

# یازدهر ا تا کمین ۲، دفاع لایه آخر ایران در ۲ دهه

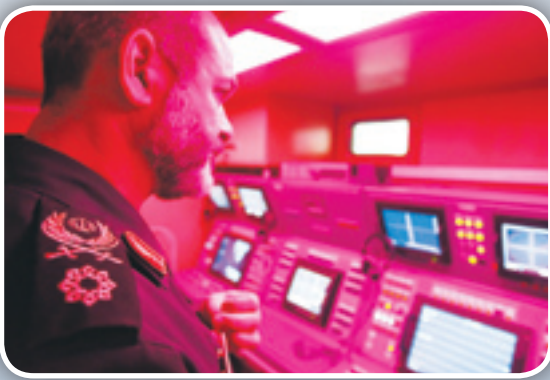
آشنایی با سامانه‌های پدافند هوایی برد کوتاه ساخت ایران - ۵



لحظه اولیه شلیک موشک شهاب ثاقب



شلیک موشک شهاب ثاقب



تصویری از داخل اتاق کنترل سامانه یازدهر-۳



نمای نزدیک از موشک شهاب ثاقب



سامانه یازدهر-۳ بر خوردار از انواع تجهیزات اپتیکی



سامانه کمین ۲



بازدید رهبری از موشک شهاب ثاقب در خرداد ۱۳۷۷



سامانه FM-80 بهسازی شده در ایران



سامانه حرز نهم

یکی از سامانه‌های پدافند هوایی برد کوتاه ساخت ایران که در اختیار یگان‌های پدافند هوایی کشور قرار دارد، سامانه یازدهر است. توسعه این سامانه سابقه‌ای نسبتاً طولانی در ایران دارد و در واقع نقطه آغازین آشنایی نیروهای نظامی ایران با آن به سال‌های دفاع مقدس بازمی‌گردد. سال‌های جنگ تحمیلی تجارب گران‌بایی برای نیروهای مسلح کشورمان به ارمغان آورد و آشنایی با جدیدترین سلاح‌هایی که غرب و شرق در اختیار رژیم بعث عراق قرار داده بودند، یکی از این موارد است.

## کرو تیل در خدمت عراق

کمی پس از شروع جنگ، بعثی‌ها برای دفع حملات هواپیماهای جنگنده بمبافکن نیروی هوایی ارتش کشورمان به مراکز حیاتی خود دست به دامان غرب شدند و با دریافت دو نمونه سامانه پدافند هوایی کوتاه‌برد تمام متحرک از فرانسه کار عملیات‌های نفوذ به عمق خاک دشمن را برای نیروی هوایی کشورمان سخت کردند. این دو سامانه کرو تیل ساخت فرانسه و رونلد ساخت مشترک آلمان و فرانسه بودند. سرعت واکنش بالا و توانایی درگیری با اهداف در ارتفاع پروازی کم از ویژگی‌های این سامانه‌ها بود که دقیقاً به مقابله با تاکتیک‌های منتهورانه نهج‌ا می‌پرداخت.

سامانه کرو تیل ابتدا به سفارش افریقای جنوبی توسط فرانسه توسعه یافت، بعدها در دو نوع زمین پایه و دریای پایه در خود فرانسه هم به کار گرفته، در آمریکا ساخته و در چین نیز به صورت مهندسی معکوس با نام FM-80 تولید شد. این سامانه‌ها به صورت نیمه‌متحرک و تمام‌متحرک بودند و به سرعت هدف را ردگیری و با احتمال بسیار بالایی به آن اصابت می‌کردند. کارایی این سامانه‌ها به حدی بود که کشورمان چند وقتی عملیات‌های نفوذ هوایی از ارتفاع پایین و ضربتی در خاک عراق را متوقف کرد تا نه‌اجا عملکرد این سامانه‌ها را بررسی کند، ولی نهایتاً با وجود اتخاذ طرح و روش‌های جدید حمله بار هم با پذیرش احتمال آسیب دیدن جنگنده‌های شرکت‌کننده در عملیات مجدداً حملات خود را به قلب عراق از سر گرفت. همچنین در پی عملیات‌های موفقیت‌آمیز در جبهه‌های جنوب نمونه‌هایی از این سامانه‌ها به غنیمت رزمندگان اسلام درآمد.

پس از پایان جنگ و در راستای برطرف کردن نقاط ضعف و نبود برخی تجهیزات در نیروهای مسلح، موشک کرو تیل به دست آمده از عراق مورد مطالعه قرار گرفت و پس از ساخت به صورت بومی در دهه ۱۳۷۰ با نام «شهاب ثاقب» معرفی شد.

## سابقه بر نامه یازدهر و موشک آن

اولین محصول این پروژه که با نام «یازدهر» خوانده می‌شد، در اوایل خرداد سال ۱۳۷۷ در نمایشگاهی از دستاوردهای دفاعی در منطقه پارسین مورد بازدید فرماندهی کل قوا قرار گرفت که شامل موشک شهاب ثاقب و کیسول حمل و پرتاب آن بود.

بنا بر اطلاعات اعلام شده، این سامانه برای کشف هدف از رادار تک پالس سامانه توپخانه‌ای «اسکای گارد» که کار هدفیابی برای توپ‌های ۲۵ میلیمتری اولین‌کن را در جنگ تحمیلی با موفقیت انجام می‌داد، استفاده می‌کرد که برد آن به ۱۹/۲ کیلومتر رسیده و همزمان ۳۰ هدف را کشف و ۱۲ مورد را ردگیری می‌کند. هر چند برد این رادار کمی کمتر از نمونه اصلی ساخت شرکت «تامسون» با برد ۲۰ کیلومتر است که در سامانه کرو تیل به کار رفته است اما برای رفع نیازهای موشک این سامانه همچنان کافی بود. موشک ساخته‌شده در قالب پروژه یازدهر، یعنی شهاب ثاقب دارای مشخصاتی از قبیل طول ۲۹/۱۳ متر، قطر ۱۵۲ میلیمتر، وزن ۸۴ کیلوگرم، سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه، برد ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر و ۶۰۰ متر بر ثانیه با سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه (۱۷/۱۷) مایل در ارتفاع پایین و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، ۱۰ کیلومتر در برابر اهداف با سرعت ۳۰۰ متر بر ثانیه (۸۸۰ مایل در شرایط فوق) و ۱۱ کیلومتر در برابر بالگرد هاست. این موشک با اهدافی تا سقف پرواز هزار و ۵۰۰ متر و بیشینه سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه (۱۳ مایل) درگیری می‌شود.

همچنین بیشترین سرعت هدف معادل ۱۳ مایل، طیف بسیار زیادی از اهداف را در بر می‌گیرد و حتی عمده هواپیماهای رزمی در حالت بازگیری شده در ارتفاع پایین به این سرعت نمی‌رسند و در صورت پرواز در ارتفاعات بالاتر نیز در نوار سامانه‌های پدافندی خواهند بود.

به طور کلی احتمال برخورد موشک شهاب ثاقب به هدف در صورت شلیک یک موشک ۸۶ تا ۹۰ درصد و در صورت شلیک دو موشک ۹۶ درصد عنوان شده است؛ چیزی که رزمندگان ایرانی عملاً رزم آن را توسط نمونه فرانسوی در جنگ تحمیلی تجربه کرده بودند.

این موشک از فیوز مجاورتی مادون قرمز یا IR بهره‌مند بود که نشان می‌داد موشک‌های غنیمتی ایران از انواع بهسازی شده کرو تیل بوده‌اند نه انواع پایه. این سامانه دارای یک پنجره شیشه‌ای در ناحیه‌ای نزدیک به دماغه است که پروتوهای مادون قرمز شدید را حذف می‌کند و مقادیر معمول را به حسگر عبور می‌دهد.

اشکار ساز موجود در حسگر با دریافت اثرات حرارتی هدف، آن را تبدیل به ولتاژ می‌کند و با رسیدن این ولتاژ به حد خاصی که متناسب با نزدیک شدن به هدف و افزایش اثرات حرارتی است، دستور انفجار سرچنگی برای بیشترین تأثیر گذاری روی هدف حتی در صورت مانور دادن به صورت خودکار داده می‌شود.

میزان سرچنگی موشک شهاب ثاقب ۱۳/۵ تا ۱۴ کیلوگرم از نوع انفجاری شدید اعلام شده است. این موشک دارای بدنه استوانه‌ای با قطر ۱۵/۴ سانتیمتر، سامانه کنترلی از نوع «کانارد» یا «پیشبال» و بال‌هایی به فرم دوزنقه بریده در انتهای بدنه است. وجود پیشبال سبب افزایش سرعت پاسخ موشک به فرامین اعمال شده می‌شود که برای یک موشک پدافند هوایی بسیار مطلوب است. بخشی از بال عقبی موشک جمع‌شونده است تا به کیسول حمل و پرتاب با قطر کوچک‌تری نیاز باشد.

این موشک تا ۲۵ برابر شتاب جاذبه قابلیت مانور دارد که برای ردگیری شدن با هر هواپیمای جنگنده عادی کاملاً کافی است. در واقع ترکیب این میزان توانایی مانور با قابلیت‌های فیوز مجاورتی منجر به رسیدن به بیشینه میزان تأثیر سرچنگی روی هدف در صورت عدم برخورد خواهد شد. فیوزهای فرورسوخ موجود که از بدنه دایر برای ردگیری بهتر و دقیق‌تر حرکت‌های هدف استفاده می‌کنند، امکان ردگیری شدن با اهدافی تا ارتفاع چندمتری سطح آب را نیز فراهم می‌سازند.

طبق اطلاعات موجود موتور راکتی سوخت جامد تک‌مرحله‌ای موشک کرو تیل ۲/۲ تا ۲/۷ ثانیه می‌سوزد و موشک ۵۵ درصد زمان پرواز خود را در سرعتهای مادون صوت، ۵۰ درصد زمان پرواز را در ناحیه گذر صوت (ماخ ۰/۸ تا بیش از یک) و ۴۵ درصد زمان را در ناحیه مافوق صوت تا ۲/۲ ماخ طی می‌کند که احتمالاً در شهاب ثاقب هم همین رویه وجود دارد. این در حالی است که کل زمان پرواز این موشک برای رسیدن به برد هشت کیلومتر حدود ۱۰ ثانیه است. از این رو شکل بدنه این موشک برای کم بودن نیروی

## حرز نهم

نمونه تماماً متحرک از سامانه یازدهر با نام حرز نهم در اردیبهشت ۱۳۹۲ معرفی شد که در آن مجموعه رادار و پرتابگر روی یک کامیون مستقر شده است. به واسطه استقرار مجموعه روی کامیون، مدت‌زمان مورد نیاز برای آماده‌سازی سامانه برای عملیات یا تبدیل سامانه به حالت آماده به راه از شرایط عملیاتی بسیار کاهش یافته است. حرز نهم در تصاویر منتشرشده در زمان رونمایی، تنها به دو موشک مجهز بود. با استقرار سامانه روی خودرو و تحرک کامل این سامانه تضمین می‌شود، تحرک، مزیت‌های بسیار مهمی برای یک سامانه دفاع هوایی ایجاد می‌کند؛ از جمله سرعت بالا در استقرار و خروج از یک منطقه، حمل و نقل هوایی سریع‌تر توسط هواپیماهای ترابری، امکان جابه‌جایی در حوالی منطقه تحت پوشش در زمان‌های مختلف که باعث کاهش احتمال کشف موقعیت آن توسط واحدهای شناسایی هوایی یا تیم‌های ضربت دشمن می‌شود و امکان همراهی واحدهای نیروهای زمینی توسط این سامانه در پیشروهای و عقب‌نشینی‌ها و حضور مؤثر در صحنه عملیات.

## کمین ۲

در روزه ارتش در ۲۹ فوروردین ۱۳۹۷ سامانه متحرک دیگری که با بهره‌گیری از سوابق سامانه یازدهر توسعه یافته بود، رونمایی شد. این سامانه به نام کمین ۲ دارای چهار موشک شهاب ثاقب بود اما در آن اتاق کنترل به خارج از مجموعه پرتابگر انتقال داده شده است. احتمالاً این سامانه قابلیت استفاده به صورت کنترل از راه دور را دارد. کل مجموعه پرتابگر روی یک کامیون معمولی و تجاری سوار شده که در قیاس با سامانه حرز نهم علاوه بر داشتن دو موشک بیشتر، از استارت بهتری هم برخوردار خواهد بود.

خانواده سامانه‌های پدافند هوایی استفاده‌کننده از موشک شهاب ثاقب مانند یازدهر و حرز نهم به واسطه اعمال تغییرات و بهسازی‌های متعدد هم به قابلیت ردگیری مؤثر با موشک‌های کروز رسیدند و هم کیوکیف جزئیات تغییرات آنها برای دشمن ناشناخته بود. با ساخت این سامانه در یک بازه بیش از ۱۰ ساله و در دورانی که هنوز سامانه‌های پیشرفته عمود بر تاب مثل دزفول و نواب در کشور ساخته نشده بود و همچنین سامانه خارجی تور-ام یک هم به تعداد کافی برای کل کشور وجود نداشت، گام مهمی برای پوشش دهی به مناطق صنعتی و اقتصادی، سدها و نیروگاه‌ها در تمام کشور برداشته شد.

## یازدهر-۳

خط تولید سامانه یازدهر-۳ که کامل‌ترین سامانه‌های جانبی تصویری، حرارتی و لیزری را در رده خود دارد، در بهمن ۱۳۹۱ آغاز به کار کرد. در این سامانه تفاوت‌های متعددی با نمونه فرانسوی و چینی قابل مشاهده است که نشان از توسعه و بهسازی بومی آن دارد.

نمونه رونمایی‌شده از یازدهر دارای پرتابگر نیمه متحرک (کششی) است که رادار تعقیب هدف، آنتن ارسال فرامین به موشک و چندین سامانه اپتیکی، حرارتی و لیزری روی آن دیده می‌شود. این پرتابگر اتاقک کوچک‌تری برای خدمه و سامانه‌های پردازشی نسبت به نمونه‌های چینی و فرانسوی دارد که احتمالاً به دلیل استفاده حداکثری از سامانه‌های پردازش و نمایش دیجیتال در کلین آن است. در این سامانه علاوه بر حسگرهای ردگیری تصویری و حرارتی، مسافت‌یاب لیزری نیز به کار گرفته شده است که مجموعه این امکانات موجب می‌شود در زمان عدم امکان استفاده از سامانه رادار، اجرای عملیات محدود به روز و آب و هوای خوب نشود و در شرایط جوی متنوع بتوان از این سامانه کارایی بالا گرفت. بر این سامانه‌های جانبی همچون رادار بیشتر از برد نهایی موشک یعنی ۱۱ تا ۱۲ کیلومتر است تا زمان کافی برای آماده‌سازی مقدمات شلیک فراهم و همچنین موشک تابیشترین برد ممکن هدایت شود.

سامانه یازدهر-۳ امکان ردگیری شدن با حداقل دو هدف را به طور همزمان دارد که نسبت به نسل‌های قبلی خود بهتر بود. به طور کلی قابلیت ردگیری با چند هدف، تأثیر مهمی بر افزایش توان پدافندی دارد؛ زیرا با تعداد کمتری سامانه امکان ردگیری در تعداد هدف مشخص در یک منطقه فراهم شده و سامانه‌های اضافی امکان استقرار در نواحی دیگر و گسترش پوشش پدافندی را می‌یابند. به علاوه هزینه‌ها و زحمات عملیاتی برای برقراری میزان مشخصی از پوشش هوایی، ایجاد امنیت موضوع پدافندی کاهش می‌یابد و ردگیری با حجم حملات گسترده‌تری ممکن می‌شود.

مقاوم (پسا) در سرعت‌های مافوق صوت بهینه‌شده که شاخصه‌های آن نسبت لاغری (طول به قطر بدنه) بالا، انتخاب شعاع دماغه نزدیک به دماغه‌های نوک تیز، استفاده از بدنه پارک‌شونده در انتها (دم قابقی) و پروفیل گوی‌های برای بالک‌های جلویی و خمیده متقارن برای بال عقبی است.

گرین (سوخت جامد) مورد استفاده در این موشک بدون دود است که به دیده نشدن مسیر آن توسط دشمن و در نتیجه غافلگیر شدن و کاهش زمان برای وای واکنش نشان دادن منجر می‌شود.

## مشخصات هدایت و کنترل

سامانه موشکی کرو تیل و نواگ آن برای دفاع هوایی ارتفاع پست ساخته شده‌اند که باید دارای قابلیت‌های ویژه‌ای از جمله سرعت بالا در ردگیری هدف و فراهم شدن سریع مقدمات شلیک، سرعت بالا در رسیدن به هدف، دقت و احتمال اصابت بالا به هدف باشند.

این مشخصات هر چند برای تمام سامانه‌های موشکی دفاع هوایی مطلوب هستند اما در سامانه‌های که وظیفه فراهم کردن دفاع لایه آخر از یک منطقه راهبردی را بر عهده دارد، بسیار مهم‌تر است. سرعت واکنش بسیار بالا خصوصاً در برابر اهدافی که دیر آشکار می‌شوند، از جمله موشک‌های کروز اهمیت دارد. این ویژگی‌های مطلوب در مجموع از قابلیت‌های سامانه‌های هدایت و کنترل ناشی می‌شوند.

سامانه کرو تیل با استفاده از «هدایت دستوری» با روش «در خط دید خود کار» به سمت هدف می‌رود. در این روش هم موشک و هم هدف توسط سامانه آشکار ساز تحت نظر قرار گرفته، میزان انحراف موشک از خط دید هدف محاسبه شده و فرامین تصحیح مسیر یا یک آنتن مجزا به گیرنده‌های موجود در انتهای موشک در بخش بال فرستاده می‌شود.

اشکار سازهای مورد استفاده در این سامانه شامل ترکیب راداری تصویری/حرارتی برای ارتفاع پایین و راداری حرارتی برای ارتفاع متوسط است. کیسول حمل و پرتاب موشک‌ها که شامل دو پرتابگر دوتایی هستند، در طرفین این آشکار سازها روی یک سکو با دو درجه آزادی برای چرخش در سمت و بلندا نصب شده‌اند.

به طور کلی یک رادار اولیه کار کشف هدف و ردگیری آن را بر عهده دارد، سپس کار رهگیری توسط رادار تعقیب هدف که به همراه پرتابگرها روی یک سکو قرار دارد، انجام می‌شود. در نتیجه هنگامی که رادار تعقیب به سمت هدف می‌چرخد در واقع موشک‌ها نیز به سمت آن نشانه‌گیری شده‌اند.

## بهسازی‌های بومی

ایران در دوران بازسازی‌های پس از جنگ سامانه‌های پدافندی مختلفی را خریداری کرد که FM-80 چینی که در واقع نسخه‌ای از کرو تیل فرانسوی بود یک نمونه از آنهاست. نمونه بهسازی شده FM-80 که در ایران سال ۱۳۸۹ و در زمایش مدافعان آسمان ولایت-۳ مورد آزمایش قرار گرفت، توسط متخصصان داخلی بهسازی شد و به قابلیت ردگیری از اهداف ارتفاع بسیار پایین از جمله موشک‌های کروز رسید. به علاوه خود سامانه اسکای گارد به عنوان رادار کشف اولیه مورد استفاده در این سامانه نیز در ایران مورد بازسازی و بهسازی گسترده قرار گرفته است که این هم تسلط نیروهای بومی بر فناوری‌های مرتبط را نشان می‌دهد. اما این بهسازی‌ها به صورتی گسترده‌تر روی نسخه بومی یعنی یازدهر هم اعمال شد.

رادار اسکای گارد که از آن برای کشف هدف در سامانه یازدهر استفاده می‌شود

