

رادارهای برد بلند و متوسط که به صورت فعال عمل می‌کنند اولین حساسه مجموعه پدافند هوایی هستند اما آنچه امروزه برای کشورمان اولویت اصلی محسوب می‌شود، شناسایی هواپیماهای با سطح مقطع راداری پایین، موشک‌های کروز و هواپیماهای برد بلند استراتژیک دشمن است.

برنامه ساخت انواع اصلی رادارهای بومی با توجه به نیازهای نیروهای مسلح، ظرفیت علمی و امکان تکمیل فناوری های لازم، تدوین شده و متخصصان صنعت و دانشگاه در نقاط مختلف کشور در این برنامه ها همکاری کرده اند.

اکثر سامانه‌هایی که پیش از انقلاب در اختیار ایران قرار گرفته بود سامانه‌های لامپی بودند که اشعه بالایی را نیز در فضای اطراف خود منتشر می‌کردند و یکی از بخش‌های رادارها که بیشتر دفعات بروز ایراد را داشت همین لامپ‌ها بودند. با توجه به پیشرفت فناوری در دنیا، استفاده از این لامپ‌ها در سامانه‌ها منسوخ شده و به جای آن از فناوری ترانزیستور، مدارهای مجتمع و فناوری های حالت جامد استفاده می‌شود که هم‌اکنون اکثر سامانه‌های داخلی از فناوری لامپی تهی و به جای آنها از فناوری های جدیدتر گفته شده استفاده شده است. در آینده نزدیک نیز تمامی سامانه‌های داخلی با زیربخش‌های ساخته شده از فناوری های نوین جایگزین می‌شوند.

همچنین با توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی مختلف اعم از کوهستان‌های بلند و مرزهای آبی وسیع در ایران و اینکه پردازش سامانه‌های راداری در کوهستان و دریا متفاوت است تغییرات لازم بر روی سامانه‌های موجود به انجام رسیده تا حذف نویزهای دریایی و بازتاب‌های ناخواسته محیط‌های کوهستانی ممکن شده و اهداف مورد نظر تا برد مؤثری بسیار بیشتر از قبل مورد شناسایی و ردگیری قرار گیرند که این امر در راستای افزایش سامانه‌های موجود در راستای استفاده بهینه از آنها است.

طبیعتاً برای رفع تمامی نیازها راهی جز خرید سامانه‌های جدید و یا ساخت آنچه مورد نیاز است وجود نداشته و نیروهای مسلح کشورمان با ترکیبی از هر دو راه به سوی آینده حرکت نمودند. از جمله رادارهایی که ساخت آنها مد نظر بوده رادارهایی با عملکرد در باند وی-اچ-اف از نوع بایاستاتیک با برد متوسط در حدود ۱۲۰ کیلومتر، رادار دوربرد و مولتی استاتیک با قابلیت ردگیری در حین جستجو و برد ۵۰۰ کیلومتر، رادار جستجو و نظارت هوایی مونواستاتیک با برد نسبتاً بالا و دو بعدی و همچنین با برد در حدود ۳۰۰ کیلومتر و سه بعدی و نمونه‌ای با قابلیت مقابله با جنگ الکترونیک تا ۳۶۰ کیلومتر و انواعی از رادارهای پسیو است. فرکانس‌هایی که در دسته وی-اچ-اف قرار می‌گیرند از قابلیت بالایی در کشف اهداف پنهان کار برخوردارند که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

گفتنی است رادارهایی که در آن فرستنده و گیرنده یکی هستند مونواستاتیک، آنهایی که فرستنده و گیرنده در دو نقطه متفاوت و فاصله دار هستند بایاستاتیک و مجموعه‌هایی با چند گیرنده و چند فرستنده جدا از هم مولتی استاتیک گفته می‌شود.

گفتنی است یکی از روش‌های پنهان‌کاری رادار استفاده از سطوح زاویه دار یا منحنی در بدنه هواگرد به طوری است که بازتابش امواج به محل فرستنده برنگردد. با استفاده از رادارهایی با فرستنده و گیرنده فاصله دار که در محل‌های متفاوتی نصب شده‌اند، بازتاب‌های حاصله از هواگرد رادار گریز توسط گیرنده‌ای دیگر دریافت شده و در نتیجه هدف کشف می‌شود.

در زمینه خرید رادارهای پیشرفته خارجی نیز دو مورد مطرح، رادارهای «نیو» و «کاستا» هستند. کاستا یک رادار تاکتیکی هشدار هوایی با توانایی ویژه‌ای برای کشف اهداف در پس زمینه و محیط‌های آلوده به اخلاص الکترونیکی است که در باند UHF کار می‌کند.

کند. بیشینه برد کشف این رادار که اهداف را به صورت سه بعدی ردیابی می کند ۱۵۰ کیلومتر، پوشش ۳۶۰ درجه در افق و ۲۵  
ثرتجه در بلندا و تا سقف ۶ کیلومتر را داشته و دارای توانایی ردگیری همزمان ۳۰ یا ۵۰ هدف است.



#### رادار کاستا در اختیار قرارگاه پدافند هوایی خاتم النبیا ارتش

کاستا از توانمندی بالایی در آشکارسازی و ردیابی اهداف با سطح مقطع راداری بسیار کم برخوردار است. این رادار از نوع تمام متحرک بوده و به همین دلیل از قابلیت جابجایی بالا و توانایی حضور سریع در مکان های مورد نظر برای ایجاد پوشش راداری برخوردار است. رادار آن سه تکه بوده که در حال حرکت به صورت جمع شده قرار دارند به طوریکه بخش میانی در زیر و دو بخش دیگر در طرفین و بالا استقرار یافته و برای شروع به کار این سه قسمت به طور خودکار به هم متصل شده و پایه ای که آنتن روی آن مستقر است.

در مجموع به ارتفاع حدود ۱۴ متر می رسد. بنابراین اعلام منابع خارجی این رادار در زمان ۲۰ دقیقه آماده به کار شده یا از حالت استقرار به حالت حرکت در جاد تغییر وضعیت می دهد.



### کاستا با آنتن های جمع شده در رژه نیروهای مسلح

نبو نیز یک رادار کششی برد بلند و مخصوص هشدار زود هنگام هوایی است که در قسمت بعدی گزارش به آن خواهیم پرداخت. متخصصان توانمند داخلی برای بهسازی این رادارها با استفاده از علم بومی خود فعالیت هایی را آغاز نموده اند.

### رادار ملی

اولین نمونه راداری که به صورت بومی طراحی و ساخته شد رادار ملی است. این رادار در کنار گیرنده های دیجیتالی «ناظر ۱ و ۲» که به سامانه های راداری موجود در آن زمان افزوده شدند ساخته شد.

در سال ۱۳۷۷ مقدمات طراحی و تولید رادار ملی به وجود آمد. بر همین اساس از این سال تلاش های فراوانی انجام گرفت که در نهایت به طراحی و ساخت رادار ملی منجر شد.

نتیجه تحقیقات کارکنان مجرب رادار پیرامون فناوری های روز دنیا باعث شد تا رادار ملی با شرایط برد بسیار بالا و تفکیک پذیری فاصله ای و زاویه ای بسیار خوب و از همه مهم تر برای قطع وابستگی از دنیا ساخته شود. در واقع با توجه به ساخت داخل بودن این رادار برد بلند امکان پوشش سطح گسترده ای از کشور که قبلاً مقدور نبود با ساخت تعداد کافی از آن ممکن شد.



## رادار ملی

مهم‌ترین مزیت رادار ملی، راحتی کار برای تیم فنی و فرآیند تعمیراتی است زیرا این رادار به دلیل استفاده از فناوری های نوین به سرعت عیب‌یابی و رفع عیب می‌شود. مزیت دیگر آن آسایش تیم عملیاتی است زیرا این رادار علائم (اسکوپ) بسیار روشن و واضحی دارد و کاربر آن، اهداف مورد نظر را از بین اهداف ثابت به راحتی پیدا می‌کند. مزیت دیگر رادار ملی خودکار شدن بسیاری از عملکردهای آن است بطوریکه به راحتی به شبکه مکانیزه و یکپارچه پدافند هوایی کشور متصل می‌شود.

محدودیت رادار ملی بویژه در مورد محدودیت‌های راه‌اندازی، نسبت به رادارهای موجود کمتر است. در حال حاضر رادار ملی حداقل در شرق، شمال و غرب کشور وارد خدمت شده و به عنوان بخشی از زنجیره نظارت هوایی در فواصل طولانی و هشدار زود هنگام به کار می‌رود.



رادار ملی نشان داده است که شرایط جوی در کارکرد آن تأثیر بسیار اندکی دارد و در تمام فصول سال و انواع محیط های مرطوب، کوهستانی و حتی کویری آزمایش شده و کمترین ایراد و محدودیت را نسبت به رادارهای موجود نشان داده است. این رادار هم برای اخطار اولیه و هم برای رهگیری هوایی کاربرد دارد و داده های تولیدی توسط آن به مراکز فرماندهی و آتشبارهای عملیاتی ارسال می شود تا سریع ترین واکنش نسبت به شرایط نشان داده شود.

80 درصد طراحی رادار ملی توسط متخصصان پدافند هوایی و مابقی آن با کمک سایر مجموعه های علمی و صنعتی کشور به انجام رسیده است.

برد رادار ملی در حدود 450 کیلومتر است که آن را در رده رادارهای برد بلند هشدار زودهنگام قرار می دهد. آنتن رادار آن ساختاری سه تکه و میله ای-شبکه ای دارد. در نتیجه از جرم آنتن کم شده و مقاوت آن در مقابل باد نیز مناسب است. این رادار از نوع ثابت است که در مواضع مشخص راداری نصب شده و به نظر می رسد که نوع نیمه متحرک یدک شونده نیز داشته باشد.

کاشف-1



به گزارش مشرق، کاشف-۱ راداری تمام متحرک، میانبرد، در باند S با برد بیشینه ۱۵۰ کیلومتر و سقف ۱۴ هزار متر بوده و عملکرد آن دو بعدی است به این معنی که دو مختصه مکانی هدف را نسبت به خود می سنجد که شامل فاصله مستقیم و زاویه بوده و پس از پردازش، مختصات X و Y آن را نمایش می دهد که احتمالاً مربوط به فاصله افقی و ارتفاع است.



کاشف-۱

این رادار که با نام TM-ASR-1 نیز معرفی شده است توان خروجی ۸۰۰ کیلووات داشته و با توجه به برد خود به عنوان رادار هشدار ثانویه بکار می رود. با توجه به فرکانس مورد استفاده، کاشف توانایی کشف اهداف با سطح مقطع راداری پائین مانند پهپادهای کوچک و موشک های کروز را هم دارد. برای تضمین عملکرد بالای کاشف در فضای نبرد قابلیت مقابله با جنگ الکترونیک (ECCM) نیز برای آن ایجاد شده است.



#### کاشف-۱ در زمینه تصویر؛ سامانه نصب شده روی خودروی جلویی نیز ظاهراً یک رادار است

پس از کشف هدف و ردیابی آن، رادار اطلاعات را به مرکز فرماندهی و کنترل ویا آتشبارهای پدافند هوایی ارسال می کند. آنتن این رادار که از نوع سهموی (Parabolic) است قابلیت گردش ۳۶۰ درجه و با سرعت های دورانی ۳، ۶ یا ۱۲ دور بر دقیقه را به تناسب موقعیت راهکنشی (تاکتیکی) و حضور تهدیدات در منطقه مدنظر دارد. کاشف همچنین نقشه ای از کلاتر (بازتاب های عوارض سطحی) داده و می تواند مناطق حساس را به صورت تقویت شده در نمایشگرهای چندمنظوره خود نمایش دهد. کاشف توانایی کشف اولیه بیش از ۱۰۰ هدف و ردیابی در حین جستجوی ۲۰ هدف را دارد.

تمامی زیرسامانه های این رادار شامل مولد برق، اتاق خدمه و سامانه های پردازش و کنترل و ارتباطات و اجزای مکانیکی بازکردن و حرکت دادن رادار در یک کامیون مستقر شده اند که یکی از عوامل تحرک بالای این مجموعه است. قابلیت این رادار در آماده شدن به کار و یا خروج از وضعیت کاری برای حرکت به منطقه ای دیگر بسیار بالا بوده و در زمان کمتر از ۳۰ دقیقه آماده به کار می شود. متوسط زمان بین دو ایراد در کاشف-۱ بیش از ۱۰۰۰ ساعت و متوسط زمان لازم برای تعمیر ایراد در آن کمتر از ۳۰ دقیقه است. در نتیجه علاوه بر افزایش اطمینان پذیری آن، کارکردن و تعمیرات لازم نیز در زمان کوتاهی انجام شده و رادار به

چرخه عملیاتی باز می گردد. این رادار در محیطی با سرعت باد ۲۵ متر بر ثانیه (۹۰ کیلومتر بر ساعت) و رطوبت ۹۵٪ توانایی کارکرد دارد.

## کاشف-۲

نسل دوم از این خانواده از رادارهای ایرانی، کاشف-۲ است که با بهسازی های مختلف بر روی کاشف-۱ بوجود آمده است. برد نهایی این رادار تا ۲۰۰ کیلومتر بوده که حدود ۳۳٪ افزایش نسبت به نسل قبلی را نشان می دهد. کاشف-۲ توانایی ردگیری و ثبت اطلاعات تا ۱۰۰۰ هدف را دارد که افزایش ۹۰۰ درصدی آن نسبت به نمونه پیش از خود بسیار قابل توجه است. همچنین برق مصرفی آن ۳۰ کیلووات است.

فرستنده و گیرنده در این رادار کاملاً از زیرسامانه هایی با فناوری حالت جامد بهره مند شده اند که باعث افزایش قابلیت های عملیاتی و همچنین افزایش اطمینان پذیری زیرسامانه های مربوطه می شود. از اینرو قطعاً فاصله بین دو بروز ایراد در کاشف-۲ بیشتر از نسل قبلی شده است.

یک تفاوت مشهود ظاهری در دو نسل کاشف، آنتن رادار آنها است که در نسل دوم به جای آنتنی با سطح یکپارچه از سطح مشبک استفاده نموده اند. هر دو نوع آنتن ها از سه تکه متصل به هم تشکیل شده اند که در حال حرکت از هم باز شده و در طرفین و بالای خودروی حامل قرار می گیرند.

آنتن کاشف-۲ به دلیل مشبک بودن، جرم کمتری داشته و در نتیجه به توان الکتریکی کمتری برای چرخش نیاز دارد و دوام اجزای متحرک آن نیز بیشتر گردیده و مقاومت آن در برابر باد نیز تا حدودی بهبود می یابد.

در مجموع رادار کاشف-۲ به عنوان نمونه ای میانبرد، پرتحرک، سرعت آماده شدن بالا، ظرفیت عملیاتی بالا و قیمت مناسب که ساخت تعداد کافی از آن را ممکن می سازد در حلقه های میانی پدافندی قابلیت استقرار در نواحی مختلف را داشته و با توجه به اتصال از طریق خطوط امن انتقال داده به شبکه یکپارچه کنترل و فرماندهی هوشمند مرتبط بوده و پوشش کارآمدی را به وجود می آورد.

خانواده رادارهای کاشف علاوه بر کاربرد به فرم مونواستاتیک در رژه نیروهای مسلح به صورت گیرنده و فرستنده جدا از هم نیز مشاهده شده اند که نشان دهنده استفاده از این رادارها در شبکه پدافند هوایی کشور به حالت بایاستاتیک ویا مولتی استاتیک است. البته در قسمت های بعد گزارش نیز یک نوع رادار که عملکرد بایاستاتیک دارد را با جزئیات معرفی خواهیم نمود. در مجموع باید گفت کاشف های ایرانی از اجزای مهم شبکه دفاع هوایی کشور برای ردگیری اهداف پنهانکار بوده و با تحرک بالای خود در نواحی لازم مستقر می شوند.

منبع : سایت مشرق نیوز



