند.

فناوریهای اسپیره، ارتباطات شبکه در شبکه (NIN) را امکان پذیر کرده است

کارنو پای «فناوریهای اسپیره» که در ایالات متحده آمریکا مستقر است مجموعه ای از محصولات فناوری حسگر برای ارتباطات شبکه در شبکه را ارائه کرده است. تراشه های این کارنوپا، رمزگذاری دیجیتال بی سیم داده ها را برای تبادلات همزمان ۱۰ برابری، امکان پذیر کرده است. فناوری زیربنایی، از هوش مصنوعی برای شناسایی هوشمند تهدید و جانمایی طیف منبع هوشمند بهره می گیرد. استقلال شبکه، ارتباطات امن و قابل مقیاس برای اشیاء موجود در میدان نبرد ساخته شده و ارتباطات دو طرفه را فراهم می کند.

ژئوسایت جاسوسی نظامی ارائه می کند

کارنو پای ژئوسایت، مستقر در آمریکا، داده ها را از منابع گوناگون برای تحلیلهای انسانی و ماشینی تجمیع می کند. سامانه نظامی مبتنی بر همکاری این کارنوپا، از ماهواره ها، اینترنت اشیاء، و حسگرهای میدانی برای ایجاد یک تصویر عملیاتی مشترک بهره می گیرد. مجسم سازی داده ها به همراه با داشبوردهای مدیریتی، مزیت برتری اطلاعات برای طراحی و اجرای عملیاتها را ارائه می کند. این سامانه به نیروها در جمع آوری اطلاعات جامع برای هوشیاری وضعیتی، ردگیری تهدیدها، مشخص کردن بردها، و نگاشت نواحی هدف کمک می کند.

۵. جنگ افزار سایبری

سامانه های نظامی غالباً در برابر حملات سایبری آسیب پذیراند که می تواند به صورت بالقوه منجر به از دست دادن اطلاعات نظامی طبقه بندی شده، و آسیب به سامانه های نظامی شود. طی چند سال گذشته، فراوانی و شدت حملات سایبری به طور مداوم افزایش یافته است. فناوری امنیت تجویزی از ترکیبی از امنیت سایبری، هوش مصنوعی، و اتوماسیون برای شناسایی تهدیدات بالقوه و جلوگیری از آنها، پیش از ضربه زدن آنها به توانمندیهای جنگ افزار سایبری دفاعی، بهره می گیرد. امنیت تجهیزات نظامی متصل، محافظت سایبری برای مجموعه های مهم مانند امنیت هسته ای، جزو نواحی مهم مورد توجه می باشند. نظامیان نیز در حال توسعه توانمندیهای جنگ سایبری آفندی از قبیل بدافزار و باج افزار، تا حملات طعمه گذاری (فیشینگ) می باشند.

هرفنگلب، شناسایی و پاسخ نقطه نهایی (EDR) فراهم می کند.

کارنو پای فرانسوی هرفنگلب از راهکارهای پدافند سایبری برای محافظت از محیطهای زیرساختی برای دفاع ملی بهره می گیرد. فناوری این کارنوپا بر روی برنامه نویسی بسیار مقاوم نهاده شده که سرعت محاسبات بالا و امنیت بهبودیافته را به همراه دارد. نرم افزار شناسایی و پاسخ نقطه نهایی (EDR) این شرکت به نظارت، شناسایی خودکار، کاوش، و خنثی سازی تهدیدات سایبری کمک

می‌کند. ساختار باز-طراحی، این نرم افزار را قادر ساخته تا به آسانی با راهکارهای امنیت سایبری موجود در هر سازمانی تجمیع شود.

منبع:

[/https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-military-technology-trends-2022](https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-military-technology-trends-2022)

تحلیل و طراحی سازه های موشک

۱. تاریخچه، واژه شناسی، توزیع وزن

۱.۱. تاریخچه

تاریخچه پرواز هواپیماها و کشتی های هوایی محدود به حرکت در لایه های پایینی جو بوده است. این وسایل کاملاً به این محیط وابسته اند، زیرا محیط مذکور، اکسیدایزر برای سامانه های پیشرانش و نیروی برآ برای پرواز را فراهم می کند. البته در قرن پیشین، شاهد توسعه رویکردی دیگر به نام موشک بوده ایم که از این محدودیت فراتر رفت. مشخصه های پایه ای، و عملکرد مستقل از جو پیرامون، پرواز در فضای بیرونی را امکان پذیر کرده است.

در سال ۱۲۳۲ میلادی، نخستین راکتها به نام چینی ها ثبت شده است که به نام «پیکانه های پرنده آتشین» گزارش شده اند. سپس راکتها به اروپا گسترش یافت و در سال ۱۳۷۹ در جنگ وینتین-ژنوس به کار گرفته شد. در اوایل قرن نوزدهم، سر ویلیام گنرگرو از بریتانیا راکتهای سوخت جامد را توسعه داد که در جنگهای ناپلئونی و ۱۸۱۲ به کار گرفته شدند.

نخستین گام نوین در سال ۱۹۰۳ برداشته شد، هنگامی که گنستانتین زیولکوفسکی روسی مقاله ای با طرفداری از مسافرت فضایی به بهره گیری از راکتهای سوخت مایع منتشر کرد. در همان زمان، هرمان اوپرت رومانیایی-آلمانی و رابرت اچ. گدارد آمریکایی، در حال بنیان ندادن پایه موشکهای نوین بودند. مقاله اوپرت در سال ۱۹۲۳ به عنوان «موشک به درون فضای بین سیاره ای»، الهام بخش تشکیل جامعه سفرهای فضایی آلمان شد. بعدها، اعضای این جامعه بودند که موشک V-2 را در جریان جنگ جهانی دوم توسعه دادند.

در سال ۱۹۱۹ دکتر گدارد، دست-نوشته ای به موسسه اسمیتسونیان با عنوان «روش دستیابی به ارتفاعات بسیار بالا» ارائه کرد و همچنین نتیجه گیری کرد که بهترین انتظار را از موشکهای سوخت مایع می توان داشت. او در اوایل ۱۹۲۶ یک نمونه را تکمیل کرد و در ۱۶ مارس، نخستین موشک سوخت مایع جهان با برد ۱۸۴ فوت (۵۶ متر) پرتاب شد. در سال ۱۹۲۹ این کار با نخستین پرواز موشک دارای سامانه هدایتی، دنبال شد. تا سال ۱۹۳۵ این راکتها برد ۷۵۰۰ فوتی (۲۲۹۰ متری) با سرعتی تا ۷۰۰ مایل بر ساعت (۱۱۳۰ کیلومتر بر ساعت) را پیمودند.

در سال ۱۹۳۰، علاقمندان موشک در آمریکا، «جامعه بین سیاره ای آمریکا» را تشکیل دادند که بعدها به «جامعه موشک آمریکا» تغییر نام داد.

نخستین کار اصلی در موشکی در جریان سالهای بحرانی جنگ جهانی دوم رخ داد. همه طرفهای درگیر، راکتهای هدایت نشونده سطح به سطح را برای بمباران مواضع دشمن، توسعه دادند. دو گام بیشتر در آلمان برداشته شد. نخستین گام، بهره گیری از پیشرانش راکت در هواپیما بود. این کار شامل رهگیر سرنشین دار پیشرانده با هیدروژن پراکسید، با کد ME 163 بود. گام دوم، توسعه موشک با برد ۲۰۰ مایلی (۳۲۰ کیلومتری)، ۲۵ هزار پوندی (۱۱ هزار و ۳۰۰ کیلوگرمی) و تک-مرحله ای به نام V-2 بود. تا پایان جنگ، این گروه، که در پنینموند کار می کردند، طرحهایی نیز برای موشکهای چند مرحله ای و اندیشه سفر به فضا ارائه کردند.

سالهای پس از جنگ، شاهد توسعه موشکهای برد بلند (قاره پیما) برای حمل کلاهکهای هسته ای بود. هم روسیه و هم ایالات متحده آمریکا چنین سامانه هایی را توسعه دادند. موتور موشکهای روسی، بزرگتر از موشکهای کوچکتر و پیچیده تر آمریکایی بود. در ۴ اکتبر ۱۹۵۷، با قرارگیری ماهواره اسپوتنیک ۱ توسط موشک بالستیک قاره پیمای اصلاح شده روسی در مدار زمین، دوران کنونی فضا آغاز شد. در ژانویه ۱۹۵۸، با قرارگیری ماهواره کاوشگر ۱ در مدار توسط ایالات متحده آمریکا، با استفاده از موشک ماهواره بر ژوپیترا، این کار دنبال شد. بنابراین موشکهایی از قبیل ژوپیترا، تور، اطلس، و تیتان که برای کاربردهای نظامی توسعه داده شده بودند، برای استفاده به عنوان حاملهای فضایی به کار گرفته شدند. نخستین سامانه ای که مشخصاً برای کاربردهای فضایی توسعه داده شد، سامانه ساترن بود. در سال ۱۹۵۸ سازمان فضا و هوانوردی ملی (ناسا) تشکیل شد و تدوین اهداف فضایی ملی کنونی را آغاز کرد.

تا به امروز، یک سری از نخستین اهداف فضایی حاصل شده است که برخی از مهمترین آنها عبارتند از:

- موشک‌های مدارگرد
- موشک‌های گریزان از زمین
- اصابت به سطح ماه
- پروازهای زیرمداری و مداری سرنشین دار
- تصویربرداری از ماه
- پرواز بین سیاره ای
- فرود نرم بر روی ماه

همچنین ماهواره ها را نیز باید به این فهرست افزود که قابلیت‌هایی در فعالیتهای مهم عمومی و تجاری مانند پیش بینی آب و هوا، ناوبری، ارتباطات، نقشه برداری هوایی، پیمایش جغرافیایی، و نیز کاربردهای نظامی را ارائه می کنند. دانشمندان امروز، با بهره گیری از پرواز درون فضا، فرصت بی نظیری برای کاوش و شناخت گیتی پیدا کرده اند.

چشم اندازهای آینده این عرصه نیز تقریبا نامحدود است. این چشم اندازها عبارتند از حضور انسان در فضا، سفرهای بین سیاره ای، فرود بر سطح ماه، و پژوهشهای علمی گوناگون و گسترده. همه اینها به منظور اطمینان از موفقیت، نیازمند پژوهش گسترده و برنامه های توسعه ای برای فراهم کردن توانمندی فنی است.

۱.۲. واژه شناسی

موشک حامل، نوعا می تواند با دارا بودن چهار جزء اساسی، توصیف شود:

(۱) موتور(های) موشک برای فراهم کردن نیرو(ها)ی لازم برای پیشرانش

(۲) پیشرانه ها که در موتور مصرف می شود

(۳) سازه هوایی - برای نگهداشتن سوخت و تحمل بارهای سازه ای

(۴) محموله - شامل تجهیزات ویژه و وسایل هدایت و ارتباطات

سامانه های موتور-پیشرانه

موتور موشک با بیرون راندن ذرات (مواد، گازهای داغ خروجی) با سرعت بالا از یک شیبوره، پیشرانش تولید می کند. روش متداول تولید این گازهای خروجی، احتراق شیمیایی است که در آن پیشرانه ها می توانند جامد یا مایع باشند.

برای موتورهای موشکهای سوخت جامد، سوخت و اکسیدایزر، به صورت توده ای جامد به نام گرین، با یکدیگر آمیخته شده یا ریخته گری می شوند. لایه عایقی میان پوسته و پیشرانه تعبیه می شود. آرایش سوراخدار یا حفره دار در مرکز گرین، به همراه با ترکیب پیشرانه و بهره گیری از بازدارنده ها، منحنی پیشرانش برحسب زمان موشک را ایجاد می کند. شیبوره، عموما یک شکل مخروطی واگرا است که در انتهای خروجی تعبیه می شود. بدنه موتور، نقش محفظه احتراق را ایفا می کند. در این محفظه، سوخت مشتعل می شود، می سوزد، و گاز خروجی تولید می کند که درون شیبوره منبسط می شود.

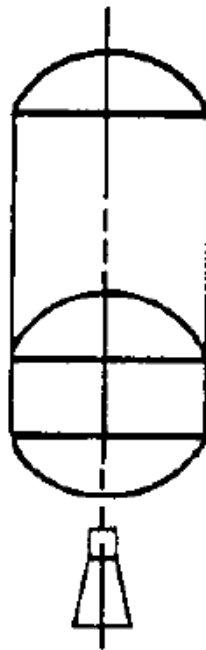
سامانه های کنونی سوخت مایع، اساسا دارای دو پیشرانه هستند، که اکسیدایزر مایع و سوخت مایع در مخازن مجزایی حمل می شوند. مولفه های پیشرانه با فشار بالا و دبی جریان بالا به محفظه احتراق رسانده شده که در آنجا می سوزند و گازهای حاصل، درون شیبوره منبسط می شود. افزایش فشار با استفاده از فشارگذاری مخزن یا پمپاژ در خطوط تغذیه صورت می گیرد.

سامانه های با پیشرانه های تک-مولفه ای نیز وجود دارد. این سامانه ها تنها به یک مخزن نیاز دارد و با عبور پیشرانه از یک کاتالیست و تجزیه آن، گاز تولید می شود. راکت هسته ای، نوعی سامانه پیشرانه تک-مولفه ای است. سوخت (نوعا هیدروژن مایع) از درون یک رآکتور عبور می کند و سپس درون یک شیبوره منبسط می شود.

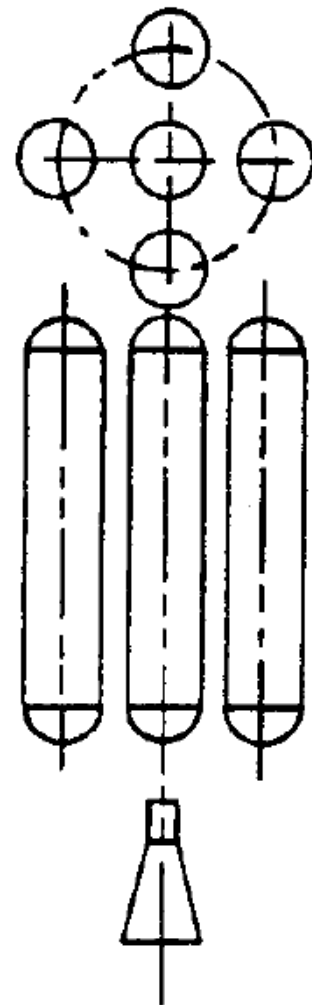
نمونه ای از آرایشهای یک مرحله از موشک با سوخت دو مولفه ای در شکل ۱.۱ نشان داده شده است. این آرایشها عبارتند از (الف) مخازن پشت سر هم و مجزا؛ (ب) مخازن پشت سرهم با یک عدسی مشترک؛ (ج) یا مخازن کنار هم، با یا بدون پوشش.



(الف)
مخازن سوخت و
اکسیدایزر، پشت سر
هم - مخازن مجزا



(ب)
مخازن سوخت و
اکسیدایزر، پشت سر
هم - عدسی مشترک



(ج)
مخازن چندتایی موازی

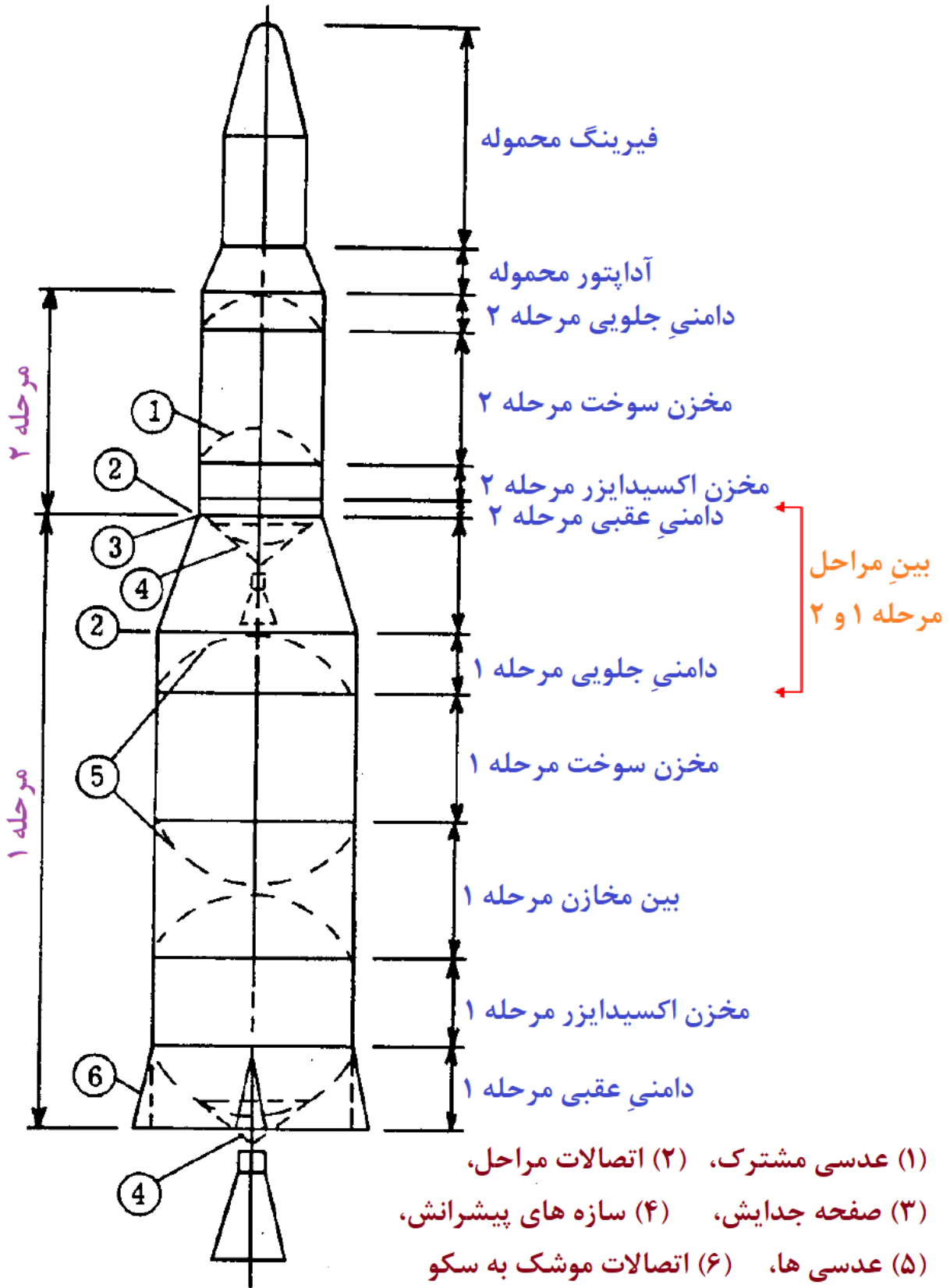
شکل ۱.۱ آرایشهای مخازن

یک سامانه بوستر، از یک یا چند واحد پیشرانش، یا سامانه های موتور تشکیل شده است. یک موشک یا راکت تک مرحله ای، چنین واحدی دارد، در حالی که موشکهای چند مرحله ای دارای دو یا چند واحد هستند، که هر کدام روشن شده و دور انداخته می شوند. در این حالت، مرحله نخست، واحد زیرین است، و نخست روشن می شود. بوستری موسوم به نیم-مرحله هنگامی تشکیل می شود که یک مجموعه از مخازن پیشران با موتورهای چندگانه فراهم می شود، یک یا چند عدد از این موتورها در نقطه ای از کارکرد مرحله، دور انداخته می شود. به موتور(های) باقیمانده، موتور(های) حفظ شده می گویند.

اصطلاح مرحله صفر در حالتی به کار گرفته می شود که در آن واحدهای پیشرانش به صورت موازی آرایش یافته اند، اما به صورت سری روشن می شوند. این هنگامی رخ می دهد که موتورهای راکت سوخت جامد، با بند به یک پیشران مایع مرکزی متصل شده اند تا آن را برای استارت، به ارتفاع مشخصی بالا ببرند.

سازه هوایی

سازه هوایی تشکیل شده است از مخازن پیشرانه و سازه نگهدارنده و تحمل کننده بار. از آنجا که این سازه، نه سهمی در تولید پیشرانش دارد و نه محموله مفید است، به عنوان وزن مُرده به شمار می رود. اجزای سازه دارای اصطلاحات خاص است. محفظه های پیشرانه های مایع، مخازن پیشرانه مایع نامیده می شوند. پیشرانه های جامد به درون بدنه های موتور جامد بارگیری می شوند. سازه میان دو مخزن پیشرانه مایع پشت سر هم، بین مخازن نامیده می شود. سازه های میان دو مرحله موشک، بین مراحل نامیده می شود. سازه های نگهدارنده محموله، نامهای گوناگونی دارند که عبارتند از آداپتورهای محموله، سازه های نگهدارنده محموله، دامنی محموله، و غیره. بارهای موتور از طریق یازه های پیشران به سازه های اصلی منتقل می شود. سازه های پایینی مرحله نخست، دامنی زیرین نامیده می شود و حاوی سازه نگهدارنده اتصال به پایه یا بالشتک سکو است. سازه جلویی مرحله آخر، دامنی جلو نامیده می شود، و پیرامون محموله، یک فیرینگ یا غلاف قرار می گیرد. این بخشها در شکل ۱.۲ نشان داده شده است.



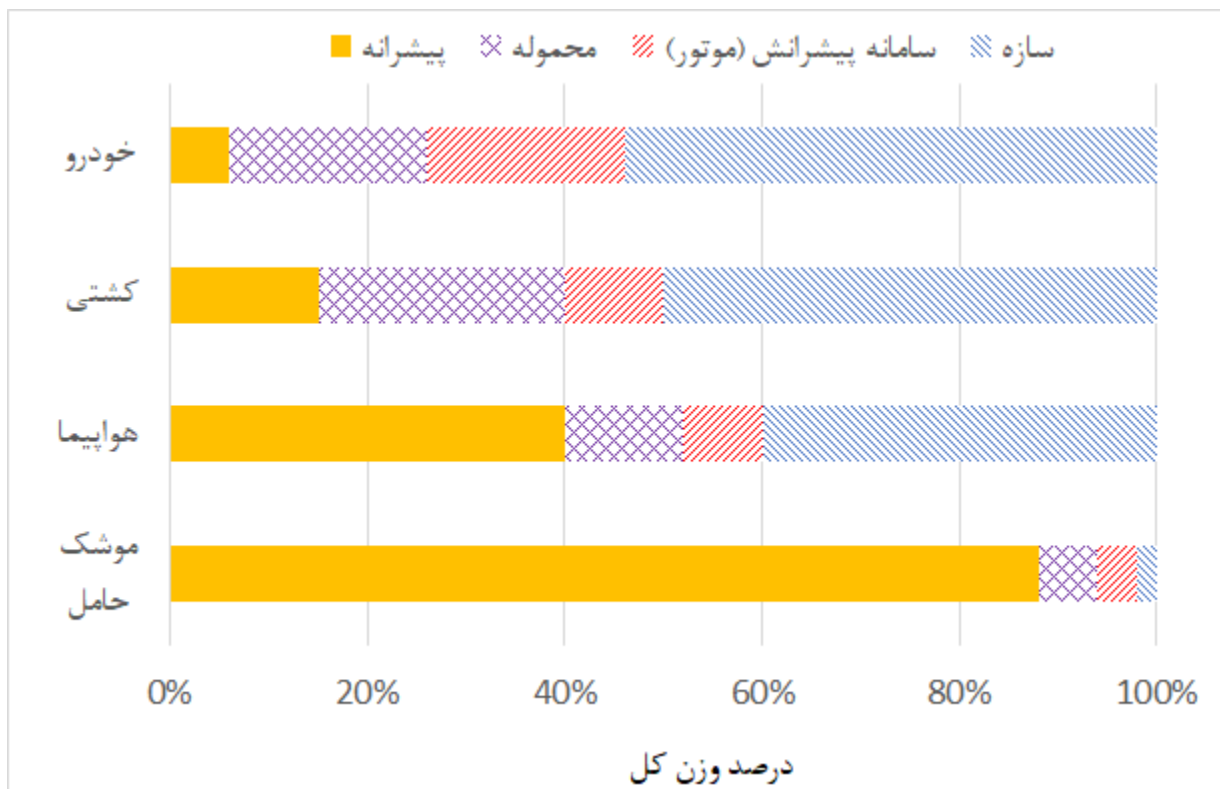
شکل ۱.۲ اصطلاحات سازه ای موشک

اصطلاح دامنی، نشان دهنده بخشهای انتهایی مخازن نیز هست. این موضوع در شکل ۱.۲ نشان داده شده و نشان می دهد که دامنی جلویی مرحله ۱ و دامنی عقبی مرحله ۲، ادامه مقاطع مخازن است که با مجموعه های نهایی مخزن، یکپارچه شده است. همچنین اتصالات مراحل و صفحه جدایش هم نشان داده شده که در آن، اتصال مراحل، اتصال میان دو مجموعه مجزا بوده، و صفحه جدایش، تعریف کننده حد بالایی مرحله جدا شده می باشد. در مثال نشان داده شده، صفحه جدایش با اتصالات مراحل منطبق است که در بسیاری از موشکها این موضوع متداول است.

۱.۳. سازه های موشک حامل

موشک حامل، دارای یکی از کارآمدترین سامانه های سازه ای است که تاکنون توسعه داده شده است. در شکل ۱.۳ به صورت نموداری چهار وسیله نقلیه، به طور مقایسه ای نشان داده شده اند و وزن کل آنها به صورت نسبی به بخشهای سازه، سامانه پیشرانش، محموله، و پیشرانه (سوخت) تقسیم بندی شده است. نسبت وزنی تقریبی موشک حامل در شکل ۱.۳ در جدول زیر آورده شده است.

| مورد | پیشرانه ها | پیشرانش (موتور) | سازه ها | محموله |
|-----------|------------|-----------------|---------|--------|
| درصد وزنی | ۸۸ | ۴ | ۲ | ۶ |



شکل ۱.۳ وزنهای نسبی برای وسیله های نقلیه گوناگون

پارامتری به نام نسبت جرمی پیشرانه λ' تعریف می شود. این پارامتر در مهندسی موشکهای حامل مکررا به کار می رود و در مباحث بعدی نیز آشکار خواهد شد. به طور مثال، برای مقادیر نشان داده شده، نسبت جرمی پیشرانه برابر است با

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|--|
| $\lambda' = \frac{\text{Weight of Fuel}}{\text{Gross Weight}} = 0.88$ | |
|-----------------------------------------------------------------------|--|

درصد وزن تخصیص داده شده به سازه در موشک حامل، بسیار اندک است. این سازه باید پیش‌رانه را حمل کند، بارهای موتور را تحمل کرده و پشتیبانی کند، محموله را حمل کند، در برابر یک محیط بسیار متغیر و پرشدت، مانند تنشهای ناشی از فشار در نواحی مخزن، مقاومت کند.

توضیحات مختصری درباره این محیطها ارائه شده است. نخستین موارد آن، عبارتند از حمل و نقل و به کارگیری زمینی که دربرگیرنده همه جابجایی‌ها در کارخانه است و شامل بارهای بلندکردن، سازه جیگ، تجهیزات حمل، و غیره می‌باشد. حمل و نقل با هواپیما، کشتی، یا کامیون، منجر به اعمال بار ناشی از ارتعاشات، ضربه فرود، و غیره، به همراه با فشار، دما، و رطوبت مربوط به سفر می‌شود. این شرایط باید کمترین تاثیر نامطلوب را بر طراحی مهندسی موشک بگذارد.

فاز پیش-پرتاب، دوره ای را پوشش می‌دهد که موشک بر روی سکوی پرتاب قرار دارد. در این زمان، بارهای بادهای زمینی، یک پسای مانا و گشتاورهای خمشی نوسانی اعمال می‌کنند. این نوسانات ناشی از پدیده‌های گردابه‌ای است که موجب اعمال نیروهای برآ و پسای متغیر بر روی موشک در صفحات عمود و موازی با باد می‌شود.

در هنگام پرواز، موشک در معرض نیروی پیش‌رانش، نیروی باد و بارهای آیرودینامیکی قرار می‌گیرد. بسته به هندسه موشک، تحلیل‌های جسم صلب ممکن است کافی یا ناکافی باشد. هر یک از این موارد منجر به اعمال بارهای اصلی محوری، خمشی و برشی می‌شود که باید در نظر گرفته شوند.

محیط ارتعاشی موشک از اهمیت بالایی برخوردار است. منابع ارتعاشی عبارتند از ارتعاشات پیش‌رانش، حرکات کنترلی، آیرودینامیک نامانا، نویز جت، نویز آیرودینامیک، و نظایر آن. ماهیت این ارتعاشات می‌تواند از جنس منظم (سینوسی یا هارمونیک) (مانند وسیله دورانی نامتعادل) و نیز تصادفی (نویز جت) باشد. برای طراحی مشخصه‌های دینامیک سازه، نگهدارنده‌های نصب و غیره باید شناخته شده باشند تا بتوان بارها را محاسبه کرد.

موشک حامل در اثر احتراق موتور یا رفتارهای گذرای کاهنده، رها شدن از سکو، جدایش‌های مراحل، عملکردهای پیروتکنیک، و غیره، در معرض بارهای شوک قرار می‌گیرد. پاسخهای سازه‌ای به این شوکها محاسبه می‌شود و آزمونهایی برای تعریف سازه مورد نظر اجرا می‌شود.

تلاطم سوخت گاهی یک مساله طراحی سازه‌ای است. ورودیه‌های کوچک ممکن است موج فرکانس پایین، مانند حرکات سطح مایع که شامل توده‌های انبوهی از مایع است را تحریک کند. این حرکت، مشکلات شدیدی را به سامانه کنترل تحمیل می‌کند و می‌تواند بر بارهای کلی موشک تاثیر گذارد.

نوسانات می‌تواند یک مساله جدی باشد. این نوسانات از برهم کنش نیروهای نوسانی یا آیرودینامیک تصادفی حاصل می‌شود که موجب پاسخهای دینامیکی در موشک می‌شود.

مساله گرمایش شدید، در اثر پرواز در جو ایجاد می‌شود. این موضوع مشخصاً برای فیرینگهای دماغه، مقاطع مخروطی، یا موشکهای با نرخ شتاب‌های بالا، بحرانی است.

محیط کلی اعمالی به سازه، بسیار شدید است و تحلیل وسیعی مورد نیاز است تا سازه‌های سبک قابل قبولی توسعه داده شود.

بخش ۲ مبانی سامانه‌های پیش‌رانش

۲. نیروی پیش‌رانش، سرعتها، اثرات جدایش مراحل، پیش‌رانه‌ها

۲.۱. مبانی پیش‌رانش راکت

پیش از راکتها، حرکت به وجود رسانه (محیط) پیرامونی وابسته بود. پرواز هواپیما و حرکت کشتی یا زیردریایی با شتاب یافتن برخی از رسانه‌ها (محیطها)ی گازی یا مایع پیرامونی توسط موتورهای جت یا پروانه‌ها انجام می‌شود که مومنتوم رو به جلوی حاصل برای وسیله نقلیه، برابر با مومنتوم رو به عقب گاز یا مایع است. راکتها از همان اصل برای دستیابی به پیش‌رانش بهره می‌گیرند، با این

تفاوت که رسانه (محیط) پیشراننده کاملاً درون راکت قرار گرفته است. این محیطها (واسطها) می سوزند و گازهای حاصل، با سرعت بسیار بالا به سمت عقب هدایت می شود.

پیشرانش راکت

رابطه پیشرانش از اصول پایستگی مومنتوم گرفته می شود. موشکی با جرم m و با سرعت v را در نظر بگیرید. در همان زمان مشخص، جرم Δm در سرعت v_e بیرون رانده می شود. به این ترتیب،

| | |
|--------------------------|--|
| $mv = \Delta m(v_e - v)$ | |
|--------------------------|--|

با دیفرانسیل گیری و در نظر گرفتن این موضوع که تغییر کل مومنتوم برابر با صفر است، سرعت خروجی ثابت است و Δm بسیار کوچک است (به صفر میل می کند)، می توان به رابطه زیر رسید

| | |
|-----------------------------------------|--|
| $m \frac{dv}{dt} = - \frac{dm}{dt} v_e$ | |
|-----------------------------------------|--|

عبارت سمت چپ برابر با پیشرانش موتور راکت، F است. البته، اثرات «پیشرانش فشار» باید به این «پیشرانش مومنتوم» افزوده شود.

| | |
|---------------------------------------------|--|
| $F = - \frac{dm}{dt} v_e + (p_e - p_o) A_e$ | |
|---------------------------------------------|--|

که در آن، p_e فشار صفحه خروجی شیپوره، p_o فشار محلی اتمسفر، و A_e مساحت صفحه خروجی شیپوره است. از اینرو،

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $F = \dot{m} v_e + (p_e - p_o) A_e = \frac{\dot{W}}{g} v_e + (p_e - p_o) A_e$ | (۲.۱) |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|

این پیشرانش در شرایط خلاء، که p_o برابر با صفر است به بیشینه مقدار خود می رسد.

ایمپالس ویژه

عملکرد یک راکت تا حد زیادی با خاصیتی از پیشرانه به نام ایمپالس ویژه تعیین می شود. اگر سایر پارامترها یکسان باشد، پتانسیل سرعت موشک مستقیماً متناسب با این پارامتر است. ایمپالس ویژه، که با I_{sp} نشان داده می شود، برابر است با نیروی پیشرانش تولید شده، تقسیم بر دبی وزنی پیشرانه مصرف شده، یا

| | |
|------------------------------|-------|
| $I_{sp} = \frac{F}{\dot{W}}$ | (۲.۲) |
|------------------------------|-------|

که در آن، F نیروی پیشرانش برحسب نیوتون و \dot{W} دبی وزنی پیشرانه برحسب نیوتون بر ثانیه است. بنابراین I_{sp} برحسب ثانیه خواهد بود. با استفاده از رابطه پیشرانش،

| | |
|-----------------------------|--|
| $F = \frac{\dot{W}}{g} v_e$ | |
|-----------------------------|--|

ایمپالس ویژه می شود

| | |
|----------------------------------------------------------|-------|
| $I_{sp} = \frac{\dot{W} v_e}{g \dot{W}} = \frac{v_e}{g}$ | (۲.۳) |
|----------------------------------------------------------|-------|

سرعت موشک پس از خاموشی موتور

عبارت مربوط به سرعت موشک پس از خاموشی موتور را می توان با در نظر گرفتن شتاب موشک میان بلند شدن و خاموشی به دست آورد، یعنی،

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $\int_{v_0}^{v_1} \frac{dv}{dt} = \int_{m_0}^{m_1} \frac{F}{m} = \int_{m_0}^{m_1} \frac{v_e}{m} \frac{dm}{dt}$ | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

از این رابطه می توان نوشت

| | |
|-----------------------------------------------------------------|--|
| $v_l - v_0 = \Delta v = v_e \ln \left(\frac{m_0}{m_l} \right)$ | |
|-----------------------------------------------------------------|--|

از اینرو با جایگذاری $v_e = I_{sp} g$ می توان نوشت

| | |
|----------------------------------------------------------|-------|
| $\Delta v = I_{sp} g \ln \left(\frac{m_0}{m_l} \right)$ | (۲.۴) |
|----------------------------------------------------------|-------|

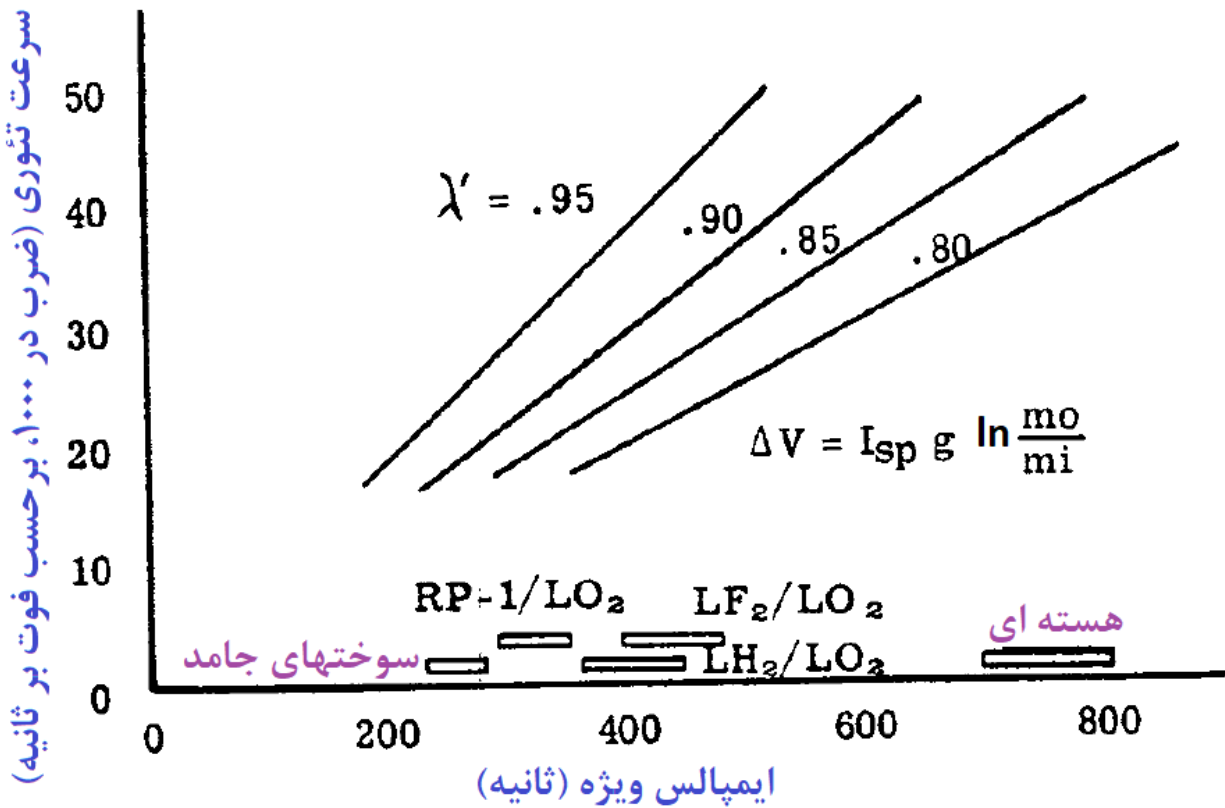
این سرعت در لحظه خاموشی، برای محیط بدون گرانش می باشد. در میدان گرانشی، عبارت $-g t \sin \gamma$ باید به این رابطه افزوده شود

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| $\Delta v = I_{sp} g \ln \left(\frac{m_0}{m_l} \right) - g t \sin \gamma$ | (۲.۵) |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|

که در آن، γ زاویه مسیر پرواز موشک است.

مشخصه های سرعت

پارامتر مهم دیگر، علاوه بر ایمپالس ویژه، که افزایش سرعت موشک را تعیین می کند، نسبت جرم پیشران λ' است. وابستگی تغییر سرعت موشک به λ' و I_{sp} در شکل ۲.۱ نشان داده شده است. در اینجا افزایش سرعت تئوری برحسب I_{sp} برای مقادیر گوناگون λ' ترسیم شده است. سرعت واقعی قابل دستیابی، کمتر از این مقادیر است، زیرا تلفات سرعت نیز باید در نظر گرفته شود.



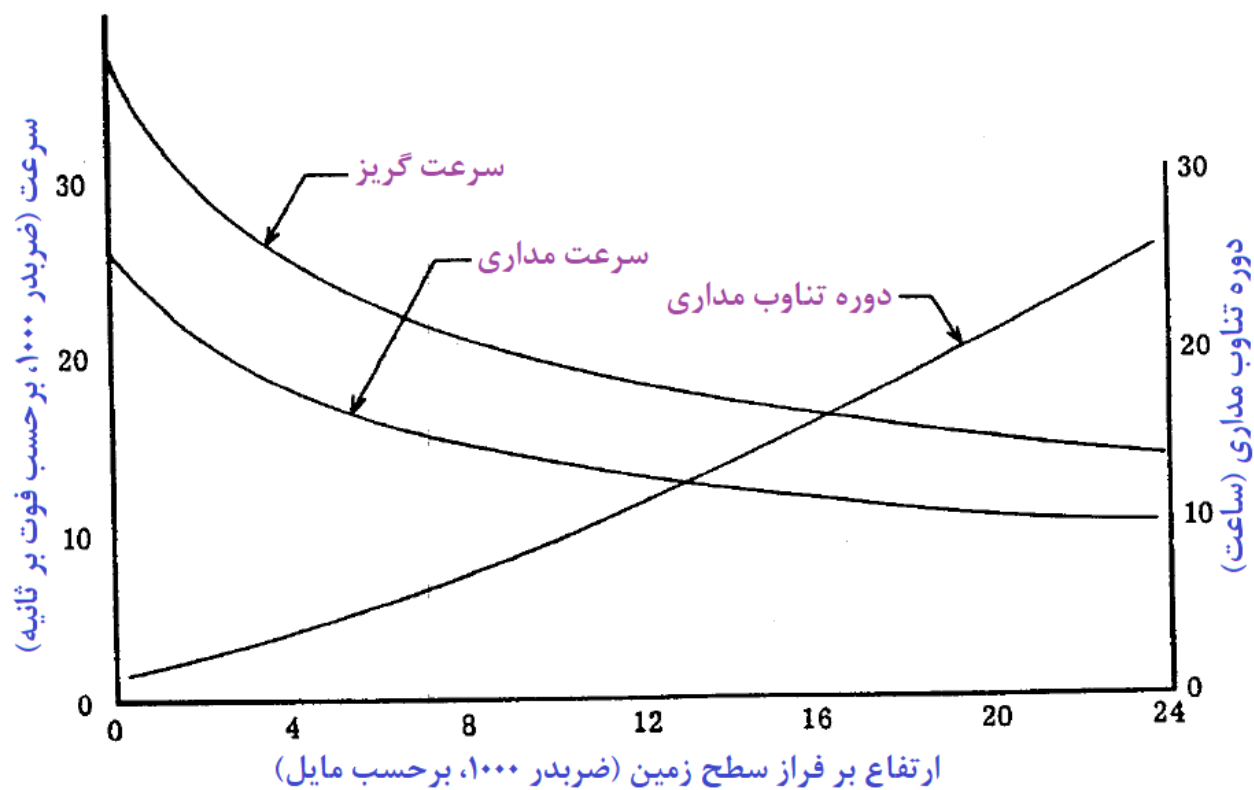
شکل ۲.۱ عملکرد موشک

۲.۲. الزامات سرعت

ماموریت موتور موشک یا حامل فضایی، فراهم کردن افزایش سرعت در ارتفاع و وضعیت مشخص می باشد. سرعت مورد نیاز برای ماندن در یک مدار زمین به صورت زیر به دست می آید

| | |
|------------------------------------|-------|
| $v = r_w \sqrt{\frac{g}{r_w + h}}$ | (۲.۶) |
|------------------------------------|-------|

که در آن، r_w شعاع کره زمین، g شتاب گرانش در سطح زمین، و h ارتفاع از سطح زمین است. در شکل ۲.۲ سرعت‌های مداری و دوره‌های تناوبی مربوط به آنها نشان داده شده است. برای مثال، برای مدار ۱۸۵ کیلومتری به سرعت ۷۸۰۰ متر بر ثانیه نیاز است، در حالی که برای مدار زمین-آهنگ به ارتفاع حدود ۳۵۷۸۶ کیلومتری (که در آن دوره تناوب زمانی مداری برابر با ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه است و ماهواره نسبت به زمین ثابت می‌ماند) به سرعت ۳۰۴۸ متر بر ثانیه نیاز دارد. توانایی سرعت موتور اضافی تقریباً ۱۵۰۰-۳ متر بر ثانیه باید برای غلبه بر اتلاف‌های ناشی از گرانش و آیرودینامیک نیز باید فراهم شود. از این مقدار کل، اتلاف ناشی از گرانش تقریباً به ازای هر ثانیه برابر با ۹.۸۱ متر بر ثانیه برای عملکرد موتور است.



شکل ۲.۲ مشخصه‌های مداری

چرخش زمین نیز بر الزامات سرعت تاثیر می‌گذارد. در یک پرتاب رو به شرق، از میدان آزمایش شرقی، یا کیپ کِنِدی، الزامات سرعت را حدود ۳۹۶ متر بر ثانیه کاهش می‌دهد ($\Delta v = 408 \sin \theta$ که در آن، θ آزیموت پرتاب است). برعکس، برای پرتاب از میدان آزمایش غربی، به سرعت بیشتری نیاز است. رابطه کلی مربوطه عبارت است از $\Delta v = 463 \cos L \sin \theta$ ، که در آن L عرض جغرافیایی سایت پرتاب است.

برای پروازهای بین سیاره‌ای، موشک حامل فضایی باید به نحو موثری از میدان گرانشی زمین بگریزد. این موضوع نیازمند افزایش سرعت حدود ۱۱۱۹۰ متر بر ثانیه در سطح زمین است، یا ۱۰۷۹۰ متر بر ثانیه در ارتفاع ۴۸۰ کیلومتری است. کمینه سرعت‌های پروازی مورد نیاز و زمانهای انتقال مربوطه برای رسیدن به مدارها، سیارات، یا گریز از منظومه شمسی، در جدول ۲. نشان داده شده‌اند.

جدول ۲.۱ کمینه سرعت‌های پرتاب مورد نیاز

| مقصد | سرعت کل مورد نیاز (متر بر ثانیه) | زمان انتقال |
|------------------------|----------------------------------|-------------|
| مدار پایین زمین (LEO) | ۷۸۰۰ | --- |
| مدار زمین-آهنگ (GEO) | ۱۰۳۳۰ | --- |
| ماه | ۱۰۹۴۰ | ۶۰ ساعت |
| تیر (عطارد) | ۱۳۴۰۰ | ۱۱۰ روز |
| ناهید (زهره) | ۱۱۶۰۰ | ۱۵۰ روز |
| بهرام (مریخ) | ۱۱۶۰۰ | ۲۶۰ روز |
| هرمز (مشتری) | ۱۴۰۰۰ | ۲.۷ سال |
| کیوان (زحل) | ۱۴۹۰۰ | ۶ سال |
| اورانوس | ۱۵۵۰۰ | ۱۶ سال |
| نپتون | ۱۵۸۰۰ | ۳۱ سال |
| پلوتو | ۱۶۱۵۰ | ۴۶ سال |
| گریز از منظومه خورشیدی | ۱۶۴۶۰ | --- |

اثرات چند مرحله ای شدن موشک

سرعت‌های پرواز مورد نیاز برای ماموریت‌های گوناگون، عموماً فراتر از سرعت‌هایی است که می‌تواند توسط یک موشک منفرد که از سامانه پیش‌رانش متعارف بهره می‌گیرد، حاصل شود، زیرا یا نسبت پیش‌رانه مورد نیاز (λ') در رابطه (۲.۴) قابل دست یافتن نیست و یا محموله، بسیار کوچک و غیرقابل کاربرد خواهد شد. البته، یک موشک چند مرحله ای می‌تواند سرعت‌های کافی را فراهم کند، زیرا مجموع سرعت همه مراحل، نقش ایفا خواهد کرد.

مینای این روش عبارت است از حمل یک یا چند مرحله در سرعت و ارتفاع بالا برای پرتاب آنها، با استفاده از یک مرحله آغازین می‌باشد. از آنجا که سامانه پیش‌رانش، مخازن پیش‌رانه‌ها و سازه‌های متصل کننده آنها برای مرحله نخست، بلافاصله پیش از روشن شدن مرحله دوم، دور انداخته می‌شوند، λ' موشک در اثر چند مرحله ای کردن، به نحو موثری افزایش می‌یابد. این مفهوم در شکل ۲.۴ نشان داده شده است.

سئول می گوید کره شمالی موشک هواسریش آبرصوتی آزمایش نکرده است

رسانه ملی کره شمالی درباره عملکرد و قابلیت مانور این موشک اغراق می کند.

نوشته: جی دا گیوم

منتشر شده در تاریخ ۷ ژانویه ۲۰۲۲ (۱۷ دی ۱۴۰۰) - ساعت ۱۹:۰۶



این عکس که توسط آژانس خبری مرکزی کره شمالی در تاریخ ۶ ژانویه ۲۰۲۲ (۱۶ دی ۱۴۰۰) منتشر شد، چیزی را نشان می دهد که کره شمالی ادعا کرده که یک موشک هواسریش آبرصوتی جدید است که روز قبل پرتاب شده است.

ارتش کره جنوبی روز جمعه گفت که کره شمالی یک موشک هواسریش آبرصوتی را آزمایش نکرده است، و سرچنگی پرتاب شده یک بازآی مانورپذیر (MaRV) بوده است.

رسانه ملی کره شمالی در روز پنجشنبه ادعا کرد که این کشور روز گذشته یک «موشک آبرصوتی» را به طور آزمایشی شلیک کرده است.

پیونگ یانگ گفته است که این موشک «با استفاده از سرچنگی سُرخورنده آبرصوتی، از نقطه پرتاب تا نقطه هدف، مسافت ۱۲۰ کیلومتر مانور عمود بر صفحه آزمون پروازی را انجام داده و با دقت به هدفی در برد ۷۰۰ کیلومتری اصابت کرده است.» اما وزارت دفاع کره جنوبی می گوید که به نظر می رسد رسانه ملی کره شمالی «درباره عملکرد این موشک از جمله برد، مانور عرضی» و قابلیت مانور موشک شلیک شده در روز چهارشنبه، اغراق می کند.

ارزیابی اولیه نشان می دهد که بازآی مانورپذیر، در سرعت بیشینه حدود ۶ ماخ و ارتفاع کمتر از ۵۰ کیلومتر پرواز کرده است، که بیانگر آن است که این بیشینه سرعت موشکهای بالستیک با برد بیش از ۵۰۰ کیلومتر است که عموماً فراتر از ماخ ۵ می باشد.

گفته شده که برد پیمایش موشک برخلاف ادعای کره شمالی، به ۷۰۰ کیلومتر نرسیده است، اما مقامات نظامی ستول، با ذکر لزوم ارزیابی های بیشتر، برد دقیق پروازی این موشک را ارایه نمی کنند.

مقام نظامی می گوید که «ارتش ما موشک را با تجهیزات مختلف ردیابی کرده است،» و می افزاید که مقامات جاسوسی کره جنوبی و ایالات متحده آمریکا، در حال کار کردن برای تحلیل دقیق مشخصات موشک هستند.

مهمتر اینکه، وزارت دفاع کره جنوبی می گوید که کره شمالی، سرچنگی هواسرش ابرصوتی یا HGV پرتاب نکرده است. مقام وزارت دفاع کره جنوبی می گوید: «مشخصاً، ما ارزیابی می کنیم که کره شمالی هنوز به فناوریهای مربوط به سرچنگی هواسرش ابرصوتی دست نیافته است.»

ستول می گوید که ارتش این کشور، هیچ پیشرفت فنی در آخرین موشک شلیک شده در مقایسه با موشک هواسونگ-۸ که چند ماه قبل در سپتامبر شلیک شد، نمی بیند.

وزارت دفاع کره جنوبی در پاسخ به نگرانیهایی مبنی بر این که این موشک می تواند از سپرهای دفاع موشک عبور کند، تاکید کرده که تجهیزات نظامی کره جنوبی-ایالات متحده، قادر به ردیابی و رهگیری موشک بالستیک شلیک شده در روز چهارشنبه می باشند.

بازآی مانورپذیر

مقامات نظامی کره جنوبی تایید کردند که موشک شلیک شده، یک موشک بالستیک سوخت مایع با بازآی مانورپذیر است که در نمایشگاه دفاعی کره شمالی در ماه اکتبر رونمایی شده بود.

مقامات نظامی کره جنوبی توضیح داده اند که هواسونگ-۸ تاحدی شبیه سرچنگی هواسرش ابرصوتی است، اما با توجه به شکل هندسی این سرچنگی، آن یک بازآی مانورپذیر بوده است. محل آزمایش پرتاب نیز متفاوت بوده، اگرچه هر دو موشک از استان چاگانگ در مرکز-شمال این کشور پرتاب شده اند.

یک مقام نظامی کره جنوبی می گوید: «شکل سرچنگی برای سرخوردن مناسب نیست.» «نسبت برآ به پسای سرچنگیهای هواسرش ابرصوتی باید فراتر از یک حد مشخص باشد، اما شکل هندسی استوانه ای این سرچنگی برای سرخوردن مناسب نیست زیرا نسبت برآ به پسای آن اندک است.»

مقام نظامی می گوید سرچنگیهای هواسرش ابرصوتی «بخش زیادی از کل فازهای پروازی را در سرعتهای فراتر از ۵ ماخ سر می خورند، در حالی که بیشینه سرعت موشک کره شمالی تنها ۶ ماخ بوده است.»

«این سرچنگی را نمی توان هواسرش ابرصوتی نامید زیرا سرعت آن در فاز نهایی به نحو چشمگیری افت خواهد کرد.»

این مقام نظامی همچنین گزارش رسانه کره شمالی درباره جابجایی عمود بر صفحه پروازی و قابلیت مانور این سرچنگی را رد می کند. «جابجایی عرضی معمولاً به مانورهای گریزان اطلاق می شود. اگر گزارش رسانه کره شمالی درباره ۱۲۰ کیلومتر مانور عرضی درست باشد، آنگاه این سرچنگی مانورهای گریزان و زیگزآگ انجام نداده است، بلکه موشک یک مانور دایروی انجام داده است، زیرا بالکهای کنترلی آن قدرت مانور محدودی دارند.»

هنگامی که درباره هدف از ادعای کره شمالی درباره پرتاب یک موشک هواسرش ابرصوتی سوال شد، یک مقام دیگر نظامی کره جنوبی گفت که این گزارش به نظر می رسد بیشتر جنبه داخلی داشته و با هدف تقویت روحیه داخلی این کشور تهیه شده است.

از منظر فناوری، مقامات نظامی کره جنوبی، پرتاب موشک کره شمالی در روز چهارشنبه را عمدتاً مربوط به «بهبود دقت» ارزیابی کردند که یکی از مشکلات سامانه های موشکی کنونی کره شمالی می باشد.

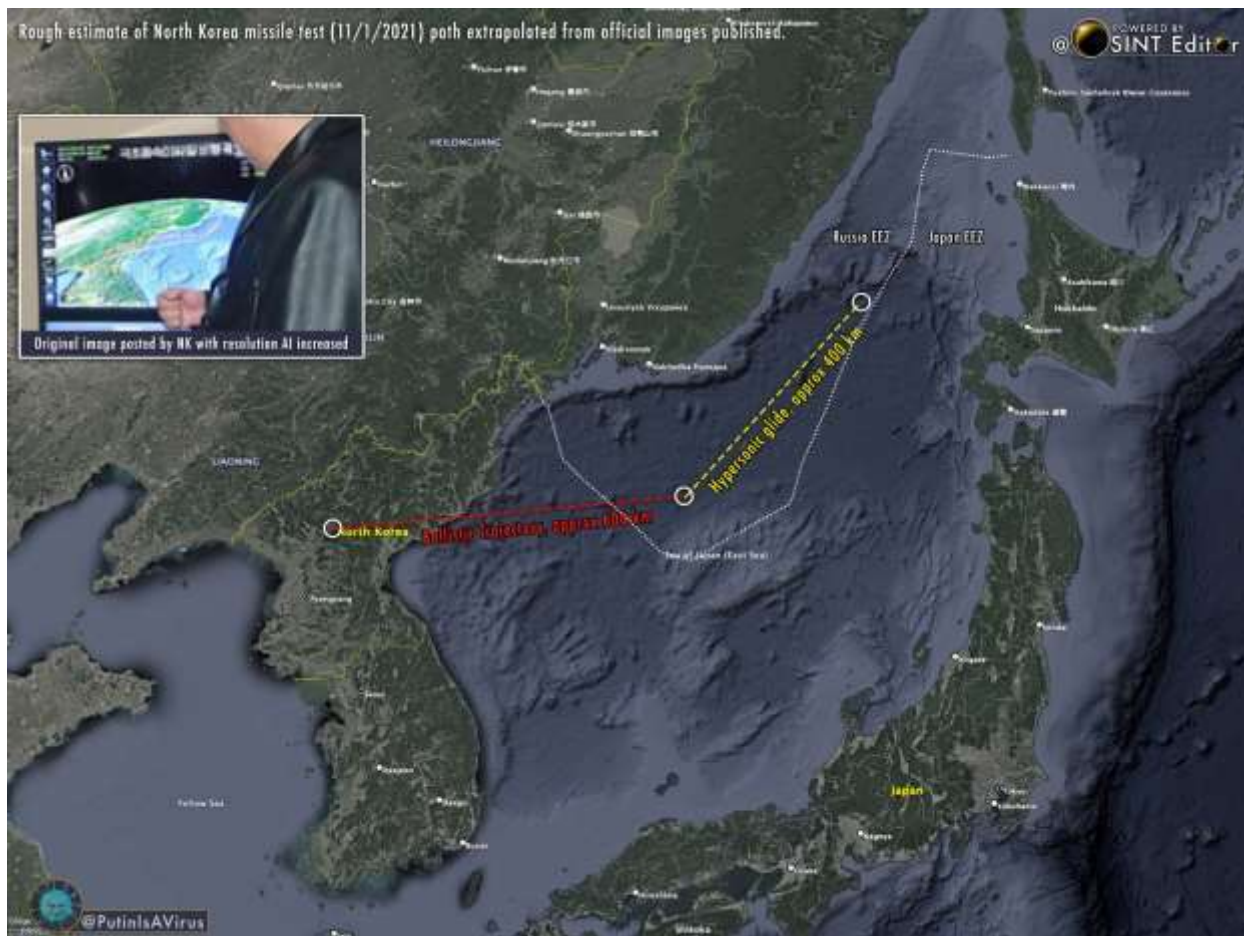
کره جنوبی تاکید کرده که ارتش این کشور، «از منظر کیفی قابلیت های بالاتری» دارد که شامل فناوریهای کلیدی مانند کلاهکهای قدرتمند و هدایت دقیق می باشد.

منبع:

<http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20220107000631>

تحلیلی درباره آزمایش اخیر موشکی کره شمالی با سرچنگی سُر خورنده ابر صوتی

آزمایش موشکی کره شمالی در تاریخ ۱۱ ژانویه ۲۰۲۲ (۲۱ دی ۱۴۰۰) که در آن کره شمالی ادعا کرده یک موشک مجهز به سرچنگی هواسرش ابر صوتی را مورد آزمایش قرار داده است، در این گزارش مورد بررسی قرار گرفته است.



به لطف عکسی که با حضور کیم جونگ اون (رئیس کره شمالی) گرفته شده، می توان مسیر پروازی موشک با سرچنگی هواسرش ابر صوتی را تشخیص داد. همانگونه که مشاهده می شود، این موشک تقریباً از نقطه ای در مرکز کره شمالی شلیک شده است، مسیر بالستیکی به برد تقریباً ۶۰۰ کیلومتر را پیموده است، و سپس مسیر سرخوردن ابر صوتی به برد تقریباً ۴۰۰ کیلومتر را طی کرده است. نقطه اصابت سرچنگی نیز، منطقه ای در حد واسط ناحیه آبی میان ژاپن و روسیه (ناحیه انحصاری بهره برداری اقتصادی از منابع آبهای آزاد روسیه و در نزدیکی خط مربوط به آن برای کشور ژاپن) بوده است.

آیا ایالات متحده آمریکا می تواند موشک کره شمالی را منهدم کند؟

سامانه های گوناگون برای رهگیری موشکهای بالستیک در فازهای مختلف پروازی



مسیر پروازی موشک و موقعیت فازهای پروازی آن دقیق نیست و صرفاً برای مقاصد نمایشی می باشد.
Sources: Google Earth, U.S. Missile Defense Agency

شورای روابط خارجه ایالات متحده آمریکا



تصاویر حضور رئیس کره شمالی در این آزمایش موشکی. یک نکته دیگری که می نوان از این عکس دریافت آن است که کیم جونگ اون همچنان سیگار می کشد (به زیرسیگاری و سیگار درون آن توجه شود).



برای شناسایی مسیر پروازی موشک و سرجنگی هواسررش ابرصوتی، قدرت تفکیک این عکس با تکنیکهای نرم افزاری افزایش داده شده است. در این تصویر، خواهر رئیس کره شمالی، کیم یو جونگ نیز دیده می شود.



تصاویر بهتری از شلیک این موشک نیز توسط خبرگزاری رسمی کره شمالی منتشر شده است.







منبع:

<https://twitter.com/PutinIsAVirus/status/1481078396096557061/photo/1>
<https://twitter.com/alistaircoleman/status/1481032433734668294/photo/1>

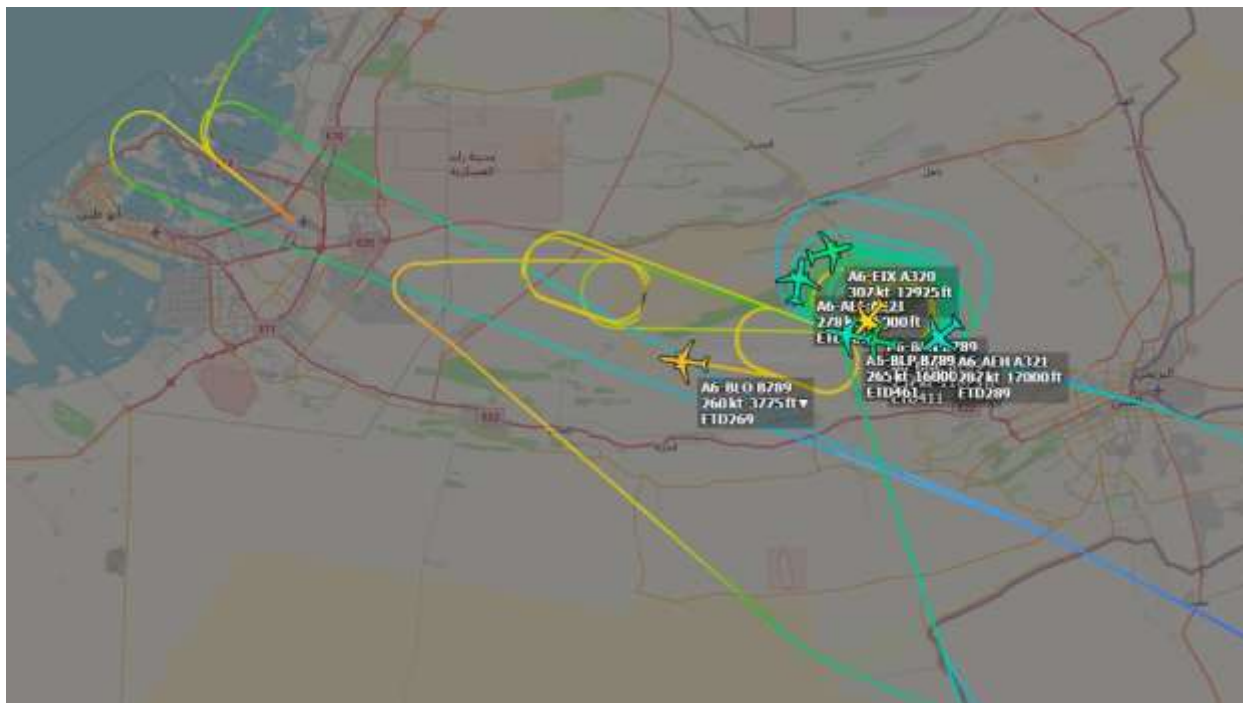
تحلیلی درباره حمله موشکی یمن به امارات متحده عربی

در تاریخ ۲۴ ژانویه ۲۰۲۲ (۴ بهمن ۱۴۰۰) حوثی ها حمله موشکی دیگری به ابوظبی انجام دادند. در این ویدئو می توانید ببینید که آتشبار موشکهای پدافندی پاتریوت PAC-3 که در مجاورت این شهر مستقر شده اند، چندین فروند موشک MIM-104F را به سمت موشک مهاجم شلیک می کنند. چنین حملاتی نمی تواند آسیبهای فیزیکی زیادی اعمال کند، اما قطعاً به اقتصاد امارات متحده عربی، آسیب خواهد زد.

فیلم دیگری از شلیک موشکهای پدافندی منتشر شده است که در زیر آورده شده است. این فیلم نیز بقایای برجای مانده از موشکهای پدافندی را نشان می دهد که در حال سقوط آزاد بر روی زمین هستند.

در فیلم دیگری نیز، سقوط بقایای موشکهای پدافندی قابل مشاهده است. اگرچه تصاویری از تخریبهای احتمالی یا بقایای موشک بالستیک مذکور منتشر نشده است، ولیکن، این حمله وحشت زیادی را برای سرمایه گذاران این کشور به همراه آورده است. هدف حمله یمن، فرودگاه بین المللی شهر ابوظبی، آن هم در زمان اوج فعالیتهای آن بوده است. از تصاویر زیر (برگرفته از وبگاه Flightradar24) می توان مشاهده کرد که دهها هواپیمای مسافربری در جنوب شرق پایتخت امارات، در آسمان معطل مانده اند تا فعالیتهای این فرودگاه از سر گرفته شود.





در اوایل این ماه (ژانویه ۲۰۲۲)، نیروهای مسلح امارات متحده عربی، یک تمرین نظامی در خلیج فارس انجام داده و در آن، حمله نظامی به جزایر سه گانه ایرانی در تنگه هرمز را شبیه سازی کردند. البته مدتی پس از حمله، پروازهای فرودگاه بین المللی ابوظبی از سر گرفته شد، اما بسیاری از پروازها در اثر این حمله دچار تاخیر شده اند.



در فیلم زیر تصاویر شلیک، پرواز، انهدام، و سقوط موشکهای پدافندی تاد را می توان مشاهده کرد. این موشکها از گردان پدافند ضد موشکی امارات متحده عربی در مجاورت شهر ابوظبی شلیک شده اند. شلیک، پرواز، انهدام و سقوط این موشکها، به نوبه خود، ترس و وحشت فراوانی را به ویژه برای سرمایه گذاران خارجی، ایجاد کرده است.

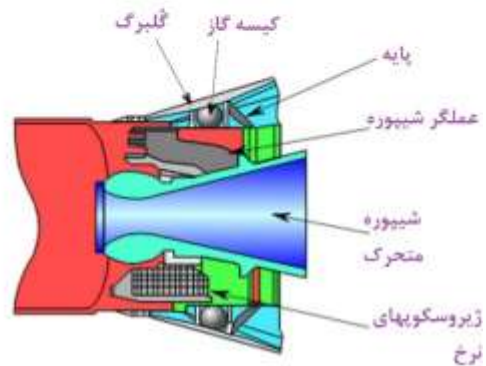
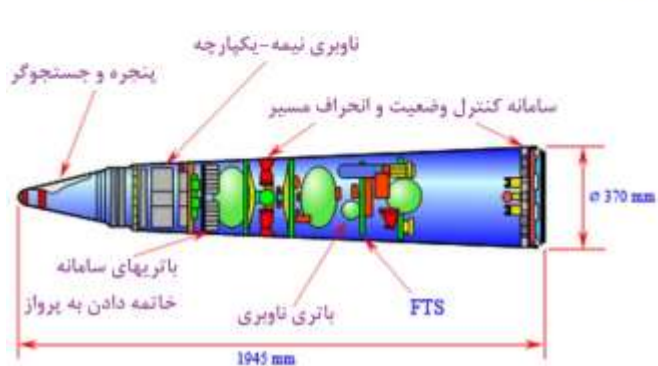
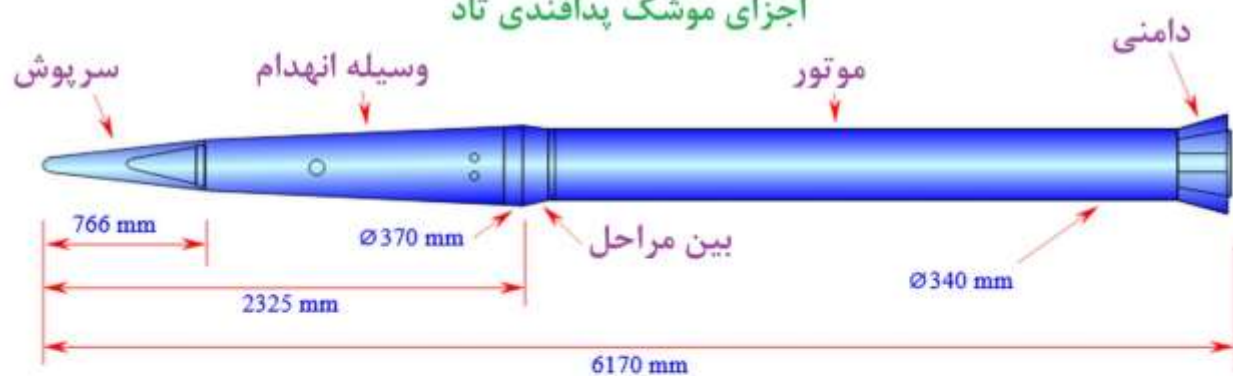
این ویدئو گفته می شود که سقوط بقایای موشکهای پدافندی را پس از انهدام، بر فراز آسمان شهر ابوظبی نمایش می دهد. تعداد زیادی از موشکهای پدافندی شلیک شده از ناحیه شمال شرق شهر ابوظبی پرتاب شده اند. گردانهای موشکهای پدافندی PAC-3 و THAAD در این ناحیه مستقر شده اند.



مطابق با اعلام رسمی وزارت دفاع امارات متحده عربی، تنها دو فروند موشک بالستیک از سوی یمنی ها به سمت ابوظبی شلیک شده است. این درحالی است که اماراتی ها بیش از ۱۰ فروند موشکهای گرانبقیمت پدافندی THAAD و PAC-3 را برای سرنگون کردن تنها این دو موشک شلیک کرده اند!



اجزای موشک پدافندی تاد



فیلم زیر نیز لحظات دیگری از شلیک موشکهای پدافندی را به نمایش می گذارد. نتیجه شگفت آوری از این رویارویی می توان به دست آورد. برای سرنگون کردن دو موشک که قیمت آنها کمتر از یک میلیون دلار بوده، ۱۰ فروند موشک پدافندی گرانبه‌ای که بهای آنها مجموعاً بیش از ۵۰ میلیون دلار بوده است، شلیک شده است! می توان مشاهده کرد که برای رویارویی با تنها دو موشک بالستیک، چه هزینه هنگفتی به امارات متحده عربی تحمیل شده است.



رهگیری در فاز فعال برای سامانه پدافند ضد موشک بالستیک چند لایه

ماموریت اولیه: انهدام موشکهای بالستیک در فاز فعال

توالی و مسیرها برای
سامانه پدافند چند لایه



اگرچه من هنوز بقایای موشکهای بالستیک یمنی شلیک شده به سمت ابوظبی را ندیده ام، اما عمیقاً باور دارم که آنها نسخه تغییر یافته موشک ایرانی قیام ۱ هستند که با عنوان برکان-2H شناخته شده اند. البته این موشکها نیز برد بیشینه ۱۰۰۰ کیلومتری دارند و نمی توانند از صعدۀ یمن شلیک شده باشند، زیرا نمی توانند با این برد به ابوظبی رسیده باشند. بر این باورم که آنها این موشکها را برای رسیدن به بردهای بالاتر، بهینه سازی کرده اند.



همزمان با حمله به ابوظبی، یمنی ها یک فروند موشک بالستیک کوتاه-برد نقطه زن بدر و دو فروند پهپاد صماد را به سمت شهر جیزان در جنوب عربستان سعودی شلیک کردند. پهپادها با پدافند سرنگون شدند، ولی موشک بدر به این شهر اصابت کرد.









تنها ۳۰ دقیقه پس از حمله موشک بالستیک یمن به ابوظبی، وزارت دفاع امارات متحده عربی فیلمی را منتشر کرد که در آن ادعا شده بود دو فروند هواپیمای جت جنگنده F-16E (شاهین بیابان)، یکی از موشکهای سکوه‌های پرتاب موشک بالستیک را در استان الجوف یمن شناسایی کرده و آن را منهدم کرده اند. در اینجا فیلم مربوط به آن آورده شده است.

تصاویر ماهواره ای مربوط به موقعیت اشاره شده در فیلم وزارت دفاع امارات متحده عربی، واقع در استان الجوف یمن نشان می دهد که اولاً این موقعیت، مدتها قبل مورد حمله قرار گرفته و هیچ ربطی به پاسخ به حمله موشک بالستیک امروز یمن نداشته است! ثانیاً، این موقعیت اساساً یک کارگاه تولید آسفالت بوده که مورد هدف قرار گرفته است، نه یک سکوی پرتابگر موشک بالستیک! یعنی وزارت دفاع امارات متحده عربی در این باره دو دروغ بزرگ گفته است!

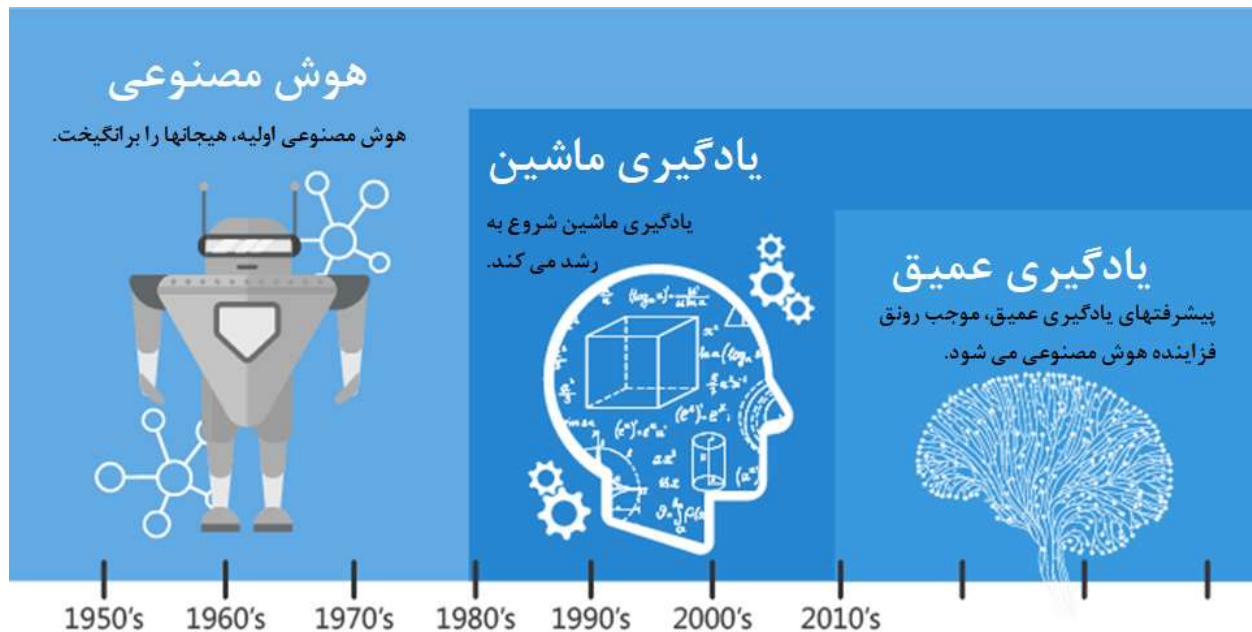


اما نکته جالبی از بررسی یکی از فیلمهای مربوط به آسمان شهر ابوظبی به دست می آید. با استفاده از نرم افزارهای پردازش فیلم، می توان نوسانهای فیلمبرداری را تثبیت کرد. در این صورت با توجه به حرکت ابرها، می توان جهت وزش باد را تعیین کرد. سپس مسیر سقوط جسم نورانی را می توان ترسیم کرد. این مسیر به هیچ وجه بالستیک نبوده و نشان دهنده سقوط آزاد یک شیء است که در اثر وزش باد، مسیر آن اندکی تغییر می کند. همچنین این شیء احتمالا بقایای موشک پدافندی است که در حال سقوط است، زیرا موشک بالستیک، در این شرایط دیگر سوختی ندارد که بخواهد مشتعل شده و فرو افتد.

منبع:

1. <https://twitter.com/putinisavirus>
2. <https://twitter.com/BabakTaghvaei/status/1485674297804918793/photo/1>

ایالات متحده می گوید انسانها همواره تحت کنترل تسلیحات هوش مصنوعی خواهند بود. اما دوران جنگ تسلیحات خودمختار اخیرا آغاز شده است

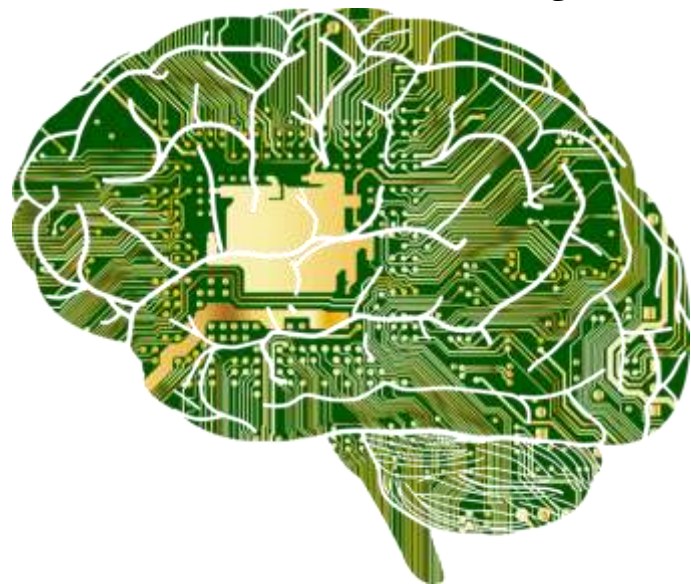


پنتاگون می گوید ممنوعیت درباره تسلیحات هوش مصنوعی لازم نیست. اما موشکها، تفنگها، و پهپادهایی که برای خود می اندیشند هم اکنون در حال کشتن انسانها در صحنه نبرد هستند و سالها است که به کار گرفته شده اند.

نوشته: گریت دوینک

۷ جولای ۲۰۲۱ ساعت ۱۰:۰۰ صبح

هوش مصنوعی



هوش مصنوعی، هوشی است که توسط انسانها نمایش داده می شود، که در مقابل هوش طبیعی قرار می گیرد که توسط جانداران و از جمله انسانها به نمایش گذاشته می شود. کتابهای درس مطرح در زمینه هوش مصنوعی، این زمینه را به عنوان مطالعه «ماموران هوشمند» تعریف می کنند: هر سامانه ای که محیط خویش را درک می کند و اقداماتی انجام می دهد که احتمال دستیابی به موفقیت آن را بیشینه می کند [۱]. برخی از گزارشهای مشهور از عبارت «هوش مصنوعی» برای توصیف دستگاه هایی بهره می گیرند که کارکردهای «شناختی» که انسانها آن را به ذهن انسان مرتبط می کنند را تقلید می کنند، از قبیل «یادگیری» و «حل مساله»، اگرچه این تعریف توسط اغلب پژوهشگران هوش مصنوعی، رد شده است [۲].

کاربردهای هوش مصنوعی عبارت است از موتورهای جستجوی شبکه (از قبیل گوگل)، سامانه های توصیه (که توسط شرکتهای یوتیوب، آمازون، و نتفلیکس به کار می رود)، تشخیص سخن انسان (مانند نرم افزارهای سیری و آلکسا)، خودروهای خودران (مانند تسلا)، و تصمیم گیری خودکار و رقابت در بالاترین سطح در سامانه های بازیهای راهبردی (مانند شطرنج و گو) [۲]. همچنان که توانمندی دستگاه ها افزایش می یابد، وظایفی که نیازمند به «هوش» در نظر گرفته می شدند، غالباً از تعریف هوش مصنوعی حذف می شوند، پدیده ای که به نام «تاثیر هوش مصنوعی» شناخته می شود [۳]. برای مثال، تشخیص شخصیت نوری غالباً از چیزهایی که به عنوان هوش مصنوعی در نظر گرفته می شود، مستثنی می شود و یک فناوری معمولی شده است [۴-۵].

هوش مصنوعی به عنوان یک رویه آکادمیک در سال ۱۹۵۶ بنیانگذاری شد، و در سالهای پس از آن با موجهای متعددی از خوشبینی [۶-۷] و پس از آن ناامیدی و فقدان سرمایه گذاری (که به آنها زمستان هوش مصنوعی گفته می شود) [۸-۹] روبرو شد که با رویکردهای جدید، موفقیت و سرمایه گذاری جدید [۷، ۱۰] همراه شد. پژوهش در عرصه هوش مصنوعی پس از بنیان نهادن آن با روشهای بسیار متفاوتی مورد آزمایش قرار گرفته و برخی از آنها کنار گذاشته شده اند، که عبارتند از شبیه سازی مغز، مدل سازی حل مساله انسان، منطق رسمی، پایگاه داده های بزرگ دانش، و تقلید از رفتار جانوران. در دهه های نخستین قرن ۲۱ ام، یادگیری ماشین با رویکرد بسیار آماری ریاضی، در این زمینه چشمگیر شد، و این تکنیک اثبات شده که بسیار موفق بوده و توانسته به حل بسیاری از مسایل چالشی در صنعت و دانشگاه، کمک کند [۱۰-۱۱].

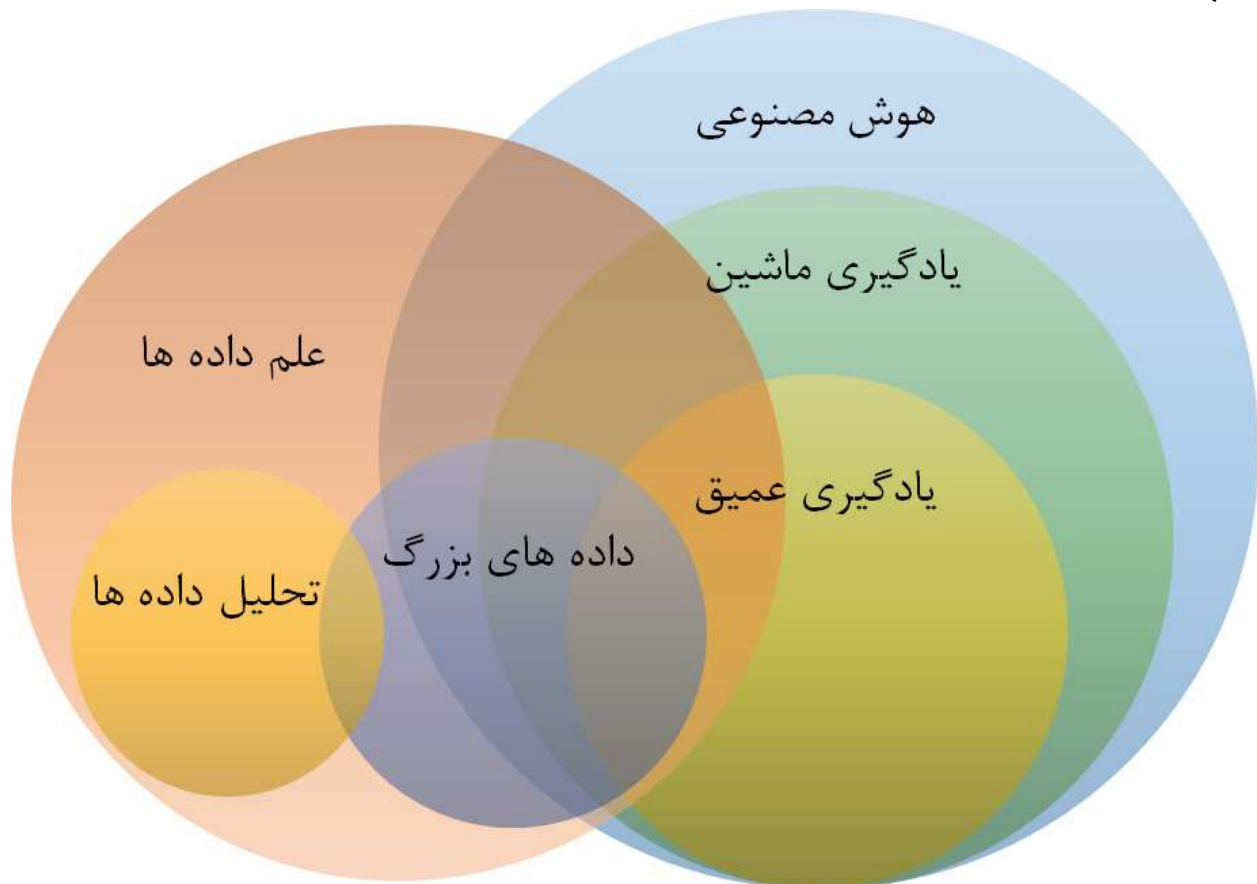
زیر-حوزه های پژوهش هوش مصنوعی، پیرامون اهداف خاص و بهره گیری از ابزارهای ویژه، متمرکز شده اند. اهداف سنتی پژوهش هوش مصنوعی، عبارتند از استدلال، نمایش دانش، برنامه ریزی، یادگیری، پردازش زبان طبیعی، درک، توانایی برای جابجایی و کارکردن با اشیاء [۱]. هوش مرکزی (توانایی برای حل هر مساله دلخواه) در میان اهداف بلند مدت این زمینه به شمار می رود [۱۲].

تصویری از یک میدان نبرد در بیابان را در نظر بگیرید که در اثر سالها جنگ، آسیب دیده است. یک لشکر در حال عقب نشینی، تلاش می کند با پیشروی دشمن خویش، فرار کند. ده ها پهپاد کوچک که نمی توان آنها را از کوادکوپترهایی که توسط بازیگران و فیلم-سازان به کار می گیرند تمایز داد، در حال فرود آمدن از آسمان هستند، از دوربینهای خود برای پوش عوارض زمین بهره می گیرند و از کامپیوترهای خود برای تصمیم گیری درباره آنچه که شبیه هدف است بهره می گیرند. ناگهان آنها بمباران شیره ای بر روی خودروها و سربازان را آغاز می کند، با تماس با هدف منفجر می شوند و هراس و سردرگمی بیشتری تولید می کنند.

این موضوع یک تصور علمی-تخیلی از جنگهای آینده نیست. این یک صحنه واقعی است که بهار سال گذشته برای سربازان لیبیایی وفادار به ژنرال لیبی، خلیفه حفتر رخ داد که در حال فرار کردن از نیروهای دولت لیبی بودند که از سوی سازمان ملل متحد به رسمیت شناخته شده بودند و از سوی ترکیه پشتیبانی می شدند. مطابق با گزارش یک گروه از کارشناسان تسلیحاتی و حقوقدانان سازمان ملل متحد درباره این نبرد، پهپادها می توانند بدون کنترل انسان، سربازان خلیفه حفتر را هنگام گریختن، شکار کنند. روسیه و چین می گویند که نیازی به اعمال ممنوعیت درباره تسلیحات هوش مصنوعی نیست. اما رشد فزاینده فعالان و متحدان بین المللی، در حال اعمال فشار برای محدودیت درباره این تسلیحات می باشد.

پهپادها سالهاست که نقشی بنیادین در صحنه نبرد داشته اند، اما آنها عمدتاً از راه دور توسط انسانها کنترل شده اند. اکنون، با استفاده تلفیقی از نرم افزارهای شناسایی تصویر و هدایت خودکار، پهپادهای خودمختار می توانند با بهای ناچیزی تولید انبوه شوند.

امروزه، تلاشهایی برای ممنوعیت کلی تسلیحات مرگبار خودمختار در حال انجام است، مدت زیادی است که توسط فعالان حقوق بشر در حال مطالبه است، و هم اکنون توسط ۳۰ کشور در حال پشتیبانی شدن است. اما قدرتهای مطرح جهانی اصرار دارند که چنین کاری ضروری نیست. ارتش ایالات متحده آمریکا می گوید که نگرانیها بیش از حد بزرگ شده است و انسانها می توانند به نحو موثری تسلیحات خودمختار را کنترل کنند، در حالی که دولت روسیه می گوید تسلیحات هوش مصنوعی واقعی را نمی توان ممنوع کرد زیرا آنها هنوز وجود ندارند. اما واقعیتهای میدانی نشان می دهد که پیشرفتهای فناوری که با نبردهای پیچیده مانند جنگهای شهری سوریه و لیبی درآمیخته شده، واقعیتی را ایجاد کرده که در آن تسلیحات در حال تصمیم گیری خودمختارانه برای کشتن انسانها هستند.

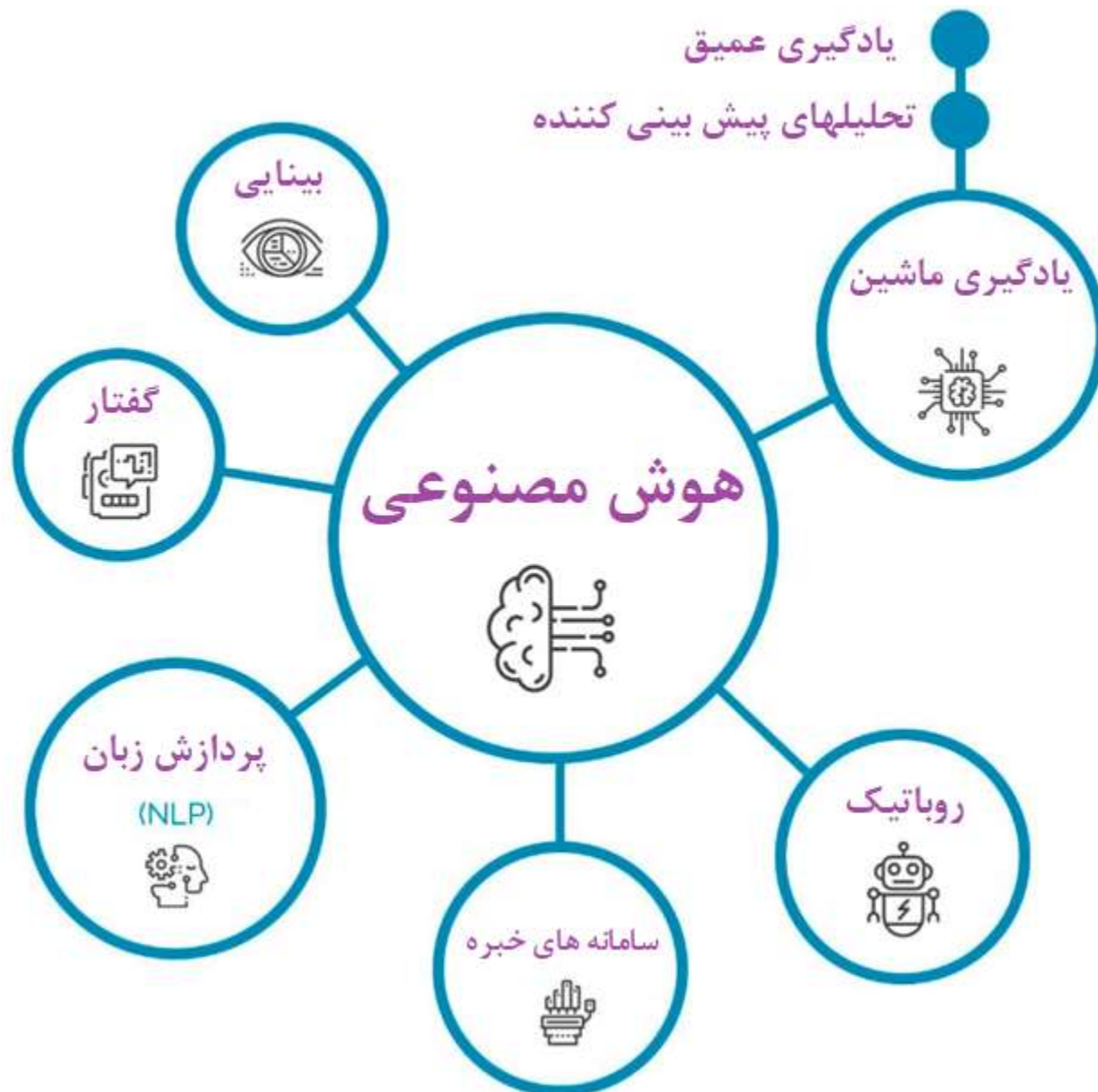


اینگولید بودی، پژوهشگر تسلیحات خودمختار در دانشگاه جنوبی دانمارک می گوید: «مشاجرہ هنوز به سمت آینده است. باید نگاهی دقیقتر درباره آنچه که هم اکنون در حال رخ دادن است داشته باشیم.»

لیبی تنها جایی نبوده که در آنجا سال گذشته پهپادها به طور خودمختارانه افراد را می کشتند. ترکیه از همین کوادکوپترها برای گشت زنی مناطق مرزی خود با سوریه بهره گرفته است. هنگامی که در ماه سپتامبر آذربایجان به مناطق مورد منازعه با ارمنستان حمله کرد، «تسلیحات پرسه زننده» یا پهپادهای ساخت ترکیه یا رژیم صهیونیستی را به منطقه فرستاد تا در آن ناحیه به گشت زنی پرداخته و با دریافت سیگنالهای راداری، به طور خودکار به منشاء این سیگنالها شیرجه زنی کنند تا آن را بمباران کنند. این تسلیحات همانند نسخه های کوچکتر پهپادهای هدایت شونده از راه دور هستند که به نحو فزاینده ای توسط ارتش ایالات متحده آمریکا در عراق، افغانستان، و دیگر جنگها به کار گرفته شده است. به جای شلیک موشکها از طریق کنترل از راه دور، این تسلیحات پرسه زننده حاوی مواد منفجره درون خود هستند که با اصابت به هدف خود، آن را منهدم می کنند.

از آنجا که آنها هم از قابلیت کنترل از راه دور و هم از توانایی خودمختاری برخوردارند، امکان ندارد که از بیرون بتوان دانست که آیا انسان فرمان نهایی برای بمباران اهداف منفرد را داده است یا خیر. به هر حال، پهپادها ارتش ارمنستان را نابود کردند، و دو ماه با پیروزی آذربایجان و تسلط بر مناطقی وسیع، جنگ به پایان رسید.

این نوع از تسلیحات به نحو چشمگیری در حال توسعه هستند. امروزه، ده ها پروژه از سوی دولتهای گوناگون برای توسعه تسلیحات پرسه زن وجود دارد. حتی کشورهایی مانند ایالات متحده آمریکا، چین، و روسیه که در بحثهای مربوط به پیمان محدودیت تسلیحات خودمختار شرکت می کنند، در حال رقابت برای توسعه آنها هستند.



پیتر آسارو، استاد دانشکده نوین در نیویورک و یکی از بنیانگذاران کمیته بین المللی برای کنترل تسلیحات رباتی، که تلاش می کند قوانین سختگیرانه تری برای تسلیحات مرگبار خودمختار تدوین کند می گوید: «ارتشهای پیشرفته در حال گسترش دامنه این فناوریها هستند. آنها به سرعت گسترش پیدا خواهند کرد.»

طی دهه گذشته، دستیابی ارزانتر به کامپیوترها که می تواند مجموعه های عظیمی از داده ها را در زمان کوتاهی ایجاد کند، به پژوهشگران این امکان را داده که پیشرفتهای شگرفی در طراحی برنامه های کامپیوتری ایجاد کنند که بتوان از حجم عظیم اطلاعات، دید مناسبی را به دست آورد. پیشرفتهای هوش مصنوعی منجر به دستگاه هایی شده که می توانند شعر بنویسند، به دقت زبانها را ترجمه کنند، و به صورت بالقوه به دانشمندان برای توسعه داروهای جدید کمک کنند.

اما اختلاف نظرها درباره خطرات وابستگی بیشتر به کامپیوترها برای تصمیم گیریها، در حال افزایش است. الگوریتمهای هوش مصنوعی تنها هنگامی خوب هستند که به مجموعه داده هایی که با آنها آموخته شده اند مرتبط باشند، چنانچه مطالعات نشان می دهد که برنامه های هوش مصنوعی در شناسایی چهره های سفیدپوستان بهتر از سیاهپوستان یا رنگین-پوستان عمل می کند. قانونگذاران اروپایی اخیرا قوانین جدید سختگیرانه ای برای کاربرد هوش مصنوعی پیشنهاد کرده اند.



هوش مصنوعی هر تکنیکی که کامپیوترها را توانمند می کند تا از هوش انسانی تقلید کنند.



یادگیری ماشین

زیرمجموعه ای از هوش مصنوعی که شامل تکنیکهایی است که ماشینها را توانمند می کند که با تجربه آموزی، قابلیت آنها در انجام فعالیتها بهبود پیدا کند.



یادگیری عمیق

زیرمجموعه ای از یادگیری ماشین که مبتنی بر شبکه های عصبی است و به ماشین امکان می دهد تا برای انجام یک وظیفه، به خود آموزش دهد.

شرکتیایی از قبیل گوگل، آمازون، اپل، و تسلا میلیاردها دلار برای توسعه این فناوری هزینه کرده اند و منتقدان می گویند که برنامه های هوش مصنوعی گاهی بدون شناخت کامل از چگونگی طرز کار آنها و پیامدهای کاربرد گسترده آنها به کار گرفته می شوند. برخی از کشورها از قبیل اتریش، به فراخوان برای ممنوعیت عمومی درباره تسلیحات خودمختار پیوسته اند، اما رهبران فناوری و سیاسی ایالات متحده آمریکا خود را کنار کشیده اند.

در ماه مارس، میزی با حضور چهره های مطرح از قبیل مدیرعامل پیشین گوگل، اریک اشمیت، رئیس شرکت خدمات شبکه، مدیرعامل کنونی آمازون، اندی جاسی، و دانشمند ارشد مایکروسافت، اریک هورویتز، مطالعه ای درباره تاثیر هوش مصنوعی بر امنیت ملی منتشر کرد. گزارش نهایی ۷۵۶ صفحه ای تهیه شده توسط کنگره آمریکا، ابراز می کند که واشنگتن باید با ممنوعیت بر روی تسلیحات خودمختار مخالفت کند زیرا اعمال این ممنوعیت، دشوار بوده و می تواند مانع از به کار گیری تسلیحاتی شود که هم اکنون در زرادخانه ایالات متحده آمریکا وجود دارد.

این گزارش می گوید «امکان تعریف دسته ای از سامانه ها که باید ممنوع شوند تا شفافیت کافی را فراهم کنند و در عین حال، مانع از محدود شدن توانمندیهای کنونی ارتش ایالات متحده شود، وجود ندارد».

در برخی از مکانها، هم اکنون فناوری هوش مصنوعی از قبیل شناسایی چهره در تسلیحاتی که می توانند بدون کنترل انسان کار کنند به کار گرفته شده اند. در سال ۲۰۱۰، بخش تسلیحاتی غول فناوری کره جنوبی، سامسونگ، تفنگهای نگهبان خودمختاری که از شناسایی چهره برای مشخص کردن انسانها و شلیک به سمت آنها بهره می گرفتند را ساخته است. تفنگهای نگهبان مشابهی توسط رژیم صهیونیستی در مرز این رژیم با نوار غزه به کار گرفته شده است. هر دو آنها می گویند که این تسلیحات توسط انسانها کنترل می شود، ولیکن قابلیت عملکرد خودمختارانه را نیز دارا می باشند.

اما حتی پیش از توسعه نرم افزارهای شناسایی چهره و کامپیوترهای پرسرعت، نظامیان به اتوماسیون گرایش پیدا کرده بودند تا بیشترین دستاورد را داشته باشند. در جریان جنگ سرد، هر دو رقیب، سامانه های پدافند موشکی توسعه دادند که می توانست حمله دشمن را شناسایی کرده و به طور خودکار شلیک کند.

فشار آمریکا برای بهره گیری از هوش مصنوعی

ارتش ایالات متحده آمریکا به نحو فزاینده ای بر این باور است که هوش مصنوعی می تواند برای شناسایی و هدف گیری موشکهای دشمن، با سرعتی که موشکهای کره شمالی پرتاب می شوند کمک کند و در حال سرمایه گذاری بر روی پروژه های پژوهشی است - که برخی از آنها دارای طبقه بندی هستند - تا از هوش مصنوعی برای تقویت سامانه های پدافندی بهره گیرد.

چگونه هوش مصنوعی در این سامانه ها کار می کند - گامهای آن به این شرح است:



کره شمالی موشکهای متحرک جاده ای خود را از درون تونلهای پنهان خود، بیرون می آورد.

هوش مصنوعی، جریان داده ها را می کاود و فعالیت موشکی را شناسایی می کند.

هوش مصنوعی، ارزیابی می کند که آیا اطلاعات بیشتری درباره فعالیتها پیش از پرتاب وجود دارد یا خیر.

هوش مصنوعی به طور خودکار هشدارهایی برای تحلیلگران آمریکایی تولید می کند.

فرمانده اطلاعات را بازبینی می کند و تصمیم می گیرد که آیا اقدام نظامی ممکن است مورد نیاز باشد یا خیر.

Sources: U.S. officials; A.I. experts; budget documents

بهره گیری از این تسلیحات تاکنون اثرات مرگباری داشته است. در مارس ۲۰۰۳، درست چند روز پس از آغاز تجاوز ایالات متحده آمریکا و متحدانش به عراق، خلبان نیروی هوایی بریتانیا، درک واتسون، با جت جنگنده تورنادوی خویش در حال جولان بر روی بیابان بود. واتسون، فرمانده گروه هواپیمایی، در نیمه شب پس از بمباران اهدافی در بغداد در حال بازگشت به کویت بود. جنگنده دیگری با سرنشینی کوبین مین و دیو ویلیامز آن را دنبال می کرد. بیست هزار فوت (۶ هزار متر) پایین تر، کامپیوتر آشبار موشکی پاتریوت ارتش ایالات متحده آمریکا یکی از این دو جنگنده را شناسایی کرد، و آن را به عنوان یک موشک دشمن در نظر گرفت که مستقیماً به سمت آنها در حال حرکت است. سامانه هشدارهای خود را در جلوی چشمان خدمه آن روشن کرد و به آنها گفت که در معرض خطر قرار گرفته اند. آنها شلیک کردند.

واتسون، شعله ای را مشاهده می کند و بلافاصله هواپیمای خود را به سمت راست منحرف می کند و فلیرهایی شلیک می کند تا موشکهای دارای جستجوگر حرارتی را منحرف کند. اما موشک به سمت او هدفگیری نشده بود. این موشک به سمت هواپیمای مین و ویلیام شلیک شده بود و به آنها اصابت کرد و پیش از آنکه سرنشینان آن فرصتی برای بیرون پریدن داشته باشند، آنها را کُشت. این نتیجه ای بود که کاوش بعدی وزارت دفاع آمریکا آن را آشکار کرد.

واتسون که در اواسط دهه ۲۰۰۰ نیروی هوایی سلطنتی بریتانیا را ترک کرد و اکنون یک مربی رهبری است، اخیرا در یک مصاحبه گفته است: «این چیزی است که هرگز آن را فراموش نخواهم کرد. به عنوان فرمانده یک گروه هواپیمایی، آنها نفرات من بودند.» به خدمه پدافند موشکی پاتریوت درباره کارکردن در محیط خودمختارانه هشدار داده شد، اما تقریبا دو هفته بعد یک حادثه شلیک برادرگُشانه رخ داد، هنگامی که این سامانه خلبان جنگنده F-18 نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا، ناتان دویس وایت را کُشت. از اینرو قوانین سخت گیرانه ای وضع شد که عملا کارکرد آتشبارهای موشکی پدافند هوایی را برای باقیمانده جنگ، متوقف کرد.



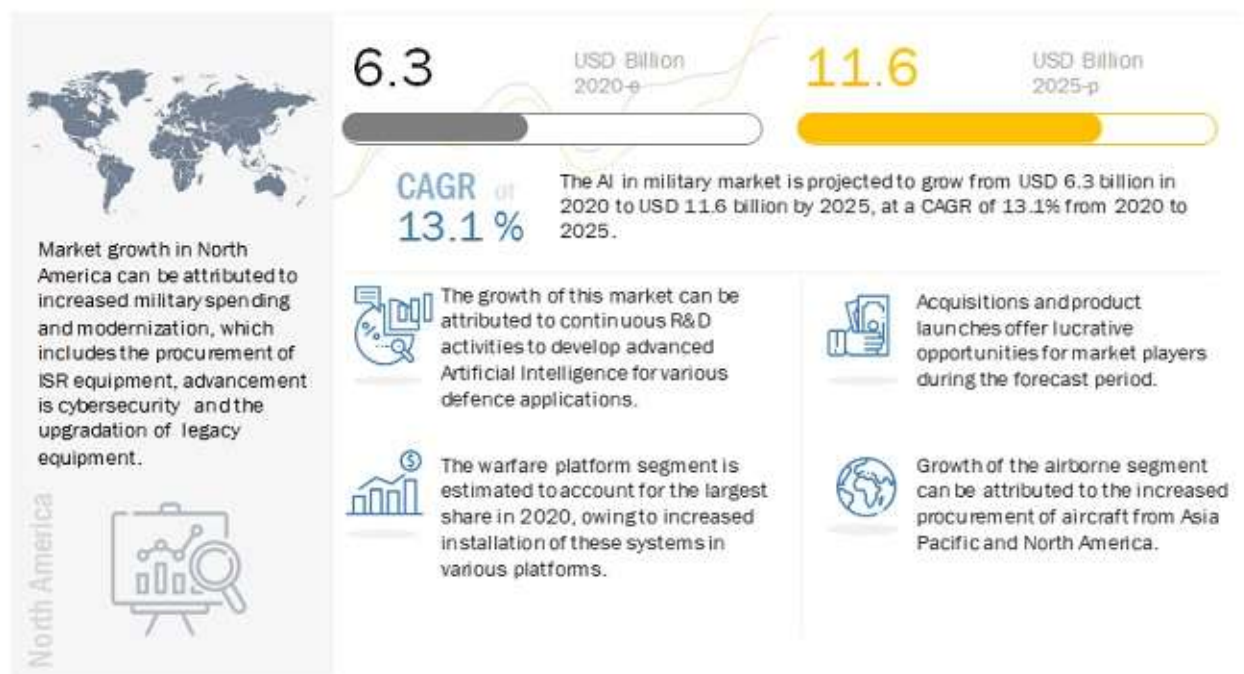
تسلیحاتی مانند پاتریوت معمولا دارای یک کامپیوتر هستند که ردپاهای سیگنال رادار را با پایگاه داده هایی از هواپیماها و موشکها مقایسه می کنند، سپس تصمیم می گیرند که آن شیء دوست است یا دشمن. در نهایت کاربران انسانی فراخوانده می شوند که آیا آنها شلیک کنند یا خیر، اما کارشناسان می گویند که اضطرابهای صحنه نبرد، و تمایل به اطمینان به دستگاه ها غالبا خط میان کنترل انسانی و کامپیوتری را کمرنگ می کند.

دان کایسر، کارشناس تسلیحات خودمختار در سازمان صلح-آفرین پاکس می گوید: «ما غالبا به سامانه های کامپیوتری اطمینان می کنیم؛ اگر کامپیوتر به ما توصیه ای برای انجام کاری کند، غالبا به آن توصیه اطمینان می کنیم. انسان چقدر هنوز در این فرآیند تصمیم گیری نقش دارد؟»

این پرسش برای نیروهای نظامی ایالات متحده آمریکا، که در حال پژوهش بر روی تسلیحات خودمختار هستند، کلیدی است، اما می گوید که تصمیم گیری برای کشتن را به دستگاه واگذار نخواهد کرد.

در سال ۲۰۱۲، وزارت دفاع راهکارهایی را برای تسلیحات خودمختار منتشر کرد که آنها را الزام می کرد تا «به فرماندهان و کاربران امکان دهد تا سطوح مناسبی از قضاوت انسانی را تمرین کنند».

Artificial Intelligence (AI) in Military Market Trends



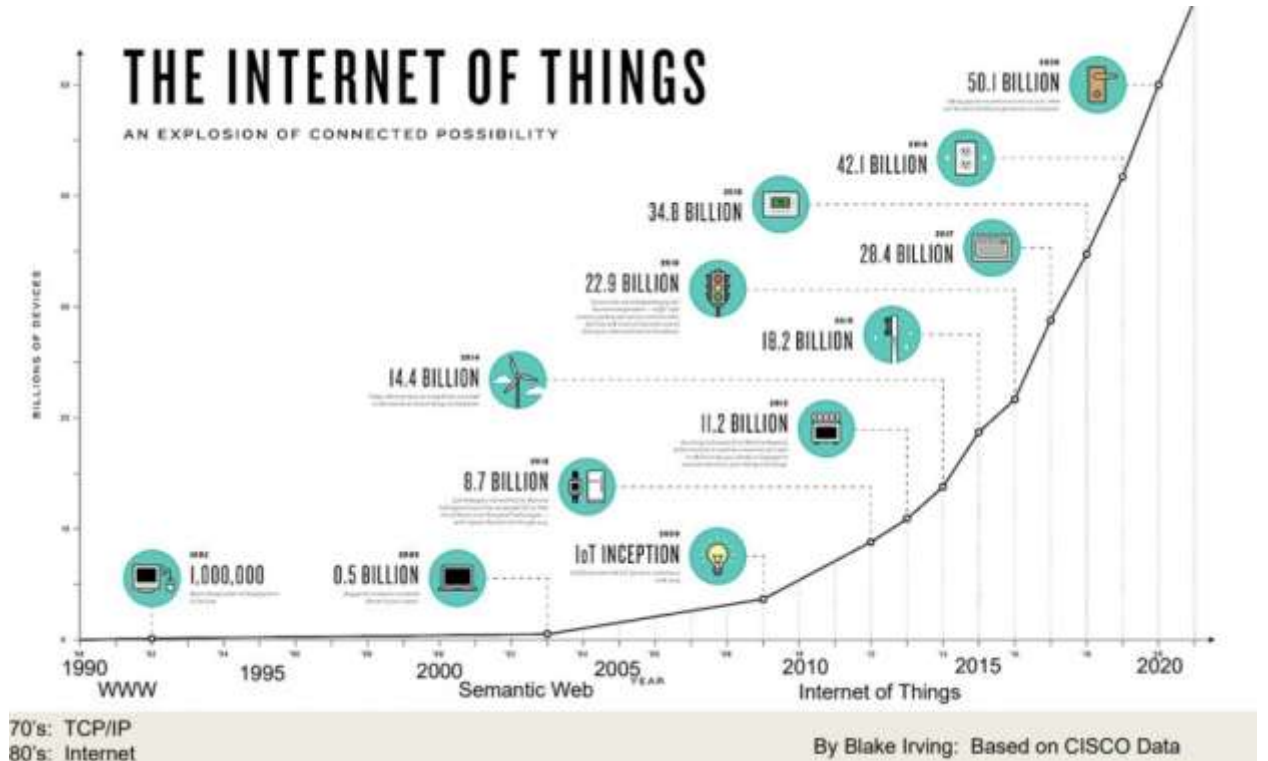
ماری وارهام، مدیر دیده بان حقوق بشر و کسی که سالها کارزار «رباتهای قاتل را متوقف کنید» (تلاشی بین المللی برای محدود کردن تسلیحات خودمختار) را رهبری کرده است، می گوید؛ اگرچه یک پیمان جهانی و الزام آور برای محدود کردن تسلیحات خودمختار، غیر محتمل به نظر می رسد، این واقعیت که دولتها و شرکتهای تسلیحاتی در حال تاکید بر روی این موضوع هستند که انسانها در کنترل باقی خواهند ماند نشان می دهد که آگاهی درباره خطرات این تسلیحات در حال افزایش است.

وارهام می گوید؛ و درست مانند مینهای زمینی، تسلیحات شیمیایی و بمبهای هسته ای، نیازی نیست که همه کشورها یک پیمان را امضا کنند تا جهان استفاده از این تسلیحات را فاجعه بار پندارد. اگرچه ایالات متحده آمریکا امضا کردن معاهده سال ۲۰۱۰ علیه تسلیحات خوشه ای را نپذیرفته، بحث و مشاجره درباره این تسلیحات منجر به آن شده که شرکتهای آمریکایی به طور داوطلبانه تولید آنها را متوقف کنند.

البته هنوز، همه گیری بیماری کرونا این تلاشها را کند کرده است. جلسه ای در ژنو برای پایان ماه ژوئن برنامه ریزی شده تا بحثهایی که اخیرا به تعویق افتاده بود از سر گرفته شود.

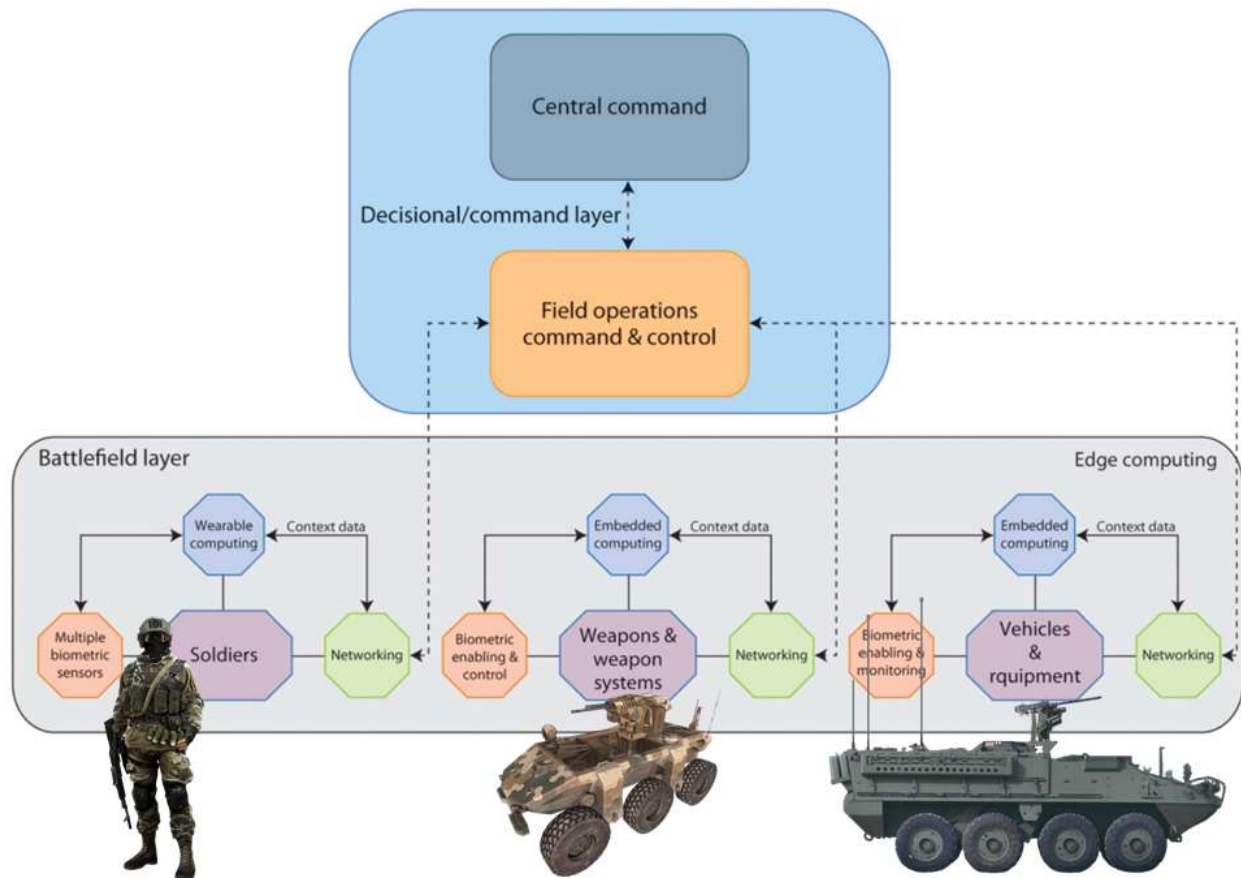
نیروهای نظامی ایالات متحده آمریکا و بریتانیا، هر دو پروژه هایی برای ساختن «گله هایی» از پهپادهای کوچک در دست دارند که با استفاده از هوش مصنوعی، به طور دسته جمعی عمل می کنند. این گله ها می توانند از کشتی ها و هواپیماها پرتاب شوند و برای سرگرم کردن پدافندهای دشمن پیش از هجوم سربازان معمولی، به کار می روند. در سال ۲۰۱۷، پنتاگون پیشنهادی را درخواست کرد تا چگونه می تواند چندین کوادکوپتر را با یک موشک پرتاب کند و آنها را بر روی هدف رها کند، سپس پهپادهای کوچک، خودمختارانه اهداف را بیابند و آنها را منهدم کنند.

کایسر می گوید: «چگونه می توانید ۹۰ پهپاد کوچک را که خودشان در حال تصمیم گیری هستند را کنترل کنید؟» اکنون گله عظیمی از میلیونها پهپاد را تصور کنید.



نیروهای نظامی ایالات متحده آمریکا، هوش مصنوعی با آموزش عمیق را در شبیه سازهای پرواز تجربه کرده است، و الگوریتمها نشان داده که آنها می توانند مهارتهای خلبانان نظامی انسانی را در نبردهای طاقت فرسا منطبق کنند. ایالات متحده آمریکا می گوید که خلبانان هوش مصنوعی، هنگامی که آماده شوند، تنها به عنوان کمک-خلبان برای خلبانهای انسانی به کار گرفته خواهند شد. همانند دیگر زمینه هایی که در آن فناوری هوش مصنوعی در حال پیشرفت است، شناسایی دقیق جایی که خط میان کنترل انسانی و کنترل ماشینی وجود دارد، دشوار است. پاول شار، سرباز پیشین عملیاتی ویژه و معاون و راهنمای مطالعات در مرکز امنیت آمریکای نوین می گوید: «درست مانند مربوط به خودروها، این طیف از قابلیت وجود دارد که شما می توانید ویژگیهای خودمختارتری داشته باشید که می تواند به طور تدریجی افزوده شود و در برخی از موارد، خط میان کنترل انسانی و کنترل ماشینی را محو می کند.» او همچنین برای تنظیم راهکارهای پنتاگون درباره تسلیحات خودمختار کمک کرده است. شار می گوید؛ همچنان که سامانه های تسلیحاتی با زمان ارتقا پیدا می کنند خودمختاری به آرامی ساخته می شود. موشکی که پیشتر برای آشیانه یابی به سمت یک دشمن منفرد به کار می رفت، ممکن است با یک ارتقاء نرم افزار، این امکان را پیدا کند تا اهداف متعددی را همزمان ردیابی کند و هدفی را انتخاب کند که بیشترین احتمال اصابت به آن را دارا می باشد.

شار می گوید؛ فناوری در حال هوشمندتر کردن تسلیحات است، اما کنترل از راه دور آنها توسط انسانها را آسانتر می کند. این موضوع به انسانها این قابلیت برای متوقف کردن موشکها حتی پس از شلیک آنها را می دهد، اگر آنها متوجه این واقعیت شوند که ممکن است موشک به یک هدف غیرنظامی اصابت کند. کایسر می گوید؛ همچنان نیاز برای افزایش سرعت در جنگ، ناگزیر نیروهای نظامی را به سمت واگذاری هرچه بیشتر تصمیمها به ماشینها، به ویژه در وضعیتهای نبرد، سوق می دهد. دشوار نیست تصور کنیم که الگوریتمهای متضاد، سریعتر از آن که انسانها بتوانند آنچه که در حال رخ دادن است را پیش کنند، به یکدیگر پاسخ دهند.



کایسر می گوید: «شما این موضوع را در فروریختنهای ناگهانی در بازار سرمایه دیده اید. اگر این تسلیحات با سرعتی پیش بروند که انسانها دیگر نتوانند آنها را کنترل کنند، این موضوع برای من واقعا ترسناک خواهد بود. این چیزی است که چندان هم غیرواقعی نخواهد بود، اگر این توسعه ها به سمت جلو پیش برود و نتواند متوقف شود.»



نویسنده: گریت دوینک

گریت دِوینک یک گزارشگر فنی برای نشریه واشنگتن پست است. او درباره گوگل و الگوریتمهایی که به نحو فزاینده ای در حال شکل دهی به جامعه ما است، می نویسد. دِوینک همچنین پوشش اخبار این نشریه درباره باج افزارها و اطلاعات نادرست را راهبری می کند. او پیشتر به مدت هفت سال در خبرگزاری بلومبرگ، فناوری را پوشش می داد.

منبع:

<https://www.washingtonpost.com/technology/2021/07/07/ai-weapons-us-military>

آیا از روباتهای پرنده گشنده در لیبی استفاده شده است؟ کاملاً محتمل است

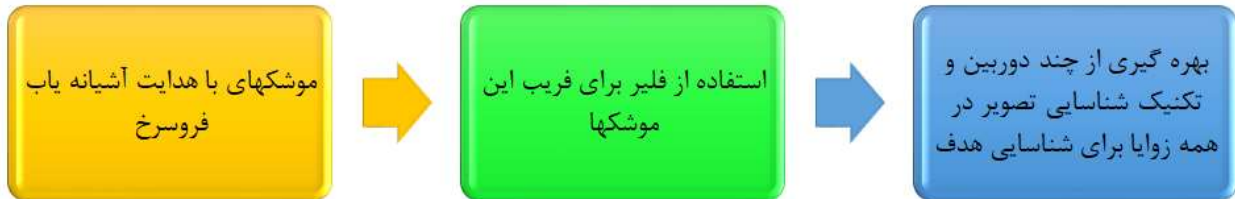
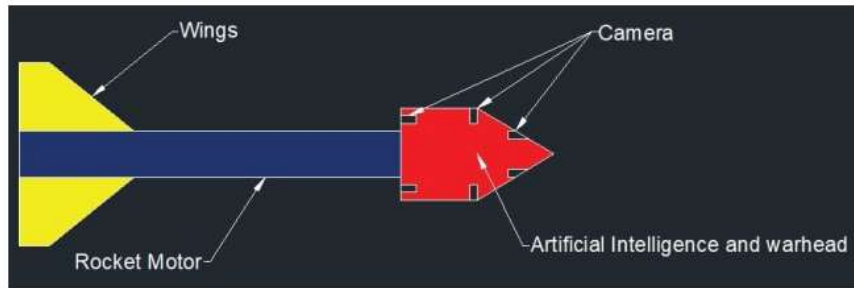
نویسنده: زاکاری کالنبورن، ۲۰ می ۲۰۲۱.



تصویری از فیلم تبلیغاتی برای تبلیغ پهپاد کارگو (ساخت ترکیه). در این ویدئو، سلاح پیش از انفجار به سمت هدف شیرجه می زند.

مطابق با گزارش اخیر «میز کارشناسان سازمان ملل درباره لیبی»، سال گذشته در لیبی، سلاح خودمختار ساخت ترکیه (با نام پهپاد STM-Kargu-2) ممکن است سربازان در حال عقب نشینی وفادار به ژنرال لیبایی، خلیفه حفتر را «شکار کرده و از دور با آنها درگیر شده باشد». طی سال گذشته، دولت وفاق ملی لیبی که از سوی سازمان ملل متحد به رسمیت شناخته شده است، نیروهای ژنرال حفتر را از پایتخت لیبی به عقب راندند و این پیغام را به جهان مخابره کرد که در منازعه لیبی، دست برتر را دارا است، اما کارگو-۲ چیزی را فهماند که شاید اهمیت جهانی آن بیشتر بود: فصلی جدید در تسلیحات خودمختار، تسلیحاتی که بر مبنای هوش مصنوعی، برای نبرد و کشتن انسانها به کار گرفته می شوند.

بهره‌گیری از هوش مصنوعی در سامانه هدایتی موشک



کارگو یک پهپاد پرسه زن است که می‌تواند از شناسایی اشیاء مبتنی بر یادگیری ماشین، برای انتخاب و درگیری با اهداف، بهره‌گیری و دارای قابلیت به کارگیری انبوه آن در حال توسعه است تا امکان کار کردن ۲۰ پهپاد با یکدیگر وجود داشته باشد. گزارش سازمان ملل متحد، کارگو-۲ را یک سلاح خودمختار مرگبار نامیده است. شرکت سازنده آن، STM، توانمندیهای ضد نفر بودن این سلاح را در یک ویدئوی هولناک نشان می‌دهد که در آن یک کارگوی مدل با یک شیرجه‌تند به سمت هدف در میانه گروهی از مانکن‌ها یورش می‌برد. اگر کسی در نبرد لیبی کشته شده باشد، احتمالاً نخستین مورد شناخته شده از تسلیحات خودمختار مبتنی بر هوش مصنوعی در تاریخ می‌باشد که برای کشتن مورد استفاده قرار گرفته است. گزارش سازمان ملل قویا تاکید می‌کند که سامانه‌های تسلیحات مرگبار خودمختار، به تلفات چشمگیر سامانه موشکی سطح-به-هوای پنتاسیر اس-۱ نسبت داده شده است، اما این سامانه ویژگی آشکاری در این زمینه ندارد.



بسیاری از افراد از اجمله استیون هاوکینگ و الون ماسک، گفته اند که آنها می خواهند این گونه از تسلیحات ممنوع شود، با این استدلال که آنها نمی توانند میان غیرنظامیان و سربازان تفکیک قائل شوند، در حالی که دیگران می گویند آنها در رویارویی با تهدیدات پرسرعت مانند حملات دسته ای پهبادهای، نقشی حیاتی خواهند داشت و ممکن است واقعا خطرات برای شهروندان غیرنظامی را کاهش دهد زیرا آنها در مقایسه با تسلیحات هدایت شونده توسط انسان، اشتباهات کمتری را مرتکب خواهند شد. دولتها در سازمان ملل متحد، بر سر این که چه محدودیتهای جدیدی برای کاربردهای جنگی تسلیحات خودمختار مورد نیاز است، با یکدیگر بحث و مشاجره می کنند. البته آنچه که جامعه جهانی هنوز به اندازه کافی انجام نداده است، توسعه تصویر خطر مشترک است. با وزن دهی به خطرات نسبت به مزایا، ارزشهای شخصی، سازمانی و ملی را می توان نمایان کرد، اما تعیین محل فرارگیری خطر نیز باید مدنظر قرار گیرد.

این صرفا یک موضوع آماری است. در بالاترین سطح، ریسک برابر است با حاصلضرب احتمال در پیامدهای خطا. هرگونه سلاح خودمختار دارای احتمال اشتباه کردن است، اما برخی از اشتباهات ممکن است گستره وسیعی از پیامدها را به همراه داشته باشد. تسلیحات خودمختار با بالاترین ریسک، آنهایی هستند که دارای بالاترین احتمال خطا بوده و در صورت ارتکاب خطا، تعداد زیادی از افراد را می کشند. شلیک نادرست یک تفنگ با کالیبر 0.357 یک چیز است؛ انفجار ناخواسته یک کلاهک هسته ای W88 چیز دیگری است.

برای شناخت منشاء خطرات مربوط به تسلیحات خودمختار، دست کم نه پرسش مهم وجود دارد.

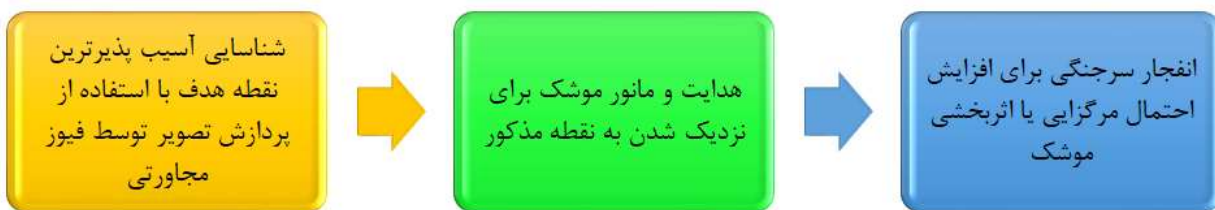
۱. چگونه یک سلاح خودمختار برای گشتن تصمیم می گیرد؟ مینهای زمینی از سویی می تواند یک سلاح خودمختار بسیار ساده باشد که از حسگرهای فشار برای تعیین زمان منفجر شدن بهره می گیرد. آستانه انفجار را می توان به گونه ای تغییر داد که اگر یک کودک پا بر روی آن قرار داد، منفجر نشود. تسلیحات پرسه زن، مانند هارپی (پهباد انتحاری) رژیم صهیونیستی، نوعا علائم راداری دشمن را شناسایی کرده و به سمت آنها یورش می برد. درست همانند مینهای زمینی، حساسیت را می توان به گونه ای تنظیم کرد که رادارهای غیرنظامی را از رادارهای نظامی تشخیص دهد. و خوشبختانه، کودکان امواج رادیویی پرتوان از خود ساطع نمی کنند.

اما آنچه که مورد نگرانی بین لمللی قرار گرفته است، به کارگیری تصمیم-گیری مبتنی بر یادگیری ماشین، همانند آنچه در پهپاد خودمختار کارگو-۲ رخ داده است، می باشد. این گونه های تسلیحات با الگوریتمهای مبتنی بر نرم افزار کار می کنند که با استفاده از مجموعه های بزرگی از داده های آموزشی، «می آموزند»، به طور مثال، دسته بندی کردن اشیاء گوناگون. برنامه های بینایی کامپیوتر، می تواند مورد آموزش قرار گیرد تا اتوبوسهای مدرسه، تراکتورها، و تانکها را تشخیص دهد. اما مجموعه های داده هایی که برای آموزش آنها استفاده می شود ممکن است به اندازه کافی پیچیده یا مقاوم نباشد، و هوش مصنوعی، ممکن درس نادرستی را «بیاموزد». در یک مورد، شرکتی استفاده از هوش مصنوعی را برای تصمیم گیریهای استخدام در نظر می گرفت، تا این که مدیریت دریافت که سامانه کامپیوتری بر این باور است که مهمترین نامزد برای این شغل، جارد نام دارد و در حال بازی لاکرُس (چوگان سرپهن) در دبیرستان است. این نتایج، هرگز شوخی نخواهد بود اگر یک سلاح خود مختار چنین اشتباهاتی را مرتکب شود. توسعه دهندگان تسلیحات خودمختار نیاز دارند تا پیچیدگیهایی را پیش بینی کنند که می تواند منجر به تصمیم گیری نادرست سامانه یادگیری ماشین شود. ماهیت «جعبه سیاه» بودن یادگیری ماشین، که در آن چگونگی تصمیم گیری سامانه غالباً مبهم است، چالشهای بیشتری را به این موضوع می افزاید.

بهره گیری از هوش مصنوعی در فیوز مجاورتی موشک



حسگر مجاورتی موشک هوا به هوای AIM-9B



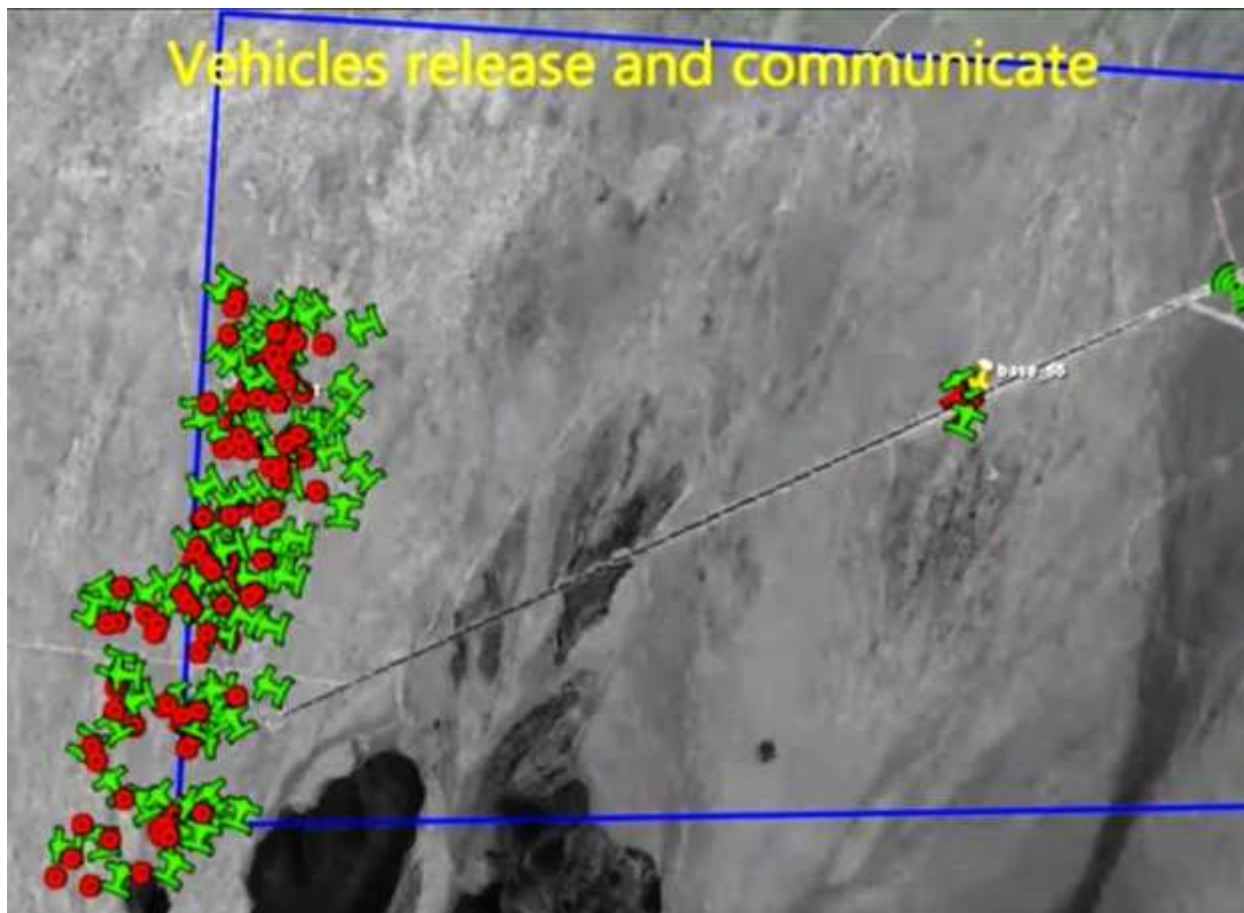
۲. انسانها چه نقشی دارند؟ انسانها ممکن است بتوانند مراقب خطا رفتن چیزی باشند. در آرایشهای انسان-در-حلقه، سرباز، فعالیتهای سلاح هخودمختار را پایش می کند، و اگر وضعیتی به نظر برسد که به سمت هولناکی پیش می رود، می تواند تصمیم اصلاحی بگیرد. همانگونه که کاربرد گزارش شده کارگو-۲ نشان می دهد، یک سامانه بدون انسان-در-حلقه به سادگی می تواند کارش را بدون هیچ گونه محافظتی انجام دهد. اما داشتن سرباز-در-حلقه، علاج کار به شمار نمی رود. سرباز ممکن است به ماشین اعتماد کند و نتواند به اندازه کافی عملکرد آن را پایش کند. برای مثال، میسی کامینگز، مدیر آزمایشگاه خودمختاری و انسان در دانشگاه دوک، درباره خودروهای خودمختار دریافته است که «رانندگانی که فکر می کنند خودرویشان توانمندتر از آنان است، ممکن است بیشتر در معرض حواس-پرتی قرار گیرند و خطر تصادف افزایش می یابد.»



البته رفتار یک سلاح خودمختار، بسته به وضعیت، ممکن است مبتنی بر درون یا بیرون از حلقه نباشد. کره جنوبی از یک سلاح نگهبان با نام SGR A-1 در منطقه غیرنظامی شده با کره شمالی بهره گرفته است که گزارش شده بر همین روش عمل می کند. خطر بر مبنای چگونگی و زمانی که کارکرد خودمختاری کامل فعال می شود تغییر می کند. عملکرد با خودمختاری پیش-فرض، مشخصا خطر بیشتری نسبت به عملکرد خودمختارانه تنها محدود به شرایط خاص دارد.

۳. سلاح خودمختار چه محموله ای می تواند داشته باشد؟ شلیک تصادفی به یک نفر، هولناک است، اما خطر آنها بسیار کمتر از انفجار تصادفی یک کلاهک هسته ای است. مورد نخست ممکن است به قیمت جان یک بیگناه تمام شود، اما مورد دوم ممکن است صدها هزار انسان را بکشد. سیاستگذاران ممکن است بر روی تسلیحات بزرگتر متمرکز شوند، هزینه های اشتباه در آنها را شناسایی کنند، و به صورت بالقوه خطرات تسلیحات خودمختار را کاهش دهند. اگرچه، این که تسلیحات خودمختار دقیقا چه محموله هایی دارند، مشخص نیست. در تئوری، تسلیحات خودمختار ممکن است بر روی تفنگها، بمبها، موشکها، مختل کننده جنگ افزارهای الکترونیک، لیزرها، تسلیحات میکروموج، کامپیوترها برای حمله سایبری، تسلیحات شیمیایی، تسلیحات بیولوژیکی، تسلیحات هسته ای، و هر چیز دیگری در این میان به کار گرفته شوند.

۴. سلاح چه چیزی را هدف گیری می کند؟ هر چیزی که یک سلاح خودمختار به آن شلیک می کند، اهمیت دارد، خواه یک تانک، یک ناو جنگی، یا یک انسان باشد. سامانه های مبتنی بر یادگیری ماشین کنونی نمی تواند به نحو موثری یک کشاورز را از یک سرباز تشخیص دهد. کشاورزان ممکن است برای دفاع از زمینشان یک تفنگ به دست داشته باشند، در حالی که سربازان ممکن است از یک چنگک برای از بین بردن یک تیربار استفاده کنند. اما حتی تمایز میان یک وسیله نقلیه نیز دشوار است، زیرا عوامل گوناگونی ممکن است مانع از یک تصمیم گیری درست شود. برای مثال، در یک مطالعه، استتار چرخها و نیمی از پنجره جلوی یک اتوبوس موجب شده تا سامانه مبتنی بر یادگیری ماشین، اتوبوس را به عنوان یک دوچرخه شناسایی کند. تمایز میان یک تانک توپدار با اتوبوس مدرسه در یک محیط باز، ممکن است آسان باشد، اما اگر درختان یا ساختمانها مانع از دیده شدن بخشهای کلیدی تانک (از جمله قبضه توپ آن) شوند، دیگر تشخیص آن آسان نیست.



آزمایش یورش گله ای پهپادها توسط وزارت دفاع آمریکا

۵. چه تعداد تسلیحات خودمختار مورد استفاده قرار می گیرند؟ تعداد بیشتر تسلیحات خودمختار به معنی احتمال بیشتر برای شکست آنها است. این موضوع صرفاً یک محاسبه ساده احتمالات است. اما هنگامی که تسلیحات خودمختار فعالیتهای خود را مخابره کرده و با یکدیگر هماهنگ می شود، مانند آنچه که در حمله گله ای پهپادهای خودمختار رخ می دهد، خطر اشتباه کردن افزایش می یابد. ایجاد ارتباطات میان تسلیحات خودمختار، خطر انباشته شدن خطاها را افزایش می دهد، زیرا خطای یک دستگاه با دیگران به اشتراک گذاشته می شود. تصمیم گیری تجمیعی نیز خطر مبرمی است که در آن تفسیر درست با خطای تجمیعی افزوده می شود. برای تجسم بخشیدن به خطای تجمیعی، تمثیل مردان نابینا و فیل را در نظر بگیرید. سه مرد نابینا صدای یک حیوان عجیب را شنیدند که به یک شهر آورده شده بود. یکی خرطوم فیل را لمس کرد و گفت فیل همانند مار است. دیگری پاهای فیل را لمس کرد و گفت که شبیه ستون است. سومی کناره فیل را لمس کرد و آن را شبیه دیوار توصیف کرد. هر کدام یک واقعیت فیزیکی را با دقت دریافت کرده بودند، اما به طور ناقص، اما تفسیرهای منفرد و تجمیعی آنها از آن واقعیت نادرست است. آیا یک گله از پهپادها می تواند نتیجه بگیرد که فیل یک مار است، یا یک ستون، یا یک دیوار، و یا چیز دیگر؟

۶. تسلیحات خودمختار کجا قرار است به کار گرفته شوند؟ یک خودروی زمینی خودمختار مسلح که بر روی یک یخچال قطبی پوشیده از برف در حال پرسه زدن است، تقریباً هیچ احتمالی ندارد که بتواند افراد بیگناه را بکشد. افراد چندانی در آنجا حضور ندارند و محیط آنقدر تهی است که چیز زیادی برای مانع شدن یا سردرگم کردن حسگرهای این و هپاد وجود ندارد. اما اگر همین و هپاد در خیابانهای نیویورک یا توکیو در حال پرسه زدن باشد، شرایط فرق خواهد کرد. در شهرها، سامانه هوش مصنوعی با شرایط متعددی از خطا روبرو می شود: درختان، علامتها، خودروها، ساختمانها، و افرادی که همگی ممکن است ارزیابی درست هدف را با اختلال همراه کنند.



تسلیمات خودمختار دریا-پایه ممکن است کمتر در معرض خطا واقع شوند زیرا تمایز میان یک کشتی نظامی و غیرنظامی با موانع اندک، ممکن است آسانتر از تمایز یک اتوبوس مدرسه با یک نفربر زرهی باشد. حتی آب و هوا می تواند تاثیرگذار باشد. یک مطالعه اخیر نشان داده که آب و هوای مه آلود دقت سامانه هوش مصنوعی را برای شناسایی موانع بر روی جاده ها تا ۵۸ درصد کاهش می دهد، این در حالی است که دقت این سامانه در آب و هوای شفاف، ۹۲ درصد است. البته، آب و هوای بد ممکن است مانع از تشخیص موثر هدف توسط انسانها نیز شود، اما پرسش مهم آن است که چگونه شناسایی هوش مصنوعی با شناسایی انسان مقایسه می شود.

۷. آیا این تسلیحات به خوبی مورد آزمایش قرار گرفته اند؟ هر نیروی نظامی حرفه ای، پیش از آنکه سربازان و اهداف راهبردی خود را در معرض تهدید قرار دهد، سلاح خودمختار را مورد آزمایش و صحنه گذاری قرار می دهد. اگرچه ارتش ممکن است نتواند برای همه پیچیدگیهایی که ممکن است یک سلاح خودمختار را گیج کند، آزمایش کند، به ویژه اگر این پیچیدگیها نامعلوم باشد. آزمایش مبتنی بر کاربردها و محیطهای عملیاتی پیش بینی شده خواهد بود که با تغییر صحنه راهبردی، ممکن است تغییر کند. یک سلاح خودمختار که به خوبی در یک محیط مورد آزمایش قرار گرفته است، ممکن است در محیطی دیگر با شکست روبرو شود. شهر سیاتل در ایالت واشنگتن، روزهای مه آلود بیشتری نسبت به شهر ریاض دارد، اما با توفانهای شن بسیار کمتری روبرو است.

۸. چگونه دشمنان با آن سازگار شده اند؟ در صحنه نبردی که شامل تسلیحات خودمختار است، طرفین جنگ، به دنبال عملیاتیهای گیج کننده خواهند بود که ممکن است چندان هم دشوار نباشد. شرکت اوپن آی، شرکتی پیشرو در هوش مصنوعی در سطح بین الملل، سامانه ای توسعه داده که می تواند یک تلفن همراه آپل را با قطعیت ۸۵.۶ درصد شناسایی کند. البته، اگر یک تکه نوار چسب کاغذی که بر روی آن نوشته شده «آی پاد» و بر روی آپل چسبانده شود، بینایی ماشین این سامانه با قطعیت ۹۹.۷ درصد نتیجه می گیرد که آن یک آی پاد است. در یک مورد، پژوهشگران هوش مصنوعی یک پیکسل منفرد را بر روی تصویر تغییر دادند و موجب شد تا سامانه بینایی ماشین، یک بمب افکن رادارگریز را به عنوان یک سگ شناسایی کند. در جنگ، حریف ممکن است عبارت «اتوبوس مدرسه» را بر روی تانک بنویسد، یا به طور بدخواهانه، عبارت «تانک» را بر روی اتوبوس مدرسه بنویسد و سلاح خودمختار را فریب دهد.



۹. تسلیحات خودمختار تا چه گستره ای در دسترس خواهند بود؟ بازیگران منطقه ای و غیررسمی در تحمل ریسک خود، مبتنی بر راهبردها، فرهنگها، اهداف، و حساسیت نسبت به موضوعات اخلاقی، به طور طبیعی با یکدیگر متفاوت خواهند بود. هر چه دستیابی و به کارگیری از تسلیحات خودمختار آسانتر شود، جامع جهانی می تواند انتظار داشته باشد که این تسلیحات توسط گروه های تارشگری وحشی، رژیمهای نابکار، و گروه هایی که نسبت به خطرات اشتباهات غیرحساس اند، به کار گرفته شود. همانگونه که استوارت راسل، استاد علوم کامپیوتر در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی علاقمند است که بنویسید: «با استفاده از سه دانشجوی خوب مقطع کارشناسی، و احتمالاً با کمک دو نفر از همکاران روباتیک بنده، این یک پروژه دانشجویی ترمی خواهد بود که سلاحی بسازند که بتواند به ساختمان سازمان ملل بیاید و نماینده روسیه را پیدا کند و یک بسته به او تحویل دهد». خوشبختانه، تیزهوشی فنی، ساختار، زیرساخت، و دسترسی به منابع، میزان پیچیدگی تسلیحات خودمختار را محدود خواهد کرد. هیچ گروه تارشگری به تنهایی نخواهد توانست در انباری خود یک هواپیمای F-35 خودمختار بسازد.

خطر تسلیحات خودمختار، پیچیده، متغیر، و چندبُعدی است، چی، کجا، کی، چرا، و چگونگی استفاده، همگی موضوعیت دارد. یک انتهای پر ریسک طیف، تسلیحات هسته ای خودمختار است و نیز استفاده از گله های تسلیحات خودمختار هماهنگ در محیطهای شهری برای کُشتن پیاده نظام دشمن؛ انتهای دیگر این طیف عبارت است از تسلیحات خودمختار نوری که در نواحی کم-جمعیت مانند تسلیحات پدافندی به کار گرفته می شود و تنها هنگامی مورد استفاده قرار گیرند که مرگ، حتمی است. در این موارد، کشورها، بسته به این که ارتشها و جوامع آنها ریسک خطر علیه ارتش را ضروری می دانند، خطی را ترسیم می کنند. اما برای ترسیم یک خط، همگان باید یک درک مشترک از جایی که خطر قرار دارد داشته باشند. واژه های کلیدی: لیبی، ترکیه، پهپادها، تسلیحات خودمختار مرگبار، تحلیل.

منبع:

<https://thebulletin.org/2021/05/was-a-flying-killer-robot-used-in-libya-quite-possibly>

موشک کروز کالیبر روسیه برای حمله به اهداف در اوکراین مورد استفاده قرار می گیرد

موشکی که مورد استفاده قرار گرفته است، تصور می شود که موشک کروز کالیبر باشد، موشکی دوربرد که به عنوان رقیب موشک آمریکایی تاماهاوک توسط روسیه توسعه داده شد. طول موشک کروز کالیبر برابر با ۳۰ فوت (۹ متر)، وزن تا ۲.۳ تُن، و با قابلیت حمله سرچنگی ۵۰۰ کیلوگرمی انفجاری یا هسته ای حرارتی است و می تواند برای حملات دقیق علیه اهداف دشمن به کار گرفته شود. در دهه ۱۹۹۰ توسعه داده شده و نخستین بار در سال ۲۰۱۵ در صحنه نبرد به کار گرفته شده است، این موشک قابلیت شلیک از کشتی، زیردریایی، یا نیروهای زمینی را دارا می باشد و تصور می شود که همچنان در حال تولید می باشد.

حمله ۱۶۰۰ کیلومتری موشک کروز سیزلر (کلاب)

مشخصات موشک کروز کالیبر (کلاب):

- برد: ۲۴۸۰ کیلومتر
- سرچنگی: تا ۴۰۸ کیلوگرم انفجاری
- طول: ۸.۸ متر
- کد نام ناتو: سیزلر
- بیشینه سرعت: 3560 km/h

این موشک کروز به صورت عمودی شلیک می شود. بر روی خشکی، مسیر نزدیک به مواز زمین را طی می کند تا توسط سامانه های پدافندی شناسایی نشود. در فاصله ۴۰ کیلومتری تا هدف، سرچنگی آن جدا شده، اوج گرفته، و تا پیش از اصابت، به سرعت لرز صوت، شتاب می گیرد.

چهار رزم-ناو ناوگان خزر، ۲۶ لرزنده موشک کروز کلاب را به سمت ۱۱ هدف در شمال سوریه شلیک کردند. این کشتی ها عبارت بودند از، یک ناو کلاس گپارد و سه رزم-ناو کلاس پویان-ام (تصویر بالا)

Reported paths of Russian cruise missiles

۱۶۰۰ کیلومتر

نیروهای روسی مستقر در سوریه

- ۴ فروند جنگنده چندکاره SU-30 (تصویر راست)
- ۱۲ فروند جنگنده تهاجم زمینی SU-25
- ۱۲ بمب افکن SU-24
- ۱ سامانه موشکی زمین به هوا

یک گردان پیاده نظام موتوری و مهندسی رزمی، یک گردان ساحلی در پایگاه دریایی در بندر طرطوس

پایگاه هوایی در لاذقیه

راهنما:

- حمله های هوایی
- دیروز روسیه
- پایگاه های هوایی نظامی
- قلمرو داعش
- نواحی کردنشین

شهرهای روسی در لاذقیه

ایران، عراق، سوریه، لبنان، دمشق، بصره، اربیل، موصل، حلب، ادلب، رقه، پالمیرا

خلیج فارس، کویت

نوشته شده توسط کریس پلیزانس
تاریخ انتشار: ۱۰:۳۰، ۲۴ فوریه ۲۰۲۲



روسیه، با استفاده از موشکهای کروز برای حمله به اهدافی در این کشور، شامل پایگاه های نظامی؛ انبارهای مهمات، و فرودگاه ها، امروز جنگی تمام عیار را بر ضد اوکراین آغاز کرده است. موشک مورد استفاده، تصور می شود که موشک کالیبر باشد، موشک کروز برد بلند که توسط روسیه به عنوان رقیب تامهاوک آمریکایی توسعه داده شد.



ساکنین محلی از پرواز موشک کالیبر بر فراز اوکراین فیلم برداری کرده اند.





بقایای یک پهپاد یا یک موشک کروز در کیف، اوکراین، امروز صبح
مسیر پرواز با ارتفاع پایین این موشک، موجب شده تا در محدوده پوشش رادارهای پدافند موشکی قرار نگیرد و شناسایی و انهدام آن
دشوار باشد.
روسیه سامانه های دیگری را نیز طراحی کرده که از کار انداختن کالیبر را حتی دشوارتر نیز می کند. این موشک که با استفاده از
دوربینها و جی پی اس خود را تا هدف هدایت می کند، می تواند در پرواز نیز مانور انجام داده تا هم از دست گلوله هایی که به سمت
آن شلیک می شود بگریزد، و یا در زوایایی غیرمنتظره به هدف نزدیک شود.



پایگاه هوایی نظامی چوهیف در در حومه خارکیف که امروز صبح پس از حملات هوایی دچار آتش سوزی شد.



انبار اودسا که پس از اعلام جنگ پوتین علیه اوکراین، با موشک روسی مورد اصابت قرار گرفت.



این موشک، شبیه موشکهای بالستیک، مسیر منحنی شکل از سکو تا هدف را طی نمی کند، بلکه در ارتفاعی پایین و بردی بلند، با استفاده از موتور جت و بالهای کوچک برای هدایت خویش تا هدف، مسیر را می پیماید.



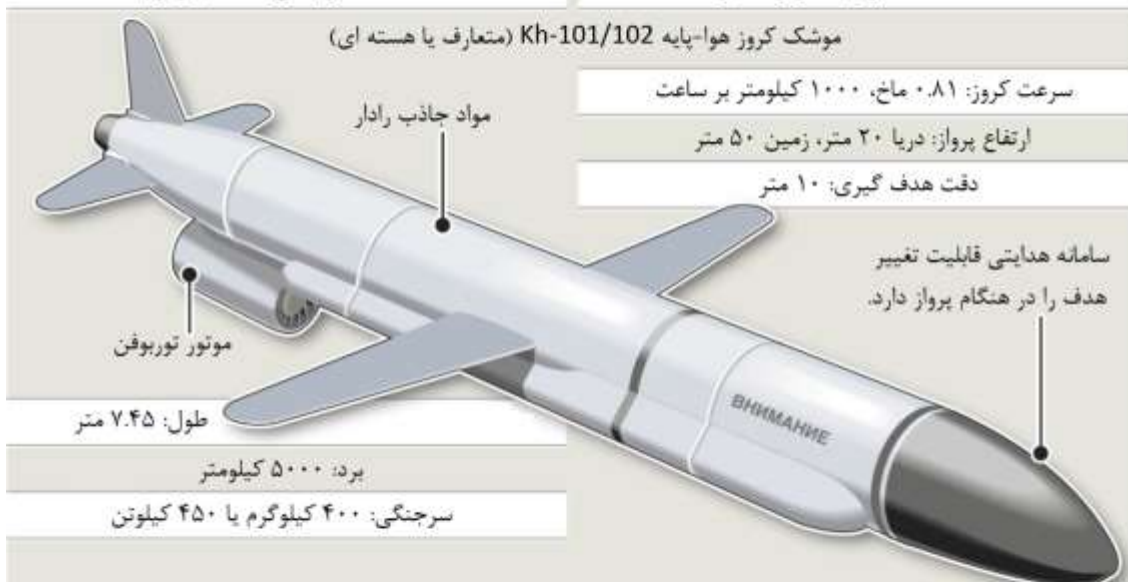
این موشک در سرعت ۰.۸ ماخ مسیر کروز را می پیماید که البته قادر است درست پیش از حمله، تا سرعت ۳ ماخ (سه برابر سرعت صوت)، شتاب بگیرد.

موشک‌های کروز جدید روسیه

روسیه از سپتامبر ۲۰۱۵ تاکنون بیش از ۲۰۰ سامانه تسلیحاتی جدید را در صحنه نبرد سوریه مورد آزمایش قرار داده است. تسلیحات به کار رفته شامل موشک‌های کروز برد بلند هوا-پایه یا دریا-پایه کالیبر یا خا-۱۰۱ می باشند.



| | |
|---------------------|-----------------------------------------|
| طول: ۸.۲ متر | سرعت کروز: ۰.۸ ماخ، ۹۸۷ کیلومتر بر ساعت |
| برد: ۲۶۰۰ کیلومتر | ارتفاع پرواز: ۵۰ متر |
| سرجنگی: ۴۰۰ کیلوگرم | دقت هدف گیری: کمتر از ۳ متر |



| | |
|---------------------|-----------------------------------------|
| طول: ۳.۷۵ متر | سرعت کروز: ۰.۸ ماخ، ۹۸۷ کیلومتر بر ساعت |
| برد: ۲۶۰ کیلومتر | ارتفاع پرواز: ۱۰-۱۵ متر |
| سرجنگی: ۱۴۵ کیلوگرم | برد جستجوگر قفل شونده: ۵۰ کیلومتر |

Sources: Global Security, Rosoboronexport *NATO designation

© GRAPHIC NEWS

در حالی که برد موشک بسته به نوع آن، متغیر است، برد بیشینه تئوری آن حدود ۱۵۰۰ مایل (۲۴۱۴ کیلومتر) است. نخستین بار در سال ۲۰۱۵ در نبرد به کار گرفته شد و سه رزم-ناو روسی بیست و چهار فروند موشک کالیبر را با استفاده از آسمان عراق و ایران، از دریای خزر به سمت اهدافی از داعش و مخالفان سوری در سوریه به فاصله حدود ۱۰۰۰ مایل (۱۶۰۰ کیلومتر) شلیک کردند.

سپس این موشک به نحو گسترده ای در جنگ سوریه علیه مخالفان بشار اسد به کار گرفته شده که هم از کشتی و هم از زیردییی پرتاب شده است.

منبع:

<https://www.dailymail.co.uk/news/article-10546923/How-Putin-rains-death-Ukraine-thermonuclear-capable-Kalibr-cruise-missile.html>

بقایای موشک کروز هواپایه روسی $Kh-31$ در خیابانی در شهر کیف واقع در

اوکراین

نوشته: اولیور براونینگ

تاریخ: ۲۵ فوریه ۲۰۲۲



ویدئوها و تصاویری که در فضای مجازی دست به دست می شود، بقایای یک موشک کروز هواپایه روسی Kh-31 را نشان می دهد که در خیابانی در شهر کیف پایتخت اوکراین مشاهده می شود.



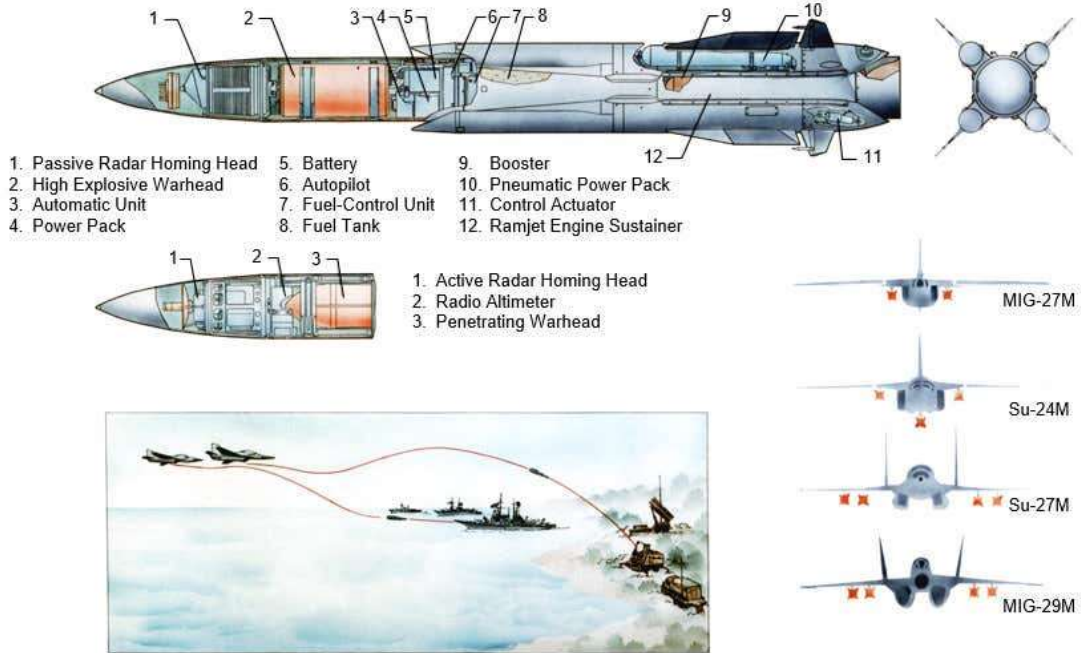
این فیلم که روز پنج شنبه به اشتراک گذاشته شد، بقایای موشکی را نمایش می دهد که در مجاورت یک جاده افتاده است. گزارش شده که این موشک در ناحیه هولوسیوسکی شهر کیف فروافتاده است.



کیف، پایتخت اوکراین، روز جمعه در معرض موج جدیدی از حملات قرار گرفته است و تانکهای روسی وارد این شهر شده اند و صدای انفجارها و شلیک گلوله ها نیز شنیده می شود.



Russian Kh-31 Supersonic Air-Surface Missile



Approved for Public Release



مشخصات این موشک عبارتند از:

وزن: ۶۱۰ کیلوگرم

طول: ۴.۷ متر

قطر: ۳۶۰ میلیمتر

سرجنگی: نفوذی، ضدزره، انفجاری خرج گود

وزن سرجنگی: ۹۴ کیلوگرم

مکانیزم انفجار: اصابتی

برد بیشینه عملیاتی: ۷۰ تا ۱۱۰ کیلومتر (متغیر برحسب مدل موشک)

سامانه های حامل: هواپیماهای سوخو SU-27, SU-30, SU-25, Su-35, Su-33, MIG-29

سامانه هدایت و کنترل: اینرسی با راداری فعال یا غیرفعال

بیشینه سرعت: حدود ۳ ماخ

فاصله میان دو لبه بالها: ۹۱۴ میلیمتر

موتور: راکت سوخت جامد به عنوان مرحله آغازین، بقیه مسیر با موتور رم-جت

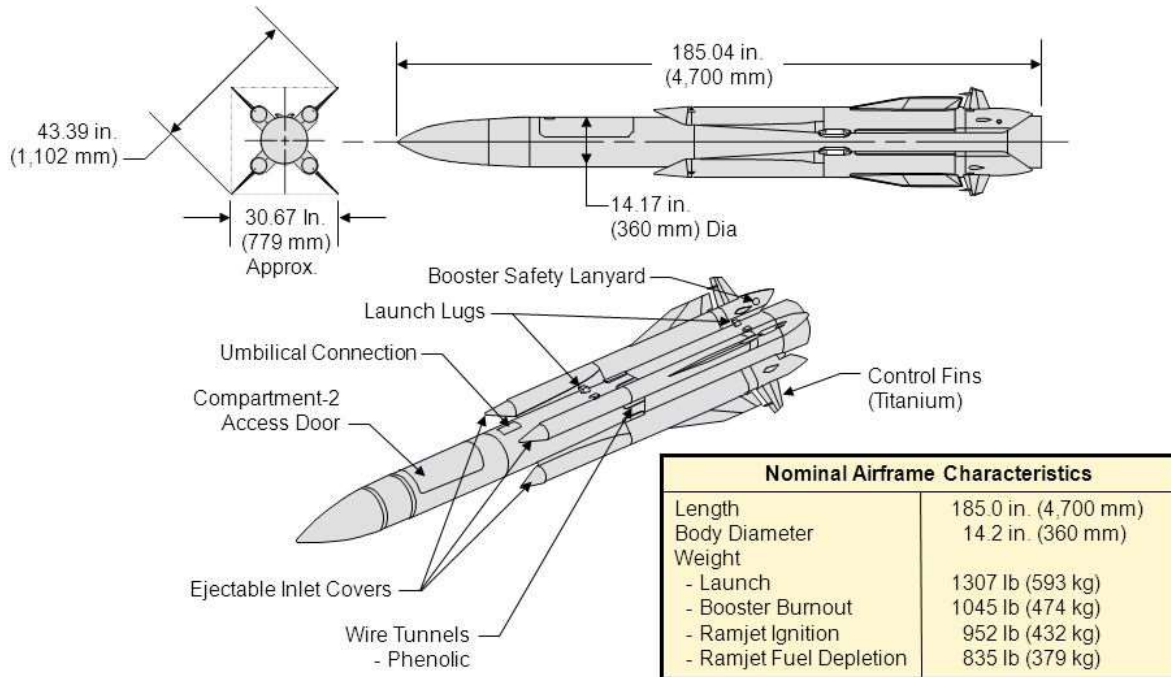
سوخت: کراسین

نخستین سال تولید: ۱۹۸۲

هزینه هر فروند: ۵۵۰ هزار دلار



MA-31 Air Vehicle



Approved for Public Release



منبع:

https://uk.news.yahoo.com/ukraine-remains-apparent-russian-kh-153818546.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAACONNv7WDCnFJZn74sekZ8xDD6N75e02uRraKg-sBSf9hGYqL6IOOjX_F2EGn0OT0Ra_QqDRwB9Ly64vQx_nUdUjL3i3j6bKrKIYXntsG7jNia9mC61tEl_eRWF6KeH3ijsrN3GUWUQHR9ROYv5L7rpa6Wamdrf6d3L0GhQLE2tBP

تسلیمات نظامی به کار گرفته شده در جنگ اوکراین

نوشته: گری دوایل و همکاران

تاریخ: ۱۰ مارس ۲۰۲۲

حمله روسیه به اوکراین در تاریخ ۲۴ فوریه ۲۰۲۲ با حمله از زمین، دریا، و هوا انجام شد که بزرگترین حمله نظامی یک کشور اروپایی به دیگر کشور اروپایی از زمان جنگ جهانی دوم تاکنون بوده است. با وجود طرح اولیه نبرد که کشورهای غربی می گفتند قرار است به سرعت دولت اوکراین در کیف سرنگون شود، روسیه تاکنون کنترل یک شهر اوکراین را به دست آورده است؛ بندر جنوبی رودخانه دنیپرو؛ خرسون.

در جریان هفته نخست جنگ، روسیه از (۱) حملات راهبردی علیه اهداف نظامی با استفاده از موشکهای کروز، به (۲) حمله زمینی متوقف شده، تغییر وضعیت داده است، و در حال حاضر، (۳) به محاصره شهرهای بزرگ پرداخته است که با استفاده از توپخانه های راکتی و تسلیحات خوشه ای به بمباران این مواضع پرداخته است. مسکو هدف قرار دادن غیرنظامیان را انکار می کند و اقدامات خود در اوکراین را «عملیات ویژه نظامی» برای غیرمسلح کردن همسایه خود و برداشتن رهبرانی که آنها را ملی گرایان خطرناک می پندارد، می نامد. اوکراین و هم-پیمانان غربی، آن را یک تجاوز بی دلیل می نامند که منجر به کشته شدن صدها غیرنظامی شده است.



mi 2022/02/26 08:12:27



در ساعات نخستین جنگ، موشکهای کروز به نحو گسترده ای به کار گرفته شد، و موشکهای بالستیک کوتاه-برد نقطه زن، برای نخستین بار در یک جنگ، به صورت انبوه شلیک شدند.

(۱) حملات موشکی به اهداف مشخص

در ساعات نخستین جنگ، از موشکهای کروز به نحو گسترده ای استفاده شده است و موشکهای بالستیک کوتاه-برد دقیق برای نخستین بار به صورت انبوه در جنگ شلیک شده است. مطابق با برآورد ایالات متحده آمریکا، نخستین یورش روسیه شامل بیش از ۱۰۰ موشک بوده که از زمین و دریا شلیک شده است.

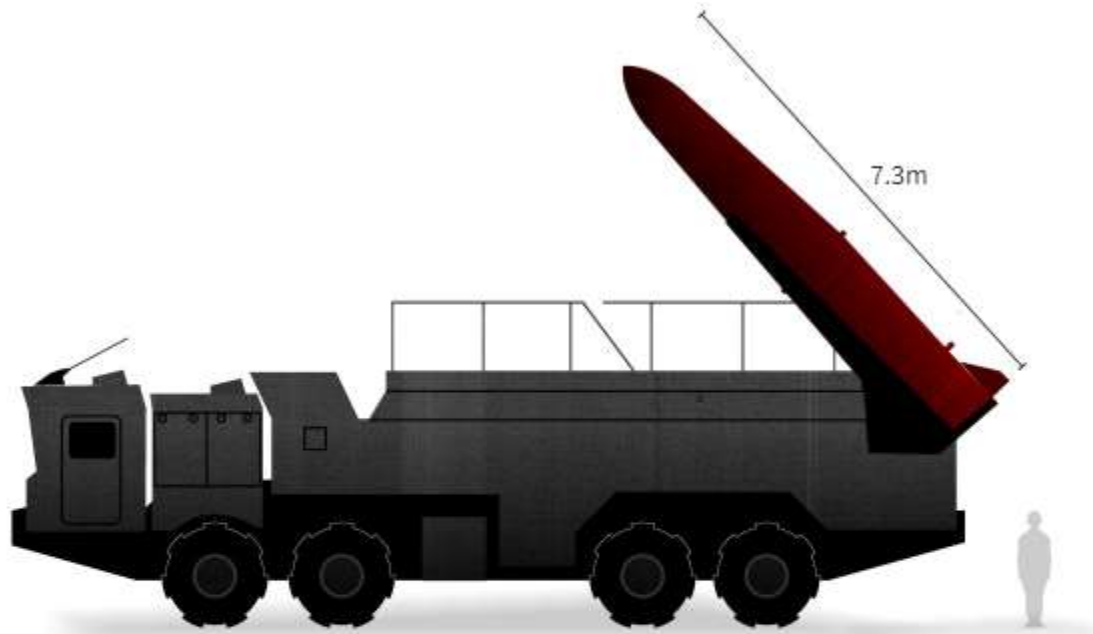
روز نخست حملات

نقشه حملات هوایی و موشکی روسیه علیه مراکز و زیرساختهای نظامی اوکراین در تاریخ ۲۴ فوریه ۲۰۲۲



طبق گفته تیموتی رایت، تحلیلگر و پژوهشگر موسسه بین المللی مطالعات راهبردی (IISS)، تنها موشک بالستیک کوتاه-برد فعال در خدمت روسیه، اسکندر-ام است.

اوکراین نیز تعداد محدودی موشک بالستیک قدیمی تر OTR-21 توچکا را در اختیار دارد و طبق گزارش رسانه ها، در روزهای نخست جنگ، با آن دست کم یک حمله به پایگاه هوایی روسیه درون خاک روسیه انجام داده است.



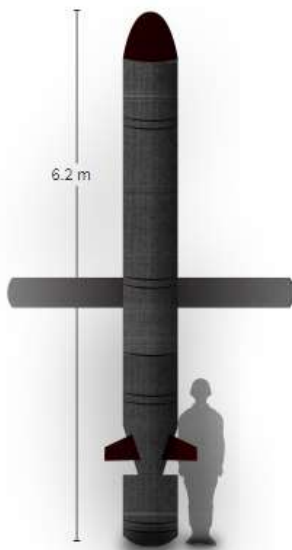
9K720 Iskander

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| ORIGINATED FROM | Russia |
| IN SERVICE | 2006 |
| RANGE | 400-500km |
| PAYLOAD | 700kg |
| CAPACITY | 2 ballistic or cruise missiles |

Source: Center for Strategic and International Studies

طبق گزارش این موسسه، موشک اسکندر-ام دارای برد بلندتری نسبت به موشک توچکا بوده و سکوهای آن می توانند بیش از یک موشک را حمل کنند. هر سکوی اسکندر دارای درپوشی زرهی برای موشکها است و کابین آن در برابر خطرات شیمیایی، بیولوژیکی، رادیولوژیکی، هسته ای، و دماهای شدید، مقاوم سازی شده است. این خودرو می تواند در بیرون از جاده نیز حرکت کرده و با سرعت ۷۰ کیلومتر بر ساعت، مسافت تا ۱۱۰۰ کیلومتر را بپیماید. خطای CEP موشک اسکندر-ام برابر با ۷-۵ متر است، در حالی که خطای CEP موشک توچکا برابر با ۹۰ متر است.

روز جمعه، ۲۵ فوریه، فرماندهی نظامی اوکراین اعلام کرد که نواحی نزدیک شهرهای سامی، پولاتاوا، و ماریوپول توسط موشکهای روسی کروز کالیبر 3M14 مورد هدف قرار گرفته اند که این موشکها از دریای سیاه شلیک شده بودند. موشک کالیبر، یک موشک کروز تهاجم زمینی (LACM) است که برد برآورد شده آن بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلومتر می باشد. مقدار دقیق خطای CEP آن مشخص نیست اما برآورد می شود که کمتر از ۵ متر باشد.



3M14 Kalibr

Source: Center for Strategic and International Studies

| | |
|-----------------|-------------------------------------------------|
| ORIGINATED FROM | RUSSIA |
| IN SERVICE | 2015 |
| RANGE | 1,500km - 2,500km |
| PAYLOAD | 450kg |
| CLASS | Sea and air-launched Land Attack Cruise Missile |

جوزف دمپسی، یک پژوهشگر دفاعی در IISS می گوید برخی از حملات هوایی روسی به پایگاه های هوایی، به نظر می رسد محدود بوده، و در مواردی اهداف حیاتی مورد هدف قرار نگرفته اند، برای مثال، به جای هدف قرار دادن هواپیماهای عملیاتی، انبار مورد اصابت قرار گرفته است. رایت می گوید اوکراین برخی از سامانه های موشکی روسی ضد هواپیما مربوط به دوران جنگ سرد، از قبیل S-300V که دارای قابلیت های ضدبالستیک است را در اختیار دارد. مشخص نیست که آیا این سامانه با موشک های روسی درگیر شده است یا نه، و برخی از سکوی های S-300v نیز در این حملات منهدم شده اند.

از آنجا که مسکو نتوانست به سرعت و در روزهای نخستین حمله، دولت اوکراین را سرنگون کند، نتایج حملات موشکی روسیه، در بهترین شرایط، به نظر می رسد که آشفته باشد. اگرچه قدرت هوایی روسیه از منظر تعداد به مراتب بالاتر است، ولی نیروی هوایی اوکراین همچنان در حال فعالیت است، و کارشناسان می گویند که سامانه های پدافندی اوکراین همچنان دوام آورده اند، حقیقتی که برخی از تحلیلگران نظامی را سردرگم کرده است.

(۲) جنگ زمینی متوقف شده

در دو جبهه اصلی شرقی و شمالی، با وجود آنکه دو شهر بزرگ اوکراین، کیف و خارکیف با بمباران فزاینده ای روبرو هستند، روسیه پیشروی چندانی را نشان نمی دهد. شهروندان اوکرایتی در حال پشتیبانی از سربازان هستند، به گونه ای که با تشکیل واحدهای دفاع مدنی، و گروه های شبه نظامی مستقل در سرتاسر این کشور، پیشروی روسیه را کند کرده اند.

چریک های شهری

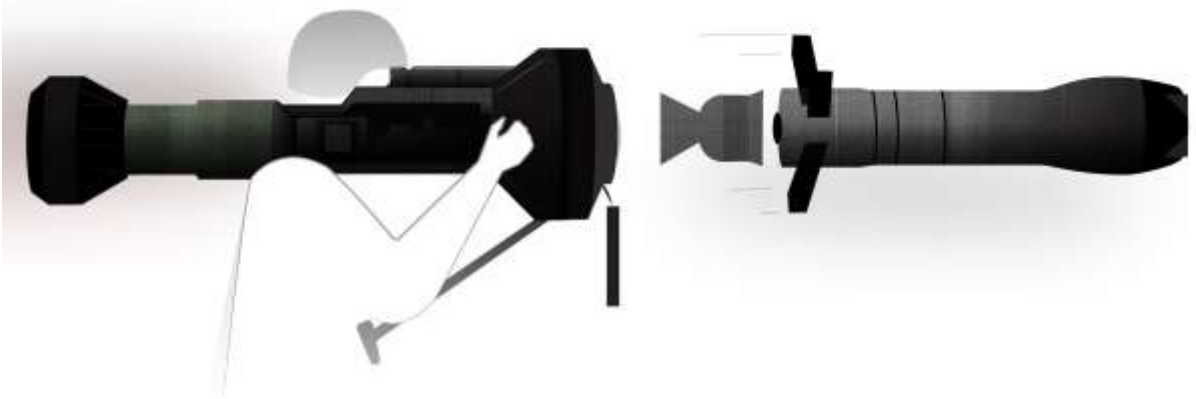
استفاده از جنگ افزارهای نامتداول در محیط های شهری به یکی از مهمترین چالش های نیروهای روسی تبدیل شده است. درختان و ساختمانها در مناطق پرجمعیت، نقش مناطق پنهان شدن برای سربازان اوکراینی را فراهم کرده است.

تصویر زیر، جنگ افزارهای نامتداول مورد استفاده نیروهای اوکراینی را نشان می دهد. از مردم خواسته شده تا علائم جاده ها را بردارند تا مسیربایی سربازان روسی دشوار شود. دولت اوکراین، از رسانه های اجتماعی برای آموزش به مردم برای چگونگی پرتاب کردن کوکتل مولوتوف به نواحی آسیب پذیر خودروهای روسی استفاده می کند. اوکراینی ها در حال ساختن موانع «جوجه تیغی» و دیگر موانع تیز، برای متوقف کردن خودروهای چرخدار روسی هستند.



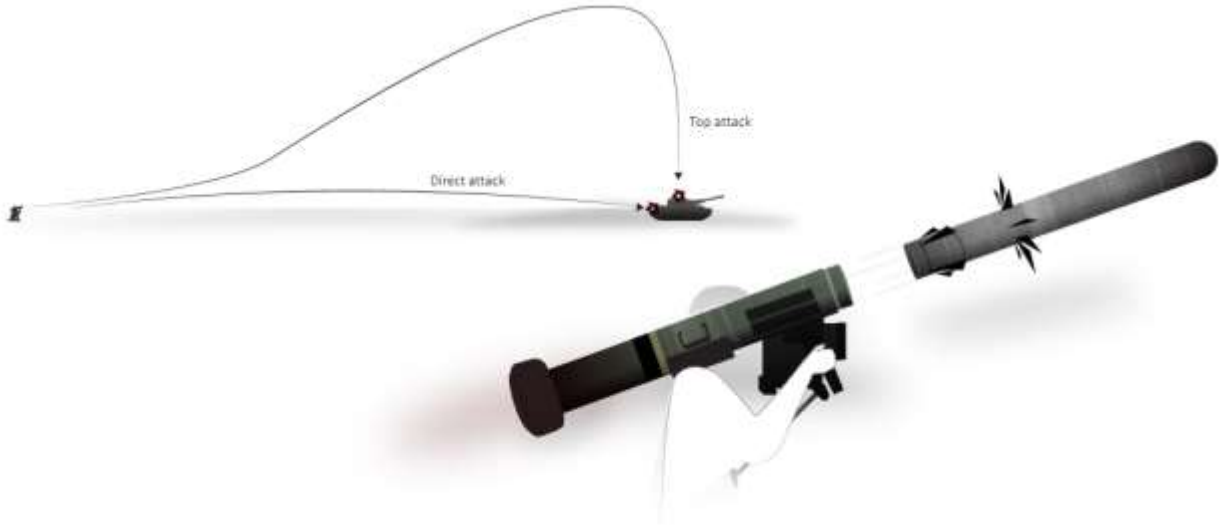
NLAW

ORIGINATED FROM UK/Sweden
RANGE 20m – 800m
LAUNCH UNIT Disposable
CALIBRE 150mm
MISSILE LENGTH 1.02m
WEIGHT 12.5kg



Javelin

ORIGINATED FROM US
RANGE 65m to 4km in most operational conditions
LAUNCH UNIT Reusable
DIAMETER 14.2cm launch tube
LENGTH 119.8cm launch tube
WEIGHT 15.5 kg all-up round



منبع:

[/https://graphics.reuters.com/UKRAINE-CRISIS/WEAPONS/lbvgnzdnlpq](https://graphics.reuters.com/UKRAINE-CRISIS/WEAPONS/lbvgnzdnlpq)

بهره گیری از نفوذیاریا طعمه در موشک روسی بالستیک اسکندر برای گریز از سامانه های پدافند هوایی طی جنگ اوکراین

یک مقام آمریکایی می گوید که موشکهای بالستیک کوتاه-برد اسکندر-ام یکسری نفوذیاریا و طعمه هایی که تاکنون دیده نشده بود را برای گریز از سامانه های پدافند هوایی رها کرده اند.



پرتابگر موشک بالستیک کوتاه-برد اسکندر-ام، نیروهای روسی چنین موشکهایی را از سکوهای متحرک در مرز با اوکراین شلیک کرده اند.



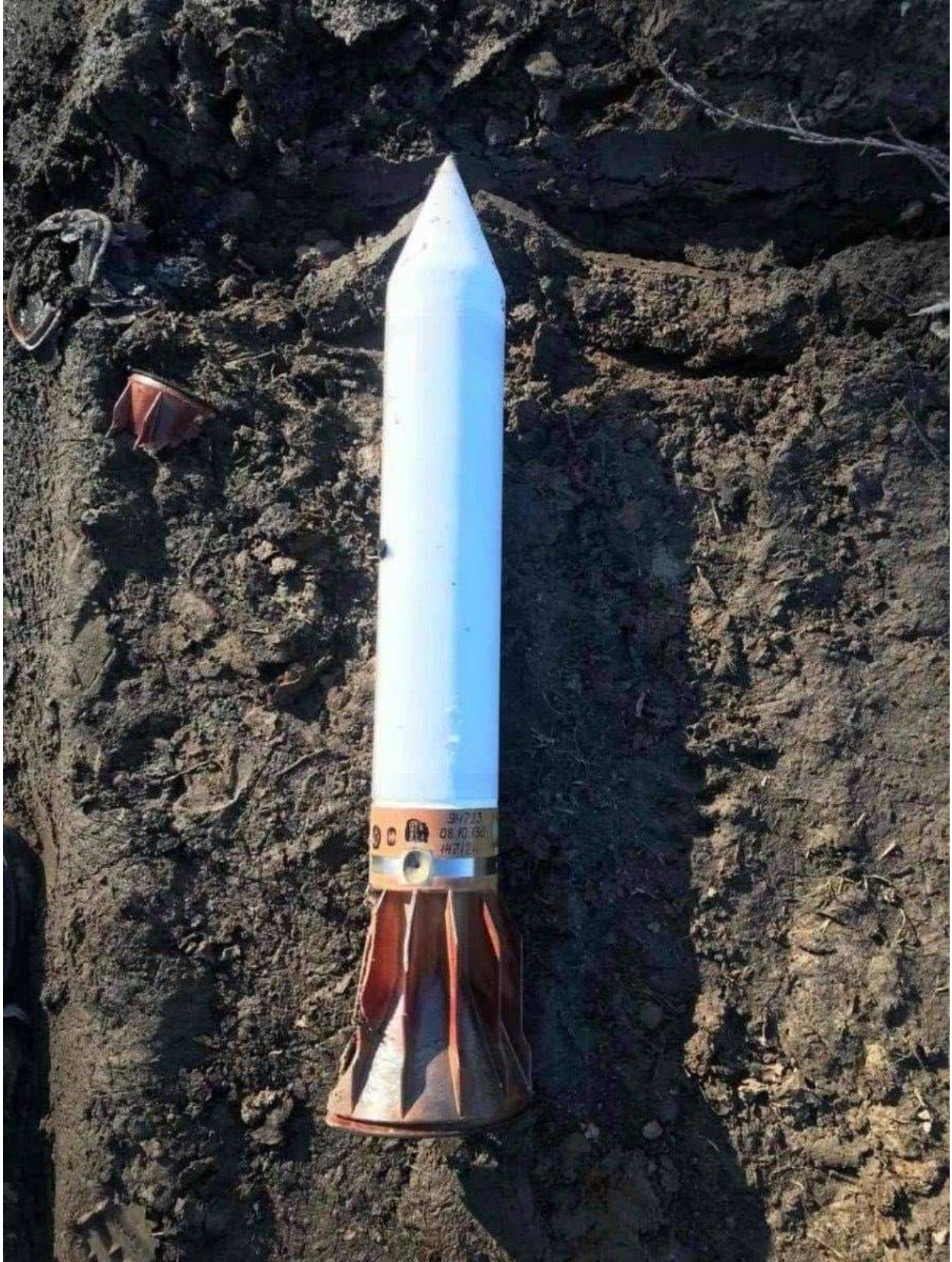
نوشته: جان ایسمی

۱۴ مارس ۲۰۲۲

مقامات جاسوسی آمریکایی کشف کرده اند که حملات موشکهای بالستیک علیه اوکراین حاوی یک شگفتانه بوده است: نفوذیاریا یا طعمه ها برای فریب دادن رادارهای سامانه های پدافند هوایی و منحرف کردن موشکهای دارای جستجوگر حرارتی. مطابق با دیدگاه یک مقام رسمی جاسوسی آمریکایی، این تجهیزات دارای طولی برابر با حدود یک فوت (۳۰ سانتیمتر) است که شکل آنها شبیه دارت بوده، سفید رنگ اند، و دُم نارنجی دارند. این اجسام توسط موشکهای بالستیک کوتاه-برد اسکندر-ام رها شده

اند که از پرتابگرهایی در مرز با اوکراین شلیک شده اند و هنگامی رها می شوند که موشک احساس کند که توسط سامانه های پدافند هوایی مورد هدف قرار گرفته است.





هر کدام از این نفوذیاریا دارای تجهیزات الکترونیکی است که سیگنالهای رادیویی برای اختلال و فریب رادارهای دشمن (که در حال تلاش برای موقعیت یابی موشک اسکندر-ام هستند) تولید می کنند، و حاوی یک منبع حرارتی هستند تا موشکهای پدافندی را به سمت خود جذب کنند. این مقام جاسوسی آمریکایی که نمی خواست هویتش افشا شود، این توضیحات را ارائه کرده است. استفاده از نفوذیاریا و طعمه ها می تواند توضیح دهد که چرا تسلیحات پدافند هوایی اوکراین برای رهگیری موشکهای اسکندر روسی دچار مشکل شده اند.



بدنه غیرفلزی نفوذیاریا برای آن است که نقش یک ریدوم را برای تاباندن امواج رادیویی تولید شده درون آن فراهم کند

موشک اسکندر با موتور راکت سوخت جامد می تواند اهدافی به فاصله بیش از ۲۰۰ مایل (۳۲۰ کیلومتر) دورتر را مورد هدف قرار دهد. هر پرتابگر متحرک می تواند دو فروند موشک اسکندر را شلیک کند.



این نفوذیاریها در بقایای موشک بالستیک اسکندر که در جنگ ۲۰۰۸ علیه گرجستان شلیک شد، مشاهده نشده بود، یا اگر هم وجود داشته، کسی به آنها توجهی نکرده بود.



در بقایای موشک بالستیک اسکندر شلیک شده توسط ارمنستان در جریان جنگ اخیر با آذربایجان نیز چنین چیزی مشاهده نشده بود. بعید است که روسها این فناوری را در نسخه های صادراتی موشک بالستیک اسکندر تعبیه کرده باشند.

تصاویری از تسلیحات شبیه دارت از دو هفته پیش در فضای مجازی در حال دست به دست شدن است. این تسلیحات، کارشناسان و متخصصین جاسوسی از منابع آزاد را گیج کرده است و بسیاری از آنها این تجهیزات را به دلیل شکل و اندازه آنها، با بمبتهای تسلیحات خوشه ای اشتباه گرفته بودند.



مدتها بود که شش دریچه رازآلود در انتهای موشک بالستیک اسکندر مشاهده می شد و هیچ کس نمی دانست که آنها برای چه هستند. اکنون مشخص شده که اینها محل رها شدن شش جسم فریب (نفوذیابها) هستند.

ریچارد استیونز که ۲۲ سال به عنوان سرباز دفع تسلیحات انفجاری عمل نکرده در ارتش بریتانیا کار کرده است و پس از آن نیز به مدت ۱۰ سال در جنوب عراق، آفریقا، و دیگر مناطق جهان به عنوان یک تکنسین خنثی سازی بمبها فعالیت کرده است، می گوید که «من تاکنون با انبوهی از انواع تسلیحات روسی و چینی مواجه شده ام، اما هرگز تاکنون چنین چیزی را ندیده بودم». آقای استیونز تصاویر این تسلیحات را برای سایتی که مربوط به کارشناسان شناسایی و خنثی کردن تسلیحات است و از سال ۲۰۱۱ این سایت شروع به کار کرده است ارسال کرده و هیچ کس نیز تاکنون چنین تسلیحات رازآلودی را ندیده بوده است. آقای استیونز می گوید که روسیه تاکنون تعداد بسیار اندکی از موشکهای اسکندر-ام را شلیک کرده است و به همین دلیل است که ما تاکنون چنین چیزی را ندیده بودیم.







تصاویر نفوذی‌های مربوط به موشک بالستیک اسکندر در جریان جنگ اوکراین. در انتهای پره‌های پایدارساز آن، یک منبع تولید شعله (فلیر) برای فریب دادن جستجوگر فروسرخ موشک‌های پدافندی قابل مشاهده است. اساساً نفوذی‌ها یا طعمه‌ها با سه روش کار می‌کنند: (۱) به لحاظ فیزیکی با بازتابیدن امواج رادار، نقش یک جسم فریب را ایفا می‌کنند، (۲) با استفاده از تولید امواج مزاحم، رادارها را مختل می‌کنند، (۳) با ایجاد شعله (فلیر)، جستجوگر فروسرخ موشک‌های پدافندی را فریب می‌دهند.

این وسایل شبیه اجسام فریب و طعمه‌های زمان جنگ سرد است که «نفوذیار» نامیده می‌شدند و از دهه ۱۹۷۰ به همراه با سرجنجی‌های هسته‌ای به کار گرفته می‌شدند و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بتواند سامانه‌های ضد موشکی را فریب داده و به سرجنجی‌ها امکان رسیدن به اهداف خود را بدهد. بهره‌گیری از اجسام فریب و نفوذی‌ها در تسلیحاتی مانند موشک اسکندر-ام که از سرجنجی‌های متعارف بهره می‌گیرد تاکنون در زرادخانه‌های نظامی گزارش نشده بود.





تصاویر اجسام فریب یا نفوذیاری کشف شده مربوط به موشک بالستیک اسکندر

جفری لوئیس، استاد منع توسعه تسلیحات در موسسه مطالعات بین الملل میدلبری در مونتری کالیفرنیا طی مصاحبه ای می گوید «تاکنون هرگز چنین چیزی را ندیده بودیم. زیرا آنها به شدت محرمانه هستند. اگر شما بدانید که آنها چگونه کار می کنند، آنگاه راهکاری برای مقابله با آنها خواهید یافت». او می گوید که استفاده از نفوذیاری یا اجسام فریب ممکن است بی دقتی یا شرایط اضطراری پیش آمده برای فرماندهی نظامی روسی را نشان دهد، زیرا روسیه می داند که این اجسام قطعا توسط سرویسهای جاسوسی غربی جمع آوری شده و مورد مطالعه قرار می گیرد تا پدافندهای هوایی ناتو بتوانند برای مقابله با آنها برنامه ریزی شوند. همچنین قطعا امکان ندارد که نسخه هایی از موشک اسکندر که تاکنون به سایر کشورها فروخته شده اند، دربرگیرنده چنین اجسام فریبی باشند.

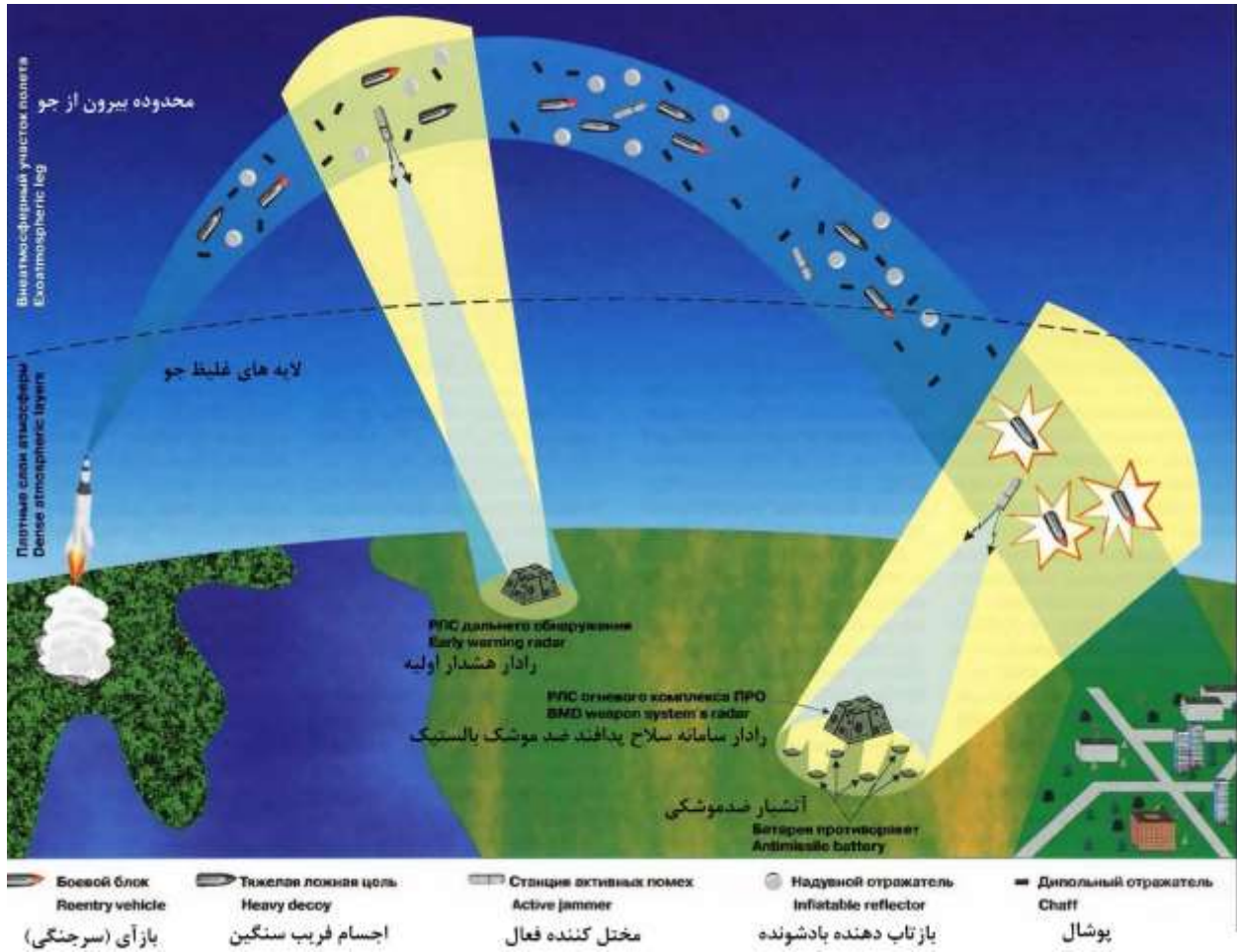


تصاویر درون طعمه یا نفوذیار موشک اسکندر



تصویر درون نفوذیاز موشک اسکندر

او می گوید: «این نشان می دهد که روسها جایگاه ویژه ای برای این فناوری قائل بوده اند که آن را صرفا در داخل کشور خود نگهداری می کردند، اما این جنگ آنقدر مهم بوده است که مجبور شوند این فناوری را از دست بدهند. این موضوع نشان می دهد که آنها شرایط سختی را در این جنگ تجربه می کنند و دیگر این موضوعات برای آنها اهمیتی ندارد. البته من اگر جای آنها بودم، همچنان این موضوع برایم اهمیت داشت. من فکر می کنم که اکنون افراد زیادی در جامعه جاسوسی ایالات متحده آمریکا خوشحال شده اند.»



منبع:

<https://www.nytimes.com/2022/03/14/us/russia-ukraine-weapons-decoy.html>