

نگاهی به ویژگی‌های آخرین دستاورد موشکی کشور

«فتاح» کلید فتح دیوار دفاع موشکی دشمن



✔ **فتاح**، جدیدترین دستاورد موشکی کشور در یک نسل فنی جهش یافته

خبرشکن هم در ادامه همین مسیر ر طی کردند و با سرعت‌های پروازی هایپر سونیک و توان کنترل و تصحیح مسیر تا لحظه اصابت عملیاتی شدند، اما این موشک‌ها با وجود سرعت هایپر سونیک و حتی قابلیت کنترل اول‌الامکان اجرای مانورهای سنگین را در فازهای مختلف نداشتند و ثانیاً فاقد پیشران در داخل سرچنگی بودند. این دو مؤلفه، شاخصه‌های مهم سلاح‌های هایپر سونیک امروزی هستند که قله بزرگ بعدی پیش روی متخصصان موشکی کشور بود.

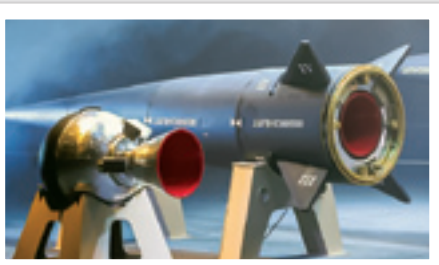
مزیت‌های سلاح هایپر سونیک در نبرد مدرن

ویژگی بسیار مهم تسلیحات هایپر سونیک سرعت سیر بسیار بالای آنهاست که سبب می‌شود در زمان کوتاهی به هدف خود برسند. مثلاً یکی از سلاح‌های در دست توسعه در امریکا با ایده ایجاد امکان حمله به هر نقطه از دنیا در کمتر از یک ساعت دنبال می‌شود، زیرا با داشتن سرعت ۲۰ مایخ که تقریباً برابر ۲۲ هزار کیلومتر بر ساعت است، می‌شود به هدف مذکور دست یافت. نمونه روسی هم دارای سرعت بیش از ۲۵ مایخ است.
شده و چینی‌ها هم در سواد رسیدن به سرعت بیش از ۲۰ مایخ هستند. از سوی دیگر این سرعت بالا سبب دشواری کشف و رهگیری و درگیری با سلاح هایپر سونیک هم می‌شود. بسیاری از رادارهای امروزی با وجود پیشرفت‌های فراوان امکان کشف اهدافی با سرعت پروازی چندده‌مایخ را ندارند. در نتیجه سرعت پروازی در این حد که البته در ارتفاعات بالا و در خارج از جو غلیظ ممکن می‌شود، سبب ناکارآمد شدن بسیاری از رادارهای جست‌وجو و کشف می‌شود. در صورت توانمند بودن رادار در کشف، باز هم سرعت بسیار بالای تسلیحات هایپر سونیک سبب دشواری فرایند ردگیری و فراهم کردن داده‌های دقیق برای موشک‌های ضدموشک می‌شود. لازم به ذکر است با توجه به سرعت پروازی حدود ۱۵ تا ۲۷ مایخ یعنی ۴۵/۸ تا ۳۳ کیلومتر بر ثانیه‌ای اغلب موشک‌های هایپر سونیک کوچک‌ترین خطای محاسباتی در سامانه دفاع موشکی سبب ایجاد فاصله قابل توجه بین موشک رهگیر و سلاح مهاجم هایپر سونیک می‌شود.

اما طراحان تسلیحات هایپر سونیک به همین قابلیت‌ها هم اکتفا نکرده‌اند و همانطور که پیش‌تر اشاره شد، قابلیت تغییر مسیر و انحراف از طی مدار بالستیکی مرسوم را هم در این تسلیحات ایجاد کرده‌اند. موشک‌های بالستیک به‌طور معمول روی مداری بیضوی طی مسیر می‌کنند که این مدار برای سامانه‌های دفاع موشکی پس از کشف موشک مهاجم قابل محاسبه با دقت بالاست. در نتیجه حتی در صورت افزایش سرعت سیر



✔ **سرچنگی موشک سجیل و ماده فناشونده به عنوان سپر حرارتی به رنگ مشکی در نوک آن**



✔ **نمای دیگری از موتور سوخت جامد کروی با خروجی با نازل متحرک برای کنترل بردار رانش در مرحله دوم فتاح**



✔ **نمای نزدیک از مرحله دوم موشک فتاح که محل قرارگیری موتور سوخت جامد و نیز بالک‌های کنترلی روی بدنه مشخص است**

روز پنج‌شنبه ۱۹ آبان ۱۴۰۱ و در حاشیه مراسم گرامیداشت یاد شهدای موشکی سپاه و سر دار شهید حاج

حسن طهرانی مقدم، فرمانده نیروی هوافضای سپاه از دستیابی این نیرو و به سلاح موشکی جدیدی با توانمندی بسیار بر تر از سامانه‌های فعلی خبر داد. سر دار حاجی زاده اعلام کرد سپاه موفق شده است موشک بالستیک با سرچنگی با سرعت بسیار

بالا و هایپر سونیک با توان مانور بالا در جو و خارج از جو بسازد. وی تصریح کرد که این سامانه به ویژه برای غلبه بر سپرهای دفاع موشکی چه آنها که در داخل جو عمل می‌کنند و چه انواعی که برای عملکرد در خارج از جو توسعه یافته‌اند، آماده شده و به واسطه سرعت بسیار بالا در عین قابلیت مانور، بعداً است تا سال‌های بعد هم سامانه‌های دفاع موشکی به توان دفاع در برابر این سلاح دست یابند.

با گذشت حدود شش ماه این موشک بالاخره به‌طور رسمی با نام «فتاح» نامی که فرمانده معظم کل قوا برای آن انتخاب کرده‌اند، رونمایی شد تا گشایش راه‌های جدیدی در قدرت موشکی کشور باشد. در این گزارش نگاهی به جنبه‌های مختلف سلاح هایپر سونیک جدید ایران می‌انازیم.

«هایپر سونیک» چیست؟

در دانش هوافضا بر اساس سرعت پرواز وسایل پرنده، سرعت آنها در دسته‌های فرسوت (ساب سونیک) که به سرعت‌های کمتر از سرعت صوت مربوط است، مانند سرعت اغلب پهپادها و هواپیماهای تجاری و بالگره‌ها، فرسوت (سوپر سونیک) برای سرعت‌های معادل صوت تا پنج برابر آن مانند سرعت اغلب موشک‌های تاکتیکی و هواپیماهای جنگنده و ابر صوت (هایپر سونیک) برای سرعت‌های پروازی بیش از پنج برابر صوت تقسیم می‌شوند. به سرعت معادل سرعت صوت، یک ماخ هم گفته می‌شود. بنا بر این وسایل پروازی با سرعت بالای پنج ماخ، در رژیم پروازی هایپر سونیک قرار می‌گیرند که شامل اغلب موشک‌های بالستیک برد متوسط و بالاتر که از دوران جنگ سرد در حال ساخت و توسعه هستند هم می‌شود.

با افزایش سرعت وسیله پروازی در رژیم‌های سرعتی مورد اشاره، اتفاقات بسیار مهمی رخ می‌دهد که هر یک به‌نوبه خود به افزایش پیچیدگی‌های علمی و فنی طراحی و ساخت وسایل پروازی در این بازه‌های سرعتی منجر می‌شود. شاید بتوان گفت مهم‌ترین چالش که با عبور سرعت از عدد ماخ مشهود می‌شود، تولید گرمای شدید در اثر برخورد لایه‌های هوا با جسم است. این حرارت به قدری با افزایش سرعت شدید می‌شود که عملاً فزات تحمل این حرارت را ندارد و به یکی از دلایل تأخیر در توسعه تسلیحات هایپر سونیک پیدا کردن راهکاری برای همین مورد بوده است. سپرهای حرارتی از مواد رسانمیکی چندلایه که در سامانه‌های فضای مورد استفاده قرار می‌گرفت هم در صورت نیاز به پرواز طولانی در جو غلیظ نیاز به ضخامت بالاداشتن که به‌وزن بیشتر وسیله منجر می‌شد یا در صورت استفاده از مواد ترکیبی پایه کربنی، زمان کوتاهی برای حرکت وسیله در داخل جو غلیظ با سرعت هایپر سونیک قابل حصول بود. چالش مهم دیگر در این رژیم سرعتی، نیاز به سامانه‌های بسیار دقیق با سرعت پاسخ بسیار بالا برای هدایت و کنترل موشک‌های هایپر سونیک است. در واقع با رسیدن به سرعت سیر چندهزار متر در هر ثانیه، کوچک‌ترین خطایی در محاسبات یا عملکرد عملگر کنترلی به خطایی محسوس تبدیل می‌شود که برای تسلیحات نظامی اهمیتی بسیار بالا دارد. بالاخره در چند دهه این مشکلات توسط برخی بازنگران عرضه صنعت موشکی در دنیا به شکلی رفع شد و برخی کشورها موفق به توسعه سرچنگی‌های بازگشت‌کننده به جو با سرعت پروازی هایپر سونیک برای موشک‌های بالستیک خود شدند.

اما در سال‌های اخیر طراحی نسل جدیدی از سلاح‌های پروازی با سرعت هایپر سونیک که دارای شکل‌های متفاوتی با سرچنگی موشک‌های بالستیک مرسوم هستند، سبب شده است نام سلاح‌های هایپر سونیک به صورت خاص‌تری بر سر زبان‌ها بیفتند. روسیه و امریکا به عنوان دو قطب اصلی پیشرو در صنعت هوافضا در زمینه توسعه تسلیحات هایپر سونیک هم جلوتر از سایرین بر حرکت کرده‌اند و اولی تا به امروز چندین نوع سلاح هایپر سونیک را به مرحله عملیاتی رسانده و دومی هم در حال تلاش برای رفع عیوب و رسیدن به آزمایش‌های موفق دست‌کم دو نوع سلاح هایپر سونیک است.

نکته دیگری که در تسلیحات هایپر سونیک در معنای امروزی و نه صرفاً فنی آن گنجانده می‌شود، قابلیت تغییر مسیر و نه صرفاً پیمودن مسیر بالستیکی موشک‌های بالستیک است. همانطور که اشاره شد، موشک‌های بالستیک برد متوسط و بالا قلم‌به‌به سرعت‌های هایپر سونیک می‌رسند اما سرچنگی آنها پس از جدایش از موتور اصلی روی یک مدار بالستیکی مشخص حرکت می‌کند. در تسلیحات امروزی هایپر سونیک امکان تغییر مسیرهای مکرر خارج از مدار بالستیکی و طی مسیرهای پیچیده هم لحاظ می‌شود که در ادامه به مزیت‌های این امر پرداخته می‌شود.

سابقه ایران در رژیم هایپر سونیک

با تعاریف مطرح‌شده از نظر علمی و فنی در بخش قبلی پیرامون سرعت هایپر سونیک مشخص می‌شود که متخصصان موشکی کشورمان از مدت‌ها پیش پا به عرصه سرعت‌های بالا گذاشته‌اند. در واقع با ساخت اولین نسل از شهاب ۳ در اواخر دهه ۱۳۷۰ که توان گذر از سرعت پنج ماخ را در بخش‌هایی از مسیر داشت، عملاً ایران نشان داد به برخی از فناوری‌های دیگر در توسعه وسایل پروازی در رژیم سرعتی هایپر سونیک دست یافته است. این موارد شامل سازه و بدنه تحمل‌کننده بارهای وارده در این سرعت هم، مواجهه با چالش حرارت تولیدی بالا در نوک دماغه سرچنگی پروازی در سرعت بالای ماخ ۵ و نیز نحوه پایدار سازی وسیله پروازی در این سرعت‌هاست.

در ادامه و با توسعه موشک‌های قدر و سجیل در دهه ۱۳۸۰، ایران پا به حرمیل بالای ۱۰ مایخ گذاشت که نیازمند استفاده از مواد خاصی در نوک دماغه موشک به عنوان سپر حرارتی بود. در برخی منابع سرعت موشک سجیل را ۱۴ مایخ اعلام کرده‌اند. تمام چالش‌های مطرح شده هم برای این موشک‌ها دوچندان شده است ولی متخصصان کشور با تولید انبوه این موشک‌ها نشان دادند راه‌حلهای مناسب را برای غلبه بر مشکلات می‌یابند. در دهه ۱۳۹۰ ساخت موشک عماد نشان داد ایران به فناوری هدایت و کنترل پرتابه‌هایی با سرعت بالا هم دست یافته است و نقطه‌زنی موشک‌های عماد و خرمشهر ۲ نشان‌دهنده تخصص کشور پا روی پله‌ای بالاتر در رژیم سرعتی بالا گذاشته‌اند.

در ادامه، موشک‌های تاکتیکی ایران هم پا به فراتر از ماخ ۵ گذاشتند که درفول اولین مورد آنها بود. عملکرد در خشان این موشک در اصابت بسیار دقیق به ساختمان‌های مدنظر در اختیار گروه تروریستی داعش در شرق سوریه در دو عملیات نشان داد موشک‌های سوخت جامد تاکتیکی ایران هم در سرعت‌های بالا قابل هدایت دقیق هستند. موشک‌های درفول و

✔ **سرچنگی یا همان مرحله دوم موشک فتاح با موتور سوخت جامد کروی**

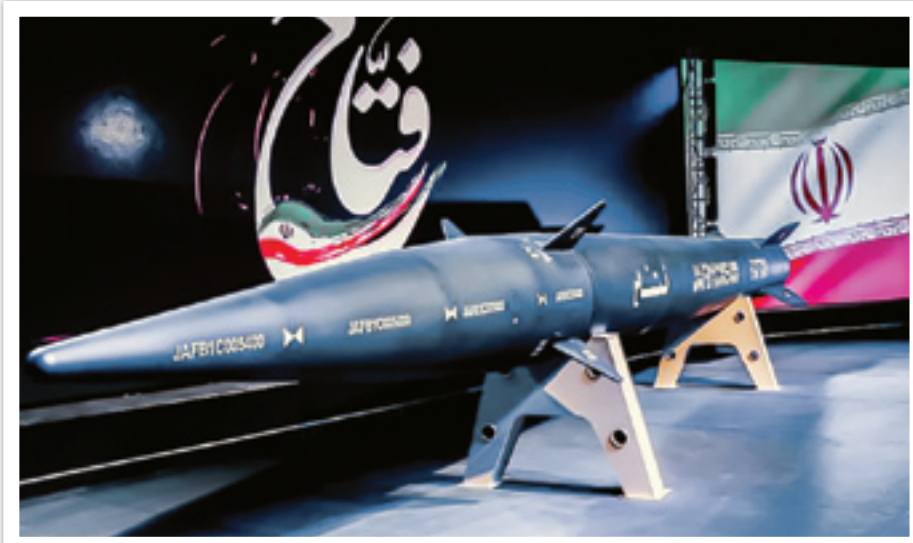


پرتابه باز هم درصداً کمی احتمال درگیری موفق با سلاح مهاجم پرسرعت وجود دارد، هر چند این امر بر پایه شلیک تعداد زیادی موشک پدافندی به سمت یک هدف مهاجم و البته در جو رقیق شاید ممکن باشد، زیرا سرعت موشک‌های پدافندی هم متناسب با غلظت هوا کاهش می‌یابد، اما در صورت ایجاد قابلیت تغییر مسیر، آن هم به صورتی که از هیچ رویه و الگوریتم تکراری تبعیت نکند، امکان ردگیری شدن پرتابه به کمترین حد ممکن می‌رسد.

لازم به ذکر است سامانه‌های راداری برای قفل کردن روی هدف، نیازمند پیش‌بینی مسیر آن در لحظه بعد از کشف هستند و در صورت کشف مجدد در محل احتمالی پیش‌بینی شده، قفل روی هدف صورت می‌گیرد اما در صورتی که سلاح مهاجم تغییر مسیر آن داده و در محلی غیر از محل پیش‌بینی شده توسط سامانه دفاع موشکی حضور داشته باشد، عملاً قفل راداری صورت نمی‌گیرد. در گام بعدی هم اگر بر فرض وجود قفل راداری، موشک پدافندی شلیک شود و اگر بر فرض، از نظر سرعت پروازی هم قابلیت مقابله با سلاح مهاجم را داشته باشد، تغییر مسیرهای سنگین صورت گرفته توسط سلاح هایپر سونیک موجب جا ماندن موشک پدافندی و خروج سلاح مهاجم از محدوده تأثیر سرچنگی



✔ **ماده مقاوم به حرارت در دماغه موشک فتاح**



✔ **موشک بالستیک فتاح، ضدسامانه‌های دفاع موشکی دشمن**

اعتراف شده است.

فتاح موشکی دومرحله‌ای است که مرحله دوم آن به جای یک سرچنگی فاقد پیشران که در موشک‌های قبلی ایرانی مرسوم بود، دارای یک پیشران کروی سوخت جامد است. در واقع برخلاف موشک‌های قبلی، در فتاح سرچنگی هم به تنهایی یک موشک کامل است. وجود پیشران در سرچنگی سبب می‌شود افت سرعت سرچنگی رخ ندهد و حتی افزایش سرعت نسبت به لحظه جدانشدن از موتور در مرحله اول محقق شود.

در پیشران کروی مرحله دوم فتاح، از نازل متحرک استفاده شده است. فناوری نازل متحرک برای کنترل بردار رانش برای موتورهای سوخت جامد اولین بار در کشور توسط سپاه در سال‌های اخیر توسعه یافته و در فتاح هم مجزئ شدن به این فناوری سبب شده است این موشک بتواند امکان اجرای مانورهای مختلف در خارج از جو را که بالک‌های کنترلی روی بدنه فاقد کارایی هستند، داشته باشد. این حرکت‌های مانوژی خارج از مسیر بالستیک همان راهکاری است که برای ناکارآمد کردن دسته‌ای از سامانه‌های دفاع موشکی عمل‌کننده در خارج از جو مورد نیاز است. در داخل جو غلیظ هم هر چند بالک‌های کنترلی کارایی دارند اما در صورت روشن بودن پیشران، هم امکان مانورهای سنگین‌تر به واسطه کنترل بردار رانش و هم حفظ سرعت ممکن می‌شود. در مرحله دوم فتاح، این موشک به قابلیت اصابت دقیق به هدف همچون موشک‌های قبلی می‌رسد که در ویدئوی انتشار یافته از اصابت فتاح به هدف هم مشخص است.

فرمانده نیروی هوافضای سپاه بر موشک فتاح را فعلاً هزار و ۴۰۰ کیلومتر اعلام کرده و گفته است در آینده برد آن هم افزایش داده خواهد شد. با برد فعلی فتاح می‌تواند هر نقطه از سرزمین‌های اشغالی فلسطین را از داخل مرزهای کشور مورد اصابت قرار دهد. این امر حتی از نقاطی در فاصله بیش از ۲۰۰ کیلومتری از مرزهای کشور در عمق خاک ایران هم قابل انجام است. طبق اعلام رسانه‌ها، موشک فتاح به سرعت ۱۳ تا ۱۵ ماخ دست پیدا می‌کند که عدد قابل قبولی برای یک سلاح هایپر سونیک محسوب می‌شود. طبق برخی گمانه‌زنی‌ها، این موشک در کمتر از شش دقیقه با شلیک از ایران به سرزمین‌های اشغالی می‌رسد. در گذشته هم برای موشک‌های دیگر ایرانی زمان پنج تا هفت دقیقه برای رسیدن به هدف‌های در بیشینه برد آنها ذکر شده بود. این زمان بسیار کمتر از عدد مورد نیاز برای جمع‌آوری سامانه‌های فعلی دفاع موشکی دشمن است. در واقع از آنجا که فتاح وظیفه اصلی تهاجم به ابزارهای دفاع موشکی دشمن را دارد، رسیدن به محل هدف پیش از جمع‌آوری آن بسیار حیاتی است. این‌ها خود نکته برجسته‌ای است که یک سلاح این سبب شده است دشمن به فکر فراری دادن سامانه‌های پدافندی خود در داخل سرزمین‌های تحت مدیریتش شود.

تفاوت‌های فتاح و خرمشهر ۱۴

کمتر از یک ماه پیش وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح از نسخه چهارم موشک بالستیک برد بلند خرمشهر رونمایی کرد. این موشک دارای سرعت ۱۶ ماخ در خارج از جو و هشت ماخ در فاز نهایی است. در واقع خرمشهر ۴ هم یک موشک هایپر سونیک دیگر به‌شمار می‌رود اما چه تفاوت‌هایی بین آن و فتاح وجود دارد؟

اصلی‌ترین تفاوت را شاید بتوان مأموریت این دو موشک عنوان کرد. همانطور که اشاره شد فتاح وظیفه اولیه انجام سامانه‌های دفاع موشکی دشمن در انواع مختلف فضا تان و باتریوت و ورو و ایجنس را دارد. از آنجا که ابزار اصلی و واکنش سریع ایران در مواجهه با امریکا و اسرائیل همین موشک‌های بالستیک در انواع معرفی شده بوده دشمن هم سرمایه‌گذاری سنگینی روی دفاع ضدموشکی داشته، در نتیجه فتاح از یک وظیفه راهبردی یعنی از دور خارج کردن سامانه‌های مذکور است. برای این منظور فتاح با مشخصات مطرح‌شده شامل سرعت هایپر سونیک و قابلیت مانورهای غیر قابل پیش‌بینی در خارج و داخل جو طراحی شده است تا دست هیچ سامانه دفاع ضدموشکی به آن نرسد. در ادامه و باز از دور خارج شدن پدافند موشکی دشمن، راه برای تهاجم گسترده و ایمن موشک‌های نسل قبلی هموار می‌شود تا ضربه خوردکننده به تمام از کان حیاتی دشمن در زمین و دریا محقق شود.

اما موشک خرمشهر ۴ یک موشک برد بلند با سرچنگی سنگین و دقت بسیار خوب برای انجام و محو کردن تأسیسات دشمن با بیش از یک تن مواد منفجره در سرچنگی منفرد خود است. نقش دیگر خرمشهر ۴ استفاده از کلاهک‌های مجتمع برای حمله هم‌زمان به چند هدف یا چند نقطه از یک هدف است. نقش دیگر استفاده از مهمات فرعی با یعملت به تعداد بالا برای پوشش دادن یک ناحیه گسترده از اهداف مختلف با حفاظت پایین است. به گفته فرمانده نیروی هوافضای سپاه تا ۸۰ راکت در سرچنگی هر یک از موشک‌های سنگین ایران قابل جایدهی است که می‌توانند محوطه گسترده‌ای را مورد اصابت قرار دهند.

تفاوت مهم دیگر مجزئ بودن فتاح به پیشران در کنار سرچنگی خود است که به آن امکان اجرای مانور سسنگین حتی در جو غلیظ را می‌دهد. در خرمشهر ۴ با استفاده از رانرگرهای کوچک کنترلی امکان تغییر مسیر در خارج از جو وجود دارد اما پس از تنظیم نهایی روی مسیر هدف، خرمشهر ۴ برای اصابت قطعی به هدف متناکی به سرعت سیر بالای خود است. در فتاح این قابلیت تغییر مسیر در جو هم اضافه شده است تا موشک به صورت مطمئنی از جنگ سامانه‌های دفاع موشکی در امان بماند و هدف خود را مورد اصابت قرار دهد.

تفاوت‌های دیگری هم بین فتاح و خرمشهر ۴ وجود دارد که شامل ابعاد کوچک‌تر فتاح برای استفاده چند فروندی روی پرتابگرهای موجود موشکی و نیز حمل‌ونقل و اختفا و انبار کردن سریع و س ساده و حتی مدفون سازی آن در زمین به سبک و سیاق مرزعه‌های موشکی رونمایی شده در سال‌های اخیر است، در حالی که خرمشهر ۴ یک سامانه موشکی سنگین است که یا به صورت تکی سوار بر پرتابگر متحرک می‌شود یا احتمالاً به صورت ذخیره شده در سیلوی موشکی زیرزمینی همچون سایر موشک‌های دوربرد قدر، سجیل و عماد قابل استفاده است. توضیحات بیشتر پیرامون موشک خرمشهر ۴ در شماره ۶۷۶۷ روزنامه جوان به تاریخ ۹ خرداد ۱۴۰۲ قابل مطالعه است.

همانطور که بازتاب‌های متعدد رونمایی از موشک‌های خرمشهر ۴ و به فاصله کمی از آن فتاح نشان می‌دهد، دشمن دریافته است قدرت موشکی ایران در حالت پوستاندازی و در حال حاضر یک گام یا بیشتر از فناوری‌های دفاعی دشمن جلوتر است. این امر سبب می‌شود دشمن در حرکت مره‌های خود برای توسعه آنی دنباله‌رو فضای ترسیم‌شده توسط نیروهای مسلح کشور باشد و همواره پشت سر حرکت‌های ایران مجبور به انتخاب مسیر باشد، البته در چندین عملیات موشکی اجراشده در خارج از مرزهای کشور، جلوه‌هایی از قدرت موشکی ایران اسلامی برای دشمن آشکار شده است که هنوز هم هیاهوی سفیر در دناک آنها در مغز مزدوران دشمن جریان دارد.