ترجمه مقاله

ماهواره ها، چراغی برای تهاجم[1]

تهیه شده در:
معاونت پدافندهوائی قرارگاه خاتم الانبیاء (ص)

اشاره

اندیشمندان حوزه پدافند غیر عامل قبل از هر طراحی عملیات پدافند غیر عامل با مطرح کردن سئوالاتی مشابه سوالات زیر، صورت مسأله طرح ریزی خود را بصورت جداگانه ای بررسی می کنند:

- آیا در زمان صلح، بحران یا جنگ هستیم ؟
- آیا طرح یا هدف مورد پدافند مکان یابی شده است؟
- آیا سامانه های شناسایی دشمن محل طرح را شناسایی کرده اند؟
- آیا علائم مشخصه جایگاه پدافندی بررسی شده است؟
- تجهیزات و موردهای کلیدی طرح پدافندی کدامند؟
- در زمان بحران یا جنگ، تهدیدات کلیدی مورد پدافند سایت مورد پدافند کدامند؟

این مقاله در راستای پاسخ به این سوالات از سوی سرهنگ ستاد جرالفرانست به انشاء درآمده است به موضوع استتار در پدافند غیر عامل پرداخته است از نظر او استتار یعنی اتخاذ تدابیری که تشخیص هدف را برای جنگنده دشمن غیر ممکن سازد و یا با اشکال مواجه نماید و برای انجام بمب باران لازم است که هدف از فاصله چند کیلومتری برای خلبان جنگنده و یا بمب افکن قابل شناسایی باشد و اگر از این فاصله هدف قابل تشخیص نباشد، بمب افکن دشمن فرصت را از دست خواهد داد. چنانچه این جنگنده بخواهد بار دیگر حمله نماید در واقع مدت زمان بیشتری را در منطقه طی

[1].- Frost – Gerald, and Irving Lachow – Satellite and Navigation- Aiding for Attacks , Santa Monica, caliph: RAND ۲۰۰۸

کند و درنتیجه به دفاع محلی و فرصت مناسب تری برای مقابله با آن خواهد داد، که در این صورت ماه منظور خود از استتار رسیده ایم.
در یک چنین موقعیتی ممکن است این سوال مطرح شود که آیا عمل استتار مقدور است و کارآیی لازم را خواهد داشت ؟
این مقاله در پاسخ به این سوال تهیه و تنظیم شده است و نویسنده تلاش دارد دیدگاه های خود را در قالب شیوه های استتار نوین در برابر حملات هوائی و موشک-های هوشمند توضیح دهد.

مقدمه

مفهوم کلی استتار در عصر امروزی عبارت است از جلوگیری و ممانعت از قدرت کشف، آشکار سازی و ردیابی انواع حس گرهای مرئی، الکترواپتیک راداری، لیزری، صوتی، مغناطیسی، حرارتی و... در ضمن دشمن با بهره گیری از انواع طرح ها، روش ها و تجهیزات موثر نظیر تورها و پوشش های استتار چند طیفی، فیبر کربن، مواد جذب هوشمند، کنترل تشعشعات راداری، کوچک کردن سطح مقطع راداری (RCS) اختلال در فرآیند ردگیری ممانعت از استراق سمع، طراحی خاص بدنه تجهیزات، بهره برداری از رنگ ها و مواد جاذب امواج راداری [۲] و حرارتی [۳]، سطوح قابل انعطاف، استفاده از چف، فلیر طعمه ها، پرده دود و بخار آب غلیظ، جلوگیری از انعکاس نوری، صوتی ارتباطی و نشست هرگونه امواج الکترومغناطیسی و الکتریکتی و کلیه راه حل های فنی و ابتکاری که در پنهان نگه داشتن و مخفی سازی اهداف تاسیسات، تجهیزات، نفرات و... موثر می باشند. عمده این حس گرها از مؤلفه های زیر بهره برداری نموده و اهداف خود را آشکار می سازند.

انرژی الکترومغناطیس:

انرژی خورشیدی از منبع خود با سرعت ۳×۱۰ متر در ثانیه به صورت تشعشع الکترومغناطیسی انتشار می یابد. تشعشعات الکترومغناطیسی به صورت امواج حرکت

۲- Radar Absorbing Materials= RAM
Radar Absorbing Paints= RAP
۳- Thermal Absorbing Materials= TAM
- Frost – Gerald, and Irving Lachow – Satellite – Navigation- Aiding for Balas Tic and Cruise missiles

می کنند و این امواج الکترومغناطیسی پس از برخورد با اشیاء و پدیده های سطح زمین منعکس می گردد و اطلاعاتی درباره پدیده ها و عوارض حاصل می شود.

طیف انرژی الکترومغناطیسی :

طیف انرژی الکترومغناطیسی متشکل از نیروهای پی در پی و مسلسلی است که طول موج آنها از اجزای انگسترام تا کیلومتر متغیر است و می تواند با سرعت ۳×۱۰ متر در ثانیه حرکت کند.

میزان واکنش انعکاسی پدیده های مختلف :

میزان واکنش پدیده های مختلف در هر طول موج به شرایط و خواص مولکولی پدیده و ناخالصی های موجود و هم چنین خصوصیات فیزیکی و ظاهری پدیده ها و عوارض بستگی دارد. در نتیجه، در یک طول موج معین پدیده های مختلف خصوصیات انعکاسی متفاوتی از خود بروز می دهند و واکنش انعکاسی هر پدیده در طول موج های متفاوت، متغیر است و طول این موج ها از یک میلیاردم میلی متر تا چندین کیلومتر فرق می کند.

حس گرها :(Sensors) [1]

حس گر ها به دو صورت عمل می نمایند، (فعال و غیر فعال).

۱- فعال : حس گرهای فعال انرژی را منتشر می کنند به طوری که این انرژی توسط اهداف منعکس شده و دوباره توسط حس گر گرفته می شود و وجود هدف را نشان می دهد. مثل نورافکن و رادار.

۲- غیر فعال: حس گرهای غیر فعال انرژی را منتشر نمی کنند. آنها انرژی را جمع آوری می کنند که ممکن است وجود یک هدف را نشان دهد مثل چشم انسان، وسایل دید شب، وسایل تصویر برداری مادون قرمز، حس گرهای صوتی و وسایل عکاسی.

حس گرهای چند طیفی و فراطیفی:

۱- چند طیفی : حس گرهای چند طیفی نوعا، چند کانال باند عریض در طیف الکترومغناطیس(EM) [2] را اسکن می کنند.

---

[1]-Sensors به معنی حسگر ، آشکارساز ، ردیاب، سنجنده ، کاوشگر، جستجو گر، و .. در نشریات مختلف آمده است.

[2] - Electro Magnetic

۲- فراطیفی : حس گرهای فراطیفی، داده ها را در سرتاسر طیف الکترومغناطیس جمع آوری می کنند. این حس گرها کانال های زیادی در طول طیف را با پهنای باند نسبتا باریک اسکن کرده و اطلاعات جزئیات داری درباره ی الگوی طیف و مکان هدف فراهم می کند.

حس گرها و مقابله با آنها :

پیشرفت علم و فناوری در عرصه های نظامی و تسلیحاتی و استفاده از تجهیزات و فناوری های مدرن، تحول چشمگیری در روش های جمع آوری اطلاعات، شناسایی و کشف در صحنه های نبرد ایجاد نموده است و با ظهور حس گرهای الکترومغناطیسی و الکترواپتیکی مدرن، موضوع آشکار سازی اهداف از آنچه که به دیدن با چشم انسان محدود می شد فراتر رفته است. امروزه سامانه های ردیابی و شناسایی از ناحیه مرئی پا فراتر نهاده و در طول امواج الکترومغناطیس توسعه یافته اند. مانند تقویت کننده های تصویر، تصویر برداری حرارتی، موشک های هدایت شونده هوشمند حرارتی[۱] و راداری[۲] و ماهواره ها که می توانند مجهز به رادارهای موج میلیمتری و سامانه های ردیابی حرارتی باشند. سامانه های پیشرفته تر این ردیاب ها از حس گر های چند طیفی و فراطیفی استفاده می نمایند. بکارگیری انواع حس گرها و بهره گیری از اطلاعات ماهواره ای و دوربین های مادون قرمز حرارتی و... کشف، شناسایی و ردیابی تجهزیات و نفرات را به آسانی امکان پذیر نموده است. از طرفی ادامه بقاء و انجام ماموریت و دستیابی به اهداف تاکتیکی از بعد دفاع غیر عامل در جنگ های امروزی مستلزم مخفی ماندن و شناسایی نشدن به وسیله دشمن می باشند. آگاهی از تکنیک های بکار گرفته شده در تجهیزات شناسایی و مقدورات و امکانات دشمن در نحوه جمع آوری اطلاعات تاثیر شایانی بر عنلکرد ما در استفاده صحیح از امکانات موجود جهت خنثی نمودن اقدامات دشمن خواهد داشت. حس گرها به طور کلی شامل حس گرهای مرئی، مادون قرمز نزدیک (دید در شب)، مادون قرمز حرارتی، ماوراء بنفش رادیویی، راداری، لیزری، مغناطیس، صوتی و... می باشند که هر یک با توجه به ماهیت، مکانیزم و عملکرد منحصر به فرد خوا، نقش بسزایی در شناسایی و ردیابی تجهیزات و نفرات ایفا می نمایند. در راستای مقابله با این حس گرها روش های مختلفی با توجه به عملکرد آنها

۱- (۱۰-۸ میکرون) نواحی طیفی

۲- (۹۴ +- ۱ و ۳۵ +-) نواحی طیفی

اتخاذ گردیده که یکی از این روش ها طراحی و ساخت **پوشش های استتار** می باشد. به طور کلی پوشش های استتار مدرن بر اساس طول موجهای موجود به ۵ ناحیه طیفی تقسیم گردیده اند. که ذکر نواحی طیفی و عملکرد آنها از نظر خواهد گذشت.

مراحل اصلی در فرایند استتار:

در فرایند استتار که یکی از زیر گروه های اصلی پدافند غیرعامل است مراحلی وجود دارد که بدون توجه به این مراحل فرایند استتار غیر ممکن خواهد بود، این مراحل عبارتند از :

۱ – شناخت اصول عملکرد انواع حس گرها و تهدید کننده های شناسایی (دشمن): به طور کلی بیش از ۹۰ درصد حس گرها و تهدید کننده های شناسایی دشمن در ۵ ناحیه طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک، مادون قرمز حرارتی، راداری و ماورای بنفش قرار گرفته است. حس گرهای فعال در این ۵ ناحیه، بر روی انواع سکوهای نظامی مثل ماهواره ها، هواپیماها، بالن ها، دکل های دیدبانی و تجهیزات زمینی به صورت مستقل یا مجتمع و شبکه ای نصب گردیده اند. در این مبحث به اصول و عملکرد پوشش های استتار چند طیفی، مرئی مادون قرمز نزدیک (دید در شب)، مادون قرمز حرارتی، ماورای بنفش و راداری پرداخته شده و انواع پوشش های استتار برای کاربردهای مختلف از نظر تاکتیکی و تکنیکی برای اهداف مختلف نیز مورد بحث قرار گرفته شده است.

الف) حس گرهای مرئی:

استتار اهداف در ناحیه طیف مرئی (VIS)[1] از ۰/۴ تا ۰/۷ میکرومتر:

در این ناحیه اهداف و تجهیزات ساکن و متحرک که توسط دشمن با دوربین های مرئی و چشم غیر مسلح مورد تهدید هستند با پوشش هایی که از نظر نوع رنگ و انعکاس با پس زمینه آن ها همگون و هم شکل هستند استتار می گردند.

ب) : حس گرهای مادون قرمز نزدیک (دید در شب) :

استتار اهداف در ناحیه طیف مادون قرمز نزدیک (NIR)[2] از ۰/۷ تا ۱/۳ میکرومتر:

---

۱ - Visual

۲ - Near Infra Red

در این ناحیه اهداف و تجهیزات ساکن و متحرک، که توسط دشمن با دوربین های دید در شب مورد تهدید هستند با پوشش هایی که از نظر انعکاس امواج مادون قرمز نزدیک با انعکاس پس زمینه آنها هنگون و همسان هستند استتار می گردند. آنچه که در ناحیه مرئی و مادون قرمز نزدیک به دوربین های معمولی و دید در شب می رسد تا موجب ردیابی گردد انعکاس امواج است امواجی که از منابعی مانند خورشید، ماه، ستارگان و مولکول های هوا سرچشمه گرفته و به اهداف برخورد نموده و منعکس می گردد. همان طوری که قبلا ذکر گردید، از فاکتورهای دیدن و شناسایی، عواملی مانند شکل، بافت سایه، حرکت، درخشش، حالت و رنگ می باشد. این عوامل می توانند مشاهده کننده را به نمایان کردن و مشخص نمودن ماهیت اشیاء محیط و هدف قادر سازند. با توجه به کنتراست های ایجاد شده در هر کدام از عوامل بالا بین اشیاء مختلف، ارتباط نقطه به نقطه ما بین چشم و محیط ایجاد گشته و تصویری از محیط در خروجی حس گر مرئی و مادون قرمز نزدیک ایجاد می گردد.

پ) حس گرهای ماوراء بنفش:

استتار در ناحیه طیف ماوراء بنفش (UV) از ۰/۴ تا ۰/۲ میکرومتر :

ناحیه ماوراء بنفش قسمتی از طیف الکترومغناطیس است که اندکی زیر ماه مرئی از نظر طول موج قرار دارد. حس گرهای UV برای نواحی پوشیده از برف بسیار مهم هستند. به دلیل اینکه برف، انرژی UV را به خوبی منعکس می کند و رنگ های خیلی سفید و اشیاء ساخت دست بشر، انرژی UV را به طور خیلی خوب منعکس نمی کنند.

ت) حس گرهای مادون قرمز حرارتی(TIR)[1]:

استتار اهداف در ناحیه طول موج مادون قرمز حرارتی ۳ تا ۵ و ۸ تا ۱۴ میکرومتر :

سامانه های تصویر برداری حرارتی، حس گرها و موشکهای هدایت شونده حرارتی می توانند برای شناسایی و نشانه گیری دقیق در هنگام شب و در شرایط جوی بارانی، دود آلود و غبار آلود مورد استفاده قرار بگیرند. تمام اهداف با دمای بالاتر از صفر مطلق (۰ K - ۲۳۷ C) تابش های الکترومغناطیسی از خود ساطع می نمایند، که اغلب **تابش های حرارتی** نامیده می شوند. اهداف طبیعی معمولا محدوده دمای(۳۰۰۰ K -۲۵۰) را دارا می باشند. اهداف ساخته شده دست بشر اغلب دماهای بالاتری را دارند

[1] - Thermal Infra Red

که ناشی از سامانه های فناوری مختلف حرارت زا می باشند. بنابراین به راحتی بوسیله حس گرهای حرارتی قابل رویت هستند.

ث) حس گرهای راداری :

استتار اهداف در باند فرکانس (X) از ۸ تا ۱۲ گیگاهرتز[۱]:

به طور عمده حس گرهای راداری بر خلاف حس گرهای ماوراء بنفش، مرئی مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز حرارتی به صورت فعال عمل می کنند یعنی این حس گرها، امواج راداری را به سمت هدف مورد ردیابی ارسال نموده و از میزان امواج برگشتی، نوع و موقعیت هدف از قبیل نظارت، تجسس، شناسایی و تعیین موقعیت هدف از راه دور و ردگیری هدف و هدایت تسلیحاتی می باشند. اصلی ترین فاکتور که نقش ها و وظایف انواع رادارها را مشخص می کند. فرکانس عملیاتی این رادارها می باشد. به طوری که رادارهای با فرکانس پایین به منظور نظارت، تجسس و شناسایی هدف از راه دور مورد استفاده قرار می گیرند. این رادارها دارای آنتن های بزرگی بوده و معمولا در تاسیسات ثابت و معینی قرار دارند. در صورتی که رادارهای با فرکانس بالاتر، در ردگیری هدف و هدایت تسلیحات استفاده می شوند. این رادارها اطلاعات، موقعیت هدف از قبیل زاویه، ارتفاع و برد را نشان می دهند. آنتن این نوع رادارهای با فرکانس بالا،کوچک تر بوده و می توانند متحرک و قابل جابه جایی باشند. شبکه های دفاع هوایی از اطلاعات موقعیت هدف استفاده نموده و هواپیماهای نفوذی را ره گیری و نابود می نمایند. انواع رادارها را می توان در دریا، زمین و یا هوا مستقر نموده و توسط آنها امکان شناسایی اهداف در میان سیگنال های نویز زمینه (background clutter) یا سیگنال های انواع جمر دشمن وجود دارد.

به طور کلی در این ناحیه اهداف و تجهیزات ساکن که توسط دشمن به وسیله دستگاه های ردیاب راداری و سلاح های هدایت شونده راداری مورد تهدید قرار می گیرند را، می توان با پوشش هایی که به دو طریق جذب و چخش امواج راداری موجب کاهش و انحراف امواج بازگشتی می گردند و سطح مؤثر راداری اهداف را کاملا با سطح مؤثر راداری پس زمینه مشابه می نمایند استتار نمود.

---

[۱]- واحد های هرتز (hz) برای بیان فرکانس های مختلف به صورت زیر نشان داده می شوند. هرتز برابر است با یک سیکل در ثانیه – کیلوهرتز (khz) برابر است با هزار هرتز- مگا هرتز (Mhz) برابر است با ۱۰۶ هرتز- گیگا هرتز(Ghz) برابر است با ۱۰۹ هرتز.

۲) بررسی طیفی پس زمینه و شناخت علایم مشخصه تجهیزات، قابلیت ها و یا فعالیت هایی که باید استتار شوند:

یکی از منابع مهم انعکاس امواج مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز حرارتی انرژی دریافت شده از طرف خورشید می باشد. طیف امواج الکترومغناطیسی ساطع شده از خورشید شامل کل انواع انرژی است که به صورت موج حرکت می کنند و شامل نور، حرارت، پرتو ایکس، امواج رادیویی، امواج ماوراء بنفش و ماکروویو می باشد. عبور الکترومغناطیسی از اتمسفر در گستره تمام طول موج ها یکسان نیست. بعضی از طول موج ها در برخورد با ترکیبات اتمسفر جذب یا پخش می شوند بنابراین تنها بعضی از محدوده های طول موجی از اتمسفر عبور کرده و به سطح زمین می رسند. که به این محدوده ها **پنجره های اتمسفری** می گویند.

در این ناحیه از امواج، رنگ های معمولی جاذب هستند و بر عکس منحنی انعکاس گیاهان در ۷۰۰ نانومتر جهشی نشان داده و انعکاس بالاتری را نشان می دهند. این کنتراست در انعکاس هدف و زمینه در ناحیه مادون قرمز نزدیک موجب ردیابی می گردد و باعث می شود اهداف با رنگ معمولی نسبت به محیط، تیره تر دیده شوند. بنابراین الزامات استانداردهای نظامی ادوات نظامی و راهبردی غیر نظامی اکثرا از فلز ساخته شده اند و با استفاده از رنگ های تیره و مات پوشانده شده اند. این ادوات امواج خورشیدی را جذب نموده، گرم شده و در ناحیه مادون قرمز حرارتی، امواج حرارتی را نشر می نمایند. کیفیت و چگونگی و نوع ماده استفاده شده در ساختار تجهیزات میزان گرم شدن و سرعت گرم شدن و خنک شدن را در طول شبانه روز تعیین می کنند. توان تابش خورشید در زمان های مختلف روز در فصل های مختلف و حتی مناطق مختلف تغییر می نماید. در اکثر موارد سرعت گرم شدن و خنک شدن و هم چنین میزان گرم شدن هدف با محیط تفاوت چشمگیری نشان می دهند. اهداف نظامی و راهبردی با پوشش معمولی، امواج خورشیدی را جذب نموده و در امواج مادون قرمز حرارتی، نشر می نمایند و در مجموع ضریب بالاتر از μm ۰/۹ را دارا هستند در صورتی که اجزای تشکیل دهنده محیط در معرض همان امواج خورشیدی قرار می گیرند ولی غالبا ضرایب نشر پایین تری دارند (μm ۰/۷-۰/۳) بنابراین کنتراست نشر بین هدف و اجزای محیط ایجاد می گردد و باعث ردیابی در مقابل دوربین های حرارتی می گردد. علائم IR تجهیزات و اماکن، از دو بخش عمده تشکیل می شود: منابع داخلی و منابع

خارجی. منابع داخلی عبارتند از : گرمایی که از موتور و سایر قسمت های حرارت زا آزاد می شود. هوایی که از سامانه های تهویه یک سایت، سنگر، ساختمان یا اماکن زیرزمینی آزاد می شود. گرمایی که از فضای گرم داخلی آزاد می شود. گرمای حاصل از وجود نفرات در سنگرها و غارها. منابع خارجی عبارتند از : سطوح بیرونی که تابش محیط (مثلا تابش خورشید، آسمان و دریا) را جذب و یا منعکس می کنند. فصل های سرد سال و ساعات شبانه. زمان ایده آل برای ردیابی و هدف گیری توسط موشک های هوشمند حرارتی است. زیرا محیط خنک شده و تنها اهداف ساخت دست بشر تغییرات دمایی قابل ملاحظه ای دارند. تجارب جنگ های اخیر (افغانستان و عراق) نشان داده است که دشمن جنگ را در فصول سرد سال آغاز نموده و بیشتر حملات موشکی خود را در ساعات شب انجام داده است.

۳) شناخت و بررسی مواد و روش های مختلف استتار و اختفای با توجه به مراحل قبل:

پس از مراحل سه گانه بحث شده یعنی شناخت مکانیسم شناسایی سامانه های تهدید کننده الکترومغناطیسی، شناخت تجهیزات و قابلیت های مورد استتار از نظر بررسی علائم مشخصه الکترومغناطیسی و شناخت محیط ها و پس زمینه های مختلف و تجزیه و تحلیل خواص طیفی الکترومغناطیسی آنها نوبت به تصمیم گیری در مورد انتخاب مواد و روش های استتاری می باشد.

تمامی وسایل و تجهیزات نظامی دارای شکل های مشخص و سایه های کاملی هستند. رعایت اصول و الگوی استتار به معنی از بین بردن تمامی خصوصیات ویژه ای است که می تواند معرف شکل خاصی از یک وسیله یا تجهیزات نظامی شناخته شده، بعنوان یک هدف باشد. برای مخفی نگه داشتن یک جسم از دید دشمن، بیشتر روی استتار قسمت هایی از آن تأکید می شود که مشخص کننده آن هدف است و معمولا از رنگ های کدر جهت عدم انعکاس نور استفاده می شود. در ضمن استفاده از گیاهان و رنگ های خاکی، نوع مناسبی از استتار است که اهداف و وسایل نقلیه را تغییر شکل می دهد و از انعکاس نور جلوگیری می نماید. یکی از اهداف استتار این است که، هدف مورد استتار به صورت یکی از عوارض طبیعی یا جزئی از طبیعت به نظر برسد(استتار فراکتالی) استتار اهداف، یک تکنیک علمی می باشد، چرا که بعضی از اهداف جهت پنهان ماندن از دید، به استتار کامل و بی نقص احتیاج دارند. یک سایت نظامی (پایگاه) ایده آل، جایی

است که در آن استتار به شکل مناسب و مطلوب انجام شده باشد. به طور مثال اگر نحوه قرار گرفتن وسایل نقلیه صحیح باشد، نیاز کمتری به استتار آنها احساس می شود.

ب) الگوی استتار (با نگرش به رنگ محیط):

الگوی استتار (روش های استتار)، با توجه به موقعیت جغرافیایی و هم چنین نوع فصول ،متغیر است. برای مثال می توان از گیاهان به رنگ سبز، از شن برای رنگ های صحرایی و از خاک برای رنگ های خاکی استفاده کرد. (در فصل تابستان رنگ خاکی جایگزین رنگ شنی می شود) با استفاده مناسب از جدول استتار استاندارد، می توان یک ترکیب رنگی ایده آل برای هر ناحیه ایجاد کرد. با دقت بیشتر در طراحی رنگ خودرو ها، می توان به سامانه استتار، اختفاء و فریب (CC&D) ایده آل تری، دست پیدا کرد. در صورت عدم تناسب رنگ ها در وسایل نقلیه، تشخیص آنها به راحتی امکان پذیر خواهد بود.

پ) امتیازات استتار و رعایت نکات ضروری :

۱) بشترین تاثیر را در جلوگیری از شناسایی هوایی و زمینی در هنگام هدف یابی دشمن دارد.

۲) بیشترین تاثیر استتار اهداف، وسایل، تجهیزات و نفرات در زمان حمله دشمن به چشم می خورد، که البته در شرایط عادی نیز جهت هر گونه درگیری احتمالی مورد نیاز بوده و باید رعایت شود.

۳) رنگ ها باید طبق جدول استاندارد شده استتار به کار برده شوند. پس باید از ترکیب خودسرانه رنگ ها، به منظور دست یابی به رنگ جدید، اجتناب ورزید.

۴) از رنگ های استتار استانداردی که دارای نشان NSN [1] و یا کد نظامی می باشند استفاده کنید.

۵) استفاده از شاخ و برگ درختان در استتار بسیار موثر است.

۶) تغییرات رنگ ها، هم زمان با تغییرات فصلی و جغرافیایی، صورت بگیرد.

۷) یکنواخت نمودن سطح رنگ، بدون اینکه در آن لکه ای ایجاد شود.

۸) ترسیم خطوط و اشکال الگوهای استتار استاندارد، نباید به صورت غیر اصولی انجام بگیرد، چرا که در این حالت باعث عدم انطباق بین الگوها و سامانه استتار می شود.

* رنگ آمیزی در مناطق برفی:

---

[1] - National Stock Number

هنگامی که پس زمینه اصلی سفید باشد، از رنگ آمیزی سفید یا سفید کاری روی الگوی رنگ آمیری دائمCC&D استفاده کنید. مقدار رنگ آمیزی باید بر اساس درصد پوشش برف بر روی زمین باشد. اگر برف کمتر از ۱۵ درصد زمینه باشد، الگوی رنگ آمیزی CC&D را تغییر ندهید. اگر پوشش برف ۱۵ تا ۸۵ درصد باشد، در الگوی رنگ آمیزی CC&D رنگ سفید را به جای رنگ سبز بکار ببرید. اگر پوشش برف بیش از ۸۵ درصد باشد، وسایل نقلیه و تجهیزات را کاملا به رنگ سفید در آورید.

* مواد و رنگ های جاذب:

از آنجایی که اولین ماموریت عملیاتی حس گرهای طیف الکترومغناطیس در صحنه های نبردهای امروزی آشکارسازی اهداف حیاتی، حساس و مهم می باشد. جلوگیری از انعکاس، تولید، انتشار و یا گسیل امواج در طیف های مختلف از اهداف خودی، مهم ترین اقدام می باشد. با پیشرفت سریع فناوری الکترونیک و ساخت و تولید انواع حس گرهای چند طیفی و فراطیفی که اکثر هواپیماهای مدرن، کشتی های جنگی، تانک ها، موشک های هوشمند هدایت شونده، به این نوع حس گرها مجهز هستند تحولات بزرگی در صحنه های جنگ بوجود آمده است در ضمن فناوری نوین استتار به شیوه های متفاوت توسعه و پیشرفت کرده است که یکی از راه های مقابله یا کم اثر کردن و از بین بردن این حس گرها، استفاده از رنگ های جاذب چند طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک، حرارتی و راداری می باشد که به مواد و رنگ های جاذب، پخش کننده و پنهان کار معروف گردیده اند. مواد جاذب امواج راداری به اهداف نظامی اجازه رادار گریزی و پنهان شدن از دید رادارها را داده و آشکار سازی این گونه اهداف چنانچه به درستی از مواد جاذب استفاده شده باشد، دشوار خواهد بود. درحال حاضر چنین موادی در طراحی اولیه هواپیماهای جنگنده F- ۲۲A وB-۲A و هواپیماهای بدون سرنشین، در کشورهای امریکا و انگلیس در حال انجام و توسعه است. یکی از پیشرفته ترین نوع این مواد و رنگ ها، مواد جاذب هوشمند است این مواد، ترکیبی از مواد جاذب فعال و غیر فعال، و ماژول های الکترونیکی جهت پردازش اطلاعات جمع آوری می شود و اجرای فرامین کنترلی، به منظور پاسخ مناسب می باشند.

برای طرح هایی که هنوز مکان یابی نشده قدم اول، استفاده احسن از محیط طبیعی است. پس از این مرحله نوبت به استفاده از مواد و روش های استتاری مدرن می رسد. در این رابطه به چند نوع روش استتار طبیعی و بدوی اشاره گردیده، مزایا و معایب آن را

می گوید و به روش های کاهش علائم مدرن و پوشش های استتار چند طیفی پرداخته می شود.

الف) روش های استتار طبیعی و بدوی:

* پنهان کردن تجهیزات نظامی در سایه های طبیعی مثل سایه های درختان، صخره ها یا تپه ها:

سایه در یک ناحیه از امواج، یعنی عدم وجود نور در آن ناحیه. وقتی نور کم می شود انعکاس نور نیز کم می گردد. بنابراین ردیابی در ناحیه مرئی و مادون قرمز نزدیک تضعیف می گردد. در ناحیه مادون قرمز حرارتی نیز اگر جسم خود منبع تولید حرارت نباشد، حرارت ناشی از گرم شدن خورشید را خواهد داشت و در چنین حالتی کنتراست حرارتی تضعیف گردیده و ردیابی را مشکل می سازد. در حالتی که خود هدف منبع حرارتی باشد، یعنی مثلا موتور آن روشن باشد، چه در سایه و چه در روشنایی قابل ردیابی خواهد بود.

* استفاده از شاخ و برگ بریده شده درختان جهت پوشاندن هدف مورد ردیابی :

شاخه و برگ بریده شده درختان، د رچند ساعت اول، درهر چهار ناحیه استتار کننده خوبی هستند اما بعد از چند ساعت که خشک می شوند خواص اپتیکی آنها به خصوص در ناحیه مرئی و مادون قرمز نزدیک تغییر می یابد و از توان استتاری آنها کاسته می شود.

*مالیدن گل بر روی تجهیزات نظامی :

مالیدن گل به سطح اهداف قابل ردیابی، ممکن است در نواحی مرئی و مادون قرمز نزدیک، ردیابی را تا حدی مشکل سازد ولی در ناحیه مادون قرمز حرارتی چندان موثر نیست و حرارت نشر شده از هدف بوسیله حس گر حرارتی قابل ردیابی می باشد. حتی در ناحیه مرئی نیز شکل هدف را به هم نمی ریزد فقط بافت هدف مشابه بافت محیط می گردد.

ب) روش های کاهش علائم الکترومغناطیسی :

همان طور که در قسمت الف بحث شد هر کدام از اجزای پس زمینه و هدف یا طرح، متناسب با ماهیت فیزیکی و شیمیایی خود رفتار مختلفی در مقابل امواج الکترومغناطیسس نشان می دهند و در نتیجه هر کدام میزان انعکاس و نشر امواج الکترومغناطیسی متفاوتی نسبت به هم دارند که به واسطه این کنتراست نشر و انعکاس بین طرح یا هدف و اجزای پس زمینه، سامانه های شناسایی تهدید کننده علائم مشخصه طرح را دریافت نموده و آن را شناسایی می نماید. حال برای مقابله با شناسایی دشمن،

این علائم مشخصه در طول امواج الکترومغناطیسی، باید کاهش داده شوند تا مشابه علائم الکترومغناطیسی پس زمینه گردند.

منظور نمودن الزامات CC&D[1] قبل از طراحی مهندسی هدف:

مهندسان قبل از اقدام به ساخت تجهیزات نظامی و راهبردی، معمولا در طراحی ساختار کلی آنها، الزاماتی را د رنظر می گیرند که تا حدودی از دقت ردیابی حس گرها کاسته شود. مثلا ارتفاع خودروهای زرهی را پایین تر طراحی می کنند. تا ضعف و کاستی در ردیابی آن ایجاد گردد یا بخاطر این که معمولا قسمت جلوی خودروهای زرهی در معرض دید دشمن قرار می گیرد سعی می گردد موتور خودروها را که علائم حرارتی ایجاد می نمایند در قسمت عقب خودرو طراحی نمایند و یا سمت لوله اگزوز را در بعضی خودروها به طرف بالا منحرف می کنند تا باعث گرم شدن گرد و خاک و یا علف های اطراف خودرو نگردد تا مورد ردیابی قرار گیرد. هم چنین در طراحی های نوین طرح ها و سایت ها سعی می شود از سطوح مسطح و عمود بر هم که نقش اساسی در برگشتی های آینه ای امواج راداری دارد پرهیز شود و اجزای هندسی سایت به گونه ای طراحی می گردد که کمترین برگشتی امواج راداری به سمت رادار را داشته باشد.

* خنک نمودن نقاط گرم هدف با استفاده از سامان دمنده هوای خنک:

این سامان ها بر روی خروجی های هوای گرم مانند لوله های اگزوز و هواپیما یا خروجی لوله های خنک کننده و دودکش های تاسیاست نظامی کاربرد دارند. در این سامانه انتقال حرارت به روش جابجایی انجام پذیرفته و موجب خنک شدن سطحی که در معرض دید هست می گردد.

* استفاده از عایق های حرارتی و سامانه دوجداره برای کنترل انتقال گرمای داخلی هدف به سطح آن :

در این سامانه ها از جریان هوا، جهت خنک نگه داشتن بدنه منبع حرارتی استفاده می شود. جریان هوا بوسیله سامانه های هوشمند نصب شده روی بدنه قابل کنترل است. هم چنین از عایق های چند لایی نیز در بعضی از موازد برای کنترل انتقال حرارت، از

---

[1] - Camouflage Concealment & Decoys OR Deception

روش ها و الزامات CC&D عبارتند از : پنهان سازی (hiding) – همگون سازی (blending) – تغییر شکل و شبیه سازی(disguising) – به هم ریختن شکل منظم هندسی (disrupting)

طریق کنترل هدایت حرارتی می توان استفاده نمود. این سامانه نیز بر روی بدنه های گرم، برای کنترل حرارت خروجی هدف استفاده می گردد.

۲ – استفاده از پوشش های استتار چند طیفی مدرن[۱] :

پوشش های استتار چند طیفی مدرن، حداقل از ۵ لایه تشکیل شده که یک لایه به عنوان پایه و نگهدارنده در وسط قرار گرفته است. در طرفین لایه وسط ذراتی از آلیاژ فلزات منعکس کننده به ضخامت چند نانومتر با استفاده از فناوری نانو نشانده می شود. بعد از لایه فلزی لایه رنگی و عبور دهنده پلیمری قرار می گیرد. رنگ و بافت لایه رویی باید منطبق رنگ و بافت محیط باشد. هر کدام از لایه های فلزی و لایه های رویه در طیف امواجEM نقش استتاری خویش را ایفا می نمایند. جنس مواد لایه ها و ضخامت آنها طوری انتخاب می شوند که الزامات استتاری همه طیف برآورده گردد.

* خواص استتاری مادون قرمز حرارتی :

کل انرژی حرارتی رسیده به حس گر حرارتی، مجموع انرژی نشر شده از هدف و منعکس شده از هدف است. بر اساس رابطه استفان بولتزمن $E_{sub} = \varepsilon \sigma A T^4$ که در آن ε ضریب نشر حرارتی، σ ثابت استفان بولتزمن، A سطح هدف و T دمای سطح بر حسب درجه کلوین است. در صورتی که سطح را ثابت در نظر بگیریم دو پارامتر ضریب نشر (ε) و دمای سطح (T) موجب تغییرات انرژی حرارتی خواهند شد و در مواردی که حس گر حرارتی به واسطه بالا بودن انرژی حرارتی هدف، آن را ردیابی و تشخیص می دهد. می توان با کاهش هر کدام از این دو متغیر به کاهش انرژی حرارتی ساطع شده از هدف دست یافت. می توان با تغییر پلیمر و رنگ دانه لایه رویه ضریب نشر(ε) پوشش استتار را کنترل و مطابق ضرایب نشر محیط طراحی نمود. برای این که حرارت ما بین پوشش استتار و هدف گرم حبس نشود پوشش های استتار چند طیفی به صورت برگ برگی و برش داده شده استفاده می گردد. چون در این صورت هوای گرم از لابلای پوشش عبور کرده و باعث خنگ ماندن پوشش می گردد. یک نکته قابل مطرح این است که هوای گرم توسط حس گرهای حرارتی مورد ردیابی نیست چون هوای گرم از جنس اتمسفر بوده و اتمسفر برای این نواحی طیفی عبور دهنده می باشد. ولی اگر هوای گرم خروجی به ذرات گرد و غبار و یا اجسام دیگری برخورد نموده و موجب گرم آنها گردد. اجسام گرم شده مورد ردیابی حس گرهای حرارتی قرار خواهند گرفت. به همین خاطر

---

[۱] - Multi Spectral Camouflage Nets

لوله های اگزوز تانک را امروزه به سمت هوا طراحی می نماید در غیر این صورت خروجی گرم اگزوز به محیط برخورد نموده و موجب گرم شدن قسمتی از محیط می گردد که این مسئله خود علائم مشخصه برای حس گر حرارتی است.

* خواص استتاری مرئی و مادون قرمز نزدیک :

نقش استتاری در ناحیه مرئی و مادون قرمز نزدیک را لایه اول ایفا می نماید بدین ترتیب که در فرمولاسیون این لایه از رنگدانه هایی استفاده می گردد که علاوه بر داشتن خواص استتاری مرئی، انعکاس مادون قرمز نزدیک مشابه پس زمینه داشته باشد. برای این منظور هر رنگ و فامی مطابق فام محیط و انعکاس مادون قرمز نزدیک خاصی قابل تهیه است. لایه های منعکس کننده که به ضخامت چند نانومتر می باشد نقش استتاری در ناحیه مادون قرمز حرارتی و راداری را به عهده دارد. البته لایه رنگی رویه نیز از جنس خاصی تهیه می گردد. چون این لایه باید علاوه بر داشتن قدرت پوشانندگی در طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک باید در مقابل امواج مادون قرمز حرارتی عبور دهنده باشد. بدین ترتیب که وقتی که امواج مادون قرمز نشر شده از خورشید یا هدف داغ به این لایه برخورد می کند، باید از لایه اول عبور کند و با برخورد به لایه منعکس کننده دوباره به سمت بیرون منعکس گردد در صورت جذب امواج توسط این لایه، دمای پوشش بال رفته و موجب نشر حرارتی از پوشش می گردد.

* خواص استتاری راداری :

استفاده روزافزون از رادار در مناطق عملیاتی، تولید کنندگان استتاری را به آزمایش استتار در برابر این طیف نسبتا وسیع طول موجی، وادار کرده است. اصولا این فناوری شامل جذب و پراکندگی موج به منظور کاهش موج انعکاسی و ایجاد موجی مشابه محیط زمینه اطراف می باشد. همانند سیگنال حرارتی، سیگنال رادار را می توان با طراحی مناسب روی اکثر ادوات و تجهیزات، به مقدار قابل توجهی کاهش داد. امروزه شرکت هایی نظیر Tracor GIE در امریکا یا GECدر انگلستان و یا Dowtyدر مراحل اولیه طراحی نسبتا محرمانه ادوات نظامی و تانک هایی نظیر Leclerc هستند. نقطه نظر تئوری با طراحی دقیق و استفاده از مواد جاذب رادار (RAM) امکان کاهش سطح مقطع راداری یک تانک از ۵۰ متر مربع به ۰/۱ متر مربع است. به هر حال شرایط منطقه ای قادر است تا اثر فناوری RAM را کاهش دهد. یک پوشش از گرد و غبار قادر است تا نظیر یک سطح مرطوب، سطح منعکس کننده خوبی برای امواج میلیمتری ایجاد نماید (

گرچه باران نیز اثر ردیابی میلیمتری را تضعیف می نماید) به علاوه، امروزه فناوری RAM گران قیمت بوده و اکثر ادوات نظامی با کم توجهی طراحی شده اند. در اکثر ارتش ها، پرهزینه ترین و موثر ترین راه حل، استفاده از صفحات استتاری مجزا است. تور استتار چند طیفی مدرن از طریق پراکنده سازی امواج راداری، موجب کاهش برگشتی امواج راداری می گردد. لایه منعکس کننده موجود در پوشش های استتار که به ضخامت چند نانومتر می باشد به عنوان یک لایه هادی یا مقاومیت الکتریکی عمل نموده بخش اعظم امواج راداری را منعکس می نمایند و چون این لایه در اثر برگ برگی شدن پوشش، در جهات فضایی، جهت گیری های مختلفی به خود می گیرد. در نتیجه موجب پراکندگی امواج راداری می گردد و از این نظر که به لحاظ ضخامت پایین لایه فلزی (چند نانومتر)، پوشش استتاری بعنوان یک لایه مقاومتی نیز محسوب می گردد. بخشی از امواج راداری بدین وسیله توسط پوشش مصرف گردیده و موجب کاهش هر چه بیشتر امواج می گردد. اندازه برگ های برش داده شده متناسب با طول موج امواج راداری تهدید کننده در نظر گرفته می شود. میزان تضعیف پوشش های استتار چند طیفی متناسب با تعداد لایه های مورد استفاده و شکل برگ های برش داده شده که مطابق کاربرد برای اهداف و پس زمینه های مختلف ساخته می شود از ۶bd تا ۱۸ متغیر می باشد. جهت به هم خوردن شکل هندسی هدف مورد استتار و برآورده شدن خواص استتاری راداری، تور استتار باید با فاصله کافی بر روی هدف نصب گردد.

۳- انواع پوشش های استتار چند طیفی مدرن :

* پوشش های استتتار برای اهداف ثابت و راهبردی : این پوشش ها نیز اهداف ثابت و راهبردی را که ردیاب های دشمن از طریق دید مرئی (m□ ۰/۷-۰/۴)حس گرهای دید در شب (m□ ۱/۲-۰/۴)،حس گرهای حرارتی (m□ ۵-۳ و ۱۴-۸) و رادارهای مراقبتی (GHz ۱۲-۸)، تشخیص و مورد هدف قرار می دهند استتار نموده و ضریب ردیابی توسط حس گرهای مذکور را به حداقل می رساند. این پوشش ها سبک وزن بوده و در رنگ های مختلف مطابق رنگ پس زمینه قابل تهیه است. این پوشش ها به صورت تور استتار یک لایه یا دو لایه جهت استتار اهداف ثابت و راهبردی مورد استفاده قرار می گیرند.

* پوشش های استتار برای اهداف متحرک: این پوشش ها برای استار اهداف متحرک، مانند انواع خودروهای رزمی و زرهی به کار می رود و عملکردی مشابه پوشش های استتار

ثابت دارند. هم چنین می توانند بر روی تجهیزات کلیدی مراکز صنعتی مانند دودکش ها و غیره با تدابیر خاصی مورد استفاده قرار گیرند. پوشش های مذکور به صورت قطعات کوچک تر و مطابق مشخصات ابعادی، عملکردی و ترمواپتیکی هدف برش داده شده و با نصب بر روی آنها، قادر هستند ضمن حفظ قابلیت تحرک و عملیات، آنها را درمقابل ردیاب های دشمن استتار کنند.

* چادر استتار نفرات : این پوشش ها نیز همانند پوشش های استتار متحرک تهیه می شوند و برای جا دادن نفرات و تجهیزات در مناطق تهدید مورد استفاده قرار می گیرند. نفرات می توانند تجهیزات و اقلام گرمازا را در زیر این چادرها بدون شناسایی شدن در مقابل تهدیدهای الکترومغناطیسی مورد استفاده قرار دهند.

* لباس استتار نفرات: لباسهای استتار مدرن از نظر مرئی مشابه رنگ و بافت محیط می باشد و نیز قادر است نفرات را در مقابل دوربینهای دید در شب و حرارتی (m ۱/۲ -۰/۷ و ۱۴-۸) که روی سلاح های مدرن نصب می شوند استتار نماید. لباس استتار حرارتی سبک وزن بوده و در طرح ها و رنگا های مختلف قابل تهیه است. سرباز امروزی نیز باید در چرخه راهبردی بقاء قرار بگیرد. یعنی در قدم اول نباید با فناوری های ردیابی امروزی دیده شود اگر دیده شد نباید به راحتی مورد هدف قرار بگیرد و اگرمورد حمله قرار گرفت نباید کشته شود. لذا در این راستا استفاده از پوشش های استتار مذکور اعتماد به نفس نیروهای رزمنده را افزایش داده و موجب بالا رفتن توان رزمی آنها می گردد.

* چترهای استتاری: این پوشش ها به همراه پوشش های استتار ثابت یا متحرک به منظور به هم ریختن شکل هندسی هدف استفاده می گردد.

۴ – اختفاء و استتار راهبردی در تونل ها و مجاری زیرزمینی:

پیچیدگی های تاسیسات زیرزمینی، شامل موقعیت، عمق و شکل آن است. بنابراین تعیین موقعیت آنها بسیار مشکل بوده و از آن مشکل تر تشخییص و تعیین نوع فعالیت آنها می باشد. امروزه با پیشرفت های بعمل آمده در زمینه حفر تونل امکان ایجاد چنین تاسیسات زیرزمینی به منظور جابجایی نیرو و تجهیزات، تولید، انبار نمودن، انتقال مهمات، تسلیحات و... به آسانی صورت می گیرد. تاسیسات عمیق زیرزمینی عبارت است از یک ساختار زیرزمینی کاملا مخفی می باشد.

* اجتناب از طراحی غیر طبیعی ساخت دست بشر:

لوله های خروجی اگزوز، ورودی ها به تاسیسات و هر گونه ساختار اساسی سطحی دیگر، نباید به شکل مربع و یا مستطیل باشند. طرح های غیر طبیعی ساخت دست بشر، باید به وسیله استتار بر هم ریخته شوند و از استتار هایی که دارای انعکاس مادون قرمز نزدیک بالا هستند باید استفاده گردد. زیرا به آسانی با سبزیجات طبیعی که معمولا دارای انعکاس مادون قرمز نزدیک می باشند اشتباه گرفته می شوند. یکی از علائم مشخصه تاسیسات زیرزمینی که معمولا واضح تر از بقیه علائم آن می باشد و توسط اکثر ردیاب های شناسایی، قابل تشخیص هستند ورودی ها و خروجی های این تاسیسات می باشد. استفاده از طرح های طبیعی، گیج کننده و مغشوش، چون مخفی نمودن تجهیزات در زیر صخره ها و یا مستقر نمودن آنها در نزدیکی جویبارها (که دارای سبزیجات متراکم تری می باشند) روش هایی برای اصلاح و هماهنگی مشخصات طراحی ظاهری تاسیسات زیرزمینی با محیط طبیعی بوده و در نتیجه موجب کاهش شناسایی آنها توسط ماهواره های شناسایی و جاسوسی می شوند.

* استفاده از اهداف فریب دهنده :

چون ماهواره ها می توانند تصاویر سه بعدی از یک ناحیه بگیرند که کمی با یکدیگر متفاوت باشند، لذا اهداف فریب دهنده سه بعدی می توانند در مخفی نگه داشتن محل واقعی تجهیزات حیاتی و حساس پشتیبانی کننده بیرونی در یک تاسیسات زیرزمینی موثر باشند. علاوه بر این با استفاده از بخاری ها (Heaters) می توان در لوله های تهویه ساختگی، ایجاد دمایی حدودا برابر دمای گازهای خروجی از لوله های تهویه حقیقی تاسیسات زیرزمینی ایجاد نمود. سپس با استقرار این لوله های تهویه ساختگی در مکان های کاذب در روی سطح زمین، می توان محل حقیقی تجهیزات پشتیبانی کننده بیرونی تاسیسات زیرزمینی را مخفی نگه داشت. شاخک های آنتن ها، ورودی ها و سایر مشخصات ظاهری تاسیسات زیرزمینی را می توان طوری همانند سازی کرد و از نظر حرارتی به گونه ای تنظیم نمود که علائم آن حدودا مشابه با علائم ایجاد شده توسط اقلام حقیقی باشد و بدین وسیله می توان محل واقعی تاسیسات عمیق زیرزمینی را مخفی نمود.

* استتار در مقابل تصویربرداری حرارتی :

همچنان که هوای گرم از لوله های خروجی هوا در تاسیسات زیرزمنی خارج می گردد. ماهواره ها می توانند چنین علائم متمایزی را رویت نمایند. بنابراین تمام خروجی

های منشعب شده از تاسیسات زیرزمینی در نقاط گوناگون سطح زمین که به صورت نقاط گرم وجود دارند، قابل شناسایی می باشند. گرمای محیطی بعضی از قسمت های تاسیسات زیرزمینی می تواند سبب افزایش دمای محیط اطراف لوله های خروجی، لوله های آب، خروجی های اضطراری یا لوله های عبور دهنده کابل های برق شود. ولی اقداماتی می تواند صورت بگیرد تا آن قسمت هایی از تاسیسات که در نزدیکی سطح زمین می باشند مجزا و عایق بندی شوند. در ضمن می توان به منظور کاهش علائم حرارتی اجزای خارجی تاسیسات زیرزمینی از پوشش دهنده ها با پوشش های استتار چند طیفی و با پوشش های ضخیمی از سبزیجات و گیاهان استفاده نمود و یا با اختلاط هوای سرد محیط و هوای گرم خروجی، قابلیت شناسایی علائم حرارتی آن را به حداقل رسانید.

* توسعه فناوری :

امروزه همگام با پیشرفت فناوری، ساخت تورهای استتار نیز دستخوش تغییرات زیادی گردیده و تورهای استتار مدرن در انواع مختلف به صورت چند طیفی با رنگ های مختلف طراحی و ساخته می شوند.

در این راستا در داخل کشور نیز گام های موثر و مفیدی جهت ساخت تورهای استتار چند طیفی برداشته شده که باعث مباهات می باشد. در ضمن مشخصات فنی پوشش های استتار مدرن تولیدی به دست صنعت گران داخلی به شرح زیر نیز می باشد.

۱ – تور استتار ثابت (استاتیک) به منظور استتار اهداف ساکن در هر ابعاد قابل تهیه می باشد به نحوی که دانسیته سطحی آن در حدود ۲۵۰ تا ۳۵۰ گرم بر متر مربع است.

۲ – تورهای استتار متحرک به منظور استتار متحرک متناسب با شکل هدف، قابل نصب بر روی هدف می باشد به نحوی که دانسیته سطحی آن حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ گرم بر متر مربع می باشد.

۳- بلانکت (پوشش های بدون برش) که در این حالت پوشش های مذکور قابلیت ضد آب داشته و مانع نفوذ آب بر روی هدف مورد نظر می باشد.

به طور کلی پوشش های مذکور قدرت جذب هر گونه رطوبتی دارد و به همین دلیل در هنگام استفاده در محیط مرطوب افزایش وزن نخواهند داشت. پوشش استتار حرارتی به لحاظ اینکه باید بافت آن مشابه محیط باشد و همچنین حرارت در زیر آن ها محبوس نگردد به صورت برگ برگی و سوراخ دار درست می شوند. هوای گرم نیز چون عبور

دهنده امواج مادون قرمز می باشد توسط تصویر بردارهای حرارتی ردیابی نمی گردند مگر اینکه حاوی ذرات گرد و غبار یا قطرات روغن باشد که در این صورت ذرات گرم شده ردیابی می شوند.

طریقه به کار گیری تورهای استتار:

تورهای استتار با توجه به کاربردی که دارند در انواع مختلف و با رنگ های متفاوت و با مواد آرایشی گوناگونی، طراحی و ساخته شده اند که به شرح ذیل از آنها بهره برداری می گردد:

۱) طریقه بکارگیری و استفاده از تورهای استتار معمولی :

از تورهای استتار معمولی بر حسب ابعاد و اندازه ای که دارند جهت پوشش تجهیزات و وسایل استفاده می گردد. نکاتی که در استفاده از این نوع تورها باید مورد توجه قرار گیرند به شرح زیر می باشد:

الف) تور استتار را از سمت راست طول (یا درازا) بر روی تجهیزات قرار می دهند.

ب) در هنگام نصب کردن تور بر روی تجهیزات باید به فاصله هر ۱/۵ متر یک نفر لبه تور را نگه دارند و نفرات همزمان تور را به سمت مورد نظر حرکت دهند. پس از این که تور کاملا روی دستگاه مورد نظر قرار گرفت با استفاده از پایه های و یا طناب و چوب باید تور به نحوی در قسمت بالای تجهیزات قرار گیرد که روی دستگاه نیفتد(حداقل فاصله ۱۰ سانتی متر و حداکثر ۱۰۰ سانتی متر)

پ) در هنگام نصب کردن تور باید نفرات تور را از سطح دستگاه مورد نظر بالاتر نگه دارند، تا قسمت های ناهموار و برآمده دستگاه باعث پاره شدن تور نگردد.

ت) تور استتار باید به گونه ای بر روی دستگاه ها قرار گیرد، تا نمای آن به شکل هندسی نامنظم در آید، به طوری که ابعاد طولی و عرضی تجهیزات مشخص نگردند.

ث) لبه های تور که به پایین آویزان می شوند باید به صورت متمایل با زمین (زاویه ۴۵ درجه) به محوی که در اطراف دستگاه ها مستحک گردند که ضمن ایجاد استتار، مانعی در عملکرد تجهیزات نباشند.

ج) برای محکم کردن و تنظیم کردن تور لازم است از پایه های همرنگ استفاده گردد.

چ) پس از استقرار تور و محکم کردن آن، از قرار دادن هر گونه وسایل نامربوط بر روی آن خودداری گردد.

ح) نصب تورهای استتار برای تجهیزات و تاسیسات باید به گونه ای باشد که مانع از اجرای ماموریت مربوطه نگردد. به طور مثال، تور نباید مانع حرکت توپ در سمت و ارتفاع و یا حرکت آن در جهت های مختلف گردد.

خ) از تورهای استتار به ضرورت به صورت همرنگ با محیط و درمناطقی که تور جهت آنها طراحی گردیده است) استفاده گردد. یعنی تورهای خاکی رنگ در صحرا و کوهستان، تورهای سبز در مناطق جنگلی و سرسبز و تور های آبی در مناطق دریایی و اسکله ها، تورهای سفید در مناطق برفی به کار برده شوند، در روی تورهای استتار نصب شده برای همگونی و همرنگی بهتر با محیط، می توان از گیاهان و پوشش های زمینه اطراف در صورت امکان استفاده نمود و تطبیق محیطی را کامل نمود.

این نوع تورهای استتار همان طور که قبلا ذکر گردید از لایه های مختلفی تشکیل گردیده اند که هر یک از این لایه ها از جنس فلزات و الیاف مخصوص می باشند، که با ظرافت خاصی به هم فشرده شده و طوری طراحی گردیده اند که علاوه بر داشتن خصوصیات تورهای استتار معمولی در برابر طیف های امواج مختلف راداری، مادون قرمز نزدیک، حرارتی ماورای بنفش و... مخفی مانده و قابل شناسایی نمی باشند. این تورها باعث انحراف، جذب و شکسته شدن امواج گردیده و از بازتاب امواج به سمت گیرنده حس گرها، جلوگیری می نمایند. علاوه بر ان در برابر حس گرهای مادون قرمز حرارتی نیز با انعکاس و جذب تشعشعات حرارتی اختلاف دما را با پس زمینه به حداقل می رسانده و از دید دوربین های مذکور مخفی می مانند. به دلیل ساختمان پیچیده این تورها نگه داری و استفاده از آنها دقت و توجه خاصی را نیاز دارد. تا ضمن نگه داری و حفظ آنها، نتیجه مطلوب از کاربردشان نیز حاصل گردد. به همین دلیل ضمن رعایت موارد قید شده در مورد تورهای استتار معمولی نکات زیر نیز در بکارگیری تورهای چند منظوره ضروری می باشند :

الف) پس از استقرار تور ثابت با کمک پایه های نگه دارنده بر روی تجهیزات مورد نظر، باید بین تور استتار و تجهیزات مورد استفاده فاصله استاندارد (حداقل فاصله استاندارد ۶۵ ساتی متر بالای سطح دستگاه می باشد) ایجاد کرد و سپس نسبت به محکم نمودن تور اقدام نمود، چنانچه فاصله قید شده رعایت نگردد عمل شکسته شدن امواج و انحراف آن ضعیف تر خواهد شد و تور کارآیی مطلب را نخواهد داشت.

ب) پایه های نگهدارنده این نوع تور استتار از جنس پلاستیک فشرده می باشد که از آن ها برای نگه داشتن و محکم کردن تور استتار استفاده می گردد این نوع تور استتار به دلیل اهمیت و گران قیمت بودن باید جهت استتار تجهیزات حیاتی، حساس و مهم مورد استفاده قرار گیرد.

پ) این نوع تور استتار تحت هیچ شرایطی نباید جهت استتار آنتن رادارها و تجهیزاتی که با انتشار امواج کار می کنند (در زمانی که عملیاتی هستند) استفاده گردد. زیرا لایه های جذب کننده امواج الکترومغناطیس تعبیه شده در ساختار این نوع تور باعث اخلال در عملکرد رادارهای خودی و شکست امواج ارسالی و دریافتی این رادارها می گردد.

چنانچه تور استتار ثابت و متحرک چند منظوره به اندازه کافی در دسترس باشد، جهت تجهیزات بسیار حساس، علاوه بر تور استتار متحرک می توان تورهای ثابت را با پایه نگه دارنده بر روی تجهیزات قرار داد (پوشش با هر دو نوع تور استتار) در این حالت عمل استتار تقویت می شود و کشف و شناسایی تجهیزات در زیر تورهای مذکور توسط حس گرهای شناسایی دشمن بسیار دشوار می گردد. چنانچه جهت دستگاه خاصی یا اقلام حیاتی و حساس توری ساخته نشده باشد می توان از تورهای ثابت تخته ای ۱۰ در ۱۰، ۵ در ۵، ۷ در ۷،... استفاده کرد. و آنها را به ابعاد مورد نیاز به همدیگر متصل بر روی دستگاه یا اقلام مورد نظر قرار داد تا عمل استتار به طور کامل انجام پذیرد.

ت) در لبه های کلیه تورهای استتار ثابت (دور تا دور تور) نوار ابریشمی طناب مانند به فاصله هر یک متر به اندازه ۳۰ سانتی متر طناب وصل شده است تا امکان اتصال تورها به همدیگر وجود داشته باشند.

ث) جهت کلیه تجهیزاتی که تور استتار متحرک برای آنها ساخته نشده است و از تورهای استتار ثابت با پایه نگه دارنده استفاده خواهد شد و با اتصال تورها به همدیگر می توان آنها را به اندازه مورد نیاز در آورده و در روی تجهیزات نصب نمود.

ج) اندازه تور استتار باید طوری تعیین شود که پیرامون آن حدود یک متر از دور تا دور تجهیزات مورد نظر بیشتر باشد تا عمل جذب و پخش تشعشعات حرارتی و امواج ساطع شده به خوبی انجام و حس گر های حرارتی دشمن در کشف محل تجهیزات ناکام بماند.

چ) نحوه اتصال دو تخته تور اتصال به همدیگر از طریق طناب و یا نوار ابریشمی در اطراف تور باید به گونه ای به هم متصل گردند تا هیچ گونه فاصله ای در بین آنها، ایجاد نگردد. (از طناب و یا نوار ابریشمی به عنوان اتصال استفاده شده و از وسایل فلزی خودداری گردد).

یک هواپیمای بمب افکن به منظور داشتن دید مداوم نسبت به هدف (که برای بمباران دقیق ضروری می باشد) مجبور است در زیر ابرها پرواز نماید. در چنین شرایطی زاویه نشانه روی کم خواهد بود، یعنی در ارتفاع ۶۰۰۰ پا و تیر رس ۵ مایلی، زاویه دید ۱۳ درجه می باشد. و در این زاویه کم انعکاس نور بام ها به ویژه اگر سطوح آنها صاف باشد خطر فزاینده ای را ایجاد می نماید. عامل مهم دیگر کوچکی هدف است. در شرایط مناسب و با دید معمولی اندازه یک هدف باید حداقل ۶ فوت باشد تا از فاصله ۵ مایلی قابل رویت گردد. در نتیجه هر قدر بزرگترباشد بهتر دیده می شود. این مسأله در مورد اندازه های استتاری که بعدا توضیح داده خواهد شد و هم چنین در نظر نگرفتن ساختمان های کوچک از درجه اهمیت خاصی برخوردار است و نباید فراموش کنیم که هدف اصلی استتار، جلوگیری از شناسایی اهداف مشخص توسط جنگنده های دشمن است. استتار را با حل دو مسأله زیر می توان عملی ساخت.

۱ - ایجاد شباهت با محیط اطراف اعم از اینکه این محیط شهری یا روستایی باشد. (همگونی با محیط)

۲ – جدایی یا تغییر دادن شکل ساختمان برای اینکه آن را غیر قابل شناخت و نامشخص نماییم (ایجاد گسیختگی).

* همگونی با محیط :

این نکته را باید به خاطر داشت که خلبان دشمن آن قدر سریع منطقه را طی می کند که قادر نیست مختصات جزء به جزء مناطق را شناسایی نماید و فقط آن را به صورت نقشه کلی مشاهده می کند، هر چیزی که با این نقشه سازگار نباشد جلب توجه می کند.بنابراین لازم نیست نقشه دقیقی از محیط اطراف داشته باشیم، بلکه باید عکس گرفته شود تا بدانیم آیا محل مورد نظر ما با محیط اطراف آن قدر همگون شده است که توجه دشمن را به خود جلب نکند(بازتاب رنگ ها از درجه اهمیت بسیاری برخوردار است).نظم و ترتیب نشانه بارز اشیاء ساخت بشر است و بی نظمی نشانه طبیعی می باشد. مثلا اختلاف در ظاهر یک جنگل و نهالستان را می توان در نظر

گرفت. به هنگام همگونی با محیط این نکته حائز اهمیت است که وجوه تمایز حفظ گردد تنوع سایه و روشن ها در شیب های پشت بام یک ساختمان بیشتر از تنوع ان در روی زمین است. بازتاب رنگ های روی زمین کم و بیش مداوم هستند، بجز سایه های نقش بسته شده از یک ساختمان بر روی، در حالی که بازتاب رنگ های ساختمان مداوم هستند. این مشکل را می توان همگونی احتیاط آمیز اشکال طبیعت تعدیل نمود، مانند پرچین ها یا انبوه بوته ها، که سایه های آنها نیز تنوع مداومی در بازتاب رنگ ایجاد می کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی