

باسمه تعالی

محل درج و انعکاس
دیدگاه شما
درباره این گزارش

مرکز راهبری آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی

تلفن ۷۲۴۲۷۵۳۵

نمابر ۲۲۸۰۹۸۰۶

آن چه که پیشرفت است، این است که ما از هر که و هر جور، همه دانش‌های مورد نیازمان را فرا بگیریم؛ این دانش را به مرحله‌ی عمل و کاربرد برسانیم، تحقیقات گوناگون انجام بدهیم، برای این که دامنه‌ی علم را توسعه بدهیم، تحقیقات بنیادی انجام بدهیم، تحقیقات کاربردی و تجربی انجام دهیم تا فناوری را به وجود آوریم؛ یا فناوری جدیدی را به وجود بیاوریم یا فناوری را تکمیل کنیم.

مقام معظم رهبری

۸۵ / ۸ / ۱۸

برنامه‌ی توسعه موشک‌های مافوق صوت (هایپرسونیک)

در کشورهای اتحادیه اروپا

درک تحولات آتی و پیش‌بینی روندهای تأثیرگذار جهانی به منظور سیاست‌گذاری و اتخاذ تصمیماتی که منجر به بازنگری مناسب در سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌ها شود، حائز اهمیت خواهد بود.

جنگ روسیه و اوکراین باعث شد تا کشورهای اروپایی در برخی از سیاست‌های خود ارزیابی مجدد داشته باشند. یکی از این سیاست‌های بازنگری شده، **توسعه‌ی سلاح‌های هایپرسونیک** در کشورهای اروپایی است که سبب شده تا برخی از این کشورها به سمت توسعه این تسلیحات بروند. با این وجود، توسعه این موشک‌ها می‌تواند احتمال افزایش رقابت تسلیحاتی را در پی داشته باشد و **خطرات درگیری‌های هسته‌ای** را نیز افزایش دهد. این گزارش به برنامه توسعه موشک‌های هایپرسونیک در افق ۱۰ سال آینده در کشورهای اروپایی نظیر آلمان، روسیه، فرانسه و انگلستان و پیامدهای آن برای ثبات کشورهای اروپایی می‌پردازد. همچنین در ادامه، عوامل اصلی و محرک پیشرفت‌های اخیر در برنامه‌های «اچ.سی.ام» و «اچ.جی.وی» در سایر کشورها و برنامه‌های آن‌ها برای توسعه موشک‌های هایپرسونیک به اختصار مطرح شده است.

شماره بیست و دوم

سال ۱۴۰۱

شمار مسلسل: ۱۱۴

بهنام نپوری زاده

فاطمه کیانی

دی ماه ۱۴۰۱

طبقه‌بندی: عادی

فایل الکترونیکی این گزارش در پورتال مرکز مطالعات راهبردی ودجا قابل مشاهده می‌باشد.

<http://150.150.163.14:3030/index.html>



برنامه توسعه موشک‌های مافوق صوت (هایپرسونیک)

در کشورهای اتحادیه اروپا

مقدمه

مزایای احتمالی فناوری موشک‌های هایپرسونیک و بازنگری در چشم‌انداز امنیتی اروپا پس از جنگ روسیه و اوکراین در سال ۲۰۲۲، به عنوان کاتالیزوری برای برخی از کشورهای اروپایی برای دستیابی یا توسعه سیستم‌های موشکی پُر سرعت عمل می‌کند. اگرچه توسعه‌ی این سامانه‌ها، در حال حاضر چالش‌برانگیز است، اما روندها در سایر فناوری‌های موشکی نشان می‌دهد با انتشار تدریجی دانش صریح و ضمنی، در نهایت هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد و در نتیجه تولید آن‌ها مقرون به صرفه‌تر خواهد شد. از پیچیدگی‌های فنی ساخت سلاح‌های هایپرسونیک، فراهم کردن **قابلیت مانور در سرعت‌های بالاتر از سرعت صوت (۵ برابر سرعت صوت)** است.

این احتمال وجود دارد که این سیستم‌ها توسط برخی از کشورهای اروپایی در **۱۰ تا ۱۵ سال آینده** به کار گرفته شوند. این گزارش، برنامه‌های مختلف موشک‌های هایپرسونیک^۱ اروپا را مورد بررسی قرار می‌دهد و کاربردهای این سیستم‌ها و پیامدهای احتمالی آن‌ها را برای ثبات اتحادیه اروپا توضیح می‌دهد. تمرکز اتحادیه اروپا بر این موضوع بر چهار دلیل استوار است:

۱. موشک‌های هایپرسونیک سه نوع اصلی دارند: **بالتیک‌های هواپرتاب، گلايدر هایپرسونیک (hypersonic glide vehicle)** یا اختصاراً HGV و **موشک‌های کروز هایپرسونیک (hypersonic cruise missiles)** یا اختصاراً HCM هستند. **سامانه‌های بالتیک هواپرتاب فراصوت** از هواپیماها رها می‌شوند و با استفاده از راکت‌ها به سرعت فراصوت می‌رسند. سامانه‌ای که روسیه برای حمله به اوکراین استفاده کرده "**کینزال**" نام دارد و یک موشک بالتیک هواپرتاب است. این فناوری چندان جدید نیست و از حدود سال ۱۹۸۰ وجود داشته است.

گلايدر هایپرسونیک یا HGV با یک راکت به ارتفاعات بالا می‌رود و بعد به سمت هدف سُر می‌خورد. از جمله نمونه‌های این موشک‌ها می‌توان به موشک **دانگ‌فنگ-۱۷** چین، **آوانگارد** روسیه و **سامانه حمله سریع** آمریکا اشاره کرد. مقامات ایالات متحده قبلاً ابراز نگرانی کرده بودند که فناوری گلايدرهای هایپرسونیک چین از آمریکا پیشرفته‌ترند.

موشک‌های کروز هایپرسونیک یا HCM با کمک راکت به سرعتی بالاتر از سرعت صوت می‌رسند و بعد با استفاده از موتور موسوم به **اسکرم‌جت** این سرعت را حفظ می‌کنند. از آنجایی که این موشک‌ها هوا را به داخل موتور خود می‌کشاند، نسبت به HGV ها به راکت‌های پرتابی کوچک‌تری نیاز دارند، در نتیجه هزینه‌ی استفاده از آن‌ها کمتر است و می‌توان از مکان‌های بیشتری پرتابشان کرد. HCM ها توسط **چین و آمریکا** در دست توسعه قرار دارند. آمریکا ظاهراً در ماه مارس ۲۰۲۰ نمونه‌ای از موشک HCM را آزمایش کرده بود.

۱. جزئیات و پیامدهای برنامه‌های موشکی بیشتر از ۵ ماخ اتحادیه اروپا معمولاً کمتر از تلاش‌های چین، روسیه و ایالات متحده، مورد بحث قرار گرفته است. اگرچه برنامه‌های تحقیق و توسعه اروپا در مقایسه با برنامه‌های چین، روسیه و ایالات متحده بسیار کمتر بوده است، اما این احتمال وجود دارد که حداقل دو کشور اروپایی ظرف ۱۰ تا ۱۵ سال آینده، این سیستم‌ها را در اختیار داشته باشند.

۲. اگرچه توسعه «اچ.جی.وی»^۱ و «اچ.سی.ام»^۲ بدون شک چالش‌برانگیز است، اما چشم‌انداز فناوری آن به این معنی است که توسعه و تولید سیستم‌های هایپرسونیک می‌توانند در آینده آسان‌تر شوند، یا برای کشورهای کمتر پیشرفته‌تر نیز قابل دسترس‌تر باشند.

۳. با توجه به جنگ اوکراین، به احتمال بسیار زیاد کشورهای عضو اتحادیه اروپا و ناتو در سیاست‌های دفاعی و بازدارندگی خود در واکنش به این جنگ تجدید نظر خواهند کرد، اما اینکه چگونه این فناوری‌ها می‌توانند بر ثبات اروپا تأثیر بگذارند، جای بحث دارد.

۴. با توجه به اینکه بسیاری از این تسلیحات تحت توافق‌نامه‌های الزام‌آور قانونی کنترل تسلیحات قرار نمی‌گیرند، باید توجه بیشتری به توسعه این فناوری‌ها به منظور بازدارندگی داشت، بدون آن که خطر درگیری یا احتمال استفاده از تسلیحات هسته‌ای وجود داشته باشد.

بنابراین سیاست‌گذاران اتحادیه اروپا و کشورهای عضو در مورد احتمال و پیامدهای بالقوه اشاعه موشک‌های هایپرسونیک در منطقه نگران هستند. در حالی که «اچ.سی.ام»‌ها و «اچ.جی.وی»‌ها ممکن است وسیله‌ای برای بازدارندگی برای این کشورها فراهم کنند، اما رقابت برای تولید آنها، احتمال یک درگیری را نیز افزایش می‌دهد.

موشک‌های هایپرسونیک، انواع و فناوری

استفاده از موشک‌های هایپرسونیک یکی از راهکارهایی است که به منظور عبور از سپر موشکی بسیار پیشرفته آمریکا، پیش‌تر از طرف روسیه مطرح شده است. در این رویکرد، موشک‌های هایپرسونیک پس از پرتاب به فضا پیش رفته و سپس پرتابه گلایدی هایپرسونیک خود که فاقد موتور است را رها می‌کند، این پرتابه همچون یک موشک کروز پرواز کرده و امکان محاسبه تراجکتوری^۳ (سیر پرواز) آن وجود ندارد. پس از رسیدن به نقطه مورد نظر نیز همچون یک موشک بالستیک به سمت هدف شیرجه زده و مانورهای سنگین گریز انجام می‌دهد.

پرنده هایپرسونیک، به یک پدیده آیرودینامیکی اشاره دارد که در آن یک جسم با سرعتی بیش از ۵ ماخ در جو زمین حرکت می‌کند. در این محیط، بسته به شرایط جوی مانند دما و ارتفاع جسم، سرعت واقعی ۵ ماخ می‌تواند از ۴۹۳۴ کیلومتر در ساعت تا ۶۱۲۵ کیلومتر در ساعت متغیر باشد. سرعت پروازی بیش از ۵ ماخ، دارای ویژگی‌هایی است که آن را از سرعت‌های کمتر از صوت جدا می‌کند (کمتر از ۱ ماخ)؛ در سرعت‌های بیشتر از ۵ ماخ، به دلیل ایجاد اثرات فیزیکی مشخص بر روی بدنه پرنده، در نتیجه گرمایش آیرودینامیکی، دمای اطراف بدنه پرنده در حال حرکت می‌تواند به ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد (بسته به سرعت و ارتفاع آن) برسد. این گرمای شدید می‌تواند اتم‌های هوای اطراف را یونیزه نماید و میدان با بار الکتریکی ایجاد کند و باعث ایجاد نیروهای الکترومغناطیسی شود که بر ارتباطات رادیویی تأثیر بگذارد. با این حال، از آنجایی که اجسامی که در خلاء فضا حرکت می‌کنند، در

1 Hypersonic glide vehicles

2 Hypersonic Cruise Missiles

3 Trajectory

معرض این پدیده‌ها قرار نمی‌گیرند، بنابراین پروازهای هایپرسونیک از طریق ارتباط در جو زمین انجام می‌شود. اگرچه موشک‌های بالستیک قاره‌پیما^۱ با سرعتی فراتر از ۵ ماخ هنگام ورود مجدد به جو زمین حرکت می‌کنند، اما معمولاً این کار را برای مدت زمان بسیار کوتاهی انجام می‌دهند. بسته به زاویه ورود مجدد کلاهک، این کار می‌تواند کمتر از یک دقیقه باشد. «اچ.جی.وی»ها و «اچ.سی.ام»ها، اکثراً مسیر پرواز خود را در جو زمین طی می‌کنند. برخی از کارشناسان پیشنهاد کرده‌اند که به جای این که موشک‌های هایپرسونیک، صرفاً با سرعت سنجیده شوند، باید با ویژگی‌های دیگری نیز تعریف شوند، مانند **توانایی آنها در انجام مانورهای متقاطع قابل توجه در جو زمین در طول مسیر پروازشان**. به عنوان یک تعریف عملی، موشک هایپرسونیک، سلاحی است که بیشتر مسیر پرواز خود را در جو زمین طی می‌کند و قابلیت انجام مانورهای جانبی و عمودی قابل توجهی را در حین حرکت با سرعت‌های بیشتر از ۵ ماخ دارد.

گلایدر هایپرسونیک (اچ.جی.وی)^۲

همانند موشک‌های بالستیک سنتی، «اچ.جی.وی»ها از تقویت‌کننده‌های موشکی برای شتاب فراتر از جو زمین استفاده می‌کنند، که معمولاً برای قرار گرفتن در ارتفاع ۸۰ کیلومتری از سطح زمین است، اگرچه ارتفاع دقیق آن مورد بحث است. در این مرحله، شباهت بین این دو نوع موشک به پایان می‌رسد. در حالی که موشک‌های بالستیک سنتی تحت تأثیر گرانش در امتداد مسیرهای بالستیک برون جوی، قوسی شکل به سمت هدف حرکت می‌کنند، «اچ.جی.وی»ها طوری طراحی شده‌اند که پس از جدا شدن از تقویت‌کننده، سریعاً دوباره وارد جو زمین شوند. در این مرحله، گلایدر از جریان هوا، برای بالا ماندن و سر خوردن به سمت هدف خود استفاده می‌کند. یک مزیت مسیرهای پرواز «اچ.جی.وی» این است که کاربران آنها می‌توانند از آن برای **مانور عمودی یا جانبی برای فرار از رادارهای زمینی و دفاع موشکی دشمن با پرواز در زیر افق‌های راداری** (در نتیجه اجتناب از شناسایی) استفاده کنند و ردیابی و رهگیری توسط دفاع موشکی را پیچیده کنند. قابلیت مانور نیز ابهام هدف را برای مدافعان و دفاع موشکی ایجاد می‌کند. بدان معنی که مدافعان ممکن است در مورد مقصد نهایی موشک نامطمئن باشند، بنابراین به کاربران این امکان را می‌دهد که مناطق وسیعی از قلمرو دشمن را در طول پرواز موشک در معرض خطر نگه دارند. این امر دفاع در برابر «اچ.جی.وی»ها را سخت‌تر از موشک‌های بالستیک استاندارد می‌کند، زیرا موشک‌های اخیر عمدتاً در مسیرهای پروازی از پیش تعیین‌شده حرکت می‌کنند که پس از شناسایی موشک توسط مدافعان قابل شناسایی هستند.

موشک‌های کروز هایپرسونیک (اچ.سی.ام)^۳

«اچ.سی.ام»ها دارای چندین ویژگی با انواع موشک‌های کروز موجود هستند. همه موشک‌های کروز در تمام طول مسیر پرواز خود در جو زمین باقی می‌مانند و در تمام این مدت توسط واحدهای پیش‌رانش نیرو می‌گیرند. این ممکن است در ابتدا شامل استفاده از یک تقویت‌کننده موشک کوتاه سوز برای پرتاب موشک از سکوی پرتاب آن باشد. با این حال، همه موشک‌های کروز هایپرسونیک از موتورهای توربوجت (چرخش‌زای شارشی)^۴، توربوفن^۵ یا به ندرت موتورهای راجت^۶ برای رسیدن به اهداف خود استفاده می‌کنند. برای

1 longer-range intercontinental ballistic missiles (ICBMs)

2 Hypersonic glide vehicles

3 Hypersonic cruise missiles

4 Turbojet

5 Turbofan

6 Ramjet

رسیدن به سرعت مورد نظر، «اِچ.سی.ام»ها از موتورهای رمجت پیشرفته یا به احتمال زیاد از موتورهای اسکرمجت¹ (رمجت احتراقی مافوق صوت) استفاده می کنند.

کاربردهای نظامی «اِچ.جی.وی» و «اِچ.سی.ام»

با توجه به مسیرهای پروازی متفاوت و روش های رانش، «اِچ.جی.وی»ها و «اِچ.سی.ام»ها، کاربردهای نظامی متفاوتی دارند. «اِچ.سی.ام»ها (موشک های کروزر هایپرسونیک) فقط می توانند مقدار محدودی سوخت را حمل کنند. بنابراین، **بُردی کمتر از ۲۰۰۰ کیلومتر** دارند که مشابه بسیاری از انواع موشک های کروزر موجود است. در واقع، بسیاری از «اِچ.سی.ام»ها همانند موشک های کروزر فعلی، برای انجام **مأموریت های حمله زمینی و ضد کشتی** هستند، اما با مزیت **زمان درگیری سریع تر** که توانایی سیستم های دفاع موشکی را برای مقابله یا رهگیری آن ها پیچیده تر می کند. به این ترتیب، بهبود «اِچ.سی.ام»ها می تواند دارایی های نظامی کشورهای رقیب را در معرض خطر بیشتر هدف قرار گرفتن و نابودی قرار می گیرد. تقریباً در تمام طراحی های شناخته شده، «اِچ.سی.ام»ها به کلاهک های معمولی مجهز خواهند شد، اگرچه توسعه دهندگان می توانند در صورت تمایل، آن ها را به کلاهک های هسته ای مسلح کنند، از اینرو به عنوان یک سلاح «قابلیت دوگانه» شناخته می شود. **در اروپا، هیچ کشوری به جز روسیه در حال حاضر دارای موشک های کروزر با قابلیت دوگانه نیست.** یکی از مسائل مهم این است که سلاح های با قابلیت دوگانه می توانند باعث ایجاد ابهام در سرچنگی شوند و خطر تشدید ناخواسته یا اشتباه محاسباتی را ایجاد کنند، زیرا ممکن است یک مدافع مطمئن نباشد که آیا سیستم ورودی به کلاهک هسته ای یا متعارف مجهز است. مانند موشک های کروزر موجود، «اِچ.سی.ام»ها از سکوی های هوایی، زمینی و دریایی قابل پرتاب خواهند بود.

«اِچ.جی.وی»ها (گالایدرهای هایپرسونیک) کاربردهای نظامی متفاوتی نسبت به «اِچ.سی.ام»ها دارند، زیرا موتورهای موشک نسبت به موتورهای رمجت یا اسکرمجت با محدودیت سوخت کمتری روبرو هستند، در نتیجه، این گزینه را برای «اِچ.جی.وی»ها فراهم می کند تا در ظرفیت های **بازدارندگی یا جنگی** مورد استفاده قرار گیرند. از نظر تاریخی، موشک های قاره پیما با سلاح های متعارف توسط برخی کشورها، مانند ایالات متحده آمریکا، به دلیل دقت ناکافی با فناوری هدایت موجود برای انجام حملات دقیق دوربرد (از جمله دلایل دیگر) رد شده است. با این حال، ممکن است بتوان «اِچ.جی.وی»های مسلح متعارف بسیار دوربرد را توسعه داد که بسیار دقیق تر از همتایان بالستیک عمل نمایند.

روسیه

روسیه از اواخر دهه ۱۹۷۰ تحقیق و توسعه فناوری «اِچ.جی.وی» را انجام داده است. اگرچه بسیاری از سیستم های مافوق صوت شناخته شده روسیه بازنگری طرح های قدیمی تر شوروی هستند، توانایی آن در احیا و تطبیق این برنامه ها، نشان دهنده ی یک رویکرد سودمند و مقرون به صرفه است که از سرمایه گذاری متمرکز دولت روسیه در تحقیقات نظامی و توسعه فناوری های جدید استفاده می کند. تأکید تاریخی روسیه بر فناوری های هوافضا و پایگاه صنعتی دفاعی گسترده اش به توسعه و تولید سیستم های «اِچ.جی.وی» و «اِچ.سی.ام» کمک کرده است. این امر، به عنوان مثال، از طریق **در دسترس بودن تونل های باد مافوق صوت**، توسعه **تخصص و تولید انواع مختلف قطعات و تجهیزات لازم برای سیستم های مافوق صوت**، مانند آلیاژهای کامپوزیت، حسگرها و سوخت های پیشرفته، سوخت مایع و جامد مشهود است. با در نظر گرفتن این قابلیت های موجود، مقامات دفاعی روسیه ادعا کرده اند که هزینه

1 Scramjet (supersonic combustion ramjet)

توسعه سامانه‌های هایپرسونیک آن گزاف نبوده و بین ۷۰ تا ۱۴۰ میلیارد روبل از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ هزینه داشته است. (۸۳۴) **میلیون دلار تا ۱.۶۷ میلیارد دلار).**

پروژه‌های هایپرسونیک فعال روسیه، در سال ۱۹۸۷، زمانی که اتحاد جماهیر شوروی آزمایش یک «اچ.جی.وی» با سلاح هسته‌ای به نام «آلباتروس»^۱ را آغاز کرد، گذاشته شد. این برنامه ادامه یافت تا اینکه کاهش بودجه باعث شد این پروژه در اوایل دهه ۱۹۹۰ متوقف شود. به نظر می‌رسد که برنامه توسعه در حدود سال ۲۰۰۴ مجدداً راه‌اندازی شد و به عنوان تحقیقات پیشرو برای «اچ.جی.وی»^۲ مستقر در روسیه، به نام «آوانگارد»^۳ عمل کرد. «آوانگارد» در سال ۲۰۱۹ به توانایی عملیاتی اولیه رسید. از سال ۲۰۱۹، شش واحد به هنگ موشکی ۶۲۱ لشکر سیزدهم موشکی که در دومباروفسکی^۴ مستقر است، تحویل داده شده است. وزارت دفاع روسیه اعلام کرده است که قصد دارد در سال ۲۰۲۲ تجهیز یک هنگ دیگر به «آوانگارد» را با رشد حدود دو سامانه در سال آغاز کند. **بُرد این سیستم حداقل ۱۰۰۰۰ کیلومتر است و به یک کلاهک هسته‌ای مجهز است** که میزان عملکرد آن مشخص نیست. در آینده، «آوانگارد» می‌تواند بر روی موشک بالستیک بین قاره‌ای جدید روسیه به نام «سارمات»^۵ نصب شود که مقامات روسی ادعا می‌کنند تا پایان سال ۲۰۲۲ به بهره‌برداری خواهد رسید. طبق گزارش‌ها، موشک‌های «سارمات» قادر به حمل چندین «اچ.جی.وی»^۶ آوانگارد خواهند بود.

همچنین شرکت ان.پی.او ماشین^۷ روسیه در حال توسعه موشک دیگری با قابلیت حرکت با سرعت بیش از ۵ ماخ به نام «زیرکن»^۸ است. اگرچه رسانه‌های روسی از آن به عنوان یک موشک کروز هایپرسونیک یاد کرده‌اند، اما به نظر می‌رسد این سیستم با آنچه که از طراحی «اچ.سی.ام» انتظار می‌رود سازگار نیست. تجزیه و تحلیل تصویری از پرتاب آزمایشی «زیرکن» در طول رزمایش هسته‌ای استراتژیک تندر روسیه در سال ۲۰۲۲، کمبود ورودی‌های هوا را که برای حفظ موتور رمجت یا اسکرمجت ضروری است، نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد تصاویر دیگری که ظاهراً از این سیستم در دسترس است، بخش جلویی را نشان می‌دهند که برخلاف طرح‌های مورد انتظار، طراحی تنفس هوا به نظر می‌رسد. این تناقضات این پرسش را مطرح می‌کند که آیا «زیرکن» یک «اچ.سی.ام» واقعی است یا خیر. مقامات روسی گفته‌اند که «زیرکن» از سال ۲۰۲۲ به نیروی دریایی روسیه تحویل داده می‌شود، اما مقامات دفاعی ایالات متحده معتقدند که این سیستم در حال حاضر در خدمت است. تصور می‌شود که «زیرکن» می‌تواند اهدافی را تا **۱۰۰۰ کیلومتر و با سرعت ۸ ماخ مورد هدف قرار دهد.**

1 Albatros
2 RS-18 Avangard
3 Dombrovsky

یک پایگاه هوایی نظامی در ۵ کیلومتری شمال غربی استان اورنبورگ است.

4 RS-28 Sarmat
5 NPO Mashinostroyeniya

شرکت صنایع جنگ‌افزاری روسی است که در سال ۱۹۴۴ تأسیس شد.

6 3M22 Zircon

روسیه مدعی است که این موشک دارای سرعت ۹ ماخ یا ۶۶۷۰ مایل می‌باشد و قابلیت حمل سلاح‌های هسته‌ای و متعارف را دارا است.



موشک «زیرکن» روسیه

برنامه تحقیقات موشک‌های هایپرسونیک آینده روسیه

به اعتقاد مقامات دفاعی ایالات متحده، روسیه چندین برنامه موشکی هایپرسونیک طبقه‌بندی شده را در دست اجرا دارد، از جمله سیستم‌هایی که «هیچ مشابهی در جهان ندارند» که «کلاهک‌های مافوق صوت جدیدی را برای گسترش دامنه تهدیدات علیه آمریکا، اتحادیه اروپا و متحدانشان» را در خود جای داده است. یکی از این برنامه‌ها که به عنوان «گرملین»^۱ شناخته می‌شود، ظاهراً موشکی است که از هوا پرتاب می‌شود و از یک موتور رمجت پیشرفته استفاده می‌کند. جزئیات کمی در مورد این پروژه فراتر از تعداد محدودی از منابع روسی شناخته شده است. به گزارش اسپوتنیک^۲ موشک «گرملین» دارای ابعادی کوچکتر از موشک «کینزال»^۳ است و احتمالاً بُرد آن تا ۱۵۰۰ کیلومتر و سرعت آن شش برابر سرعت صوت خواهد بود. در سال ۲۰۱۷ مجله تحلیلی نظامی آمریکایی جینز^۴ بیان کرده بود که موشک برنامه‌ریزی شده‌ی روس‌ها دارای طول شش متر و وزن آن حدود ۱۵۰۰ کیلوگرم خواهد بود.

فرانسه

فرانسه با توجه به زیرساخت‌های گسترده آزمایش مافوق صوت و سابقه توسعه موتورهای رمجت و اسکرمت، سیستم‌های پیشران موشک و مواد مقاوم در برابر گرما و استرس، پیشرو در تحقیقات هایپرسونیک در اتحادیه اروپا است. فرانسه حداقل از دهه

1 Gremlin

2 Sputnik, 20 Feb 2022

3 Kh-47M2 kinzhal

کینزال موشک روسی هوا به زمین ابرصوت با قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای است که بُرد ادعایی این موشک بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر و سرعت آن ۱۰ ماخ می‌باشد.

4 Jane's missiles and rockets

۱۹۹۰ از طریق برنامه‌های دولتی مانند «برنامه پیش‌رانه مافوق صوت فرانسه»^۱ در حال توسعه سیستم‌های پیش‌رانه و فناوری مواد پیشرفته بوده است. درس‌های آموخته‌شده از برنامه‌های اولیه، احتمالاً بر تلاش‌های بعدی فرانسه تأثیر گذاشته است، مانند پروژه‌های «پرومته»^۲ و «پیش‌ران مشترک تنفس هوا برای تحقیقات کاربردی هایپرسونیک»^۳ که هر دو درخصوص مفاهیم موشک‌های مافوق صوت اسکرم‌جت بودند. فرانسه همچنین از طریق برنامه‌هایی مانند «کامپوزیت عملیاتی ساده برای رم‌جت پیشرفته»^۴ تحقیق و توسعه مواد کامپوزیتی پیشرفته با سوخت خنک‌شده را با موفقیت انجام داده است، که احتمالاً تجارب به دست آمده را به کار خواهد گرفت و برای طراحی‌های آینده موشک‌های هایپرسونیک استفاده خواهد کرد. فرانسه همچنین تحقیق و توسعه‌ی دوجانبه‌ای را با کشورهای دیگر در مورد پروژه‌های هایپرسونیک انجام داده است، به عنوان مثال تحقیقات مشترکی را با کشور آلمان در پروژه «پیش‌ران مشترک تنفس هوا برای تحقیقات کاربردی هایپرسونیک» داشته است.

برنامه تحقیقات موشک‌های هایپرسونیک آینده فرانسه

فرانسه با توجه به برنامه‌های فعلی خود، دو پروژه موشکی هایپرسونیک شناخته شده دارد و هم فناوری «اِچ.سی.ام» و هم «اِچ.جی.وی» را دنبال می‌کند. اولی یک موشک کروز هوا پرتاب هایپرسونیک با سلاح هسته‌ای است که به نام «زمین-هوای هسته‌ای نسل چهارم»^۵ شناخته می‌شود، که تا سال ۲۰۳۵ جایگزین موشک‌های کروز مسلح هسته‌ای فعلی فرانسه خواهد شد. کارشناسان تخمین زده‌اند که این سیستم احتمالاً بُردی بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر خواهد داشت و دارای یک موتور اسکرم‌جت است که امکان پرواز با سرعتی فراتر از ۵ ماخ را فراهم می‌کند. برنامه «تست پرواز ال.ای.ای» فرانسوی‌ها احتمالاً مربوط به طراحی موتور آزمایشی موشک «زمین-هوای هسته‌ای نسل چهارم» بوده است. به نظر می‌رسد این سیستم چندین بار توسط توسعه‌دهندگان آن آزمایش شده است. حداقل یکی از این آزمایش‌ها احتمالاً در روسیه انجام شده باشد، زیرا شرکت‌های هوافضای روسی، با برخی از شرکت‌های هوافضای فرانسوی مانند «انرا»^۶ و «ام.بی.دی.ای فرانسه» دارای قرارداد می‌باشند، تا توسعه و آزمایش یک موشک کروز هایپرسونیک را با استفاده از هواپیمای بمبافکن روسی توپولف^۸ انجام دهند. اینکه آیا این آزمایش طبق برنامه‌ریزی در روسیه انجام شده است یا خیر، نامشخص است و همچنین میزان ادامه همکاری فرانسه و روسیه در این پروژه مشخص نیست، اما با توجه به محدودیت‌های اتحادیه اروپا بین کشورهای عضو و نهادهای دفاعی روسیه، بسیار بعید است که این پروژه ادامه داشته باشد. به عنوان مثال، شرکت هوافضای روسی «روسوبورونو اکسپورت»^۹ که با شرکت‌های هوافضای فرانسوی همکاری داشته است، در سال ۲۰۲۲ به دلیل نقش مهم این شرکت در توسعه فناوری‌های نظامی روسیه، به فهرست نهادهای تحریم شده اتحادیه اروپا اضافه شد.

1 PREPHA: Programme de la Recherche pour la Propulsion Hypersonique Avancée

2 Prométhée

3 JAPHAR: Joint Airbreathing Propulsion for Hypersonic Application Research

4 Paroi Tissée Application Hypersonique – Simple Operational Composite for Advanced Ramjet

5 ASN4G: Air-Sol Nucleaire 4eme

6 LEA: Letno-izpytatel'naya Avtomobil (flight test vehicle)

7 ONERA

انرا یک مرکز ملی تحقیقات هوافضای فرانسه است که یک مؤسسه عمومی با عملیات صنعتی و تجاری محسوب می‌شود. در این مرکز تحقیقات کاربردی برای حمایت از نوآوری در بخش دفاع و هوافضای فرانسه انجام می‌شود.

8 Tu22 M3 Backfire

9 Rosoboronexport

انگلستان

علیرغم نظارت بر چندین پروژه تحقیق و توسعه در پیشرفته‌های بیش از ۵ ماخ در اوایل دهه ۲۰۰۰، اکثر برنامه‌های بریتانیا تا سال ۲۰۱۰ به عنوان بخشی از بازنگری بریتانیا در فناوری موشک‌های پرسرعت متوقف شد. با این حال، با توجه به تحولات در برنامه‌های رقبا و متحدان، به نظر می‌رسد که بریتانیا این روند را معکوس خواهد کرد.

در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶، آزمایش‌های برنامه مشترک استرالیایی-بریتانیایی به نام «**های‌شات**»^۱ با موفقیت یک موتور اسکرم‌جت را انجام داد، اما برنامه‌ای که به عنوان «آزمایش پرواز هایپرسونیک پایدار»^۲ شناخته می‌شود، لغو شد. برنامه‌های دیگری که در نظر گرفته شده اما توسعه نیافته‌اند عبارتند از: «**موشک کروزر دوربرد آینده**»^۳ و «**قابلیت آتش‌سوزی عمیق دوربرد آینده**»^۴. همکاری انگلیس و فرانسه هم که برای طراحی نسل بعدی موشک‌های کروزر ضد کشتی و حمله زمینی در سال ۲۰۱۷ توافق شده بود، (و ممکن بود طراحی هایپرسونیک را به همراه داشته باشد)؛ در اوایل سال ۲۰۲۲ شرکت طراح موشک اعلام کرد که دو مدل مفهومی موشکی مکمل را انتخاب خواهند کرد که هیچ کدام از آنها فراتر از ۵ ماخ حرکت نمی‌کنند.

برنامه تحقیقات موشک‌های هایپرسونیک آینده انگلستان

دولت بریتانیا با ایالات متحده در پروژه «لج.جی.وی» به نام «**ترشر**»^۵ همکاری می‌کند که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۳ اجرا شود، اما هیچ قابلیت عملیاتی نخواهد داشت. در حال حاضر بریتانیا به عنوان بخشی از پیمان امنیتی «**اوکس**»^۶ در آوریل ۲۰۲۲ اعلام کرد که **همکاری سه جانبه جدید در زمینه هایپرسونیک** را با استرالیا و ایالات متحده آغاز می‌کند. با این حال، مقامات انگلیسی خاطرنشان کردند که بریتانیا در آینده تصمیم خواهد گرفت که آیا این سیستم‌های تهاجمی را پس از یک دوره ارزیابی، دنبال کند یا خیر. این موضوع به طور بالقوه می‌تواند منجر به این شود که بریتانیا فقط سیستم‌های دفاعی را به جای تهاجمی دنبال خواهد کرد یا خیر. مقامات دفاعی بریتانیا همچنین اشاره می‌کنند که بریتانیا می‌تواند از یک شریک بین‌المللی، مانند ایالات متحده، یک سیستم را خریداری کند. با توجه به اینکه بریتانیا در تهیه و خرید سایر فناوری‌های محدود موشکی ایالات متحده موفق بوده است، خرید احتمالی یک سیستم موشکی هایپرسونیک با سرعت فراتر از ۵ ماخ، نیز توسط بریتانیا در دهه‌ی آینده یک احتمال واقعی است.

1 HyShot

یک پروژه تحقیقاتی مافوق صوت دانشگاه کوئینزلند استرالیا است که با مشارکت وزارت دفاع انگلستان می‌باشد، این پروژه برای نشان دادن امکان احتراق مافوق صوت در شرایط پرواز با استفاده از دو موتور اسکرم‌جت است.

2 SHyFE: Sustained Hypersonic Flight Experiment

3 Future Long-Range Cruise Missile

4 Future Long-Range Deep Fires Capability

5 Thresher

پروژه ترشر، همکاری جدید ایالات متحده و بریتانیا در توسعه مفهوم سلاح‌های مافوق صوت است.

6 AUKUS

یک پیمان امنیتی سه جانبه بین استرالیا، بریتانیا و ایالات متحده است که در ۱۵ سپتامبر ۲۰۲۱ برای منطقه هند و اقیانوس آرام اعلام شد. بر اساس این پیمان، ایالات متحده و بریتانیا به استرالیا برای دستیابی به زیردریایی‌های هسته‌ای کمک خواهند کرد.

آلمان

به جز فرانسه، آلمان تنها کشور عضو اتحادیه اروپا است که تحقیقات قابل توجهی را در زمینه توسعه فناوری برای پرواز با سرعت بیش از ۵ ماخ انجام داده است، البته در مقیاس بسیار محدودتر و با در نظر گرفتن کاربردهای غیرنظامی. در سال ۲۰۰۵، مرکز هوافضای آلمان، برنامه تحقیقاتی «شیفکس»^۱ (آزمایش پروازی لبه تیز) را برای بررسی عملکرد آیرودینامیکی و مشکلات حرارتی یک وسیله نقلیه مخروطی (که به شدت شبیه یک «اچ.جی.وی» است) آغاز کرد. دو پرواز آزمایشی از این وسیله نقلیه در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۲ سازماندهی شد که دومی، یک ورود مجدد کنترل شده بود. اگرچه برنامه‌های بعدی نیز پیش‌بینی شده بود، اما مشخص نیست که آیا این پروژه پس از سال ۲۰۱۲ ادامه داشته است یا خیر.

با این حال، بلافاصله رسانه‌ها اعلام داشتند که آلمان میزبان احتمالی استقرار «اچ.جی.وی» آمریکا در اروپا است، این امر پس از فعال‌سازی مجدد فرماندهی توپخانه ۵۶ ارتش ایالات متحده و دومین نیروی ضربت در وِسبادن^۲ آلمان صورت گرفت. فرماندهی توپخانه ۵۶ به عنوان مقر فرماندهی برای موشک‌های بالستیک میان‌برد اروپا خدمت می‌کند و نقش آن «فعال کردن همگام‌سازی آتش‌های مشترک و چند ملیتی و فرماندهی آتش‌های سطح به سطح دوربرد آینده» خواهد بود. ارتش ایالات متحده برای نیروهای ضربت چند حوزه‌ای خود برنامه‌ریزی می‌کند تا از طریق استقرار و استفاده از سیستم‌های دوربرد و با سرعت بالا، بازدارندگی در رقابت و بحران‌ها و گزینه‌های حمله در زمان درگیری را فراهم کند.

برنامه‌های مشترک کشورهای اروپایی

کشورهای اروپایی به طور مشترک در چندین برنامه هایپرسونیک سرمایه‌گذاری کرده‌اند که هر یک جنبه‌های مختلف پرواز هایپرسونیک و همچنین کاربردهای تجاری و نظامی بالقوه این فناوری را بررسی کرده‌اند. در هر پروژه، هر دو جنبه تجاری و نظامی در نظر گرفته می‌شوند، زیرا بسیاری از فناوری‌های مورد استفاده، ذاتاً دارای کاربرد دوگانه هستند. بیشتر تحقیقات در داخل اتحادیه اروپا از طریق مشارکت با تعداد محدودی از کشورهای عضو، عمدتاً فرانسه، آلمان، ایتالیا و همینطور بریتانیا، تا زمان خروج از اتحادیه در سال ۲۰۲۰، انجام شده است. با این حال، میزان بودجه در نظر گرفته شده برای این برنامه‌ها در مقایسه با سایر تلاش‌های ملی ناچیز است. با این وجود، این تلاش‌ها، تمایل و ابزاری را برای توسعه مشترک نشان می‌دهند که کشورهای اتحادیه اروپا ممکن است در آینده از آن استفاده کنند.

یکی از اولین تلاش‌های مشترک هایپرسونیک اتحادیه اروپا، «اتلس-۱ (فعل و انفعالات بارهای آیرودینامیکی و حرارتی و مواد پیشرفته سبک وزن برای پرواز با سرعت بالا)»^۳ می‌باشد، که از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ اجرا شد و به دنبال شناسایی و ارزیابی مواد پیشرفته مقاوم در برابر حرارت و سبک وزن برای وسایل نقلیه‌ای بود که تا سرعت ۶ ماخ حرکت می‌کردند. برنامه بعدی «اتلس-۲»^۴ بین سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۵ اجرا شد و حدود ۶.۵ میلیون یورو بودجه مصرف کرد. این پروژه شامل ۱۴ شرکت‌کننده از کشورهای فرانسه، آلمان، ایتالیا، رومانی، سوئد و بریتانیا بود و منجر به توسعه چندین ماده با دمای بالا شد که می‌توان از آنها برای پرواز هایپرسونیک استفاده کرد.

1 SHEFEX: Sharp Edged Flight Experiment

2 Wiesbaden

3 ATLLAS I: Aerodynamic and Thermal Load Interactions with Lightweight Advanced Materials for High-Speed Flight

4 ATLLAS II

از دیگر پروژه‌های اتحادیه اروپا، دو پروژه متوالی «لپ‌کت ۱ و ۲» (مفاهیم و فناوری‌های پیشرفته بلندمدت)^۱ بودند که به ترتیب بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ و ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ اجرا شدند. هدف از این پروژه‌ها شناسایی و ارزیابی موتورهای تنفس هوای پیشرفته‌ای بود که می‌توانستند در هواپیماهای تجاری با سرعت‌های بین ۴ تا ۸ ماخ مورد استفاده قرار گیرند. میزان بودجه در دسترس برای «لپ‌کت-۱» حدود ۷ میلیون یورو بود و شرکای پروژه، شامل شرکت‌های هوافضای کشورهای بلژیک، فرانسه، آلمان، ایتالیا و بریتانیا بود. «لپ‌کت-۲» یک برنامه پیگیری بود که بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ اجرا شد و دو مورد از امیدوارکننده‌ترین طرح‌های مطالعه قبلی را که یک وسیله نقلیه با سرعت ۵ ماخ بود با استفاده از توربو رمجت، و یک بدنه هواپیما با سرعت ۸ ماخ با استفاده از یک اسکرمجت هیبریدی، را حفظ کرد. این برنامه توانست طراحی اولیه هواپیمای ۵ ماخ پیشنهاد شده در «لپ‌کت-۱» را بهبود بخشد و در نتیجه نقشه‌راه دقیقی برای توسعه این وسیله نقلیه تهیه کرد. با این حال، طراحان متوجه شدند که مدل مفهومی هواپیمای ۸ ماخ به دلیل مصرف سوخت بالا و بُرد محدود مشکل‌ساز است. بودجه کل این برنامه حدود ۱۰ میلیون یورو بود، که با همکاری شرکت‌های مستقر در بلژیک، فرانسه، آلمان، ایتالیا و بریتانیا انجام شد.

بر اساس برنامه‌های «لپ‌کت»، دو برنامه دیگر با بودجه اتحادیه اروپا با هدف تولید وسایل نقلیه آزمایشی هایپرسونیک جدید برای استفاده تجاری انجام شد. «هگزافلای (وسایل نقلیه پروازی آزمایشی پرسرعت)»^۲ بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ اجرا شد تا راه را برای پلتفرم‌های آزمایشی بزرگ‌تر و شناسایی خطرات آن آماده کند. کل بودجه این پروژه کمتر از یک میلیون یورو بود و شرکت‌های هوافضا از فرانسه، آلمان، ایتالیا و بریتانیا در آن مشارکت داشتند. یک برنامه پیگیری به نام «هگزافلای-اینترنت»^۳ نیز بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ اجرا شد و حدود ۱۱/۵ میلیون یورو بودجه دریافت کرد که بیشتر مشارکت آن از فرانسه و ایتالیا بود. کشورهای غیرعضو نیز با چهار شرکت هوافضای روسی و استرالیایی در این پروژه شرکت کردند. هدف این پروژه، ادامه کار پروژه «لپ‌کت» در ایجاد قابلیت دوام یک گلایدر هایپرسونیک فراتر از ۵ ماخ به عنوان یک هواپیمای مسافری بود. این پروژه تلاش می‌کرد تا از یک موشک سوخت جامد یک مرحله‌ای اصلاح‌شده برای ارتقای گلایدر تا ارتفاع حدود ۳۰ کیلومتری استفاده کند، پس از آن گلایدر به سمت مقصد خود حرکت نماید، دقیقاً مانند یک وسیله نقلیه تقویت‌کننده هایپرسونیک نظامی.

هدف «هگزافلای-اینترنت» توسعه تجاری فناوری با سرعت بالا در حمل و نقل و جلوگیری از انحصار این فناوری توسط ایالات متحده بود. در این زمینه، همکاری مناسبی با شرکت‌های هوافضای روسیه که ارتباط نزدیکی با بخش دفاعی آن دارند، صورت گرفت. مؤسسه فیزیک و فناوری مسکو^۴ یکی از چهار سازمان هوافضای روسیه شرکت‌کننده در این پروژه بود که پس از جنگ روسیه و اوکراین در سال ۲۰۲۲، این شرکت به فهرست نهادهای تحریمی وزارت خزانه‌داری ایالات متحده اضافه شد. سایر شرکت‌های روسی مشارکت‌کننده در این پروژه نیز از اعضای برجسته مجتمع نظامی-صنعتی روسیه هستند. به عنوان مثال، مؤسسه آبروهیدرودینامیک مرکزی^۵، آزمایش‌کننده تونل باد مافوق صوت روسیه است که توسط وزارت دفاع روسیه حمایت می‌شود؛ که از زمان شروع جنگ روسیه و اوکراین در سال ۲۰۲۲، توسط اتحادیه اروپا تحریم شده‌اند.

1 LAPCAT I and II :Long-Term Advanced Propulsion Concepts and Technologies

2 HEXAFLY: High-speed Experimental Fly Vehicles

3 HEXAFLY-INT

4 Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT)

5 TsAGI

پیامدها برای ثبات اروپا

جنگ روسیه و اوکراین یک نقطه عطف را برای اروپاییان ایجاد کرد تا از طریق توسعه بومی این سامانه‌ها توسط کشورهای اروپایی و یا استقرار آنها در اروپا توسط متحدان ناتو، به‌ویژه ایالات متحده، گسترش موشک‌ها در اروپا را تسریع بخشد. روسیه به احتمال زیاد به توسعه و استقرار سامانه‌های هایپرسونیک ادامه می‌دهد و بنابراین ممکن است توسعه و استقرار قابلیت‌های مربوطه بتواند گزینه‌های بازدارندگی متعارف و هسته‌ای را برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا و ناتو فراهم کند، این دستاوردها باید در مقابل خطرات احتمالی استقرار آنها سنجیده شود و ثبات اروپا را در زمان رقابت ایجاد کند. در میانه‌ی روابط متخاصم‌تر بین ناتو و روسیه، گسترش کنترل نشده سیستم‌های هایپرسونیک در اروپا می‌تواند خطرات قابل توجهی برای امنیت و ثبات منطقه و کشورهای اعضای اتحادیه ایجاد کند.

از طرفی، با توجه به علاقه برخی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا و ناتو به توسعه فناوری‌های هایپرسونیک و استقرار این سامانه‌ها توسط روسیه، توسعه بدون محدودیت بیشتر این سامانه‌ها می‌تواند رقابت تسلیحاتی در منطقه را تشدید کند. برخی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا، هم سرمایه مالی و هم سرمایه سیاسی مورد نیاز برای توسعه این سیستم‌ها را دارند. فرانسه و بریتانیا به طور فزاینده‌ای در حال سرمایه‌گذاری در توسعه این فناوری هستند.

با این حال، احتمالاً این کشورها برای مدت طولانی در میان کشورهای عضو اتحادیه اروپا در توسعه‌ی یک‌جانبه این فناوری تنها نخواهند ماند. آلمان احتمالاً کشور بعدی خواهد بود که به توسعه این فناوری خواهد پرداخت. علاوه بر آلمان، پنج عضو دیگر اتحادیه اروپا - بلژیک، ایتالیا، لهستان، رومانی و سوئد - و همچنین نروژ به عنوان عضو ناتو، متعهد شدند تا از آوریل ۲۰۲۲ بودجه دفاعی را افزایش دهند. با این حال، این افزایش‌های فردی برای تأمین هزینه‌های بالای توسعه موشک‌های هایپرسونیک کافی نیست و احتمالاً بودجه جدید برای تهیه تجهیزات، مورد نیاز خواهد بود. بنابراین برای پُر کردن شکاف‌های موجود در قابلیت‌ها و تأمین بودجه مورد نیاز، ممکن است انگیزه لازم برای همکاری و مشارکت کشورهای اتحادیه اروپا و ناتو در پروژه‌های مشترک هایپرسونیک فراهم گردد. در هر صورت، هر تصمیمی که کشورهای عضو اتحادیه اروپا برای خرید یا تحقیق در این زمینه اتخاذ کنند، روسیه به احتمال زیاد به توسعه و استقرار سیستم‌های جدید «اچ.سی.ام» و «اچ.جی.وی» ادامه خواهد داد.

مقامات روسیه ابراز نگرانی کرده‌اند که استقرار تسلیحات هدایت‌شونده دقیق در اروپا و ناتو در آینده می‌تواند برای هدف قرار دادن بازدارنده هسته‌ای روسیه یا حمله به زیرساخت‌های فرماندهی و کنترل آن استفاده شود و در نتیجه توانایی‌های هسته‌ای روسیه را تضعیف نماید. آمیختن نگرانی‌های پیش‌گیرانه با ابهام هدف‌های مورد تهاجم در سلاح‌های هایپرسونیک، ترکیبی از ریسک قوی در یک بحران ایجاد می‌کند، که می‌تواند اروپا را به سمت آستانه **جنگ هسته‌ای** در صورت درگیری گسترده‌تر اروپایی‌ها نزدیک‌تر کند.

پیشران‌ها و وضعیت تولید و توسعه موشک‌های هایپرسونیک در سایر کشورها

تحقیقات در مورد انواع سیستم‌های تسلیحاتی که اکنون به عنوان موشک‌های هایپرسونیک در نظر گرفته می‌شوند، به اواسط قرن بیستم باز می‌گردد، اما شاید در سال‌های اخیر بوده است که اولین برنامه‌های موشکی هایپرسونیک و تحقیق و توسعه در زمینه‌های کلیدی فناوری مرتبط با آن رشد قابل توجهی داشته است. بازیگران اصلی این حوزه، در حال حاضر چین، روسیه و ایالات متحده آمریکا هستند. علاوه بر این، استرالیا، فرانسه، هند، ژاپن، کره شمالی و کره جنوبی نیز برنامه‌های موشکی هایپرسونیک را دنبال می‌کنند یا در آن شرکت دارند^۱.

۱. اخیراً فرمانده نیروی هوافضای سپاه پاسداران از دستیابی ایران به موشک بالستیک هایپرسونیک پیشرفته خبر داده و آن را یک جهش بزرگ نسلی در حوزه موشکی توصیف کرده است؛ سلاحی که توانایی عبور از سامانه‌های سپر دفاع موشکی را با سرعت بسیار

حداقل سه عامل اصلی و محرک پیشرفت اخیر در برنامه‌های «اچ.سی.ام» و «اچ.جی.وی» کشورها وجود دارد:

(۱) پیشرفت‌های متعدد و مستمر در فناوری‌های مربوطه، از جمله در مواد مقاوم در برابر حرارت و فرسایش، شبیه‌سازی آبر محاسبات، کوچک‌سازی وسایل الکترونیکی و استفاده از هوش مصنوعی توسط سیستم‌های هدایت‌شونده؛

(۲) به طور خاص، استقرار دفاع موشکی ضد بالستیک دریایی و زمینی ایالات متحده دلیلی کلیدی برای تحقیق و توسعه این سیستم‌ها توسط سایر کشورها ذکر شده است؛

(۳) با توجه به تبلیغات عمومی و سیاسی در مورد موشک‌های هایپرسونیک و توانایی‌ها و قابلیت‌های آن‌ها، در اختیار داشتن این سیستم‌ها به نشانه‌ای از اعتبار، به ویژه برای کشورهایی که به دنبال موقعیت یک قدرت نظامی برتر هستند، تبدیل شده است.

اگرچه این دلایل نشان‌دهنده یک مسابقه تسلیحات هایپرسونیک نیست، اما در حال حاضر سرمایه‌گذاری‌های روزافزونی که در فناوری تسلیحات هایپرسونیک انجام می‌شود، اغلب بدون درک کامل یا چشم‌انداز روشنی از آینده و مأموریت‌های نظامی آن و همچنین پیامدهایی که توسعه و استقرار این سیستم‌ها برای امنیت منطقه‌ای و جهانی خواهد داشت، انجام می‌پذیرد.

روسیه اولین کشوری بود که موشک‌هایی را به‌عنوان تسلیحات هایپرسونیک توصیف کرد، موشک «بالستیک هوایر تاب میان‌برد کینزال» دارای بُرد راهبردی و سیستم تقویت‌کننده قاره‌پیما است. بعد از آن سیستم‌های دیگر نظیر «آوانگارد» معرفی شدند. طبق گزارش‌ها، از سال ۲۰۱۹ چین «دی.اف-۱۷»^۱ را مستقر کرده است، که یک سیستم تقویت‌کننده هایپرسونیک میان‌برد بر روی پرتابگرهای متحرک جاده‌ای است که از تقویت‌کننده موشک بالستیک برای حمل «اچ.جی.وی» استفاده می‌کند. طبق گزارش‌ها، چین «اچ.جی.وی» دیگری را نیز روی یک «سیستم بمباران پیوسته مداری»^۲ آزمایش کرده است، اما اطلاعات کمی در مورد گلاید و سیستم آن در دسترس است. **روسیه و چین در حال حاضر نسبت به سایر کشورها که موشک‌های هایپرسونیک تولید می‌کنند، برتری دارند، که احتمالاً ناشی از نگرانی آنها در مورد دفاع موشکی ایالات متحده است.**

چندین کشور دیگر در حال حاضر در مراحل مختلف توسعه برنامه‌های تسلیحات هایپرسونیک هستند. فرانسه قصد دارد با توسعه یک «اچ.سی.ام» به نام «زمین-هوای هسته‌ای نسل چهارم» و همین‌طور یک «اچ.جی.وی» به عنوان ستون فقرات زرادخانه هسته‌ای نسل بعدی خود، سیستم‌های پرتاب هایپرسونیک را به زرادخانه هسته‌ای خود اضافه نماید. هند به طور مشخص تعدادی آزمایش بر روی فناوری اسکریم‌جت با استفاده از وسیله نقلیه هایپرسونیک خود با نام «وسایل نقلیه نمایشی فناوری مافوق صوت»^۳ انجام داده است.

بالا، مانورپذیری و در نتیجه پیش‌بینی‌ناپذیر بودن مسیر حرکت را تضمین می‌کند و ردیابی و مقابله با آن را به سطحی بسیار دشوار می‌کشد و ج.ا.ایران را در رده کشورهای دارنده‌ی این سلاح مانند چین، روسیه و ایالات متحده قرار می‌دهد.

1 DF-17

2 FOBS: Fractional orbital bombardment system

سیستم بمباران پیوسته مداری، یک سیستم تحویل کلاهک مداری است که از مدار پایین زمین به سمت مقصد موردنظر حرکت می‌کند و درست قبل از رسیدن به هدف از طریق یک موتور از مدار خارج شده و به سمت هدف می‌رود. این سیستم دارای چندین ویژگی جذاب است: محدودیت بُرد ندارد، مسیر پروازی آن به طرف هدف آشکار نمی‌شود و می‌تواند از دید سیستم‌های دفاعی پنهان بماند. اتحاد جماهیر شوروی برای اولین بار FOBS را به عنوان یک سیستم حمل سلاح هسته‌ای در دهه ۱۹۶۰ توسعه داد. این یکی از اولین تلاش‌های شوروی برای استفاده از فضا برای ارسال سلاح‌های هسته‌ای بود. در آگوست ۲۰۲۱، جمهوری خلق چین سلاحی را آزمایش کرد که یک FOBS را با یک وسیله نقلیه هایپرسونیک ترکیب می‌کرد.

3 hypersonic technology demonstrator vehicle (HSTDV)

ژاپن و کره جنوبی نیز برنامه‌های مرتبط با تسلیحات هایپرسونیک را دنبال می‌کنند. قابلیت حمله دوربرد آینده ژاپن به طور خاص با هدف حفاظت از جزایر دورافتاده این کشور و ارائه قابلیت ضدکشتی انجام می‌شود. ژاپن قصد دارد تا سال ۲۰۲۶ در ابتدا یک پرتابه گلايدر با سرعت هایپرسونیک را مستقر نماید و سپس تا سال ۲۰۲۸، یک موشک با موتور اسکرماجت را توسعه دهد. کره جنوبی در حال حاضر در حال توسعه یک «اچ.سی.ام» به نام «های کور»^۱ است که عمدتاً برای تقویت توانمندی‌های نظامی خود در مقابل کره شمالی است. در جدول زیر به اختصار کشورهای دارای برنامه تحقیق و توسعه در زمینه سیستم‌های هایپرسونیک آورده شده است.

کشور	طراح / برنامه	نوع	پیش‌رانه / تقویت کننده	ظرفیت حمل کلاهک هسته‌ای / متعارف	برد Kmd	وضعیت
استرالیا و آمریکا	SCIFiRE (prog)	HCM	موتور اسکرماجت و موشک تقویت کننده	متعارف	نامشخص	در حال توسعه از سال ۲۰۲۱؛ سرعت بیش از ۵ ماخ؛ بر اساس برنامه HiFiRE
چین	DF-ZF	HGV	نامشخص	نامشخص	قاره پیما	نخستین آزمایش پروازی در سال ۲۰۱۴
	DF-17	HGV	تقویت کننده موشک بالستیک DF-16	هسته‌ای - متعارف (دارای قابلیت دوگانه)	۱۶۰۰-۲۴۰۰	توسعه از سال ۲۰۱۹؛ آخرین آزمایش در سال ۲۰۱۷
	نامشخص	HGV	سیستم بمباران پیوسته مداری (FOBS)	نامشخص	قاره پیما	اولین آزمایش در آگوست ۲۰۲۱
	Starry Sky-2	HCM	موتور تنفس هوا	هسته‌ای	نامشخص	سیستم آزمایشی؛ آزمایش پرواز در سال ۲۰۱۸
کره شمالی	Hwasong-8	HGV	سیستم تقویت گلايدر؛ پرتاب زمینی و متحرک	هسته‌ای - متعارف (دارای قابلیت دوگانه)	نامشخص	اولین آزمایش پروازی در سپتامبر ۲۰۲۱
	نامشخص	Aero ballistic	سیستم تقویت گلايدر؛ پرتاب زمینی و متحرک	هسته‌ای - متعارف (دارای قابلیت دوگانه)	نامشخص	اولین آزمایش پروازی در جولای ۲۰۲۲
	ASN4G	HCM	موتور تنفس هوا	هسته‌ای	نامشخص	در حال توسعه
فرانسه	V-MAX(Prog)	HGV	سیستم تقویت	هسته‌ای	نامشخص	در حال توسعه

کشور	طراح / برنامه	نوع	پیشرا نه / تقویت کننده	ظرفیت حمل کلاهک هسته‌ای / متعارف	برد Kmd	وضعیت
			گلاید			
هند	HSTDV(Prog)	HCM	موتور تنفس هوا	نامشخص	نامشخص	آزمایش در سال ۲۰۱۹
ژاپن	HVGP	HGV	سیستم تقویت گلاید	متعارف	نامشخص	در حال توسعه از سال ۲۰۲۰؛ احتمالاً در سال ۲۰۲۶ به خدمت گرفته می‌شود.
	HVGP(Prog)	HCM	موتور تنفس هوا	متعارف	نامشخص	در حال توسعه از سال ۲۰۲۰؛ احتمالاً در سال ۲۰۲۸ به خدمت گرفته می‌شود.
کره جنوبی	Hycore	HCM	موتور تنفس هوا	متعارف	نامشخص	در حال توسعه
روسیه	Avangard	HGV	سیستم تقویت گلاید	هسته‌ای	۱۱۰۰۰-۶۰۰۰	عملیاتی شده در دسامبر ۲۰۱۹
	Gremlin (GZUR)	HCM	موتور اسکرام جت	نامشخص	نامشخص	در حال توسعه از سال ۲۰۱۸؛ برنامه آزمایش برای مارس ۲۰۲۳
	Kinzhal	Aero ballistic	موتور موشک سوخت جامد	هسته‌ای - متعارف (دارای قابلیت دوگانه)	کمتر از ۲۰۰۰	عملیاتی شده در دسامبر ۲۰۱۸
	Ostrota	HCM	موتور اسکرام جت	نامشخص	نامشخص	در حال آزمایش از سال ۲۰۲۲

نتیجه‌گیری

توسعه «اچ.سی.ام»ها و «اچ.جی.وی»ها یک چالش مهندسی اساسی است که تولیدکنندگان را ملزم می‌کند تا منابع و انرژی قابل توجهی را برای توسعه این سیستم‌ها اختصاص دهند. این امر، (حداقل در حال حاضر) موانع توسعه‌ای را ایجاد می‌کند که تنها برای تعداد معدودی از کشورهای پیشرفته از نظر فناوری قابل حل است. با این حال، با کاهش انحصار این فناوری و انتشار دانش صریح و ضمنی در مورد تکنیک‌های تولید، برخی از این موانع ممکن است کمتر چالش برانگیز شوند، در نتیجه، هزینه‌های توسعه را کاهش داده و تکثیر را از طریق خرید یا تولید تسهیل نماید. اگرچه گسترش این فناوری در مقیاس گسترده در دهه‌ی آینده بعید است، اما احتمالاً دارندگان آینده فناوری‌های «اچ.سی.ام» و «اچ.جی.وی» فراتر از دارندگان فعلی و با توجه به تعداد کشورهایی که به دنبال توسعه آنها هستند و همین‌طور کاهش موانع و هزینه‌های توسعه آنها و امکان توسعه مشارکتی، گسترش خواهند یافت. بنابراین، این احتمال واقع‌بینانه است که در چند دهه‌ی آینده، شاهد **گسترش روزافزون تسلیحات هسته‌ای** نیز باشیم که منعکس‌کننده روندهای دیگر فناوری-های موشکی پیشرفته باشد. به عنوان مثال، موشک‌های کروز حمله زمینی، زمانی تنها به تعداد انگشت‌شماری از کشورهای دارای

سلاح هسته‌ای محدود می‌شدند، اما به دلیل انتشار فناوری و صادرات تسلیحات، به یک ستون اصلی در زرادخانه‌های بسیاری از قدرت‌های منطقه‌ای و حتی بازیگران غیردولتی تبدیل شدند.

منابع

1. “Hypersonic missile proliferation:An Emerging European Problem”, Stockholm International Peace Research Institute (Sipri), May 2022
2. “Hypersonic Boost-Glide Systems and Hypersonic Cruise Missiles:Challenges for the Missile TechnologyControl Regime” , Stockholm International Peace Research Institute