مقابله با سامانه‌های اختفاء شده در عملیات هوایی

ایرج فروزان[1]، مسعود اسفندیاری[2]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۶/۰۷

چکیده

در این مقاله اهداف، روش‌ها و تکنیک‌های مختلف اختفاء عملیاتی یا شناساگریزی مورد بررسی قرار می‌گیرد. عواملی که باعث شناسایی شیئی (هواپیما، شناور...) منجمله اثر راداری، اثر حرارتی و اثر بصری می‌گردند، معرفی و مورد بحث قرار می‌گیرند. روش‌های کاهش سطح مقطع راداری که از عوامل اصلی پنهان ماندن هواپیما نسبت به شناسایی آن از نظر حسگرهای راداری است، از جمله استفاده از مواد جاذب رادار و شکل‌دهی، مطرح می‌گردد. در ادامه، روش‌های کاهش اثر حرارتی نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در این مقاله سعی گردیده است تا راهکارها و روش‌های شناسایی هواپیماهای شناساگریز مطرح و به طور اجمال مورد تجزیه و تحلیل واقع گردند. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که که چنانچه بتوان از اقداماتی شامل استفاده از رادارهای دوپایه یا چند پایه با بسامد پائین، شناسایی هواپیما به هنگام رهاسازی سلاح، سنجش رد حرارت هواپیما با استفاده از تجهیزات شناسایی حرارتی، استفاده از رادارهای داپلری با قدرت تفکیک بالا و شناسایی تلاطماتی که این هواپیماها در میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌کنند، می‌توان این نوع هواپیماها را شناسایی و موقعیت تقریبی آنها را مشخص نمود.

کلیدواژه‌ها: شناساگریزی، مانایی، سطح مقطع راداری، شکل‌دهی، اثر راداری

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه عالی دفاع ملی، Email: i.foroozan@yahoo.com
۲- کارشناس حسگرهای غیرعامل، Email: www.esfandiari35@yahoo.com

مقدمه

امروزه پنهان‌ماندن از دید حسگرهای شناسایی دشمن باعث افزایش مانایی[1] و ماندگاری نیروها و امکانات خودی می‌گردد. چنانچه یک هواپیمای بمب‌افکن یا جنگنده مهاجم شناسایی گردد، احتمال انهدام آن نیز افزایش می‌یابد. بنابراین پنهان‌سازی وجود و عملیات آنها به یکی از مسایل مهم و چالش پیش روی طراحان سامانه‌ها و شبکه‌های پدافندی تبدیل گردیده است. ولی آیا به‌راستی می‌توان هواپیماها را به طور واقعی از نظر حسگرهای شناسایی دشمن، پنهان یا نامرئی نمود؟

اختفاء همواره یکی از ویژگی‌های اساسی جنگ بوده است. سربازان، ملبس به لباس استتار می‌گردیدند، هواپیماها با رنگ‌ها و الگوهای نامنظم با محیط خود (آسمان و زمین) همرنگ و همگون می‌گردیدند، ناوهای جنگی با الگوهایی استتار می‌شدند که ظاهر آنها را نسبت به دریا و آسمان، تیره و مبهم می‌ساخت.

مسئله اساسی این است که جنگنده‌های نسل جدید اگر چه بسیار پیشرفته‌تر و سریع‌تر از همتای جنگ دوم جهانی خود هستند، ولی نقاط ضعفی را نیز با خود به‌همراه دارند. از همه مهم‌تر، پیشرفت چشمگیر در عملکرد سامانه‌های پدافند هوایی و رادار کنترل آتش، توان انهدام آنها را بالا برده است. یکی از روش‌های اختفاء هواپیماهای جنگنده و بمب افکن، استفاده از فناوری شناسایی‌گریز[2] است.

در جنگ‌ها اساساً هیچ مکانی برای پنهان شدن وجود ندارد. حواس پنجگانه انسان دیگر کارایی خود را از دست داده و جای آن را مجموعه ای از تجهیزات شناسایی عامل و غیر عامل، رادار، دوربین‌ها و وسایل اپتیکی، حسگرهای فروسرخ(گرمایی)، سامانه‌های تشخیص صوتی و سونار[3]، آشکارسازهای شناسایی فشار و تابش الکترومغناطیسی و سایر حسگرهای کنترل از دور گرفته است.

تانک‌ها و خودروهای زرهی پیشرفته، هواپیماها و شناورها، به جای شکل گرد یا دایره‌ای، دارای سازه‌ها و بدنه با زوایای تند جهت کاهش اثر راداری خود گردیده‌اند. چنانچه اثراتی که باعث شناسایی شدن وسیله می‌گردند، به گونه‌ای کاهش یابند که با محیط پس‌زمینه خود، برابر یا همگون گردند، آنگاه وسیله مربوطه به آسانی قابل شناسایی نخواهد بود. به عنوان مثال، بازتاب راداری هواپیمای اف- ۱۱۷A که دارای طولی برابر با ۱۹,۴ متر و وزن ۲۳۶۲۵ کیلوگرم است، دارای سطح مقطع راداری ۱,۵ سانتی متر است [۱].

هدف فناوری شناساگریز، کاهش انرژی یا سیگنال‌های ارسالی و دریافتی آن یعنی تشعشعات حرارتی، صوتی و راداری جهت جلوگیری از شناسایی و ردیابی شدن توسط سامانه‌های شناسایی دشمن می‌باشد. در فناوری شناساگریز از تکنیک‌های بازتابی و جذبی کنترل شده، تغییر رنگ، پنهان‌سازی تسلیحات و عایق بندی جهت پنهان ساختن وجود وسیله(هواپیما یا ناو و....) به‌کار گرفته می‌شود.

بیان مسئله

چالش‌های پیش روی سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات و اهمیت اعلام پیش اخطار به سامانه‌های پدافندی نسبت به فعالیت هواپیماهای مهاجم به ویژه هواپیماهای شناسا گریز و لزوم اتخاذ اقدامات پدافندی جهت کاهش میزان تلفات و آسیب‌پذیری‌های احتمالی، بررسی روش‌هایی که این نوع هواپیماها را از دید حسگرهای راداری و غیر عامل پنهان می‌سازد و نیز روش‌های احتمالی شناسایی و رهگیری آنها، از اهمیت حیاتی برخوردار است.

کمبودهای فعلی این سئوال را مطرح می‌نمایند که چگونه می‌توان این نوع تهدیدات را شناسایی نمود. لذا با نگرش به مراتب فوق، شناخت درک شیوه‌های جدید شناساگریزی و روش‌های احتمالی رهگیری این نوع هواپیماها می‌تواند در دفاع غیر عامل که توسط آنها بتوان به نیروهای خودی پیش اخطار لازم را اعلام و متعاقب آن بتوان دست به اقدامات غیر عامل جهت کاهش تلفات زد، بسیار حائز اهمیت است.

ضرورت و اهمیت تحقیق

شناسایی هواپیماهای متخاصم شناساگریز و متعاقب آن اعلام پیش اخطار نسبت به موقعیت جغرافیایی آنها، نقش تعیین کننده‌ای در موفقیت دفاع غیر عامل در زمینه حفاظت از امکانات نیروهای خودی شامل تاسیسات، تجهیزات، سلاح‌های خودی و نیز کارکنان خواهد داشت. از آنجایی که یکی از اصول اولیه جنگ الکترونیک بر این دیدگاه قرار دارد که "دیده شدن به منزله مورد اصابت واقع شدن است" لذا اولین مرحله در

1- survivability
2- stealth
3- sonar (Sound Navigation And Ranging)

برخورد پدافندی عامل و غیر عامل بر علیه این نوع هواپیماها، شناسایی کردن آنها می‌باشد. آگاهی از نقاط ضعف این هواپیماها و روش‌هایی که منجر به شناسایی آنها می‌گردد، جهت اتخاذ اقدامات پدافندی غیر عامل برای کاهش میزان تلفات و آسیب‌پذیری‌ها، از دیگر ضروریات انجام این تحقیق در چگونگی ارائه این روش‌ها و نیاز حسگرهای عامل و غیر عامل امروزی است.

اهداف تحقیق

استفاده دشمن از فناوری‌های نوین شناسا گریزی، منجر به کاهش توانمندی‌های دفاعی نیروهای خودی در مقابل این نوع تهدیدات می‌گردد. هدف اصلی در این پژوهش، توصیف شیوه‌های جدید شناسایی هواپیماهای شناساگریز یا به عبارت دیگر مقابله با شناساگریزی در جهت ارتقاء توان دفاع غیر عامل به ویژه از نظر هشداردهی اولیه به نحوی که بکارگیری آنها بتواند اقدامات احتمالی دشمن را در تهاجم به اهداف مورد نظر کاهش داده و از میزات تلفات نیروهای خودی بکاهد.

سؤال اصلی تحقیق

با توجه به موارد فوق، سوال اصلی تحقیق این‌گونه مطرح می‌گردد که آیا اصولاً می‌توان این نوع هواپیماها را که ادعا می‌شود از نظر حسگرهای عامل و غیر عامل، نامرئی هستند را شناسایی و اعلام هشدار اولیه نمود؟

فرضیه تحقیق

با اتخاذ تکنیک‌ها و روش‌های خاص می‌توان هواپیماهای شناساگریز را رهگیری نمود که در نتیجه، افزایش توان پدافند غیر عامل و کاهش تلفات و خسارات نیروهای خودی را به دنبال خواهد داشت.

متغیرها و شاخص‌های تحقیق

به‌منظور بررسی روش‌های شناسایی هواپیماهای شناساگریز در میزان ارتقاء کارآمدی دفاع غیر عامل، متغیرهای «روش‌هایی که این نوع هواپیماها جهت پنهان‌ماندن از دید حسگرهای غیرعامل و راداری به‌کار می‌برند و چگونگی شناسایی این نوع تهدید» که تاثیر بسزایی در پدافند غیر عامل دارند، احصاء و با تعیین شاخص‌های مرتبط با آنها که بخشی از تکنیک‌های شناساگریزی از قبیل کاهش عوامل شناسایی‌کننده از جمله اثر راداری، اثر حرارتی و اثر بصری و نیز روش‌های شناسایی و رهگیری این نوع هواپیماها را تشکیل می‌دهند که عبارتند از استفاده از رادارهای دوپایه و چندپایه، شناسایی هواپیما به هنگام استفاده از سلاح خود، سنجش رد حرارت هواپیما با استفاده از تجهیزات حرارت یاب، استفاده از رادارهای داپلری با قدرت تفکیک بالا، شناسایی تلاطماتی که این هواپیماها در میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌کنند، و ادبیات مرتبط با آنها.

نوع و روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی با روش توصیفی از اسناد و مدارک موجود تخصصی در این زمینه و مطالعات مربوطه صورت گرفته است.

فناوری شناساگریز

فناوری شناساگریز نوعی فناوری کاهش احتمال رهگیری[1] است که وسیله مورد نظر (هواپیما، پهپاد، کشتی و...) را در برابر حسگرهای شناسایی راداری، فروسرخ و بصری تقریباً نامرئی یا احتمال شناسایی‌شدن آن را تا حد زیادی کاهش می‌دهد [۲].

اهداف شناساگریزی

اهداف به‌کارگیری فناوری شناساگریز به‌شرح زیر می‌باشند:

- بهبود یا افزایش مانایی از طریق کاهش احتمال رهگیری شدن توسط حسگرهای دشمن.
- کاهش فاصله وسیله (مثلاً هواپیما) تا هدف مورد نظر با حصول اطمینان از شناسایی نشدن.
- پنهان‌سازی یا اختفاء وجود وسیله از نظر حسگرهای شناسایی دشمن.
- جلوگیری از اعلام پیش اخطار[2] از سوی واحدهای دشمن و بازداری از آمادگی آنها جهت برخورد و اتخاذ اقدامات پدافندی عامل و غیرعامل بر علیه هواپیمای مهاجم.

عوامل شناسایی کننده

عوامل زیر باعث شناسایی شدن وسیله نظامی (هواپیما، کشتی و...) می‌گردند:

1- Low Probability of Intercept(LPI)
2- early warning

شکل ۱- با استفاده از فناوری شناساگریز، بسیاری از وسایل نظامی قادر به اختفای مجازی خود از نظر حسگرهای شناسایی هستند.

- اثر راداری
- اثر حرارتی
- اثر بصری
- اثر رادیویی (ارتباطی)

اثر راداری[1]

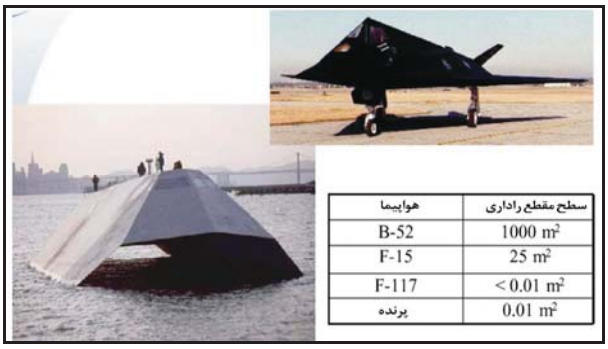
اثر راداری، یکی از راه‌های شناسایی رادار مورد نظر است. چنانچه بتوان این اثر را تا حد زیادی کاهش داد، آنگاه می‌توان آن را از نظر حسگرهای شناسایی دشمن نامرئی نمود. برای انجام این کار، دو روش وجود دارد:

کاهش سطح مقطع راداری[2]

معمولاً برد آشکارسازی حسگرهای شناسایی، تابعی از توان چهارم سطح مقطع رادار است:

$$(DR) \approx RCS^{1/4}$$

حال اگر کاهش سطح مقطع راداری از RCS۱۰ به ۱ برسد، برد شناسایی شدن آن تنها ۴۴٪ کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه برد شناسایی به مقدار ۴۴٪ کاهش یافته اما با در نظر گرفتن سرعت عمل رادارهای امروزی، هنوز زمان مورد نیاز جهت رهگیری و اتخاذ واکنش نسبت به هواپیمای مهاجم بسیار زیاد است. لذا کاهش بسیار بیشتر سطح مقطع، برای مثال به حدود ۱۰۰۰ برابر لازم است تا تاثیر تاکتیکی اختفای عملیاتی در عملیات مشخص شود. در صورت کاهش سطح مقطع به مقدار ۱۰۰۰ به ۱، برد شناسایی نیز به ۱۸٪ مقدار قبلی خواهد رسید (همان، ۲۷).



شکل ۲- تأثیر فناوری شناساگریز بر کاهش سطح مقطع راداری

سطح مقطع راداری یک هواپیما توسط دو عامل اصلی زیر سنجیده می‌شود:

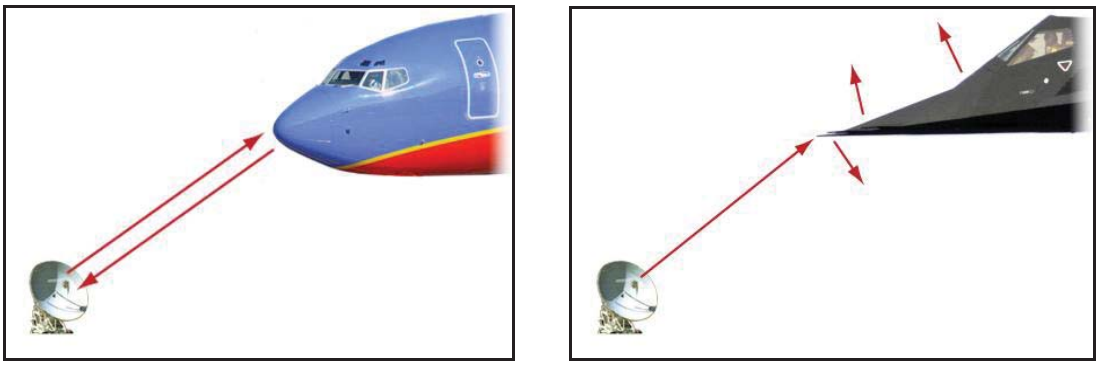
- شکل هندسی هواپیما.
- خصوصیات الکترومغناطیسی مواد به‌کار رفته در سازه و پوسته خارجی هواپیما.

شکل‌دهی[3]

در حال حاضر روش‌های مختلف شکل‌دهی یا تغییر شکل هندسی جهت کاهش سطح مقطع راداری به شرح زیر وجود دارند:

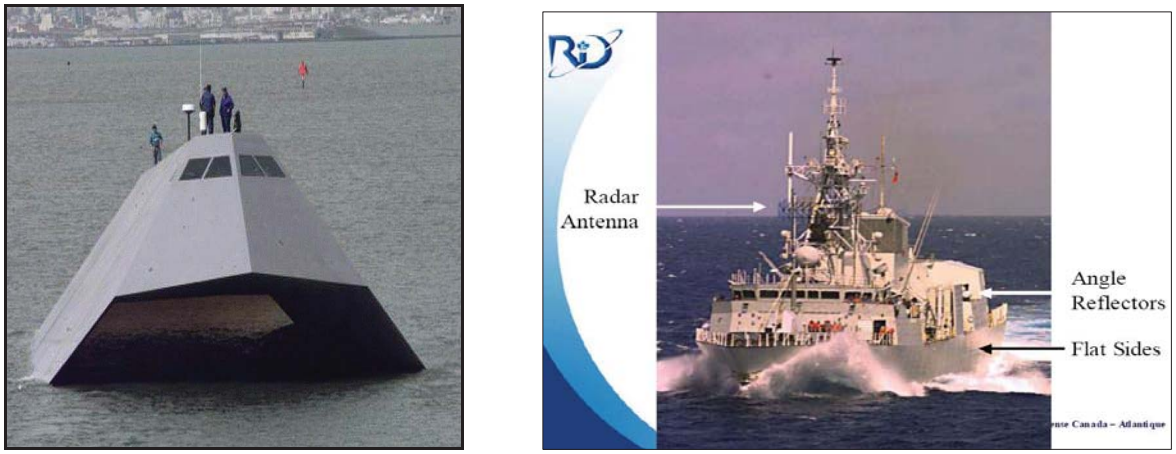
- استفاده از سطوح صاف، شکسته و غیر عمود بر هم و به حداقل رساندن مقدار بازتابش عمودی از جسم.

1- radar signature
2- radar cross section (RCS) reduction
3- shaping



شکل ۳- سطوح صاف هواپیمای شناساگریز (راست) امواج برخوردی رادار به بدنه خود را در جهاتی به غیر از جهت اصلی برخورد امواج رادار (دشمن) پراکنده می‌کند.

- استفاده از سطوح منحنی و پیوسته در پوسته خارجی. این روش در ساخت بمب افکن شناساگریز B-2A به کار رفته ولی در مقایسه با روش قبلی به توان محاسباتی بسیار بالاتری نیاز دارد.
- حمل سوخت و مهمات داخل بدنه.
- پوشاندن مهمات و تجهیزات بیرونی (رادارها، توپ‌ها و...)



شکل ۴- مقایسه شکل هندسی متعارف شناور (راست) که به آسانی قابل شناسایی می‌باشد، با شکل هندسی خاص شناور شناساگریز(چپ)که امکانات تسلیحاتی و تجهیزاتی خود را از نظر حسگرهای بصری، پنهان نموده است.

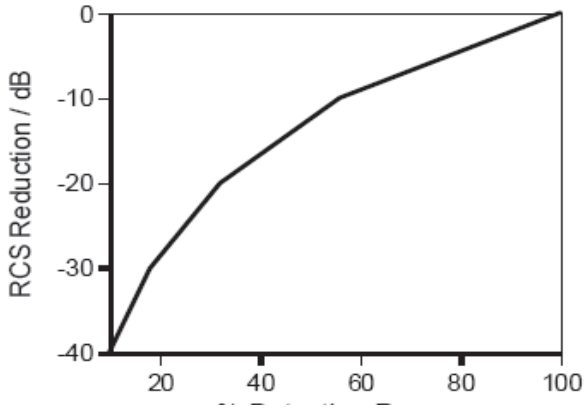
مواد جاذب رادار[1]

معمولاً در طراحی جنگنده شناساگریز از تغییر شکل هندسی حداکثر استفاده می‌شود ولی در همه شرایط، امکان اِعمال این تکنیک وجود ندارد و باید از مواد جاذب امواج رادار استفاده شود.

در جریان عملیات طوفان صحرا در جنگنده‌های تورنادوی نیروی هوایی انگلیس از مواد جاذب امواج رادار در بدنه هواپیما و از رنگ‌های ویژه مواد جاذب رادار در لبه حمله بال و سکان عمودی استفاده شد تا احتمال رهگیری شدن آن به مقدار زیادی کاهش یابد. همان‌گونه که از نام این مواد پیدا است این مواد با جذب امواج راداری، آنها را تبدیل به انرژی حرارتی می‌کنند. البته نظر به اینکه معمولاً مقدار انرژی الکترومغناطیسی پایین است، مقدار حرارت تولید شده نیز به

1- Radar Absorption Material(RAM)

همان نسبت پایین می‌باشد. بسیاری از مواد را می‌توان با مخلوط‌کردن با مواد هادی مثل آهن و یا کربن تبدیل به مواد جاذب امواج راداری نمود. در حال حاضر دو نوع از این مواد به نام دی‌الکتریک و مغناطیسی وجود دارند. با افزودن ترکیبات کربنی به مواد غیررسانا، خاصیت رسانایی ماده تغییر می‌یابد. به همین دلیل مواد جاذب امواج رادار که با افزودن کربن ساخته می‌شوند را نارسانا[1] می‌نامند.



RCS Reduction	Detection Range
0%, 0 dB	100 (arbitrary)
90%, 10 dB	56
99%, 20 dB	32
99.9%, 30 dB	18

شکل ۵- برد شناسایی در مقابل سطح مقطع راداری

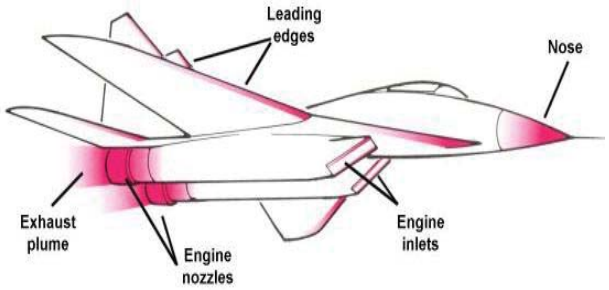
اثر حرارتی[2]

اتم هر ماده، حتی ابر و باران، به طور دائم از خود تشعشعات الکترومغناطیسی در طیف بسامد فروسرخ متصاعد می‌کند. این پدیده، اساس کار سامانه آشکارسازی مادون قرمز می‌باشد. این سامانه جزء سامانه‌های غیرعامل محسوب می‌شود. طول موج و دامنه این تشعشعات رابطه مستقیمی با درجه حرارت ماده دارند - منظور از درجه حرارت، همان درجه حرارت مطلق می‌باشد - لذا اگر چه بعضی از اجسام به نظر سرد می‌آیند ولی در درجه‌بندی کلوین، گرم تلقی می‌شوند. مثلاً کریستال‌های برف در دمای صفر درجه سانتی‌گراد دارای دمای مطلق ۲۷۳ درجه کلوین می‌باشند. به طور مثال در فرآیند یافتن یا کشف هواپیما، حسگر فروسرخ به دنبال نقاط داغ در سازه هواپیما مثل اگزوز، لبه‌های حمله بال و... است که در اثر برخورد با هوا داغ می‌شوند. با مقایسه حرارت این نقاط داغ با حرارت محیطی، هدف آشکار می‌شود.

1- non-conductive
2- heat signature

منابع تولید اثر حرارتی

دمای هوای ورودی به توربین در موتورهای امروزی حدود ۱۹۰۰ درجه کلوین است. لذا، قسمت عقب هواپیما بزرگ‌ترین منبع تولید تشعشعات مادون قرمز (فروسرخ) است و زمانی هم که سامانه پس‌سوز[3] روشن می‌شود این مسئله بسیار جدّی‌تر می‌شود.



شکل ۶- بخش‌های تولید کننده اثر حرارتی یک هواپیمای جنگنده با رنگ تیره مشخص شده‌اند.

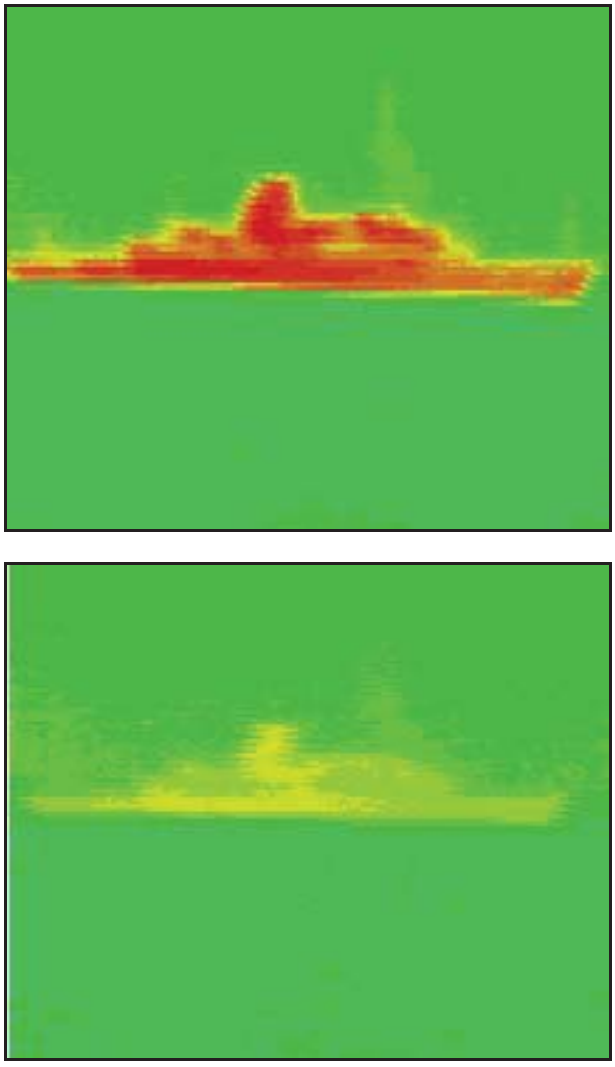
روش‌های کاهش اثر حرارتی

با استفاده از روش‌های زیر می‌توان اثر حرارتی را تا حد زیادی کاهش داد:

- استفاده از رنگ‌های منعکس‌کننده (پوشش گرمایی[4]) حرارت حاصل از تابش نور خورشید[5] که باعث می‌گردند امواج برخوردکننده به بدنه هواپیما منعکس، جذب یا در زوایای دیگر پراکنده گردد.
- استفاده از لوله اگزوز انحنادار جهت دور ماندن قسمت‌های داغ توربین از دید مستقیم.
- استفاده از خرطومی[6] دوبعدی و یا فواره‌ای که باعث افزایش میزان خنک‌شدن گازهای اگزوز می‌شود.

3- afterburner
4- thermal coating
5- solar reflective paints
6- nozzle

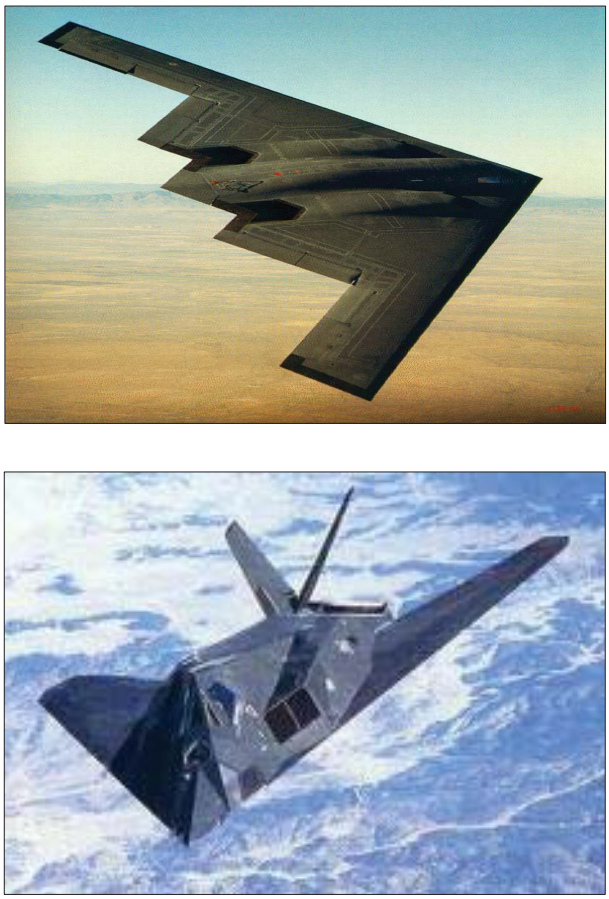
- استفاده از عایق‌بندی مناسب جهت کاهش دمای پوسته خارجی دهلیز موتور و کاهش متقابل درجه حرارت بدنه اطراف دهلیز موتور.
- محدودکردن حداکثر سرعت مافوق صوت به منظور جلوگیری از ایجاد حرارت بیش از حد در پوسته خارجی.



شکل ۷- تصویر مبهم به‌دست آمده از به‌کارگیری پوشش گرمایی کشتی مین‌روب آمریکایی (سمت چپ) در مقایسه با تصویر واضح همان کشتی بدون استفاده از پوشش گرمایی (سمت راست).

اثر بصری[1]

برای اختفاء هواپیمای شناساگریز، از رنگ سیاه یا طوسی تیره استفاده می‌شود. از آنجایی‌که این نوع هواپیما عمدتاً در شب پرواز می‌نماید، لذا از رنگ‌آمیزی سیاه در بدنه آن استفاده گردیده که علت آن سازگاری رنگ هواپیما با محیط اطراف است. با انجام این نوع رنگ‌آمیزی در واقع اثر بصری هواپیما تقریباً از بین می‌رود. البته رنگ‌آمیزی بدنه هواپیماهای شناساگریز در آینده از نوع هوشمند[2] خواهد بود که رنگ خود را با توجه به پس‌زمینه محیط عملیاتی خود، تغییر خواهند داد[۳].



شکل ۸- رنگ تیره هواپیما، اثر بصری آن را از بین می‌برد.

اثر رادیویی

هر نوع وسیله نظامی(هواپیما، بالگرد، پهپاد، شناور و.....) برای برقراری ارتباط با سایر وسائل و عوامل درگیر در عملیات، نیاز به برقراری ارتباط دارد. لذا در صورت برقراری ارتباط، چنانچه حسگرهای غیر عامل شنود ارتباطی (کامینت)[3] در زمان و زاویه مربوطه فعال باشند، وسیله ارسال کننده سیگنال‌های ارتباطی،

1- visual signature

2- smart skin

3- communications intelligence(comint)

مورد شناسایی قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از شنود ارتباطی، دو روش شامل سکوت رادیویی[1] و پرش بسامد[2] وجود دارد.

الف: سکوت رادیویی[3]: در این روش که قدیمی و بسیار متعارف است، کاربر وسیله (مثلا" خلبان هواپیما) از برقراری ارتباط در خاک دشمن خودداری می‌نماید و براساس روش‌ها و مقررات امنیت ارتباطی عمل نموده و تا ورود مجدد به خاک خود، دستگاه ارتباطی را در حالت خاموش قرار می‌دهد. این روش علی‌رغم جلوگیری از شنود ارتباطی، باعث قطع ارتباط خلبان با سایر عوامل درگیر در منطقه عملیاتی می‌گردد.

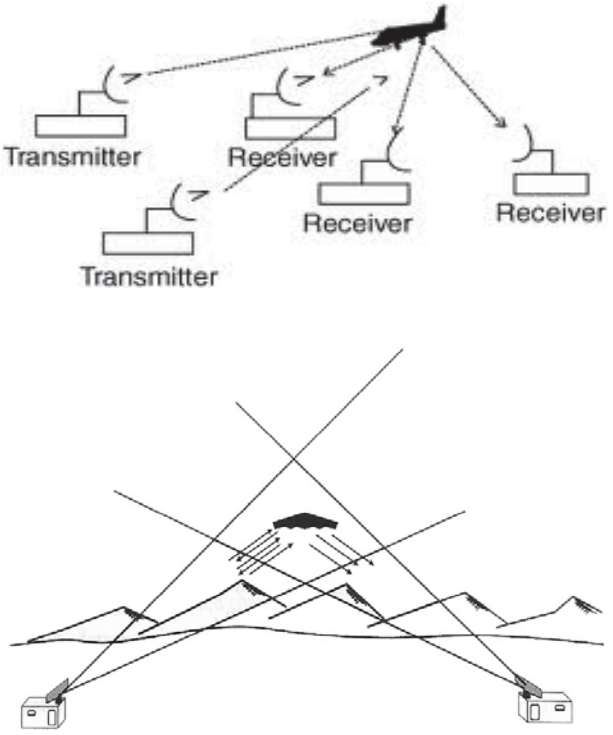
ب: پرش بسامد[4]: در این روش، فرستنده ارتباطی وسیله مربوطه، بسامد مورد نظر را جهت جلوگیری از شنود شدن، در بازه طیف بسامد ارتباطی مشخصی، به صورت خودکار مورد تغییرات سریع قرار می‌دهد و چنانچه گیرنده شنود مورد نظر، سازگار با این تغییرات نباشد (به ویژه اینکه آنتن آن به صورت مکانیکی اسکن نماید) قادر به رهگیری آن نخواهد بود. یکی از روش‌های شناسایی این نوع فرستنده‌های ارتباطی، استفاده از گیرنده‌های شنود ارتباطی جدید است که مجهز به روش رهگیری فرستنده‌های با پرش بسامد هستند که در آنها آنتن اسکن‌کننده گیرنده شنود، سرعت اسکن را با توجه به سرعت پرش بسامد فرستنده دشمن، سازگار می‌نماید

روش‌های ضد شناساگریزی

در آغاز استفاده از امکانات فناوری شناساگریز، هواپیماهای اف-۱۱۷ و ب-۲ جهت پنهان ماندن از دید حسگرهای شناساگریز، صرفاً متکی به شکل هندسی خاص خود برای پراکنده ساختن سیگنال‌های راداری و نیز مواد ویژه ترموپلاستیک و کامپوزیت به منظور جذب سیگنال بودند[۴]. ولی علیرغم تکنیک‌های شناساگریزی مورد استفاده، هنوز هم روش‌هایی جهت رهگیری و شناسایی هواپیماهای شناساگریز وجود دارد.

۱. استفاده از رادارهای دوپایه یا چند پایه[5] با بسامد پائین.

فناوری شناساگریز نسل اول، انرژی برخوردی به بدنه هواپیما را به خارج از خط دید فرستنده رادار دشمن منحرف[6] می‌نمود ولی سطح مقطع راداری را در سایر جهات افزایش می‌داد. این سیگنال‌های منحرف شده را می‌توان با استفاده از سامانه‌های راداری که دارای چند فرستنده و گیرنده بوده و به طور مجزا ولی هماهنگ با یکدیگر قرار گرفته‌اند، از طریق به‌کارگیری آلگوریتم‌های پیچیده، پایش، مقایسه و تجزیه و تحلیل نمود تا موقعیت هواپیما شناسایی گردد.

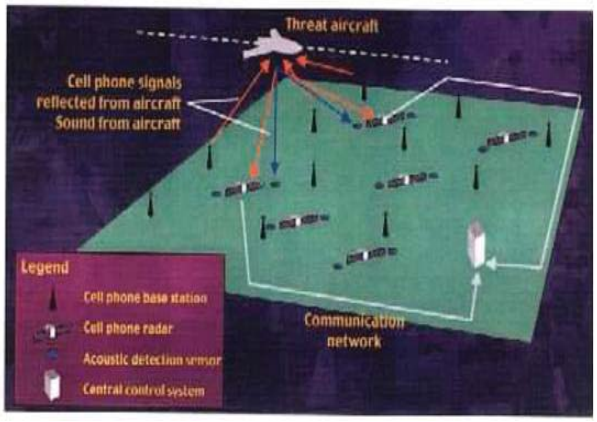


شکل ۹- سامانه‌های راداری چندپایه (راست) و دوپایه (چپ) جهت رهگیری هواپیمای شناساگریز.

استفاده از سیگنال‌های تلویزیونی، رادیویی(اف ام) و تلفن همراه نیز پیشنهاد گردیده است، زیرا بسامدهای پائین آنها توسط شکل خاص هواپیمای شناساگریز مختل نمی‌گردند ولی این روش قادر به تعیین موقعیت دقیق هواپیما نمی‌باشد [همان].

1- radio silence
2- frequency hopping
3- radio silence
4- frequency hopping
5- bi-static and multi-static radars

6- deflected



شکل ۱۰- استفاده از سیگنال‌های تلفن همراه و تلویزیون جهت رهگیری هواپیمای شناساگریز.

۲. شناسایی هواپیما به هنگام استفاده از سلاح خود.

هواپیمای شناساگریز، مانند هر هواپیمای متعارف دیگر باید از رادار خود جهت پیدا کردن هدف استفاده نماید و برای پرتاب سلاح نیز باید دریچه محفظه سلاح[1] خود را باز نموده تا آن را پرتاب کند. از آنجایی که معمولاً محموله سلاح‌های هواپیما، از نوع شناساگریز نمی‌باشند، لذا فرایند پرتاب یا رهاسازی سلاح، باعث افزایش سطح مقطع راداری و در نهایت شناسایی شدن می‌گردد. با این وجود، این نوع هواپیماها زمان بسیار کوتاهی را جهت پرتاب سلاح خود نیاز داشته و از رادارهای با احتمال رهگیری کم و فناوری‌های جدید ارسال سیگنال(پرش بسامد و مدیریت توان و.....) که رهگیری آنها مستلزم داشتن گیرنده‌ها و حسگرهای خاص و پیچیده می‌باشد، استفاده می‌کنند (شکل ۱۱).

۳. سنجش رد حرارت[2] هواپیما با استفاده از تجهیزات شناسایی حرارت.

علیرغم اینکه سعی می‌گردد تا موتورها و دریچه‌های خروجی اگزوز هواپیما خنک نگه داشته شوند، ولی به هر حال مقداری از گرمای موتور به هنگام احتراق سوخت آن، خارج می‌گردد که موقعیت تقریبی آن را افشاء می‌نماید. البته این روش هنوز از دقت کافی برای شناسایی هواپیما برخوردار نیست[۴] (شکل ۱۲).

1- bomb bay
2- heat trail

شکل ۱۱- افزایش سطح مقطع راداری به هنگام باز شدن دریچه محفظه رهاسازی سلاح.

شکل ۱۲- گرمای خروجی از اگزوز هواپیما را می‌توان با حسگرهای حرارتی دقیق، حس نمود.

۴. استفاده از رادارهای داپلری با قدرت تفکیک بالا.

این نوع رادارها قادر به سنجش سرعت باد جهت شناسایی چرخش توده هوایی[3] که این هواپیماها در پشت خود به جای می‌گذارند، می‌باشند. لذا رادارهای داپلری می‌توانند این تغییرات داپلری را که نشانه وجود هدف متحرک است

3- swirls of air

اندازه‌گیری نمایند. البته موقعیت‌یابی دقیق آن نیز با چالش روبرو است.

۵. شناسایی تلاطماتی[1] که این هواپیماها در میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌کنند.

با استفاده از مغناطیس‌سنج‌های[2] خاص، می‌توان این نوع تلاطمات را شناسایی نمود. در حال حاضر این تکنیک در مرحله نظری و تحقیق قرار دارد. تا کنون از سنجش تلاطمات آب جهت شناسایی زیردریایی استفاده می‌گردید، ولی این روش شامل استفاده از تغییرات میزان نمک آب[3] می‌شود که در مورد هواپیما، کاربردی ندارد.

نتیجه‌گیری

در حال حاضر، فناوری شناساگریز، به ویژه هواپیمای شناساگریز، به یکی از چالش‌های اصلی سامانه‌ها و شبکه‌های پدافندی و پیش‌اخطار تبدیل گردیده است. چنانچه از روش‌ها و تکنیک‌های مقابله با این مسئله ضد شنود و پدافندی، استفاده نگردد، و در طرح‌های آتی بهینه‌سازی و طراحی شبکه‌های پدافندی، اخطار دهی و شنود لحاظ نگردد، صدمات جبران‌ناپذیری به ساختارهای پدافندی و هشداردهی، مراقبت و شناسایی هر کشور فاقد اقدامات ضد شناساگریزی، تحمیل خواهد گردید. اگرچه روش‌های اشاره شده در این مقاله، تنها روش‌های رهگیری یا مقابله با هواپیمای شناساگریز نمی‌باشند، ولی از آنجایی که هر پیشرفتی در فناوری نظامی، به طور اجتناب‌پذیری روش شناسایی آن را نیز به همراه دارد، لذا انتظار می‌رود که در آینده نه چندان دور، بر تعداد تکنیک‌های ضد شناساگریزی افزوده گردد. البته بهترین روش رهگیری هواپیمای شناساگریز، روش ترکیبی است، یعنی مجموعه‌ای از روش‌ها که چنانچه با یکدیگر تلفیق گردند، می‌توانند باعث هم‌افزایی امکانات رهگیری این نوع هواپیماها گردند و احتمال رهگیری آنها را افزایش دهند. در این زمینه، کارشناسان نظامی مختلف پیش‌بینی می‌نمایندکه فناوری طراحی آلگوریتم رادارهای نسل آینده نیز به گونه‌ای باشد که بتوانند ضعیف‌ترین سیگنال برگشتی را در فاصله به مراتب دورتر و در بازه زمانی کوتاه‌تر، شناسایی و آشکارسازی نمایند[۵].

1- disturbances
2- magnetometers
3- salinity differentials

مراجع

1. Saville Paul, "Materials and Techniques for Signature Reduction", Dockyard Laboratory Pacific, DRDC Symposium, (**2006**).
2. USAF Document 2-2, "Glossary of Electronic Warfare", p. 330, (**2006**).
3. "Stealth Technology", 2011.. www. " Espionage Info.com.
4. "How to Detect Stealth Aircraft", www.EHow.com.
5. Mehta, Cyrus," Anti-Stealth Technology", p.3, (**1998**).
6. Merrill L. Skolnik,: "An Introduction to Radar":, (**2004**).
7. David Adamy, "EW 101: A First Course in Electronic Warfare" ARTECH HOUSE, INC. (**2001**).

Countering Stealth Systems in Airborne Operations

Iraj Foroozan[1]

Masoud Esfandiari[2]

Abstract

This essay deals with objectives and various methods and techniques of operational concealment or stealth. Factors affecting detection of objects (airplanes, ships …) including radar, heat and visual signatures are introduced and reviewed. Radar cross section reduction methods which are of main factors making an aircraft invisible or undetected to radar sensors including radar absorption material and shaping are also discussed. Ways of reducing heat signature are analyzed as well. In this essay efforts have been made to bring about and analyze solutions and ways of detecting stealth airplanes in a brief manner. Finally, it is concluded that if we could employ measures such as bi-static and multi-static radars with low frequency with multiple receivers, detecting the stealth airplane when deploying its weapons, sensing the airplane heat trail, using high resolution Doppler radars and detecting disturbances the aircraft creates in the magnetic field of the earth with magnetometers, stealth airplanes can be detected and be approximately pinpointed.

Key Words: *Stealth, Survivability, Radar Cross Section, Shaping, Radar Signature*

1- Academic Member of the Supreme National Defense University (Email: i.foroozan@yahoo.com)
2- Passive Sensors Expert (Email: esfandiari35@yahoo.com)