

معرفی سامانه‌های پدافند هوایی موشکی ساخت ایران (قسمت اول)

سامانه مرصاد، کمین‌گاه ایران برای شکار پرنده‌های دشمن

تا پیش از انقلاب اسلامی، تنها سامانه پدافند هوایی میانبر کشور، MIM-23 هاوک ساخت آمریکا بود. این سامانه که طراحی و توسعه آن به اوایل دهه ۵۰ میلادی بازمی‌گردد، از ۱۹۶۰ وارد خدمت در آمریکا شده و پس از آن برای فروش به سایر کشورها عرضه گردیده است. برنامه‌های متعدد از تقا برای آن از سوی سازنده اجرا شد که دو نمونه از این موشک‌ها همرا این سامانه به ایران وارد گردید که اکثر آنها از نمونه آن تقا یافته بوده‌اند.

■ ■ ■

به گفته منابع خارجی، نزدیک به ۴۰۰تشیار هاوک تا ابتدای انقلاب در ایران موجود بوده که در نقاط مهم کشور گسترده شده‌بودند. باوقوع جنگ تحمیلی این سامانه پس از مدتی به طور گسترده وارد نبرد شد و با ابتکارات ناب و بی‌مثال بخش پدافند هوایی نیروی هوایی ارتش در جنگ، این سامانه به طور مؤثر برای پوشش بسیاری از مناطق عملیاتی به طور دائم اختصاص یافت و در صورت اجرای عملیات زمینی، دستکم یک سایت هاوک در منطقه نبرد مستقر می‌شد. ساقط شدن دهها فروند هواپیمای عراقی در عملیات‌ها گواهی بر کارنامه موفق این سامانه در جنگ است که از آن جمله می‌توان به انهدام بیش از ۵۰ فروند جنگنده و بالگرد دشمن در عملیات بیت‌المقدس و بیش از ۷۰فروند در عملیات والفجر ۸ (فتح فالو) اشاره کرد که سهم سامانه هاوک در این شکارها بسیار بالا بوده است. هر مجموعه از سامانه هاوک از اجزای متنوعی تشکیل شده که برخی از آنها رادار جست‌وجوی اولیه، رادار ردگیری هدف، بخش فرماندهی و پرتابگر موشک است. در این سامانه برد رادار جست‌وجو بیش از ۱۰۰ کیلومتر و برد رادار ردگیری حدود ۸۰ کیلومتر است. هر پرتابگر دارای سه تیر موشک بوده و سامانه توانایی درگیری با یک هدف رادار که احتمال اصابت موشک به هدف با فرض مناسب بودن شرایط از جهت جنگ الکترونیک برای سامانه هاوک بیش از ۸۰ درصد است. موشک هاوک حدود ۵۰متر طول، ۳۷ سانتیمتر قطر و ۶۳۸ کیلوگرم جرم دارد که ۷۵ کیلوگرم آن مربوط به سر جنگی است؛ برد آن ۴۰ کیلومتر و بیشترین سقف پرواز اهداف قابل هدفگیری برای آن در منابع مختلف بین ۱۴۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ متر و کمترین ارتفاع هدف ۳۰۰ متر ذکر شده است. این موشک به بیشینه سرعت ۷/۵ برابر بر سرعت صوت دست می‌یابد و کمینه برد آن ۱/۵ کیلومتر است.

■ بهسازی هاوک در ایران

تلاش برای افزایش تحرک این سامانه که از نقاط ضعف آن به شمار می‌رفت، در دوران جنگ با مجاهدت نیروهای پدافند و فرماندهان مبتکری چون شهید ستاری عملی می‌شد و پس از آغاز عملیات‌های سرکوب پدافند هوایی از سوی نیروهای هوایی عراق نیز با هوشمندی پدافند و به کارگیری راهکنش (تاکتیک) جدید همچون استفاده نکردن از رادار کشف سامانه و روشن کردن رادار ردگیری به صورت کوتاه توأم با جابه‌جایی‌های مکرر سامانه در مناطق مختلف اغلب این تهدیدات به فرسنی برای شکار هواپیماهای عراقی تبدیل شد. مسیر رفیع ایراد تحرک سامانه قوی پیگیری شد و با تلاش جهاد خودکفایی نیروی هوایی (که در آن زمان شامل نیروی پدافند هوایی فعلی هم بود) منجر به متحرک‌سازی کامل سامانه هاوک شد. با پایان جنگ تحمیلی فراغت بیشتری برای مطالعه روی این سامانه و ساخت اجزای مختلف آن برای عملیاتی نگه‌داشتن و بعدها تلاش‌هایی با همکاری بخش‌های پژوهشی کشور برای ارتقا هدایت موشک هاوک، بهبود بیش از پیش تحرک آن و موارد دیگر شروع شد. این بهسازی‌ها امروزه به حدی رسیده که سامانه هاوک در ایران موفق به سرنگونی اهدافی در اندازه پهبادهای شده و شبیه‌ساز آموزشی این سامانه هم در نیروی پدافند هوایی ارتش طراحی و ساخته شده است.

پس از سال‌ها به کارگیری موفق سامانه هاوک و با پیشرفت صنایع هوافضا و الکترونیک در کشور و اجرای بهینه‌سازی‌های مختلف روی سامانه هاوک در بخش‌های راداری و جنگ الکترونیک و افزایش برد رادارهای کشف و تعقیب هدف، گام منطقی بعدی برای افزایش مناطق تحت پوشش پدافند هوایی در گستر و وسیع کشور، ساخت نمونه بومی سازی شده از این سامانه بود. افزایش توان تحرک سامانه هاوک و دیجیتالی شدن سامانه‌های آن مقدمه‌ای بود برای ساخت سامانه مرصاد که اولین نسل آن در سال ۱۳۸۹ به نیروهای مسلح تحویل داده شد.

■ مرصاد، اولین سامانه بومی پدافند موشکی میانبرد سامانه مرصاد که شامل اجزای مختلفی از رادارهای متفاوت، بخش کنترل و فرماندهی، پرتابگرها و موشک است، مجموعاً یک سامانه پدافند هوایی موشکی را شکل می‌دهند و اولین سامانه پدافندی است که تمام اجزای آن در ایران ساخته شده است. در سال‌های قبل از آن موشک‌های پدافندی میانبرد مانند صیاد یک ساخته شده، ولی همراه سامانه‌های خارجی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. موشک به کار رفته در سامانه مرصاد، شاهین نام دارد که از نظر ظاهر شباهه هاوک است، اما در درون تفاوت‌های اساسی با آن دارد. به کارگیری سامانه‌های تماماً دیجیتالی و سامانه راداری جدید در موشک آن را از نظر کارایی برتر از هاوک کرده است. این موشک در خرداد سال ۱۳۸۸ و یک‌سال قبل از سامانه مرصاد رونمایی شده و با سامانه هاوک مورد استفاده قرار گرفته. اطمینان پذیری و عمر نگهداری بالاتر، مقاومت بیشتر در برابر جنگ الکترونیک و اضافه‌شدن الگوریتم‌های هوشمند در شناسایی و دسته‌بندی اهداف شاهین را بسیار کشنده‌تر از هاوک کرده است، یکی از تفاوت‌های سامانه داخلی شاهین با

هاوک، آنتن موجود در دماغه موشک است که در شاهین از نوع تخت و در هاوک از نوع آنتن‌های قدیمی منحنی است. آنتن‌های تخت از نوع آرایه خطی قابلیت‌های بسیار بهتری از نظر دقت و برخی خصوصیات دیگر دارند. برد موشک سوخت جامد شاهین حدود ۴۵ کیلومتر و ارتفاع تحت پوشش آن ۵۰۰۰ یا (معادل حدود ۱۵۲۴۰ متر) اعلام شد.

در ادامه روند توسعه، در شهریور ۱۳۹۰ موشک شلمچه برای استفاده در سامانه مرصاد رونمایی شد. این موشک که شباهت‌های بسیاری به شاهین دارد، به طور انبوه تولیدشده و به تعداد زیاد به قرار گاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء ارتش تحویل داده شد که دارای مشخصاتی از جمله جرم ۶۳۷ کیلوگرم، طول ۵ متر و ۳ سانتیمتر، قطر ۳۵۷ میلیمتر، سرعت ۲/۷ برابر سرعت صوت، ارتفاع پروازی قابل درگیری با هدف از ۶۰ متر تا ۱۸۰۰۰ متر و برد مفید ۴۰ کیلومتر است. نوع هدایت موشک شلمچه نیمه‌فعال راداری اعلام شد. نکته مهم در مورد مشخصات موشک شلمچه بیشتر بودن سرعت آن از موشک هاوک است که حاکی از تقویت پیشران موشک است. با این بیشینه سرعت که بیش از ۸۰۰ متر بر ثانیه در ارتفاعات متوسط به بالا است، شلمچه توانایی اصابت به اهدافی با سرعت بیش از دو برابر سرعت صوت را خواهد داشت. بیشینه سقف پرواز هدف قابل درگیری که ۱۸۰۰۰ هزار متر است، عملاً به معنی پوشش بسیار عالی برای ارتفاعات متوسط است که تقریباً تمامی اهداف هوایی ارتفاع متوسط را در معرض تهدید مرگبار خود قرار می‌دهد. حتی جنگنده‌های چابک امروزی نیز در صورت تسلیح سنگین برای مأموریت هوا به سطح که منجر به افزایش وزن می‌شود کمتر توان پرواز در ارتفاعاتی نظیر ۱۸۰۰۰ متری را دارند. در سامانه مرصاد سه نوع رادار مختلف به کار گرفته شده است. رادار جست‌وجو، کشف هدف، «کاوش» کار یافتن اهداف را بر عهده دارد. اهداف کشف‌شده دسته‌بندی و ارزیابی گردیده و اطلاعات به واحد فرماندهی و کنترل ارسال می‌شود. رادار جست‌وجوگر از تقاع پست «جویا» نیز برای کمک به کشف و ردگیری اهدافی که در ارتفاع پایین پرواز می‌کنند، ایفای نقش می‌کند. با کمک این رادار مرصاد توانایی انهدام اهداف پروازی در ارتفاع پایین را نیز دارد. به تشخیص مرکز کنترل آتش سامانه، وظیفه ردگیری و قفل روی اهدافی که خطرناک‌تر تشخیص داده می‌شود به رادار ردگیر «هادی» سپرده شده و این رادار که سامانه‌های الکترواپتیکی نیز با آن همراه و هماهنگ شده‌اند، کار تأمین اطلاعات لازم برای هدایت موشک نیمه فعال راداری را به سمت هدف تا لحظه اصابت به آن به انجام می‌رساند. شکل ظاهری رادارهای مذکور تفاوت چندانی با نمونه خارجی در سامانه هاوک ندارد، اما در اجزای داخلی این رادارها ز نمونه‌های پیشرفته و دیجیتالی استفاده شده که کارایی بسیار بالاتر و دوام و سهولت تعمیر و نگهداری بسیار بهتری دارند.

سامانه اپتیکی دید در روز و شب و همچنین مسافت پاب لیزری و یک دوربین هدفگیری از جمله ادوات افزوده شده به مرصاد در مقایسه با هاوک موجود در ایران است. این سامانه‌ها علاوه بر بهبود شناسایی چشمی هدف در حالتی که از سوی نفرات زمینی قابل شناسایی نباشد، امکان فعالیتی سامانه را در محیط معشوش جنگ الکترونیک نیز فراهم می‌آورد، در نتیجه مرصاد می‌تواند در فضای نبردهای مدرن نیز شاهین‌های خود را به سمت اهداف هدایت کند.

■ قابلیت‌های سامانه مرصاد

از قابلیت‌های اعلام شده برای مرصاد، امکان شبکه‌شدن آن با سایر سامانه‌های پدافندی از جمله رادارهای دوربرد تاکتیکی با قابلیت کشف‌اهداف پنهانکار (رادار گریز) است. بدین ترتیب آگاهی از موقعیت تهدیدات و کم و کیف آنها و میزان خطرناک بودن‌شان برای واحد کنترل آتش مرصاد

بهبود پیدا می‌کند. با توجه به تهدیدات روز که اهداف با سطح مقطع راداری (RCS) کم هستند، در طراحی این سامانه تلاش زیادی شده است تا قابلیت درگیری مؤثر با این تهدیدات ایجاد شود که منجر به ایجاد توانایی کشف اهداف با سطح مقطع بسیار کم حدود ۰/۵ متر مربع و در فاصله ۱۱۰ کیلومتری شده است.

از دیگر ویژگی‌های سامانه مرصاد که نسبت به نسل قبلی سامانه‌های میانبرد موجود در کشور باید به آنها اشاره کرد، قابلیت تحرک و جابه‌جایی بالا و زمان استقرار و نصب و راه اندازی بسیار کوتاه این سامانه است که باعث افزایش کارایی عملیاتی این سامانه تحت شرایط سخت نبرد به خصوص در مواجهه با دشمنی با کمیت بالا خواهد شد. قابلیت ECCM یا «ضد ضد جنگ الکترونیک» علاوه بر سامانه‌های ECM یا «ضد جنگ الکترونیک» به منظور کارآمدی در جنگ‌های مدرن امری ضروری است که با افزوده شدن این توانایی به مرصاد این سامانه در برابر دشمنانی با فناوری‌های پیشرفته کارا باقی می‌ماند. گفتنی



اجزای قدیمی در سامانه هاوک



اتاق کنترل سامانه مرصاد مجهز به سامانه‌های دیجیتال



رادار کاوش در نسل اول سامانه مرصاد

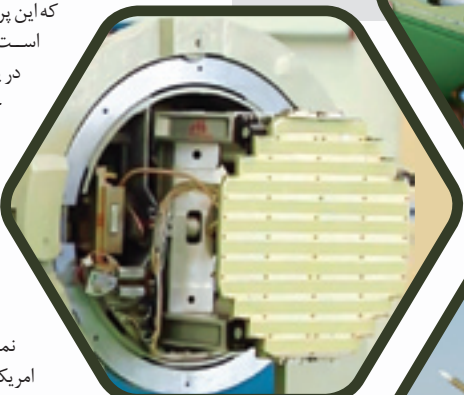


رادارهای کاوش و هادی متحرک شده در مرصاد ۱۶

است ECCM به معنای مقابله با جنگ الکترونیک طرف مقابل است. در واقع ابتدا یک طرف اقدام به تریلرهای سامانه‌های راداری از بهسازی‌های مکانیکی مرصاد نسبت به نسل قبلی است. ■ توسعه سامانه مرصاد در سال ۱۳۹۰ نمونه بهبودیافته سامانه مرصاد با نام مرصاد ۲ معرفی شد. در مرصاد ۲ برد کشف رادار کاوش به ۲۲۰ کیلومتر افزایش یافت. در رزمایش پدافند هوایی مدافعان آسمان ولایت ۳ در سال ۱۳۹۰ که مرصاد برای اولین تمرین جدی در آن شرکت داشت، اعلام کرد توان درگیری همزمان با چند هدف به آن داده شده است. با توجه به اطلاعات منابع مختلف احتمالاً این امر به واسطه افزودن یک دستگاه رادار ردگیری هدف دیگر به سامانه ممکن شده است. همچنین در سامانه مرصاد به صورت کمینه دو پرتابگر سه تایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که امکان افزایش تعداد آن به راحتی وجود دارد. سامانه‌های مرصاد و مرصاد ۲ که از اواخر دهه ۱۳۸۰ و اوایل دهه ۱۳۹۰ به صورت عملیاتی درآمده‌اند در رزمایش‌های متعددی در برابر اهدافی با سطح مقطع



ساخت و تولید سامانه‌های داخلی با قابلیت‌های راداری و الکترونیکی که برای دشمن به طور قطعی مشخص نیست، سبب افزایش فضای ابهام در توانمندی پدافند هوایی کشور و به صورت کلان سبب ایجاد لایه‌های پنهان در پدافند هوایی کشور می‌شود. این امر در وهله اول به افزایش بازدارندگی دفاعی و در روز واقعه به پاسخ محکم و کوبنده به تجاوز هر دشمن احتمالی منجر می‌شود



جست‌وجوگر راداری موشک شلمچه



پرتابگر جدید در مرصاد ۱۶

راداری پایین از جمله پهبادهای کوچک مورد آزمایش با سناریوهای سختگیرانه از جمله حمله همزمان و یاحملات در پنجره‌های زمانی بسیار کوتاه قرار گرفته‌اند. از جمله رزمایش بزرگ محمد رسول الله در دی ۱۳۹۳ منطقه تحت پوشش سامانه مرصاد و موشک شلمچه مورد تهاجم فرضی ۲ پهباد کوچک قرار گرفت. هر چند این موشک‌ها عمدتاً علیه پهبادهای کوچک استفاده نمی‌شوند، اما در حالی که پدافند هوایی از قبل در جریان زمان و جهت حرکت این دو پهباد نبود موفق به انهدام آنها در فاصله ۲۶ و ۱۸ کیلومتری شد، در حالی که تصوری‌شد همین دو پهباد برای شبیه‌سازی تهاجم در نظر گرفته شده‌اند. کمی بعد پهباد دیگری نیز به منطقه نفوذ کرد که در فاصله ۲۲ کیلومتری منهدم شد.

در رزمایش مشترک پدافند هوایی در پاییز ۱۳۹۷ خبر افزوده‌شدن یک موشک جدید به سامانه مرصاد اعلام شد. این موشک که از پرتابگری با ظرفیت سه موشک شلیک می‌شود، شباهت ظاهری بالایی به موشک استاندارد دارد که در ایران به نمونه‌های فجر، محراب و رعد ارتقای یافته بود. این پرتابگر برای اولین بار در رزمایش پدافندی سال ۱۳۹۶ به صورت تک فروندی مشاهده شد، اما هیچ خبری در مورد آن اعلام نشده و حتی تصویری از موشک آن نیز ارائه نگردیده و از این رو قابل حدس نبود که این پرتابگر به کدام سامانه مربوط است. در رزمایش پدافند هوایی در پاییز ۱۳۹۸، نام این موشک جدید، شلمچه ۲ عنوان شد. پرتابگر جدید با استفاده از تجربه ساخت پرتابگرهای جعبه‌ای موشک‌های صیاد ۲۴ و ۳ ساخته شده است. این پرتابگرها که مشابهت‌های بالایی با نمونه مورد استفاده در سامانه امریکایی MIM-104 پاتریوت و موشک صیاد ۲ در سال ۱۳۹۲ مشاهده شدند، پرتابگر موشک شلمچه ۲ هستند. وضوح کوچک‌تر از پرتابگر صیاد ۲ است، بنابراین مشهود است که این پرتابگر مجهذ است و برای ابعاد کوچک‌تر شلمچه ۲ طراحی شده؛ شلمچه ۲ موشکی با پهنای بال کمتر از شاهین و شلمچه است که این امر به واسطه الگوبرداری از شکل ظاهری موشک RIM-66 ملقب به ۶۴۰ کیلوگرم به برد ۴۰ کیلومتر رسیده و قابلیت درگیری با اهداف تا ارتفاع ۱۸۰۰ متری را دارد؛ این موشک به سر جنگی ۷۴ کیلوگرمی مجهز است.

در رزمایش مشترک پدافند هوایی مدافعان آسمان ولایت ۹۸ که در منطقه عمومی سمنان و برخی مناطق دیگر کشور بر گزار شد، سامانه مرصاد ۱۶ به عنوان جدیدترین گونه از خانواده سامانه بومسی مرصاد مورد آزمایش عملیاتی کامل و یکپارچه قرار گرفت. اجزای مختلف این سامانه در رژه‌های سال‌های قبل و خصوصاً رزمایش پدافند هوایی سال ۹۷ به نمایش درآمده و مورد آزمایش قرار گرفت. مهم‌ترین تفاوت‌های مشهود و قطعی مرصاد ۱۶ بانسل‌های اولیه این سامانه را می‌توان در موارد زیر برشمرد: متحرک با تاکتیکی شدن تمام اجزای سامانه با نصب روی کامیون، امکان به کارگیری رادارهای جدید حافظ تا نیمچ ۸، استفاده از پرتابگر جعبه‌ای برای موشک ها، به خدمت گرفتن موشک جدید شلمچه ۲. برای بهبود قابلیت‌های تاکتیکی سامانه مرصاد ۱۶، تمام اجزا آن شامل رادار کاوش و هادی نیز به صورت متحرک درآمده و در پشت یک کامیون نصب شده‌اند. رادار کاوش از آنتن سه تکه لولاشده به هم استفاده می‌کند که برای شرایط حرکت، دو قسمت جانبی آن روی طرفین خودرو قرار گرفته و با اشغال فضای کم، به صورت جمع شده قرار می‌گیرند. همچنین رادار هادی نیز روی پایه جمع‌شونده‌ای قرار گرفته که برای شرایط کاری، با باز شدن پایه‌ها، آنتن

رادار را در ارتفاع بالاتری نسبت به اجزا خودرو قرار گرفته و آماده عملیات می‌شود.

■ آرایه فازی ها هم در مرصاد به کمین نشستند

یکی از بهبودهایی که در نسل‌های اخیر سامانه مرصاد در سال‌های گذشته به انجام رسیده، افزوده شدن رادار آرایه فازی و پیشرفته حافظ است که خصوصیات آن در سلسله گزارش‌های رادارهای ساخت ایران در روزنامه «جوان» معرفی خواهد شد. رادار حافظ می‌تواند در مقابل تهدیدات گروهی که در حال پرواز نزدیک به هم هستند، اهداف با سطح مقطع راداری پایین و نیز در محیط جنگ الکترونیک به خوبی عمل کند. در فهرست محصولات صادراتی وزارت دفاع، یک رادار آرایه فازی جدید با پاند فرکانسی S که به نظر می‌رسد نسخه ساده‌شده‌ای از رادار نجم ۴۰۸ باشد نیز به عنوان رادار جدید در سامانه مرصاد صادراتی معرفی شده است. نمونه اصلی رادار نجم ۴۰۸ در سامانه پدافند هوایی ۱۵ خرداد به کار گرفته شده است. ناگفته‌پیداست که این رادار همچون رادار حافظ، مزیت‌های متعددی هم در قابلیت‌های عملیاتی و هم در مقاومت در برابر جنگ الکترونیک دشمن دارد. نمونه صادراتی سامانه مرصاد دارای قابلیت ردگیری همزمان ۱۵۰ هدف و توانایی درگیری همزمان با دو هدف است. پویایی حلقه‌های تحقیق و توسعه، طراحی و ساخت، آزمایش و بهسازی و تولید در مجموعه صنایع وزارت دفاع و نیروهای مسلح به طور مشهود در سامانه پدافند هوایی مرصاد دیده می‌شود که ۱۲ مرحله توسعه را در قالب سامانه استقرار و سپس چهار مرحله توسعه را در نمونه متحرک تا رسیدن به مرصاد ۱۶ پشت‌سر گذاشته‌اند و احتمالاً این مسیر تا امروز هم به توسعه نمونه‌های جدیدتر منجر شده است.

حدود ۵۰ درصد تهدیدات موشکی کشور در ارتفاع متوسط ارزیابی می‌شود. به عنوان مثال بهترین ارتفاع هواپیما برای شلیک بمب‌ها و موشک‌های دور ایستار نقاط متوسط است. با این شرایط، ارزش سامانه مرصاد بیش از پیش آشکار می‌گردد. توانایی درگیری همزمان با اهداف نیز صرف‌نظر از تعداد اهداف قابل درگیری برای تلاش در جهت ایجاد توازن قوا در سناریوی هجوم سراسری و بر حجم دشمن بسیار مهم است که با بهره‌گیری از رادارهای آرایه فازی در مرصاد به شکل مطلوبی ممکن می‌شود.

این رادارهای پیشرفته البته امکان درگیری مؤثرتری با اهداف دارای سطح مقطع راداری کم یا به اصطلاح رادار گریز را هم ایجاد می‌کنند. در سالیان گذشته تا سوی فرماندهان نیروی پدافند هوایی عنوان شده است که سامانه‌های موشکی این نیرو موفق به سرنگونی اهدافی با سطح مقطع راداری کمتر از ۰/۱ مترمربع شده‌اند که البته به نوع سامانه‌اشماره‌ای نشده، اما در هر صورت قابلیت بالای ایجاد شده در این مجموعه را می‌رساند. لازم است، اشاره کنیم اساساً در شبکه یکپارچه پدافند هوایی که مدت‌هاست به طور کامل در کشور محقق شده است، کار کشف دوربرد اهداف پنهانکار (سطح مقطع راداری بسیار پایین) بر عهده انواع سامانه‌های نیمه متحرک و تمام‌متحرکی چون رادارهای کلسات‌نیم، کاشف و مطلع الفجر است که در فواصل مختلف از آتشیارها و نقاط شامل رادار کاوش و هادی نیز به عنوان مثال سامانه راداری بومی مطلع الفجر ۲ توانایی ردگیری و هدف برد ۵۰۰ کیلومتر و سامانه راداری بشیر نیز بر ۳۰۰ کیلومتر دارد. این سامانه‌ها به صورت لحظه‌ای در اختیار واحدهای کنترل منطقه‌ای قرار گرفته و به مناسب‌ترین سامانه‌های درگیری از نظر موقعیت نسبت به هدف اطلاع داده شده است. این سامانه‌ها با کمک رادارهای پیش گفته به طور کامللاً مؤثر وارد مراحل ردگیری و درگیری با هدف می‌شوند. مثال بارز این هماهنگی، انهدام پهباد فوق پیشرفته گلوبال هاوک امریکایی در خرداد ۱۳۹۸ است. این پهباد توسط رادارهای ارتش کشف شده و موقعیت آن به رادارها و آتشیارهای منطقه ارسال و برای درگیری طبق قوانین به آنها اختیار داده شد. در نهایت سامانه موسو خرداد سپاه که نزدیک‌ترین مورد به مسیر پروازی پهباد مذکور بود موفق به انهدام این پرنده متجاوز شد. ساخت و تولید سامانه‌های داخلی با قابلیت‌های راداری و الکترونیکی که برای دشمن به طور قطعی مشخص نیست، سبب افزایش فضای ابهام در توانمندی پدافند هوایی کشور و به صورت کلان سبب ایجاد لایه‌های پنهان در پدافند هوایی کشور می‌شود. این امر در وهله اول

به افزایش بازدارندگی دفاعی و در روز واقعه به پاسخ محکم و کوبنده به متجاوز هر دشمن احتمالی منجر می‌شود.

رادار جویا در سامانه مرصاد

موشک شاهین

رادار هادی در سامانه مرصاد مجهز به تجهیزات الکترواپتیکی

