



نسل بعدی موشک‌های بالستیک ایران:

پیشرفت‌های تکنولوژیک، اهداف راهبردی، و پاسخ‌های احتمالی غرب

فرزین ندیمی



در ۲۵ می ۲۰۲۳، در بحبوحه تنش‌های شدید ایران با اسرائیل و غرب در مورد برنامه هسته‌ای تهران و احیای مجدد گفتگوها درباره حملات پیشگیرانه علیه سایت‌های هسته‌ای کلیدی ایران، سرتیپ محمدرضا قرایی آشتیانی، وزیر دفاع ایران، از به اصطلاح نسل چهارم موشک بالستیک سوخت مایع خرمشهر - معروف به «خیبر» - رونمایی کرد. آشتیانی در مجتمع سازمان صنایع هوافضای حکیمیه، در شرق تهران، در حالی که موشک جدید و مدل بزرگی از قبة الصخره پشت سر او قرار داشت، سخنرانی کرد.

سرتیپ محمدرضا قرایی آشتیانی،
وزیر دفاع ایران، در حال معرفی
موشک بالستیک خرمشهر در
تهران - رویترز



در جریان مراسم رسمی رونمایی از موشک بالستیک خرمشهر-۴، یک نمونه از موشک روی یک تریلر-پرتابگر قابل استتار (از نوع کانستوگا) به نمایش در آمد. وقتی پوشش آن به طور کامل باز شود، می‌تواند شکل موشک و تریلر را از دید جستجوگر و تصویربرداری هوایی پنهان کند.

پیشینه و ویژگی‌های فنی خرمشهر

گزارش‌ها از سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ نشان می‌داد ایران در حال آزمایش پرتاب خرمشهر است، و این موشک به دلیل طرح جدید و سیستم پیش‌ران و پتانسیل برد-و-بار قابل توجه آن، بلافاصله نگرانی‌های بین‌المللی را برانگیخت.

سیستم پیش‌ران «اروند»، که نامش را از رودخانه مرزی جنوبی بین ایران و عراق گرفته است، از یک موتور اصلی و دو موتور کوچک‌تر برای کنترل جهت مسیر تشکیل شده و گفته شده دارای پیش‌ران هایدرولیک (خوداشتعال) است — یعنی از سوخت قابل‌ذخیره و اکسیدکننده‌ها استفاده می‌کند که به محض تماس با هم به طور خودکار مشتعل می‌شوند، بدون نیاز به سیستم احتراق پیچیده که امکان خراب شدن دارد.

هرچند ایران جزئیات بیشتری درباره ترکیب سوخت/اکسیدکننده‌ها منتشر نکرده، اما رایج‌ترین اکسیدکننده تتراکسید دی‌نیتروژن (N2O4) است، و رایج‌ترین انواع سوخت دی‌متیل‌هیدرازین

خیبر برگرفته از نام یک قلعه مستحکم در کویر شمال مدینه است که قبایل یهودی تا پیش از دوره اسلامی در آنجا ساکن بودند. در سال ۶۲۸ میلادی، یهودیان این شهر از سپاهیان مسلمان به رهبری علی ابن ابی طالب، که به چهره‌ای افسانه‌ای در تشیع بدل شده، شکست خوردند. بنابراین، پیام تلویحی به اسرائیل در رونمایی از موشک خیبر صریح و روشن است.

خرمشهر پیشرفته‌ترین موشک بالستیک سوخت مایع ایران است و احتمالاً اولین موشک استفاده‌کننده از سوخت مایع قابل‌ذخیره است. اولین نسخه از آن در یک رژه نظامی در ۲۲ سپتامبر ۲۰۱۷ معرفی شد. باور بر این است که این موشک مشترکات فنی بسیاری با موشک هواسونگ-۱۰ کره شمالی دارد، که خودش بر اساس موشک بالستیک دریایا-آر-۲۷ روسی (قابل شلیک از زیردریایی) ساخته شد. گفته می‌شود ایران در سال ۲۰۰۵ چند موشک هواسونگ-۱۰ از کره شمالی به منظور مهندسی معکوس دریافت کرد. خرمشهر همچنین اولین گام در جهت جدایی ایران از اسکاد روسی و سامانه‌های پیش‌ران فلس‌گونه در نسل اسکاد است.

نامتقارن (UDMH)، مونومتیل هیدرازین (MMH)، هیدرازین، یا ترکیبی از هیدرازین و دی‌متیل هیدرازین نامتقارن است. هواسونگ-۱۰ کره شمالی از ترکیب خوداشتعال دی‌متیل هیدرازین نامتقارن به عنوان سوخت و از تتراکسید دی‌نیتروژن یا اسید نیتریک دودقرمز (RFNA) به عنوان اکسیدکننده تا حداکثر برد تخمینی ۴۰۰۰ کیلومتر برای هردو نوع کلاهک متعارف و هسته‌ای استفاده می‌کند. سیستم ارنود را می‌توان در موشک‌های بالستیک قاره‌پیمای آینده به کار گرفت که به احتمال زیاد با استفاده از یک طرح دومرحله‌ای با دو موتور برای حرکت در مرحله آغازین مجهز خواهد بود.

مزایای دیگر سوخت‌های خوداشتعال و اکسیدکننده این است که ساده‌اند - گرچه بسیار سمی هستند؛ تکانه ویژه (انرژی پیشرانشی) بزرگ‌تری تولید می‌کنند؛ و متراکم‌تر هستند و در نتیجه در مخازن کوچک‌تری قابل ذخیره هستند. از همه مهم‌تر، به صورت ذخیره‌شده در مخازن سوخت و اکسیدکننده موشک، که از مواد ویژه مقاوم در برابر خوردگی ساخته شده‌اند، تا سال‌ها در دمای محیط دوام می‌آورند. این باعث می‌شود تا نیازی به تزریق سوخت به موشک پیش از پرتاب نباشد، و زمان آمادگی را به میزان قابل توجهی، از قرار به حدود ۱۵ دقیقه، کاهش می‌دهد. (در مقابل، یک موشک اسکاد کلاس بی (B) عادی بدون سوخت خوداشتعال و اکسیدکننده، تقریباً شصت تا نود دقیقه وقت می‌گیرد تا مراحل پرتاب را کامل کند).

گفته شده بازه نگهداری برای خرمشهر-۴ که حاوی سوخت باشد سه سال است؛ منظور از این بازه رسیدن به نقطه‌ای است که سوخت موشک‌ها تخلیه می‌شود و مخازن پیش‌ران آن‌ها پیش از سوخت‌گیری مجدد شسته می‌شود. در تئوری، این دوره تا ده سال قابل افزایش است، که با موشک‌های سوخت جامد ایرانی برابری می‌کند.

تکانه ویژه گذشته از ترکیب سوخت به عوامل متعدد بستگی دارد؛ از جمله نسبت ترکیب سوخت/اکسیدکننده، فشار محفظه احتراق، و نسبت گسترش دهنه یا نازل. برای خرمشهر-۴، وزارت دفاع ایران ادعا می‌کند تکانه ویژه ۲۸۰ ثانیه در سطح دریا و ۳۰۰ ثانیه در خلأ است که مشابه هواسونگ-۱۰ خواهد بود. در موشک اسکاد-بی که کوچک‌تر و سبک‌تر است، تکانه ویژه بسته به ارتفاع ۲۶۰-۲۲۰ ثانیه است. در شهاب-۳، تکانه ویژه ۲۴۰ ثانیه تخمین زده می‌شود. افزون بر این، استفاده از موتورهای کنترل جهت مسیر به جای باله‌های متحرک از نوع اسکاد و بالچه‌های ثابت ظاهراً از نیروی پس‌روی و تکان‌ها کاسته و دقت خرمشهر را بهبود بخشیده است.



خرمشهر-۱، در ۲۲ سپتامبر ۲۰۱۷، در یک رژه نظامی در تهران برای اولین بار به نمایش درمی‌آید.

سرتیپ سید مهدی فراچی که در حال حاضر معاون اول وزیر دفاع و سابقاً مدیر دو بازوی این وزارتخانه، سازمان پژوهش و نوآوری دفاعی (سپند) و سازمان صنایع هوافضا، بوده است در ۲۶ می به تلویزیون دولتی ایران گفته است که خرمشهر-۴ پیشرفته‌ترین و پایدارترین موشک بالستیک ایران است. به گفته او، این موشک تاب‌آوری و پایداری را (مرحله پایانی «مکانیکی»)، سرعت بسیار بالا، سطح مقطع راداری کوچک) با نشانه‌زنی دقیق و هوش مصنوعی ترکیب می‌کند تا برای موثرترین مانورهای گریز تصمیم بگیرد.

ویدیویی از یک پرتاب آزمایشی (بدون تاریخ) در سایت موشکی سمنان در دست است که این پرتاب را همراه با انیمیشن دریافت اطلاعات تله‌متری، با حداقل دود آگزوز و جدا شدن کلاهک جنگی/ بازگشتی از بدنه موشک در بالای جو در انتهای مرحله میانی پیش از رفتن به سمت هدف موشک در جنوب شرق ایران نشان می‌دهد. یک فید تله‌متری دیگر به همراه این ویدئو، نُه موتور ورنیه کوچک را به صورت انیمیشن نشان می‌دهد که به تثبیت کلاهک بازگشتی در بیرون از اتمسفر و مانور آن به یک موقعیت دقیق بازورود کمک می‌کنند؛ موقعیتی که کلاهک بتواند مرحله نهایی پرواز را به سمت هدف آغاز کند. توانایی جهت‌دهی به نوک کلاهک به سمت زمین در ابتدای این مرحله باعث کاهش سطح مقطع راداری کلاهک

این ویژگی‌ها بالقوه خرمشهر-۴ را به یک موشک تاکتیکی و همچنین استراتژیک تبدیل کرده است. این امر، همراه با سازه محکم‌تر و محل پایین‌تری از نسبت نیروی بالابرنده-به-پس‌رونده به دلیل قراردادن موتور در داخل مخزن سوخت - موشکی با سه متر طول کمتر در مقایسه با انواع اولیه مثل شهاب-۳ و قدر- باید توانمندی تحرک جاده‌ای بسیار بهتر و زمان پرتاب سریع‌تری فراهم کند.

در این ویژگی‌ها، شوروی‌ها از دهه ۱۹۶۰ با موشک دریای پایه آر-۲۷ پیشگام بودند، اما برای خرمشهر اولویت عبارت است از حمل و نقل زمینی ایمن با سوخت پُر، تا از سوخت‌گیری زمان‌بر در مکان پرتاب روباز اجتناب کنند. این امر مستلزم استحکام سازه‌ای بالا و استفاده از مخازن سوخت با طرح ایزوگرید برای به حداقل رساندن تلاطم سوخت است. در آینده امکان دارد موشک خرمشهر - که ظاهراً هیچ نسخه‌ای از آن هنوز عملیاتی نیست - به سبک متحرک‌تر کره شمالی با تریلر-پرتابگری همه-جا-رو حمل و نقل شود.

«پیشرفته‌ترین» موشک بالستیک ایران

بنا به اظهار مقامات ایرانی، خرمشهر-۴ بین ماه‌های مارس تا می ۲۰۲۳ پرتاب آزمایشی خود را با موفقیت انجام داد. تمام نسخه‌های خرمشهر کماکان از طریق جاده یا زمین‌های ناهموار جابه‌جا می‌شوند و برای پرتاب از روی یک تریلر ایستاده می‌شوند، که این امر می‌تواند تحرک را محدود کند.





ایران ادعا می‌کند خرمشهر-۴ یک موشک بالستیک با نشانه‌گیری دقیق است، بررسی ویدیوهای آزمایش میدانی آشکار می‌کند نقطه اصابت کلاهک با نقطه هدف مورد نظرش فاصله دارد. عکس‌های برخورد کلاهک (کادر سبز، تصویر بالا-چپ) نشان می‌دهد محل اصابت موشک با نقطه هدف مورد نظرش (کادرهای سفید) حدود چند صد متر فاصله دارد.

سرلشکر محمد باقری رییس ستاد کل نیروهای مسلح درباره یکی از نسخه‌های پیشین این موشک به حساب می‌آید که شعاع خطای آن را «۶۰ متر در برد ۱۳۰۰ کیلومتر» عنوان کرده بود. یک ویدیو که در سال ۲۰۱۹ منتشر شد کلاهکی را نشان می‌داد که تقریباً به مرکز یک مربع ۴۰ متر در ۴۰ متر بنا به گزارشی دیگر، ۳۰ متر در ۳۰ متر که روی زمین رنگ شده اصابت می‌کند. بنابراین، می‌توان این‌گونه فرض کرد که خانواده موشک خرمشهر در سراسر برد خود دقت نسبتاً خوبی دارد.

موشکی با توان حمل کلاهک هسته‌ای

خرمشهر در حال حمل انواع متفاوتی از کلاهک‌ها به نمایش در آمده است. نسخه اصلی سال ۲۰۱۷ یک دماغه مخروطی بزرگ داشت، و خرمشهر-۲ در فوریه ۲۰۱۹ دارای بخش کلاهک بازگشتی با قطر کوچک‌تر با باله‌های کنترل متحرک شبیه موشک «عماد» بود؛ ویژگی‌ای که ظاهراً مانوردهی آیرودینامیک محدود در داخل اتمسفر را ارتقا می‌دهد.

می‌شود. در تصویر دیده می‌شود که در ابتدای مرحله نهایی چهار موتور ورنیه به‌طور جفتی در جهت‌های معکوس روشن می‌شوند تا یک چرخش سریع با هدف اطمینان از ثبات طی مرحله بازورود آغاز شود. بعد کلاهک بازگشتی به‌طور عمودی به حالت «نیمه‌خاموش» فرو می‌رود به‌طور الکترونیکی خاموش می‌شود در حالی که کماکان به‌طور مکانیکی کار می‌کند. تا از آن در برابر اقدامات ضدالکترونیکی و تداخل الکترومغناطیسی طی این مرحله نهایی محافظت کند. بنا به گفته سپاه پاسداران، کلاهک بازگشتی خرمشهر-۴ از ماده کامپوزیت ساخته شده تا گریز به‌مراتب موثرتری از شناسایی و ردیابی رادار داشته باشد، و سرعت مرحله میانی آن ۱۶ ماخ است. سرعت بازورود این موشک هشت برابر سرعت صوت است که دو تا سه برابر سریع‌تر از اسکاد-بی است. این ترکیب سرعت، مانورپذیری، و رادارگریزی برای آن است که خرمشهر را در برابر پدافندهای ضد موشکی دشمن پایدار نگه دارد.

بنا به گفته منابع ایرانی غیررسمی، دقت هدف‌گیری برای جدیدترین نسخه خرمشهر بهتر از شعاع خطای ۳۰ متر در برد ۲۰۰۰ کیلومتر است. این رقم اگر درست باشد، بهبود قابل توجهی نسبت به ادعای

منابع نظامی ایران ادعا می‌کنند این موشک می‌تواند یک کلاهک خوشه‌ای پرتاب کند که حامل تا هشتاد قطعه مهمات خوشه‌ای از دست‌کم دو نوع ضد-نفر و ضد-باند پرواز است و برای هدف گرفتن مناطق وسیع مثل زاغه‌های نظامی، فرودگاه‌ها، و شهرها پرتاب می‌شود. این مهمات خوشه‌ای احتمالا از عامل تصحیح مسیر در مقابل باد برای بهبود پوشش هدف استفاده می‌کنند و به طور منفرد هدایت نمی‌شوند، اما می‌توان انتظار داشت نسخه هدایت‌شونده قطعات منفرد هم در آینده تولید شود.

خرمشهر از ابتدا به‌وضوح قادر به حمل کلاهک هسته‌ای بود؛ مشابه همان کلاهکی که در اوایل دهه ۲۰۰۰ و شاید بعد از آن ایران در دست طراحی داشت. بر اساس اسناد به دست آمده از یک هارد دیسک که در سال ۲۰۰۴ توسط همسر یک دانشمند هسته‌ای از ایران قاچاق شد و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و سرویس‌های اطلاعاتی

هفت ماه بعد، یک نسخه تکمیلی با یک دماغه مخروطی در قطر کمتر، مشابه اندازه دماغه شهاب-۳ به نمایش درآمد که با استفاده از یک رابط مخصوص به بدنه متصل شده بود و باله‌های کنترل متحرک آن داخل بدنه رفته بود. گرچه طرح‌های دماغه مخروطی به طور کلی برای رسیدن به سرعت‌های بازورود بالا برای کلاهک‌های غیرقابل مانور استفاده می‌شود تا از پدافندهای ضد موشک بگریزند، انتخاب اندازه‌های متفاوت امکان هدف‌گیری و برد گسترده‌تر و نیز دسترسی به سرعت‌های دیگر را فراهم می‌کند. تخمین زده می‌شود یک کلاهک هسته‌ای کره شمالی با طرح مشابه حدود ۷۵۰-۴۵۰ کیلوگرم وزن و ۹۰-۶۰ سانتی‌متر قطر دارد.

در تازه‌ترین نسخه خرمشهر، قطر کلاهک بازگشتی اصلی دوباره احیا شده و بدنه هم اندکی بلندتر شده است تا تجهیزات الکترونیک بیشتر یا مخازن بزرگ‌تر سوخت و اکسیدکننده را در خود جای دهد.



این تصویر ترکیبی با استفاده از عکس‌هایی از یک ویدیوی انتشار یافته رسمی تهیه شده است و مراحل نهایی تست خرمشهر-۲ را که از قرار حدود سال ۲۰۱۹ انجام شد نشان می‌دهد. کلاهک بازگشتی موشک که از نقطه پرتاب در کویر سمنان شلیک شده با سرعت هایپرسونیک به سمت هدف خود در یک برد نامعلوم می‌شتابد، و تقریبا به مرکز یک مربع ۴۰ در ۴۰ (یا ۳۰ در ۳۰) متری که روی زمین رنگ شده اصابت می‌کند.

تولید کند. اما در تئوری، ویژگی‌های کلاهک بازگشتی کوچک‌تر در خرمشهر-۳ هم، با تغییرات حداقلی، می‌تواند کلاهک هسته‌ای اصلی را که برای شهاب-۳ توسعه یافته باشد در خود جای دهد.

در همین زمینه، گروهی نوظهور از حامیان بازدارندگی هسته‌ای در ایران اخیراً حمایت خود را از داشتن زرادخانه‌ای از سلاح‌های هسته‌ای تاکتیکی مبتنی بر پلوتونیوم بیان کرده‌اند. این حامیان بر این باورند که چنین سلاح‌هایی مشمول به اصطلاح فتوای هسته‌ای استنتاج شده از بیانیه رهبر ایران، که در کنفرانس منع اشاعه در تهران در ۱۷ آوریل ۲۰۱۰ قرائت شد، نمی‌شود چون این‌ها اساساً علیه اهداف نظامی استفاده می‌شوند.

به سمت اروپا و ماورای آن

خرمشهر تنها موشک بالستیک ایرانی با برد بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر

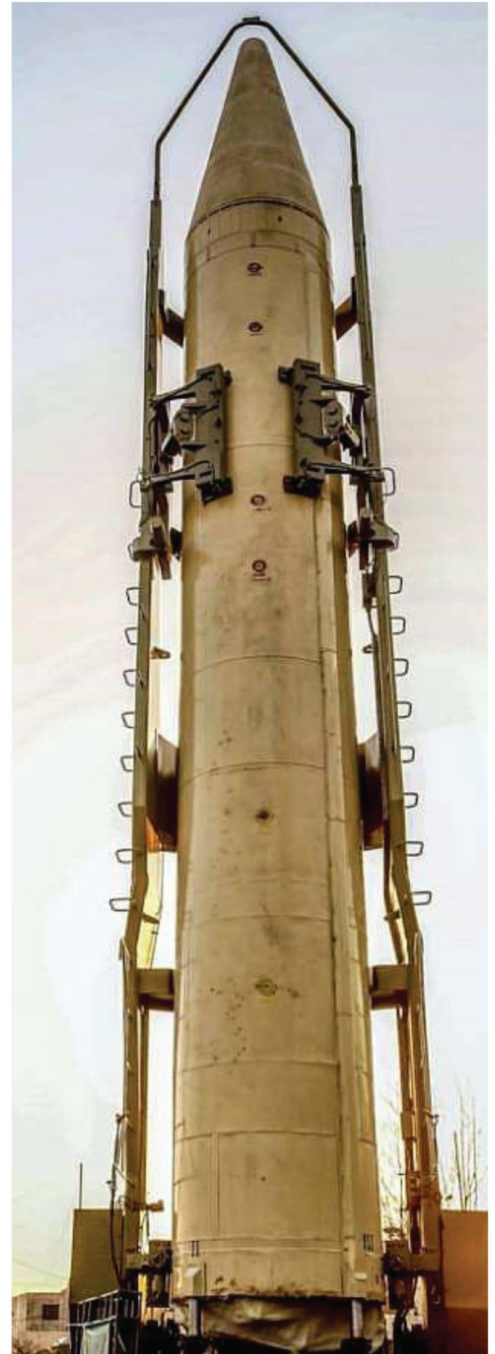
غربی صحت آن‌ها را تایید کردند، و نیز اسناد آرشیو هسته‌ای ایران که اسرائیل طی یک ماموریت مخفی در ژانویه ۲۰۱۸ به دست آورد، ایران در اوایل سال ۲۰۰۲ طراحی یک کلاهک هسته‌ای و مکانیسم‌های الکترونیک، چاشنی، و تولیدکننده موج رُمبش آن را تحت پروژه‌های ۱۱۰ و ۱۱۱ وزارت دفاع آغاز کرد. پروژه ۱۱۱ عمدتاً برای تبدیل بخش‌های داخلی مخروط دماغه موشک بالستیک شهاب-۳، ساخت گروه صنعتی شهید همت، به منظور جادادن یک کلاهک ۱۲۲۰ میلی‌متری با قطر ۵۶۰ میلی‌متر طراحی شده بود. بنا به گزارش‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، از اوایل دهه ۲۰۰۰، ایران از تخصص کافی برای طراحی سیستم انفجار-به-درون کوچک مناسب برای جاگرفتن در دماغه یک شهاب-۳ برخوردار بوده است. بنابراین، موشک خرمشهر که دماغه مخروطی به مراتب پهن‌تری دارد (۱/۵ متر شعاع، در مقایسه با ۱/۳ متر برای شهاب-۳) به راحتی می‌تواند بمب بزرگ‌تری را با قدرت انفجار بالاتر در خود جای دهد؛ مشروط به اینکه ایران می‌توانست یک بمب قابل استفاده



مقایسه بصری خرمشهر-۱ و -۳ در رژه‌های رونمایی هرکدام در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که کلاهک بازگشتی نسخه ۳ به‌طور قابل ملاحظه‌ای کوچک‌تر است، که شاید برای رسیدن به سرعت‌های بالاتر باشد یک ویژگی خوب برای کلاهک‌های بازگشتی غیرقابل مانور علیه پدافندهای ضد موشک.

نزدیک‌ترین خط ساحلی ایران- تهدید کند. از این مهم‌تر، تکنولوژی توسعه‌یافته برای خرمشهر ممکن است پیشرفت قابل توجهی به سمت توسعه موشک بالستیک قاره‌پیما باشد. صنعت موشکی ایران باید به راحتی بتواند برد خرمشهر را به چنان فواصلی برساند؛ البته اگر تاکنون چنین نکرده باشد. افزون بر این، نباید این احتمال را نادیده گرفت که ایران ممکن است با جلب کمک فنی از کره شمالی یا

نیست، و آخرین آن هم نخواهد بود، اما با توجه به توانمندی بار-به-برد آن به نظر می‌رسد یکی از انعطاف‌پذیرترین و مرگبارترین آن‌ها باشد. با تکامل طرح خرمشهر، ایران همچنین یک موشک بالستیک میانبرد بالقوه را به نمایش می‌گذارد که ممکن است به زودی ایران را قادر سازد به طور جدی پایگاه‌های هوایی و دریایی حیاتی آمریکا را در دیه‌گو گارسیا در اقیانوس هند -در حدود ۳۸۰۰ کیلومتری



مقایسه پهلو-به-پهلوی پروتوتایپ‌های مهندسی خرمشهر-۱ (راست) و ۴ اصلاحاتی را نشان می‌دهد؛ در بخش‌هایی مثل بازوهای برپاکننده، مخروط دماغه، قسمت دامنه کلاهک بازورد، پیکربندی مخازن سوخت و اکسیدکننده، نقاط اتصال به سکوی پرتاب، و آنچه به نظر می‌رسد سازه‌های تثبیت‌کننده باشد.



نقشه نشان دهنده حداکثر برد موشک‌های بالستیک خرمشهر و فتاح ایران است، و مقایسه فواصل از تاسیسات دفاع موشکی «ایجس اشور» اروپا.

تماشا کرده و حالا زدوخوردهای روسیه و اوکراین را بر فراز کی‌یف با علاقه خاص تماشا می‌کند.

ایران کماکان در برنامه‌های موشکی خود سرمایه‌گذاری سنگینی می‌کند و رژیم مطمئن است که می‌تواند از بازدارندگی خود محافظت و توانمندی‌های تهاجمی خود را تقویت کند. اگر زمانی ایران تصمیم بگیرد مواد شکافت‌پذیر موجود خود را به سلاح هسته‌ای تبدیل کند، خرمشهر پایدارترین گزینه ایران برای حمل و پرتاب کلاهک هسته‌ای در بردهای متوسط تا میانبرد بسته به وزن کلاهک است. این موشک دارای یک موتور نیرومند است که پیوسته قابل اتکاتر می‌شود، سامانه هدایت آن تاب‌آور است، عملکرد بار-به-بُرد بسیار بالا دارد، و بدنه‌ای دارد که از قرار آتقدر مستحکم است که امکان انتقال سریع‌تر در جاده‌های ناهموار را فراهم می‌کند. مقامات دفاعی ایران و فرماندهان سپاه ادعا می‌کنند این موشک از درجه دقت بسیار بالایی برخوردار است، که معنایش می‌تواند این باشد که این موشک قادر است با یک کلاهک متعارف به یک ساختمان خاص یا نزدیکی آن در برد تقریباً حداکثر خود اصابت کند.

البته زمان‌بندی رونمایی موشک نیز قابل تامل است، و بخشی از مجموعه‌ای است از خبرهای پرسروصدا برای به رخ کشیدن موشک‌ها، پرتاب ماهواره‌ها، و پایگاه‌های زره‌پوش که هدف آن تقویت بازدارندگی ایران است. این رونمایی نه تنها همزمان با تنش‌های شدید با اسرائیل و آمریکا بر سر پیشرفت‌های هسته‌ای تهران، رفتار منطقه‌ای، و دخالت تهران در جنگ اوکراین است، که آن‌گونه که گزارش‌ها از گفتگوهای «کاهش تنش» بین واشنگتن و تهران در عمان خبر می‌دهد، همزمان با احتمال یک «تفاهم» هسته‌ای محدود جدید قریب‌الوقوع صورت می‌گیرد. سپاه پاسداران با به نمایش گذاشتن موشک‌های تازه خود می‌تواند با ادعای «تسلیم غرب» امتیاز بگیرد و تامین مالی و حمایت بیشتری برای برنامه‌های خود طلب نماید.

توسعه و به میدان فرستادن خرمشهر و موشک‌های ایرانی مشابه، نقض آشکار قطعنامه ۲۲۳۱ شورای امنیت سازمان ملل است که به برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) اعتبار قانونی می‌بخشد و از ایران می‌خواهد تا اکتبر ۲۰۲۳ هیچ‌گونه فعالیت مرتبط با موشک‌های بالستیک «که برای حمل و پرتاب سلاح‌های هسته‌ای طراحی شده باشند» انجام ندهد - اگر چه این جمله چه بسا بی‌معنا است. در ۲۸ ژوئن، اعضای اتحادیه اروپا و بریتانیا تهران را از تصمیم‌شان برای حفظ تحریم‌های اتحادیه اروپا بر موشک‌های بالستیک ایران مطلع کردند؛ تحریم‌هایی که قرار است مطابق قطعنامه ۲۲۳۱ در ۱۸

حتی روسیه قدری زمان صرفه‌جویی کند. تهران موشک خرمشهر را به عنوان تهدیدی مستقیم علیه ناتو و اروپا جلوه داده، که آشکارا شامل سایت‌های دفاع موشکی عملیاتی «ایجس اشور» (Ae-gis Ashore) در رومانی و لهستان می‌شود که عمدتاً مامور دفاع علیه تهدید موشک‌های بالستیک ایران شده‌اند.

دولت جورج دبلیو بوش که چنین تهدیداتی را از سوی ایران پیش‌بینی می‌کرد در سال ۲۰۰۷ پیشنهاد استقرار سامانه دفاع موشکی زمینی بین‌راهی را در اروپا داد. روسیه و ایران با استقرار این «سامانه دفاع موشکی با رویکرد دفاع مرحله‌ای» مخالفت کردند؛ این استقرار اولین بار در سپتامبر ۲۰۰۹ اعلام و در می ۲۰۱۶ عملیاتی شد، و ایستگاه رادار سیار (TPY-2) دوربرد خط مقدم در کوره‌جیک در جنوب شرق ترکیه و «مرکز فرماندهی، کنترل، مدیریت نبرد، و ارتباطات» (C2BMC) در پایگاه هوایی رامشتاین در آلمان را شامل می‌شود. فاصله بین رامشتاین و یک پایگاه موشک بالستیک بزرگ سپاه پاسداران در نزدیکی تبریز ۳۳۰۰ کیلومتر است، در حالی که سایت رومانیایی در دوسلو ۱۸۴۰ کیلومتر از پایگاه تبریز فاصله دارد. سایت لهستانی در رجیکوو که به زودی کاملاً عملیاتی خواهد شد، ۲۸۶۰ کیلومتر از پایگاه تبریز فاصله دارد. پدافندها در این فواصل به نیروهای غربی امکان می‌دهد تا موشک‌های بالستیک میانبرد ایرانی از قبیل قدر، سجیل، و خرمشهر را در اروپای شرقی و جنوبی پیش از رسیدن به اهداف‌شان رهگیری کنند. سامانه ایجس اشور برای این طراحی شده تا از متحدان اروپایی ناتو و نیروهای اعزامی آمریکا در اروپا علیه تهدیدات موشکی محافظت کند؛ این کار با شناسایی، ردگیری، درگیری، و نابودکردن موشک‌ها پیش از بازگشت به جو زمین، و کار هماهنگ با ناوشکن‌های ایجس مستقر در خط مقدم، از قبیل آن‌هایی که در حال حاضر به منطقه اعزام شده‌اند، انجام می‌شود.

سردار امیرعلی حاجی‌زاده فرمانده نیروی هوافضای سپاه اخیراً در مصاحبه‌ای گفت که محدودیت خودخواسته ۲۰۰۰ کیلومتری -یعنی بُردی که برای رسیدن به اسرائیل از هر جای ایران کافی محسوب می‌شود- «به احترام اروپایی‌ها است، اما اگر آن‌ها رفتارشان را تغییر دهند این محدودیت ممکن است برداشته شود». (برای اطلاعات بیشتر درباره تهدید بالقوه موشک بالستیک علیه اروپا، به مقالات نگارنده در ماه‌های مارس ۲۰۱۹ و دسامبر ۲۰۱۹ رجوع کنید.) حاجی‌زاده اشاره کرد که پدافندهای ضد موشکی اهداف اصلی موشک جدید ایران هستند. سپاه پاسداران احتمالاً دوئل‌های موشکی بر فراز عربستان سعودی به تحریک حوثی‌ها را

رئیس‌جمهور ابراهیم ریسی و فرماندهان ارشد سپاه از یک «موشک بالستیک هایپرسونیک» به اسم «فتاح» رونمایی کرد - که اسمش به معنای «آن که باب پیروزی را می‌گشاید» است. به دنبال آن مجموعه‌ای از سخنرانی‌ها و مصاحبه‌های تلویزیونی از سوی حاجی‌زاده فرمانده نیروی هوافضا صورت گرفت که ویژگی‌های این موشک را با افتخار برمی‌شمرد - از جمله حداکثر سرعت ۱۲-۱۳ ماخ، توانایی مانور و اصلاح مسیر در تمام مرحله میانی بالایی جو و مرحله پایانی داخل جو، و توانمندی هدف‌گیری دقیق با مصنوعیت کامل از پدافندهای ضد موشکی موجود.

موشک به نمایش درآمده در رونمایی عمومی که برخلاف رنگ شنی معمول موشکی رنگ شده بود، عین بدنه اصلی موشک سوخت جامد خبیرشکن بود که در فوریه ۲۰۲۲ درست زمانی که گفتگوهای وین به مرحله‌ای حیاتی نزدیک می‌شد رونمایی شد. اما فتاح حامل یک کلاهک بازگشتی مخروطی جدید با موتور سوخت جامد و پیشران قابل جهت‌دهی است که گفته شده، بسته به مسیر پرواز، جایی بین ۹۰۰ کیلومتر تا ۳۰۰ کیلومتری هدف موردنظر فعال می‌شود، و عملاً مجموعه کلاهک بازگشتی را به مرحله دوم منتقل می‌کند. موتور راکتی دارای مخزن کروی با خلأ فضایی بهینه از همان نوعی است که در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۲ در راکت‌های ماهواره‌بر «قاصد» سپاه استفاده شد - به عنوان واحدهای مانور مداری برای

اکتبر منقضی شود. این حرکت می‌تواند به عنوان بدیل ایمن‌تری برای مکانیسم «ماشه» برجام تفسیر شود که اگر مذاکرات هسته‌ای جاری به رهبری آمریکا به نتایج ملموس نینجامد، می‌تواند تمام تحریم‌های پیشین سازمان ملل را احیا کند.

هیجان هایپرسونیک

در عرصه جاری، ایران بی‌امان قدرت بازدارندگی خود و نیز توانمندی حمله پیش‌دستانه را ترویج می‌کند، که برای رسیدن به آن داشتن موشک هایپرسونیک از مدت‌ها پیش به عنوان کلید جادویی محسوب می‌شده است. سرتیپ حسن طهرانی مقدم - رییس سابق فرماندهی موشکی سپاه و سازمان جهاد خودکفایی سپاه که در یک انفجار مرتبط با کار در سال ۲۰۱۱ کشته شد - در یک نامه خصوصی دست‌نویس به علی خامنه‌ای رهبر ایران مورخ ۱۲ دسامبر ۲۰۰۵، با افتخار گزارش می‌دهد که سازمان او به تازگی کار روی «موشک فوق‌سریع واکنش سریع در برد هدف اسرائیل» را آغاز کرده است. در آن زمان، توسعه سامانه‌های پیشرفته رهگیری موشکی از قبیل پیکان ۳ (Arrow 3) از سوی غرب و اسرائیل هنوز آغاز نشده بود.

برنامه توسعه طهرانی مقدم ظاهراً حدود دو دهه طول کشید تا آنکه سرانجام سپاه پاسداران در مراسمی در ۶ ژوئن ۲۰۲۳ با حضور



یک بیلپورد با عکسی از موشک «هایپرسونیک» جدید معروف به فتاح روی ساختمانی در تهران که بر آن نوشته «۴۰۰ ثانیه تا تل آویو»؛ تاریخ ۸ ژوئن ۲۰۲۳. منبع: رویترز

مقامات ایرانی در ۶ ژوئن در مفصل‌ترین مراسم رونمایی که تاکنون برای یک سلاح برگزار شده، موشک هایپرسونیک سیاه‌رنگ فتاح را معرفی می‌کنند. سپاه تقریباً همه چیز را به نمایش گذاشت و همچنین یک کلاهک بازورود جداگانه و موتور سوخت جامد کروی را به رخ کشید که مجهز به نازل کنترل مسیر (یا بردار رانش) است و کلاهک بازگشتی مرحله دوم را در فاز میانی آن به حرکت درمی‌آورد. جالب توجه است که بیلوردی این بیت شعر تغییر یافته از صائب تبریزی شاعر معروف ایرانی (۱۶۷۶-۱۵۹۲) را بر خود داشت: «خوشم که / میکده را / فتح باب نزدیک است» - که اشاره به میخانه از شعر اصلی حذف شده بود. ایران به برنامه موشک هایپرسونیک خود امید زیادی بسته و آن را نقطه‌عطفی در بازدارندگی می‌داند.



موشک خیبرشکن را با اندازه مشابه نشان می‌داد؛ یعنی موشک فتاح به احتمال هنوز با اولین آزمایش واقعی خود فاصله دارد و احتمالاً چندین سال دیگر نیاز دارد تا عملیاتی شود. این می‌تواند زمان بیشتری به شرکت‌های دفاعی مثل نورتروپ گرومن و رافائل بدهد تا تکنولوژی ضد-هایپرسونیک خود را آزموده کنند.

نتیجه‌گیری

می‌توان انتظار داشت که ایران پول و نیروی انسانی زیادی برای توسعه پهپادها و موشک‌های بالستیک دوربرد و کروز موثرتر، و سیاست‌های ستیزه‌جویانه خود در منطقه اختصاص دهد. ایران این کار را نه تنها برای تقویت بازدارندگی و برخورداری از اهرم در مذاکره انجام می‌دهد، که برای افزایش تدریجی فشار روانی و نظامی خود بر آمریکا و اسرائیل به آن ادامه خواهد داد. ایران برای ایجاد مشکلات بیشتر برای این رقیبان و خرید زمان بیشتر، کماکان ژست‌هایی در جهت کاهش تنش منطقه‌ای خواهد گرفت، مثل وقتی که روابط دیپلماتیک را با عربستان سعودی در همین مارس گذشته دوباره برقرار کرد.

داشتن یک توانمندی هایپرسونیک مطمئن از طریق موشک فتاح برای جمهوری اسلامی — که با استفاده از آن با دقت، سرعت، و به طور غیرقابل پیش‌بینی بتواند به اهداف مهم در فاصله صدها اگر نه هزاران کیلومتری ضربه بزند — به طور جدی سامانه‌های دفاعی و هشدار موشکی موجود یا نوظهور را به چالش می‌کشد و تحولی

وارد کردن کیوب‌ست‌های نور-۱ و ۲ در مدارهای پایین به ترتیب ۴۲۵ و ۵۰۰ کیلومتری از زمین.

گفته شده موتور راکتی یادشده، با باله‌های متحرک و مانور مداری منحصربه‌فرد، به کلاهک بازگشتی فتاح امکان می‌دهد تا به طور خودکار (از پیش تنظیم‌شده) هم در بیرون و هم در درون جو اصلاح قابل توجه مسیر انجام دهد و به مانورهای احتراز از دفاع موشکی بپردازد. این امر همچنین ممکن است به سرعت هایپرسونیک بالای ادعایی در ابتدای مرحله پایانی کمک کرده باشد. افزون بر این، به نظر می‌رسد کلاهک بازگشتی درست پیش از ورود مجدد به جو خود را کج می‌کند و می‌چرخد تا سطح مقطع خود را در رادارهای زمینی کاهش دهد. بنا به گفته حاجی‌زاده، ترکیب این توانایی‌ها برای آن طراحی شده تا محاسبه مسیر موشک و رهگیری از سوی پدافندهای ضد موشکی را «تا ده‌ها سال آینده بسیار بعید، و شاید حتی غیرممکن کند».

اگر توانمندی‌هایی را که ایران برای موشک هایپرسونیک خود ادعا می‌کند بی‌چون و چرا بپذیریم، در این صورت می‌شود این طور فرض کرد که فتاح — در پیکربندی فعلی خود — کلاس فرعی خود را داشته باشد. این بدان دلیل است که هرچند این موشک هنوز به غیر از اصلاح مسیر جزئی آشکارا قادر به مانورهای جوی مهم و پایدار نیست، موتور راکتی سوخت جامد نسبتاً بزرگ آن با قابلیت جهت‌دهی در بخش کلاهک بازگشتی‌اش می‌تواند اجازه مانورهای مهم در بیرون از جو را بدهد. فارغ از این، هرچند ویدیویی کوتاه که روز رونمایی منتشر شد تلاش کرد یک شلیک آزمایشی موفق را نشان دهد، این ویدیو به احتمال زیاد یک تست قبلی در مورد



تصویر ماهواره‌ای مجتمع صنایع موشکی حکیمیه در شرق تهران، بهار ۲۰۲۳، تریپلر-پرتابگرهای خرمشهر را نشان می‌دهد که ظاهر منتظر تحویل بار هستند. منبع: گوگل ارث

چند کشور اروپایی، و اسرائیل در حال توسعه سامانه‌های رادار و رهگیری پیشرفته ضد موشک هایپرسونیک بوده‌اند، اما این تلاش‌ها باید اولویت بالاتری پیدا کند و در بین مرزهای ملی مختلف یکپارچگی بهتری یابد. افزون بر این، واشنگتن به‌ویژه با به میدان فرستادن توانمندی جدی حمله دقیق متعارف دوربرد به منطقه - که سرعت‌های هایپرسونیک و مانورپذیری را همراه با گزینه نفوذ به اهداف زره‌پوش در خود دارد- می‌تواند تهران را که هر روز جسورتر می‌شود مهار کند. «سلاح هایپرسونیک دوربرد» (LRHW) آمریکا، که یک سامانه سیار موشکی پرتاب از زمین از نوع بوست-گلاید (Boost-Glide) با برد حدود ۲۸۰۰ کیلومتر است، به‌زودی وارد خدمت عملیاتی خواهد شد، و هرچند صحنه هند-آرام اغلب صحنه ترجیحی برای توسعه این‌گونه سامانه‌های پیشرفته محسوب می‌شود، خاورمیانه هم باید برای هرگونه استقرار زودهنگام در نظر گرفته شود. از این طریق، آمریکا همچنین می‌تواند به همسایگان ایران نیز دوباره اطمینان بدهد و توانایی خود را برای حمله سریع به هر تعداد هدف نظامی در سراسر ایران و منطقه با اطمینان و مصونیت (از مقابله) نشان دهد.

نگران‌کننده خواهد بود. این می‌تواند در نهایت به یک سامانه بمباران مداری به‌مراتب مشکل‌آفرین‌تر توسعه یابد که قادر به حمله سریع به هر جایی در دنیا باشد. با وجود اینکه فتاح هنوز ظاهراً چند سال تا توسعه کامل فاصله دارد، این موضوع صادق است.

در این میان، تهران کاملاً قادر است موشکی با توانمندی عملیاتی آغازین یعنی خرمشهر-۴ را تولید و آماده کند تا بتواند یک کلاهک هسته‌ای را در بردهای متوسط و میانی حمل و پرتاب کند. می‌توان انتظار داشت ایران چنین موشکی را، اگر تاکنون به شکلی محدود نداشته، به‌زودی در زرادخانه خود خواهد داشت. هرچند رژیم ایران به شکلی فزاینده از قدرت بازدارندگی متعارف خود اطمینان حاصل می‌کند، این را نیز درک می‌کند که وقتی با قدرت‌های مسلم هسته‌ای روبه‌رو شود، بازدارندگی نهایی به توانمندی سلاح هسته‌ای قابل استقرار متکی است.

در نتیجه این پرسش پیش می‌آید که برای محدود کردن ریسک‌های این توانمندی‌های در حال رشد ایران همراه با پیشروی مفروض آن به سمت توانمندی سلاح هسته‌ای چه می‌توان کرد. تاکنون آمریکا،

1. Farzin Nadimi, "Iran's New Ballistic Missile May Have North Korean ICBM Links," Policy Alert, Washington Institute for Near East Policy, September 27, 2017, <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/irans-new-ballistic-missile-may-have-north-korean-icbm-links>.
2. Farzin Nadimi, "Iran's Continued Push for a Nuclear-Ready Military Capability," PolicyWatch 3062, Washington Institute for Near East Policy, January 4, 2019, <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/irans-continued-push-nuclear-ready-missile-capability>.
3. "The Khoramshahr-4 Missile and Iran's Defense Industrial Achievements in the Past Four Decades" (in Persian), interview with Deputy Defense minister Mehdi Farahi, May 26, 2023, available at <https://telewebion.com/episode/0x6b4cbd0>.
4. Farzin Nadimi, "Iran's Ballistic Missile Arsenal Is Still Growing in Size, Reach, and Accuracy," PolicyWatch 3557, Washington Institute for Near East Policy, December 13, 2021, <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/irans-ballistic-missile-arsenal-still-growing-size-reach-and-accuracy>.
5. Jeffrey Lewis, "North Korea's Nuclear Weapons: The Great Miniaturization Debate," 38 North, February 5, 2015, <https://www.38north.org/2015/02/jlewis020515/>.
6. "How Will Kheibar Change Regional Dynamics?" (in Persian), YouTube video, 3:30:33, posted by "Jedaal," May 29, 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=SukfWt4EQV0>.
7. "The Nuclear Strategy of the System" (in Persian), Khamenei.ir, <https://farsi.khamenei.ir/others-dialog?id=9187>.
8. Jaganath Sankaran, *The United States' European Phased Adaptive Approach Missile Defense System* (Santa Monica, CA: Rand, 2015), https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR957.html.
9. See Farzin Nadimi: "Iran's Missile Defiance: Potential Threats to Europe, the Gulf, and Israel," PolicyWatch 3097, Washington Institute for Near East Policy, March 29, 2019, <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/irans-missile-defiance-potential-threats-europe-gulf-and-israel>; and "Europe Pushing Back on Iran's Ballistic Missile Program," PolicyWatch 3224, Washington Institute for Near East Policy, December 9, 2019, <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/europe-pushing-back-irans-ballistic-missile-program>.
10. Farzin Nadimi, "Iran Seeks to Strengthen Its Deterrence by Showing Off Its Missile Force," PolicyWatch 2512, Washington Institute for Near East Policy, October 28, 2015, <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/iran-seeks-strengthen-its-deterrence-showing-its-missile-force>.
11. "Handwritten Letter of Martyr Tehrani Moghaddam Addressed to the Leader of the Revolution" (in Persian), Khamenei.ir, August 21, 2016, <https://farsi.khamenei.ir/photo-album?id=38162>.
12. Fars News Agency, "Hajizadeh: Fattah Cannot Be Destroyed by Any Missile" (in Persian), June 6, 2023, <http://fna.ir/3cyfgi>.

درباره نویسنده

فرزین ندیمی هموند ارشد انستیتو واشنگتن، و کارشناس امور امنیتی و دفاعی ایران و حوزه خلیج فارس است. مطالعات او شامل فعالیت‌های فضایی سپاه (در خصوص پرتاب ماهواره نور-۱) و رویکرد در حال تکامل ایران نسبت به جنگ نامتقارن (در رابطه با توانمندی‌هایی دریایی ایران در خلیج فارس) است.

