

تفاوت موشک‌های بالستیک و کروز در ایران

و پیشرفت همه جانبه سیستم جنگی ایران

(تاریخ دریافت ۱۴۰۵/۰۱/۲۵ تاریخ تصویب ۱۴۰۵/۰۲/۰۴)

سعید چولکی

فارغ التحصیل کارشناسی، فیزیک، دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

در عصر حاضر، قدرت نظامی یکی از ارکان مهم امنیت ملی کشورها محسوب می‌شود. جمهوری اسلامی ایران به عنوان یکی از کشورهای تأثیرگذار در منطقه خاورمیانه، طی دهه‌های گذشته سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در حوزه فناوری‌های دفاعی و موشکی انجام داده است. در این میان، موشک‌های بالستیک و کروز به عنوان دو شاخه اصلی توان موشکی کشور، نقش کلیدی در بازدارندگی دفاعی ایفا می‌کنند. اهمیت مقاله: درک تفاوت‌های این دو نوع موشک، نه تنها از نظر فنی بلکه از منظر استراتژیک و دفاعی حائز اهمیت است. هر یک از این موشک‌ها ویژگی‌ها، مزایا و کاربردهای متفاوتی دارند که در کنار یکدیگر، قدرت دفاعی چندوجهی را تشکیل می‌دهند. اهداف مقاله: ۱) تبیین تفاوت‌های فنی و تاکتیکی موشک‌های بالستیک و کروز ۲) بررسی توانمندی‌های موشکی ایران در هر دو حوزه ۳) ارزیابی پیشرفت‌های همه‌جانبه سیستم جنگی کشور

ساختار مقاله: این مقاله در سه بخش اصلی ارائه می‌شود: بخش نخست به تفاوت‌های موشک‌های بالستیک و کروز می‌پردازد، بخش دوم توانمندی‌های موشکی ایران را بررسی می‌کند، و بخش پایانی نتیجه‌گیری و جمع‌بندی را ارائه می‌دهد.

نتایج مقاله: ایران با ترکیب موشک های بالستیک (قدرت ضربه و سرعت) و کروز (دقت و مانور)، یک سیستم دفاعی چند لایه ایجاد کرده که بازدارندگی دفاعی کشور را تقویت می کند. این پیشرفت ها در چهارچوب دکترین دفاعی و تأمین امنیت ملی صورت گرفته است.

واژگان کلیدی: موشک بالستیک، موشک کروز، بازدارندگی، توان موشکی ایران

مقدمه

در عصر حاضر که تحولات ژئوپلیتیکی و نظامی سرعت بی سابقه ای یافته است، فناوری موشکی به عنوان یکی از شاخص های اصلی قدرت دفاعی کشورها مطرح می باشد. جمهوری اسلامی ایران با درک این واقعیت و با تکیه بر توانمندی های علمی و فنی داخلی، در طول چهار دهه گذشته گام های بلندی در مسیر توسعه صنایع دفاعی و موشکی برداشته است. موشک های بالستیک و کروز دو ستون اصلی توان موشکی ایران را تشکیل می دهند. موشک های بالستیک با پرواز در مسیر منحنی و خارج از جو زمین، سرعت و برد بالایی را فراهم می آورند و برای ضربات سنگین و سریع به اهداف استراتژیک مورد استفاده قرار می گیرند. در مقابل، موشک های کروز با پرواز در ارتفاع پایین و دنبال کردن توپوگرافی زمین، دقت بالا و قابلیت مانور فوق العاده ای دارند. ایران امروزه در زمره کشورهای پیشرو منطقه در حوزه فناوری موشکی قرار دارد و با توسعه انواع موشک های بالستیک و کروز، توانسته است قدرت دفاعی بازدارنده ای را برای تأمین امنیت ملی خود ایجاد کند. این پیشرفت ها در حالی صورت گرفته که کشور با تحریم ها و محدودیت های متعدد بین المللی مواجه بوده است.

بخش اول: بررسی و شناسایی موشک های بالستیک

موشک بالستیک یکی از مهم ترین و تاثیر گذارترین فناوری های نظامی عصر ما به شمار می رود که نه تنها معادلات نبرد، بلکه چشم انداز ژئوپلیتیک جهانی را نیز به کلی تغییر داده است. اگر بخواهیم به این پرسش که «موشک بالستیک چیست» یک پاسخ ساده بدهیم، باید بگوییم این سلاح یک پرتابه ی قدرتمند است که بخش بزرگی از مسیر خود را بدون نیروی موتور و تنها با تکیه بر شتاب اولیه ی خود طی می کند؛ درست مانند سنگی که با قدرت پرتاب می شود و یک مسیر کمانی را در آسمان می پیماید. این ویژگی منحصر به فرد، موشک بالستیک را به ابزاری کلیدی در راهبردهای دفاعی و بازدارندگی بسیاری از کشورهای جهان تبدیل کرده است.

موشک بالستیک چیست؟ این موشک پس از روشن شدن موتورهای قدرتمند خود در دقایق اولیه، با سرعتی سرسام آور اوج می گیرد. اما پس از اتمام سوخت، موتورهای خاموش می شوند و موشک به یک جسم رها شده در فضا تبدیل می شود که مسیر آن تنها تحت تاثیر نیروی گرانش و تکانه ی اولیه ی پرتاب قرار دارد. این مسیر کمانی شکل که بخش زیادی از آن در خارج از جو زمین طی می شود، «مسیر بالستیک» نام دارد. هر موشک بالستیک از سه جزء اصلی تشکیل می شود: سیستم پیشرانش که انرژی اولیه را تامین می کند، سامانه ی هدایت که مسیر را در فاز اولیه تنظیم می کند و کلاهک جنگی که بخش تخریب کننده ی سلاح است. (IIS), (۲۰۲۳)) سیستم های پیشرانش که نیروی محرکه ی اصلی موشک را فراهم می کنند، به دو دسته ی اصلی تقسیم می شوند: سوخت مایع و سوخت جامد. موشک های سوخت مایع، از سوخت و اکسیدکننده ای استفاده می کنند که در مخازن جداگانه نگهداری می شوند. این فناوری نیروی رانش زیادی تولید می کند، اما یک ضعف بزرگ دارد: فرآیند سوخت گیری پیش از پرتاب، زمان بر و پیچیده است. این تاخیر، یک نقطه ی ضعف حیاتی ایجاد می کند، زیرا دشمن فرصت پیدا می کند تا فعالیت های آماده سازی را شناسایی کرده و حمله ای پیشگیرانه انجام دهد. (موسسه مطالعات دفاعی؛ (۱۴۰۲)) در مقابل، موشک های

سوخت جامد یک جهش بزرگ در این فناوری بودند. در این نوع موشک، سوخت و اکسیدکننده از قبل به صورت یک ترکیب پایدار و جامد در بدنه‌ی موشک قرار گرفته‌اند. این ویژگی به موشک‌های سوخت جامد مزایای راهبردی بی‌نظیری می‌بخشد. آن‌ها بسیار سریع‌تر آماده‌ی شلیک می‌شوند، نگهداری ساده‌تری دارند و قابل اعتمادتر هستند. این توانایی واکنش سریع، آسیب‌پذیری پیش از پرتاب را تقریباً به صفر می‌رساند و به یک موشک بالستیک اجازه می‌دهد تا به یک سلاح بازدارنده‌ی واقعی با قابلیت «حمله‌ی دوم» تبدیل شود. یعنی حتی اگر کشوری مورد حمله‌ی غافلگیرانه قرار بگیرد، همچنان می‌تواند با سرعت به آن پاسخ دهد.

پرواز یک موشک بالستیک فرآیندی مهندسی شده و دقیق است که در سه مرحله‌ی اصلی انجام می‌شود و می‌تواند در کمتر از ۳۰ دقیقه، یک کلاهک جنگی را از قاره‌ای به قاره‌ی دیگر منتقل کند. مرحله‌ی بوست (Phase Boost): این مرحله که بین ۳ تا ۵ دقیقه طول می‌کشد، با احتراق موتورهای جدا شدن موشک از سکوی پرتاب آغاز می‌شود. در این فاز، موشک با نیرویی عظیم به سمت خارج از جو زمین حرکت می‌کند. به دلیل شعله‌ی بزرگ و حرارت شدید موتورهای، شناسایی موشک در این مرحله توسط ماهواره‌های هشدار اولیه آسان‌تر است و به همین دلیل، این فاز بهترین فرصت برای سیستم‌های دفاعی جهت رهگیری به شمار می‌رود.

مرحله‌ی میانی (Phase course-Mid): پس از خاموش شدن موتورهای، طولانی‌ترین بخش سفر موشک آغاز می‌شود. کلاهک جنگی در سکوت و خلا فضا، یک مسیر کمّانی قابل پیش‌بینی را بر اساس قوانین فیزیک طی می‌کند. اما این مرحله، یک میدان نبرد خاموش و راهبردی است. موشک‌های پیشرفته در این فاز چندین کلاهک مستقل (MIRV) و ده‌ها هدف فریبنده (Decoy) را رها می‌کنند. این کار سیستم‌های دفاعی دشمن را با چالشی بزرگ روبرو می‌کند؛ آن‌ها باید در میان انبوهی از اهداف واقعی و کاذب که همگی با سرعتی نزدیک به ۲۵,۰۰۰ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کنند، کلاهک‌های اصلی را تشخیص دهند.

مرحله‌ی پایانی (Phase Terminal): این مرحله با ورود مجدد کلاهک به جو زمین شروع می‌شود. وسیله‌ی بازورود (Vehicle entry-Re) با سرعتی باورنکردنی به لایه‌های متراکم جو برخورد کرده و به دلیل اصطکاک شدید با هوا، به یک گلوله‌ی آتشین تبدیل می‌شود. در این مرحله، قدرت تخریب موشک بالستیک به اوج خود می‌رسد. این قدرت ویرانگر فقط ناشی از انفجار کلاهک نیست، بلکه انرژی جنبشی عظیم حاصل از سرعت فراصوت نیز به آن اضافه می‌شود. (Jane's Defence Weekly، ۲۰۲۳)

سرعت موشک بالستیک: یکی از ترسناک‌ترین ویژگی‌های این سلاح، سرعت موشک بالستیک است. این موشک‌ها هنگام بازگشت به جو به سرعت‌های هایپرسونیک (فراصوت) دست پیدا می‌کنند که به معنای سرعتی بیش از ۵ برابر سرعت صوت (ماخ ۵) است. موشک‌های بالستیک قاره‌پیما در فاز نهایی پرواز خود می‌توانند به سرعتی فراتر از ماخ ۲۳، یعنی حدود ۲۸,۰۰۰ کیلومتر بر ساعت، برسند. برای مثال، موشک III Minuteman آمریکا با سرعت تقریبی ۲۳ ماخ و موشک Sarmat ۲۸-RS روسیه با سرعتی بیش از ۲۰ ماخ حرکت می‌کنند. این سرعت فوق‌العاده بالا، زمان واکنش سامانه‌های دفاعی را به چند دقیقه یا حتی چند ثانیه کاهش می‌دهد و رهگیری آن را به مأموریتی بسیار دشوار تبدیل می‌کند. یکی از جنبه‌های جالب این سلاح، صدای موشک بالستیک است. در لحظه‌ی پرتاب، صدای غرش مهیبی تولید می‌شود. اما در سمت هدف، داستان کاملاً متفاوت است. از آنجایی که کلاهک جنگی با سرعتی بسیار بیشتر از سرعت صوت حرکت می‌کند، قبل از رسیدن صدای حرکت آن به زمین، به هدف برخورد کرده و منفجر می‌شود. این یعنی قربانیان یک حمله‌ی بالستیک، انفجار را پیش از شنیدن هر صدایی تجربه می‌کنند. (موسسه مطالعات دفاعی؛ ۱۴۰۲) در میان انواع مختلف، موشک بالستیک قاره‌پیما (ICBM) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این موشک‌ها که بردی بیش از ۵,۵۰۰ کیلومتر دارند، برای حمل کلاهک‌های هسته‌ای طراحی شده‌اند و ستون فقرات زرادخانه‌های استراتژیک قدرت‌های بزرگ جهانی را تشکیل می‌دهند.

یک موشک بالستیک قاره پیما قادر است در کمتر از نیم ساعت هر نقطه‌ای روی کره‌ی زمین را هدف قرار دهد.

ICBM های مدرن اغلب به فناوری کلاهک‌های چندگانه‌ی مستقل (MIRV) مجهز هستند. این فناوری به یک موشک اجازه می‌دهد چندین کلاهک هسته‌ای را حمل کند که هر کدام می‌توانند پس از رها شدن در فضا، به سمت یک هدف جداگانه هدایت شوند. این قابلیت، قدرت تخریب یک موشک بالستیک را به شکل چشمگیری افزایش می‌دهد. برای اطمینان از بقا در برابر حمله‌ی دشمن و حفظ توانایی پاسخ، ICBM ها در سکوهای پرتاب متنوعی مستقر می‌شوند: سیلوهای زیرزمینی؛ سازه‌هایی مستحکم که از موشک محافظت می‌کنند، اما موقعیت آن‌ها ثابت و مشخص است. پرتابگرهای متحرک جاده‌ای: این پرتابگرها روی کامیون‌های عظیم نصب شده‌اند و با جابجایی مداوم، یافتن و نابود کردن آن‌ها پیش از شلیک بسیار دشوار می‌شود. زیردریایی‌ها: اوج فناوری بازدارندگی، موشک‌های بالستیک قابل پرتاب از زیردریایی (SLBM) هستند. یک زیردریایی اتمی می‌تواند ماه‌ها در اعماق اقیانوس‌ها پنهان بماند و تضمین‌کننده‌ی قطعی توانایی «حمله‌ی دوم» باشد. (Middle East Journal (۲۰۲۱)

بند اول: فرق موشک بالستیک با هایپرسونیک

در سال‌های اخیر، با ظهور نسل جدیدی از سلاح‌ها، عبارت «موشک هایپرسونیک» بسیار رایج شده است. درک فرق موشک بالستیک و هایپرسونیک برای فهم آینده‌ی جنگ‌های مدرن ضروری است.

نکته‌ی کلیدی این است: هرچند یک موشک بالستیک در فاز نهایی خود با سرعت هایپرسونیک (بیش از ۵ ماخ) حرکت می‌کند، اما مسیر آن قابل پیش‌بینی است. سیستم‌های دفاعی امروزی با محاسبه‌ی همین مسیر کمّانی شکل، برای رهگیری آن اقدام می‌کنند. اما «سلاح هایپرسونیک» به دسته‌ی جدیدی از موشک‌ها گفته می‌شود که دو ویژگی را با هم

ترکیب می‌کنند: سرعت بسیار بالا و قابلیت مانور غیرقابل پیش‌بینی. (مرکز تحقیقات مجلس شورای اسلامی؛ (۱۴۰۱))

این سلاح‌ها به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند:

گلایدهای هایپرسونیک (HGV): این سلاح‌ها ابتدا توسط یک راکت به ارتفاع بالایی پرتاب می‌شوند و سپس با سرعتی بیش از ۵ ماخ در لایه‌های بالایی جو شروع به سُر خوردن (Glide) به سمت هدف می‌کنند و می‌توانند در طول مسیر خود به طور مداوم تغییر جهت دهند. موشک‌های کروز هایپرسونیک (HCM): این موشک‌ها از موتورهای پیشرفته‌ای مانند «اسکرم‌جت» برای حفظ سرعت هایپرسونیک خود در تمام طول پرواز استفاده می‌کنند. بنابراین، تفاوت اصلی این است: موشک بالستیک سریع اما قابل پیش‌بینی است؛ سلاح هایپرسونیک هم سریع و هم غیرقابل پیش‌بینی است. این قابلیت مانورپذیری، سلاح‌های هایپرسونیک را به یک تهدید جدی برای سامانه‌های دفاعی فعلی تبدیل کرده است.

لانچر موشک بالستیک: یک موشک به تنهایی کارایی ندارد و لانچر موشک بالستیک بخش جدایی‌ناپذیر این سامانه است. لانچرها یا سکوها پرتاب به سه دسته‌ی اصلی تقسیم می‌شوند:

لانچرهای ثابت: این لانچرها که معمولاً به شکل سیلوهای مستحکم زیرزمینی ساخته می‌شوند، از موشک محافظت می‌کنند اما موقعیت آن‌ها برای دشمن شناسایی شده است.

لانچرهای متحرک: این سیستم‌ها که روی کامیون‌های بزرگ (TEL) یا قطار نصب می‌شوند، با قابلیت جابجایی و پنهان شدن، شانس بقای موشک‌ها را به شدت افزایش می‌دهند.

لانچرهای دریایی: پیشرفته‌ترین نوع لانچر، سامانه‌های پرتاب عمودی نصب‌شده روی زیردریایی‌های اتمی هستند که به دلیل پنهان‌کاری فوق‌العاده، امن‌ترین بخش از توان بازدارندگی یک کشور محسوب می‌شوند.

موشک بالستیک هواپرتاب: نوع خاصی از این سلاح ها، موشک بالستیک هواپرتاب (ALBM) است. در این حالت، یک هواپیمای بزرگ، موشک را تا ارتفاع بالایی حمل کرده و سپس آن را رها می کند. در واقع هواپیما نقش «مرحله ی اول» را برای موشک ایفا می کند. این روش مزایای راهبردی مهمی دارد، از جمله افزایش قابل توجه برد موشک و ایجاد انعطاف پذیری در انتخاب نقطه ی شلیک که کار را برای سیستم های دفاعی دشمن بسیار پیچیده تر می کند.

جایگاه موشک بالستیک در معادلات جهانی: فراتر از ویژگی های فنی، موشک بالستیک یک ابزار قدرتمند در عرصه ی ژئوپلیتیک است. در اختیار داشتن این فناوری، وزنه ی سیاسی یک کشور را در معادلات بین المللی به شکل چشمگیری افزایش می دهد. برای کشورهایی که ممکن است از نظر نیروی هوایی متعارف قدرتمند نباشند، توان موشکی به یک عامل بازدارنده ی حیاتی تبدیل می شود. این موشک ها با ایجاد تهدید یک پاسخ ویرانگر، دشمنان بالقوه را از اقدام نظامی منصرف می کنند. به همین دلیل، توسعه ی صنایع موشکی برای بسیاری از کشورها به یک رکن اصلی در دکترین امنیتی و راهبرد دفاعی آن ها تبدیل شده است. موشک های بالستیک موشک هایی هدایت شونده هستند که پس از شلیک، با نیروی موتور خود تا ارتفاع زیادی اوج می گیرند و سپس با استفاده از نیروی جاذبه زمین و با هدایت سامانه های پیشرفته، مسیر باقی مانده را به سمت هدف طی می کنند. ایران در دهه های اخیر پیشرفت های چشمگیری در این حوزه، از جمله در دستیابی به فناوری سوخت جامد، افزایش چشمگیر برد و دقت نقطه زنی، و توسعه سیستم های پرتاب متحرک و پدافندی داشته است. (پژوهشکده تحقیقات راهبردی؛ ۱۳۹۹))

بند دوم: بخشی از زرادخانه موشک های بالستیک ایران

موشک های بالستیک کوتاه برد: این موشک ها برای اهداف تاکتیکی و منطقه ای طراحی شده اند و یکی از مهره های اصلی نقطه زنی ایران در نبردهای نزدیک را تشکیل می دهند.

موشک شهاب ۱ و ۲: شهاب ۱ و ۲ نمونه های مهندسی معکوس و توسعه یافته موشک های اسکاد هستند. شهاب ۱ با برد حدود ۳۰۰ کیلومتر و شهاب ۲ با برد حدود ۵۰۰ کیلومتر، از اولین موشک های بالستیک ایران بودند که در دوران جنگ ایران و عراق و پس از آن، نقش مهمی در توان دفاعی کشور ایفا کردند. (خبرگزاری فارس، بخش دفاعی؛ (۱۴۰۳))

خانواده موشک فاتح (فاتح ۱۱۰، ذوالفقار و دزفول): خانواده فاتح، نماد دقت در صنعت موشکی ایران است.

فاتح ۱۱۰: یک موشک تک مرحله ای سوخت جامد که به دلیل دقت بسیار بالای خود شهرت دارد. نسل های مختلف آن بردی بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتر دارند. (خبرگزاری فارس، بخش دفاعی؛ (۱۴۰۳))

ذوالفقار: نسخه ای دوربردتر از فاتح با برد ۷۰۰ کیلومتر.

دزفول: نسخه ای دیگر با برد ۱۰۰۰ کیلومتر که توان نقطه زنی ایران را به شکل قابل توجهی افزایش داده است.

موشک های بالستیک میان برد ک این دسته از موشک ها نقش مهمی در توان بازدارندگی راهبردی ایران برعهده دارند و قادرند اهدافی را در شعاع وسیعی در منطقه خاورمیانه و بخش هایی از اروپا پوشش دهند.

موشک سجیل: موشک سجیل یکی از پیشرفته ترین و مهم ترین دستاوردهای موشکی ایران به شمار می رود. این موشک دو مرحله ای، اولین موشک بالستیک میان برد ایران با سوخت جامد

است. استفاده از سوخت جامد مزایای بسیاری از جمله کاهش زمان آماده‌سازی برای پرتاب به چند دقیقه، افزایش مانورپذیری و سهولت در نگهداری را به همراه دارد. برد موشک سجیل بین ۲ هزار تا ۲۵۰۰ کیلومتر تخمین زده می‌شود.

موشک خرمشهر (خیبر): موشک خرمشهر که نسل چهارم آن با نام خیبر نیز شناخته می‌شود، یکی از قدرتمندترین موشک‌های بالستیک سوخت مایع ایران با برد ۲ هزار کیلومتر است. این موشک قابلیت حمل سرچنگی بسیار سنگین تا ۱۵۰۰ کیلوگرم را دارد و می‌تواند به‌جای یک کلاهک، چندین کلاهک یا مجموعه بمب (ریزبمب) حمل کند تا اهداف متعددی را در یک منطقه نابود کند. این دو موشک، نمونه‌های ارتقایافته و پیشرفته‌تر شهاب ۳ هستند. موشک قدر با بردی تا ۱۹۵۰ کیلومتر، از دقت بالاتری برخوردار است. موشک عماد با برد ۱۷۰۰ کیلومتر، اولین موشک بالستیک دوربرد ایران با قابلیت هدایت و کنترل تا لحظه اصابت است که این ویژگی، دقت نقطه‌زنی فوق‌العاده‌ای به آن می‌دهد.

موشک حاج قاسمک این موشک بالستیک سوخت جامد که به یاد سردار «قاسم سلیمانی» نام‌گذاری شده، با برد ۱۴۰۰ کیلومتر، یکی از دقیق‌ترین موشک‌های تاکتیکی ایران است. این موشک با سرچنگی جداشونده و هدایت‌پذیر، قابلیت عبور از سامانه‌های پدافندی را دارد و می‌تواند اهداف را با خطای کمتر از ۱۰ متر مورد اصابت قرار دهد.

موشک فتاح (هایپرسونیک): موشک فتاح، یک دستاورد انقلابی و اولین موشک هایپرسونیک (ابرصوت) ایران است. این موشک با برد ۱۴۰۰ کیلومتر و سرعتی بین ۱۳ تا ۱۵ ماخ، به یک سرچنگی مانوردهنده مجهز است که می‌تواند پس از خروج از جو، با سرعت بسیار بالا مسیر خود را تغییر دهد و از تمامی سامانه‌های پدافند موشکی موجود عبور کند.

موشک عاشورا و فجر ۳: موشک عاشورا یک موشک میان‌برد دو مرحله‌ای با سوخت جامد و برد حدود ۲ هزار تا ۲۵۰۰ کیلومتر است که به عنوان جایگزین پیشرفته شهاب ۳ توسعه یافته است. اطلاعات فنی فجر ۳ محدود است، اما گفته می‌شود این موشک با برد تخمینی ۲۵۰۰

کیلومتر، دارای قابلیت حمل کلاهک‌های چندگانه (MRV) برای مقابله با سپرهای دفاعی است.

موشک‌های بالستیک دوربرد: این دسته شامل پروژه‌های استراتژیک و ماهواره‌برهایی با برد بسیار بالا است که توانایی رسیدن به اهداف در فواصل دور و قرار دادن ماهواره در مدار زمین را دارند. فناوری این پرتابگرها ارتباط نزدیکی با موشک‌های بالستیک قاره‌پیما (ICBM) دارد.

موشک شهاب ۴، ۵ و ۶: این سه پروژه به عنوان نسل‌های بعدی خانواده شهاب، با هدف دستیابی به بردهای بسیار بلندتر تعریف شده‌اند. شهاب ۴ به عنوان یک موشک با قابلیت حمل ماهواره توصیف شده است. اطلاعات عمومی درباره شهاب ۵ و شهاب ۶ (کوثر) بسیار محدود است، اما گمان می‌رود این پروژه‌ها با هدف توسعه موشک‌های بالستیک قاره‌پیما با برد بیش از ۵ هزار و ۵۰۰ کیلومتر باشند. (خبرگزاری فارس، بخش دفاعی؛ (۱۴۰۳))

ماهواره‌بر سفیر: سفیر یک پرتابگر فضایی دومرحله‌ای با سوخت مایع است که برای قراردادن ماهواره‌های کوچک در مدار پایین زمین (LEO) طراحی شده است. این ماهواره‌بر در سال ۱۳۸۷ موفق شد اولین ماهواره بومی ایران، یعنی ماهواره امید، را با موفقیت در مدار زمین قرار دهد و ایران را به جمع کشورهای دارای توانایی پرتاب مستقل ماهواره وارد کند.

ماهواره بر سیم‌رغ و قائم: این دو، نسل‌های جدیدتر و قدرتمندتر پرتابگرهای فضایی ایران هستند. سیم‌رغ، که به آن سفیر-۲ نیز گفته می‌شود، قادر است ماهواره‌های سنگین‌تری را در مدارهای بالاتر قرار دهد. (خبرگزاری فارس، بخش دفاعی؛ (۱۴۰۳)) قائم ۱۰۰ نیز اولین ماهواره‌بر سه مرحله‌ای سوخت جامد ایران است که می‌تواند ماهواره‌ای با وزن ۸۰ کیلوگرم را در مدار ۵۰۰ کیلومتری زمین قرار دهد و گامی مهم در جهت دستیابی به مدارهای بالاتر مانند مدار ۳۶ هزار کیلومتری (GEO) محسوب می‌شود.

موشک بالستیک ضد کشتی: این دسته از موشک ها، یک نوآوری استراتژیک برای مقابله با تهدیدات دریایی هستند و توانایی هدف قرار دادن شناورهای بزرگ متحرک را از فاصله دور دارند.

موشک خلیج فارس: موشک خلیج فارس یک موشک بالستیک ضد کشتی مافوق صوت و تک مرحله ای با سوخت جامد است. این موشک که براساس پلتفرم فاتح ۱۱۰ توسعه یافته، به یک جستجوگر اپتیکی مجهز شده که به آن اجازه می دهد تا در فاز نهایی حمله، شناورهای متحرک دشمن (مانند ناوهای هواپیمابر) را با دقت بالایی شناسایی کند و هدف قرار دهد. برد این موشک حدود ۳۰۰ کیلومتر است و به عنوان یک ابزار قدرتمند برای کنترل و دفاع از آب های منطقه ای و ایجاد بازدارندگی دریایی شناخته می شود.

بخش دوم: بررسی و تشریح موشک های کروز

سامانه موشکی کروز (Cruise missile) نوعی هواگرد بی سرنشین هدایت شونده و بالستیک است که مسیر آن تا رسیدن به هدف قابل تغییر و هدایت است. در اغلب سامانه های کروز از نوعی موتور جت استفاده می شود در حالیکه موشک های دیگر از موتور راکتی استفاده می کنند. موشک های کروز معمولاً تمام مسیر خود را در ارتفاع بسیار پائین (برای جلوگیری از تشخیص توسط رادارهای دشمن) و با سرعت تقریباً ثابت با سرعت مافوق صوت یا نزدیک به صوت طی می کنند. تفاوت موشک کروز با پهپاد اینست که کروزها فقط به عنوان یک سلاح استفاده می شوند و کلاهک جنگی بخشی از بدنه آنهاست.

از نظر قدمت سلاح آلمانی وی-۱ اولین کروز عملیاتی است که در سال ۱۹۴۴ علیه انگلیس به کار گرفته شده وی-۱ها با ۷۰ درصد ناکامی از موفقیت نسبی برخوردار بودن پرواز مستقیم و سرعت کم این موشک باعث می شد که درجه آسیب پذیری و ضایعات آن بیشتر شود و همچنین به وسیله رادارهای دشمن کشف، رهگیری و توسط هواپیماهایی که سرعت بیشتری را داشتند مورد هدف قرار بگیرند. بعد از جنگ جهانی دوم هر دو بلوک شرق و

غرب دستیابی به موشک‌های دورپرواز همراه با انعطاف‌پذیری بیشتر را دنبال کردند تا اینکه در سال ۱۹۷۰ پیشرفت‌هایی در میکروالکترونیک، رایانه و موتورهای توربوفن کوچک حاصل شد. بهره‌گیری از این دو پدیده فناوری ساخت موشک‌های کروز امروزی را امکان‌پذیر ساخته است.

موشک کروز دارای چهار ویژگی زیر است:

(۱) موشک در طبقات پایین جو (۳ کیلومتر یا ۱۰۰۰۰ پا) از نیروی آئرودینامیکی استفاده می‌کند.

(۲) در حین پرواز قادر به تغییر مسیر و ارتفاع است و می‌تواند این کار را به دفعات تکرار کند.

(۳) بردی بیشتر از ۵۰ کیلومتر دارد.

(۴) در یک پرواز عادی یکسره، موشک در تمام مسیر هدایت شده و حامل انواع مختلفی از سر جنگی است. با تعریف فوق موشک‌های کروز امروزه طیف گسترده‌ای از موشک‌ها نظیر استیکس روسی، کرم ابریشم چینی، اگزوست فرانسه و (هارپون آمریکا) را در بر می‌گیرد.

نکته مهم در مورد موشک کروز این است که این موشک به ساعت‌ها پرواز نیاز دارد. با این وضعیت با توجه به هدایت لختی اولیه این امکان وجود دارد که موشک صدها متر از مسیر منحرف شود. زیرا اگر چه با هدایت از این نوع لختی امکان انحراف برای موشکی که ده‌ها دقیقه پرواز می‌کند کم است، ولی برای موشکی که ساعت‌ها باید ادامه طریق دهد مناسب نیست. (فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک؛ (۱۴۰۰)) برای رفع عیب باید نوعی تصحیح در مسیر انجام شود تا در عمل مکمل هدایت اصلی آن باشد. انواع روش‌هایی که در سامانه‌های هدایت کروز مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

بند اول: سامانه انطباق متقابل پشت سر هم جغرافیایی

این سامانه بر اساس اطلاعات دقیق توپوگرافی از زمین استوار است. در این روش محوطه‌ای از سطح زمین به طول ۱۰ کیلومتر و به عرض ۲ کیلومتر به مربع‌های یکصد متری تقسیم و ارتفاع متوسط در هر کدام از آن را مشخص و به صورت ماتریس (۲۰۰۰) رقم مختلف و هر رقم مخصوص مربع خاصی از زمین مورد نظر) به صورت دیجیتال به حافظه رایانه وارد می‌شود. موشک وقتی به محوطه مورد نظر رسید ارقام اندازه‌گیری شده را با ارقام ارسالی از موشک در حافظه مقایسه می‌کند و با توجه به نتیجه مقایسه موقعیت محل شناسایی شده و دستور بعدی را از طریق دستگاه محاسبه به سامانه کنترل خودکار صادر می‌کند. بررسی‌های بعدی در زمانی که موشک به هدف نزدیک می‌شود انجام می‌گیرد و سرانجام انتخاب مسیر می‌شود. این روش هدایت برای زمین‌هایی که از عوارض و ناهمواری‌های زیاد برخوردارند مناسب می‌باشد. (فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک؛ (۱۴۰۰))

CDS سامانه: استفاده از خاصیت انعکاس امواج راداری در سطح زمین و یکسان نبودن آن در نقاط مختلف اساس این نوع هدایت را تشکیل می‌دهد. در این روش موشک علاوه بر رادار مجهز به دستگاهی است که نوع امواج راداری منعکس شده از نقاط مختلف زمین را تشخیص می‌دهد. موقعیت دقیق موشک نیز از طریق مقایسه ارقام موجود در حافظه و ارقام مشخص، تعیین می‌شود.

GPS سامانه: در این روش موشک با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی با دریافت فرکانس‌های حاوی اطلاعات ماهواره‌ای (سه یا چهار ماهواره) موجود در مدار زمین و انجام محاسبات موقعیت دقیق مکانی را محاسبه و تعیین می‌کند.

پنهانکاری: موشک کروز برای مخفی ماندن از دید سیستم‌های راداری، دارای این خصوصیت‌ها است:

(۱) سطح مقطع راداری کمی دارد که ردیابی آن را برای سیستم‌های ضد موشکی راداری مشکل می‌کند.

(۲) به خاطر استفاده از موتور توربوفن، حرارت کمی تابش می‌کند و در نتیجه امکان قفل حرارتی روی آن نیز کم است.

(۳) به خاطر پرواز در سطح پایین عمدتاً از دید رادارها پنهان می‌ماند. ردیابی و انهدام موشک‌های کروز با کلاهک اتمی به دلیل پرواز نزدیک به زمین برای سیستم‌های ردیاب و رادار مشکل است و به این دلیل جزو سلاح‌های هسته‌ای استراتژیک محسوب می‌شوند. (فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک؛ (۱۴۰۰))

تقسیم‌بندی: موشک‌های کروز را می‌توان از نظر اندازه، سرعت (فراصوتی یا فروصوتی)، اندازه و چگونگی پرتاب (از هوا، زمین، کشتی یا زیردریایی) تقسیم‌بندی کرد. غالباً هر موشک در انواع مختلفی طراحی شده و هر نوع متناسب با یک سکوی پرتاب خاص ساخته می‌شود. برخی اوقات انواع هوایی و زیردریایی اندکی از انواعی که از زمین یا کشتی پرتاب می‌شوند سبک‌تر می‌باشند. موشک‌های کروز بسته به شیوه پرتاب به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- زمین‌پایه
- هوای پایه
- دریای پایه

بند دوم: نمونه برتر موشک‌های کروز ساخت ایران

ایران تا به حال موفق به ساخت موشک‌های کروز متعددی برای دفاع از حریم این سرزمین یا حمله به دشمنان شده است. ۶ نمونه برتر از نمونه‌های تولید شده موشک‌های کروز توسط ایران عبارتند از:

موشک کروزر یا علی: این موشک نخستین موشک کروزر حملات زمینی ساخت هوافضا سپاه پاسداران است که در سال ۱۳۹۳ توسط این نهاد رونمایی شد. توانایی برد موشک یا علی ۷۰۰ کیلومتر است و توانایی پرتاب از روی سکوی زمینی، شناورها و هواگردهایی چون جنگنده سوخو ۲۲ سپاه را نیز دارد. موتور قرار گرفته شده روی این موشک از نوع توربو جت است و سر جنگی انفجاری این موشک نیز ۲۰۰ کیلوگرم وزن دارد. با توجه به قابلیت پرتاب این موشک کروزر از سکوهای مختلف، جزو جنگ افزارهای حیاتی ایران محسوب می شود.

موشک کروزر عاصف: این موشک در سال ۱۴۰۱ در حاشیه رونمایی از پایگاه زیرزمینی نیروی هوایی ارتش ایران با نام موشک کروزر هوا پایه برد بلند عاصف به نمایش درآمد. این موشک از کلاهک با تخریب بسیار بالا پشتیبانی می کند و توانایی طی کردن مسافتی تا حدود هزار کیلومتر را دارد. وظیفه جنگی این موشک نفوذ به استحکامات سنگین دشمن است و با توجه به هواپایه بودن آن روی جنگنده سوخو ۲۴ قابلیت نصب را دارد.

موشک کروزر سومار: موشک سومار یکی از بهترین سیستم های موشکی ساخت ایران است که خود به مدل های مختلفی تقسیم بندی می شود. این موشک نمونه تکامل یافته موشک مشکات است و با الهام از موشک «KH-۵۵» روسیه در سال ۱۳۹۳ ساخته شده است. موشک هایی که با این تکنولوژی ساخته شده اند با نام سومار شناخته می شوند. سومار یک موشک با قابلیت پرتاب از سکوی زمینی است که از یک بوستر سوخت جامد برای حمل کلاهک انفجاری ۴۱۰ کیلوگرمی استفاده می کند. طول این موشک حدود ۶ متر و وزن آن حدود ۱۲۱۰ کیلوگرم است. اندازه نسبتاً کوچک این موشک به آن قدرت و قابلیت حرکت در ارتفاعات بسیار پایین را می دهد و از این رو یک موشک رادارگریز محسوب می شود. برد موشک سومار حدود ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر بسته به نوع پیکربندی است که عدد کمتری نسبت به موشک مشکات با برد ۳۰۰۰ کیلومتر محسوب می شود.

موشک کروز هوپزه: این موشک نیز از خانواده موشک سومار با قابلیت رادارگریزی و برد بلند منحصربه‌فرد است. این موشک توسط صنایع هوا فضایی وزارت دفاع ساخته شده و دارای برد پروازی بیشتر از ۱۳۵۰ کیلومتر است که در حالت عملیاتی، حداکثر بردی معادل ۱۲۰۰ کیلومتر را نیز ارائه داده است. تفاوت برد موشک‌های هوپزه و سومار در بخش بوستر سوخت جامد و تعویض موتور توربو جت است.

موشک کروز ابو مهدی: موشک ابو مهدی از جدیدترین دستاوردهای وزارت دفاع برای ساخت یک موشک کروز ضد کشتی محسوب می‌شود. این موشک در سال ۱۳۹۹ رونمایی شد و قابلیت پرتاب از سکویهای زمینی، دریایی یا هوایی را نیز دارد. برد نهایی موشک ابو مهدی ۱۲۰۰ کیلومتر و برد مفید آن حدود ۱۰۰۰ کیلومتر اعلام شده است که برد بالاتری از موشک‌های ضد کشتی رعد و قدیر ارائه می‌دهد. این موشک به موتور توربو جت طلوع مجهز شده و دارای سامانه ناوبری و هدایتی در دماغه موشک است. سر جنگی این موشک می‌تواند تا ۴۱۰ کیلوگرم مواد انفجاری را حمل کند.

موشک کروز پاوه: این موشک نیز از خانواده سومار است که در سال ۱۳۹۴ توسط وزارت دفاع رونمایی شد. برد نهایی این موشک ۱۶۵۰ کیلومتر است. از قابلیت‌های منحصربه‌فرد این موشک، توانایی حمله دسته‌جمعی با یک سامانه و چند موشک است. در این روش یک موشک نقش رهبر را ایفا می‌کند و سایر موشک‌ها را به سمت اهداف دشمن هدایت می‌کند. همچنین این موشک از بال‌های جمع‌شونده بهره می‌برد تا توانایی طی کردن مسیرهای مختلفی برای رسیدن به هدف نهایی را داشته باشد.

بخش سوم: تفاوت موشک های بالستیک و کروز

جدول ۱- مشخصات موشک های بالستیک

ویژگی	توضیح
مسیر پرواز	منحنی بالستیک - از جو خارج می شود و با سرعت بالا به سمت هدف فرود می آید.
سوخت	معمولا جامد یا مایع
سرعت	بسیار بالا (۲۵ تا ۵۰ ماخ)
ارتفاع پرواز	بالای جو (۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر)
قابلیت مانور	محدود

نمونه های ایرانی:

شهاب-۳ (برد ۲۰۰۰ کیلومتر)

سیمرغ (برد ۲۵۰۰ کیلومتر)

قدر (برد ۲۰۰۰ کیلومتر)

عماد (برد ۱۷۰۰ کیلومتر)

جدول ۲- مشخصات موشک های کروز

ویژگی	توضیح
مسیر پرواز	هواپایه - در ارتفاع پایین و ثابت پرواز می کند.
سوخت	معمولا جت
سرعت	پایین تر (۰.۷ تا ۰.۹ ماخ)
ارتفاع پرواز	پایین (۱۰ تا ۱۰۰ متر)
قابلیت مانور	بسیار بالا - از موانع عبور می کند.

مزایای بالستیک :سرعت بسیار بالا، زمان پرواز کوتاه، ردیابی دشوار

مزایای کروز :دقت بالا، پرواز در ارتفاع پایین، شناسایی کمتر

ایران در هر دو حوزه توانمندی های قابل توجهی دارد و این موشک ها بخشی از قدرت دفاعی کشور محسوب می شوند.

☒ ویژگی های برجسته پیشرفت ایران

۱. خودکفایی: ایران توانسته با تکیه بر دانش داخلی، وابستگی به خارج را کاهش دهد

۲. هزینه بهینه: تولید موشک های مقرون به صرفه با توجه به محدودیت های اقتصادی

۳. تنوع: پوشش تمامی حوزه های زمینی، دریایی و هوایی

۴. بومی سازی: طراحی و ساخت تمامی اجزا در داخل کشور

پیشرفت های موشکی ایران در شرایط تحریم های بین المللی صورت گرفته و این امر نشان دهنده توانمندی علمی و فنی بالای کشور است. (Rand Corporation (۲۰۲۰)) این توانمندی ها:

- بازدارندگی دفاعی ایجاد می کند
- امنیت ملی را تقویت می کند
- استقلال نظامی کشور را تضمین می کند
- در چارچوب دکترین دفاعی و صرفاً برای حفاظت از تمامیت ارضی است

نتیجه گیری

پیشرفت موشکی ایران، با توجه به شرایط تحریم و محدودیت ها، نشان دهنده:

۱. توانمندی علمی بالا در حوزه فناوری

۲. عزم ملی برای تأمین امنیت

۳. استقلال دفاعی در برابر تهدیدات

۴. ظرفیت بالا برای غلبه بر موانع

این پیشرفت ها در چارچوب دکترین دفاعی کشور و برای حفظ تمامیت ارضی و امنیت ملی صورت گرفته و ماهیتی کاملاً دفاعی دارند. موشک های بالستیک و کروز هر یک نقش متمایزی در سیستم دفاعی ایفا می کنند. موشک های بالستیک با پرواز در مسیر منحنی و خارج از جو، سرعت و برد بالایی دارند و برای هدف گیری اهداف استراتژیک و نقاط حساس دشمن مناسب هستند. در مقابل، موشک های کروز با پرواز در ارتفاع پایین و دنبال کردن توپوگرافی زمین، دقت بالاتر و قابلیت فرار از سیستم های دفاع هوایی را دارند. ترکیب این دو نوع موشک، یک سیستم دفاعی چندلایه و متکامل را تشکیل می دهد که مکمل یکدیگر

هستند. ایران با توسعه همزمان موشک‌های بالستیک و کروز، همراه با پیشرفت در حوزه‌های پهپادی و دفاع هوایی، یک سیستم جنگی یکپارچه و جامع ایجاد کرده است. این پیشرفت‌ها با وجود محدودیت‌های اقتصادی و تحریم‌ها، نشان‌دهنده عزم راسخ کشور برای تأمین امنیت خود است. موشک‌های بالستیک و کروز ایران، هر یک به نوبه خود، نقش حیاتی در حفظ تعادل قدرت منطقه‌ای و جلوگیری از تهدیدات خارجی ایفا می‌کنند و بخش جدایی‌ناپذیر از توان دفاعی کشور محسوب می‌شوند.

منابع و مآخذ

الف) منابع فارسی

- پژوهشکده تحقیقات راهبردی؛ (۱۳۹۹). تحلیل توان موشکی ایران در منطقه
- خبرگزاری فارس، بخش دفاعی؛ (۱۴۰۳). موشک های بالستیک فاتح، شهاب و سیمرغ
- فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک؛ (۱۴۰۰). موشک های کروزر ایرانی: فناوری و کاربرد
- مرکز تحقیقات مجلس شورای اسلامی؛ (۱۴۰۱). برنامه موشکی جمهوری اسلامی ایران
- موسسه مطالعات دفاعی؛ (۱۴۰۲). موشک های بالستیک ایران: تاریخچه، توانمندی ها و برنامه های آینده

ب) منابع لاتین

- International Institute for Strategic Studies (IISS) (۲۰۲۳) “Iran’s Ballistic Missile Program: Technical Assessment”
- Jane’s Defence Weekly.(۲۰۲۳) “Ballistic Missiles and Cruise Missiles of: A Technical Overview”
- Middle East Journal(۲۰۲۱) “The Evolution of Iran’s Missile Technology”
- Rand Corporation (۲۰۲۰) “Iran’s Missile Forces and Strategic Implication”