فصلنامه پدافند غیرعامل

سال دوم، شماره ۳، تابستان و پاییز ۱۳۹۰، (پیاپی ۷): صص ۱-۱۰

جهت‌گیری‌های آتی فناوری‌های استتار

فیروز قنبری[۱]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۶

چکیده

متناسب با پیشرفت و توسعه فناوری‌های مرتبط با تهدیدات شناسایی و هدف‌گیری در دنیا، فناوری‌های مقابله یعنی فناوری‌های استتار، اختفا و فریب (CCD[۲]) و مواد مربوطه نیز دستخوش تغییرات و پیشرفت گردیده است. با توجه به اینکه فناوری‌های CCD موجود در کشور با سطح فناوری‌های روز دنیا دارای شکاف می‌باشد، برای از بین بردن شکاف موجود و رسیدن به لبه فناوری‌ها در این حوزه و همچنین طی نمودن راه‌های میان‌بر و کوتاه برای رسیدن به فناوری‌های آینده، نیاز به دیده‌بانی صحیح فناوری‌ها و آینده‌پژوهی در این حوزه می‌باشد.

در تحقیق حاضر سعی شده است از ترکیب برخی از روش‌های مرسوم آینده‌پژوهی مانند سناریونویسی، پیمایش محیطی، تحلیل ثبت اختراعات، درختی وابستگی، تحلیل ریخت‌شناسی، تأثیرات متقابل و روش چرخهٔ آینده استفاده گردیده تا جهت‌گیری آتی فناوری‌های CCD تا عمق چند سال آینده پیش‌بینی گردد. از نتایج حاصله و محورهای مهم جهت‌گیری‌ها می‌توان به ویژگی‌هایی از محصولات CCD مانند سبکی، گسترش طیفی، چند منظوره و چند عمل‌کردی بودن، هوشمندی و دینامیک بودن با استفاده از فناوری‌های بین رشته‌ای و پیش‌نیاز مانند نانو، بایو، MEMS[۳] و NEMS[۴] اشاره نمود.

کلیدواژه‌ها: استتار، فناوری، آینده‌پژوهی، نانوفناوری، حسگرها

۱- ساصد، پژوهشکده علوم و فناوری خودرویی، Email: FQANBARI@YAHOO.COM

2- Camouflage, Concealment & Deception
3- Micro Electro Mechanical Systems
4- Nano Electro Mechanical Systems

۱- مقدمه

کسانی که نگاه روشن‌تری به آینده دارند و زمان پیش رو را با عمق بیشتری مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند، بهتر تصمیم‌گیری می‌کنند و احتمال خطا و اشتباه را کاهش می‌دهند. دیده‌بانی فناوری‌های جاری، تجزیه و تحلیل آن‌ها و کشف جهت‌گیری‌های جدید، مقدمه آینده‌پژوهی برای فناوری‌های آتی می‌باشد. با داشتن این فرضیه که بین وضعیت موجود در کشور و دنیا شکاف فناورانه وجود دارد و اذعان به ضرورت پیمودن راه‌های میان‌بر برای جبران عقب‌ماندگی و برنامه‌ریزی صحیح برای آینده می‌توان برای پیش‌بینی علوم و فناوری‌های آتی حوزه CCD قدم برداشت. برای این منظور در ابتدای تحقیق پرسش‌هایی مطرح می‌گردد که اولاً چه روش‌هایی را برای آینده‌پژوهی در این حوزه می‌توان به‌کار گرفت و در ثانی تا چه عمق و کیفیتی می‌توان جهت‌گیری‌های آتی را مشخص نمود و در نتیجه، جهت‌گیری‌های آتی در حوزه فناوری‌هایCCD چیست؟ با پاسخ به این پرسش‌ها هدف تحقیق که مشخص نمودن جهت‌گیری آتی فناوری‌های CCD در چند سال آینده می‌باشد، برآورد می‌گردد.

در شرایطی که تولد، بلوغ و شکوفایی دانش و فناوری‌ها هزاران موضوع بکر و تازه را به همراه دارد باید اذعان داشت که همهٔ تغییرات می‌توانند به سهم خویش در ترسیم آینده مؤثر باشند؛ اما تعدد و تکثر آنها موجب می‌شود که در فرآیند دیده‌بانی، شاخص‌هایی را برای کارآمدی موضوعات وضع کنیم. در حقیقت در دیده‌بانی، موضوعی می‌تواند مورد توجه باشد که در یکی از دسته‌بندی‌های ذیل جای گیرد:

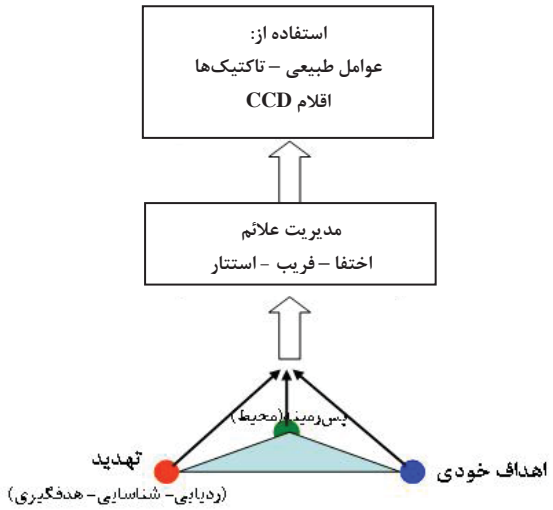
- علوم و فناوری‌های در حال ظهور که در زمان حال فقط سیگنال‌های ضعیفی از آن به گوش می‌رسد.
- علوم و فناوری‌های نوظهور و در حال تکامل که موجب تغییرات اساسی در آینده خواهند بود.
- علوم و فناوری‌های کلیدی و راهبردی که در عرصهٔ سیاست و نبرد، نقش تعیین‌کننده و موازنه‌ای دارند.
- علوم و فناوری‌های بنیادین، که بنای سایر علوم و فناوری‌ها بر آنها استوار است.

۲- روش‌های آینده‌پژوهی

برای پیش‌بینی آینده فناوری‌های CCD می‌توان از روش‌های دلفی [۱]- سناریونویسی [۲]- پیمایش محیطی [۳]- ذهن‌انگیزی [۴]- تحلیل ثبت اختراع [۵]- درختی وابستگی [۶]- تحلیل ریخت‌شناسی- تأثیرات متقابل [۷]- و روش چرخهٔ آینده [۸]- استفاده نمود. قبل از تجزیه و تحلیل و بررسی اینکه از چه روش یا روش‌هایی برای این منظور باید استفاده نمود لازم است فاکتورهای اثرگذار CCD مورد بحث قرار بگیرند.

۲-۱- فاکتورهای اثرگذار CCD

استفاده از اقلام CCD و فناوری‌های مربوط به آنها برگرفته از انتخاب روش‌ها و تکنیک‌های CCD بوده و انتخاب آنها نیز به سه عامل اصلی، تهدید اهداف خودی و پس‌زمینه‌ها(محیط‌ها) بستگی دارد (شکل ۱).



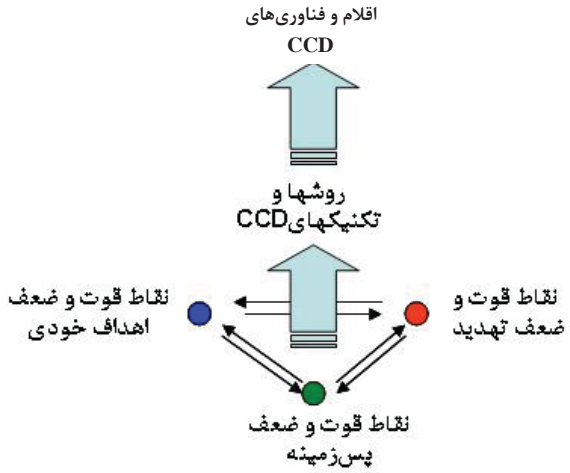
شکل ۱- فاکتورهای تأثیرگذار CCD

نقاط قوت و ضعف حسگرهای شناسایی و هدف‌گیری که در حوزه CCD تهدید محسوب می‌شوند، ارتباط تنگاتنگ و دینامیک با نقاط قوت و ضعف اهداف خودی دارند. ضعف اهداف خودی (تأسیسات، تجهیزات و قابلیت‌های نظامی و غیر نظامی) از دیدگاه CCD به تسهیل شناسایی و هدف‌گیری انواع حسگرهای مختلف انجامیده و موجب تقویت تهدید می‌گردد. همچنین قوت اهداف خودی در راستای بکار بردن الزامات CCD در طراحی اهداف موجب تضعیف تهدیدات شناسایی و هدف‌گیری می‌گردد.

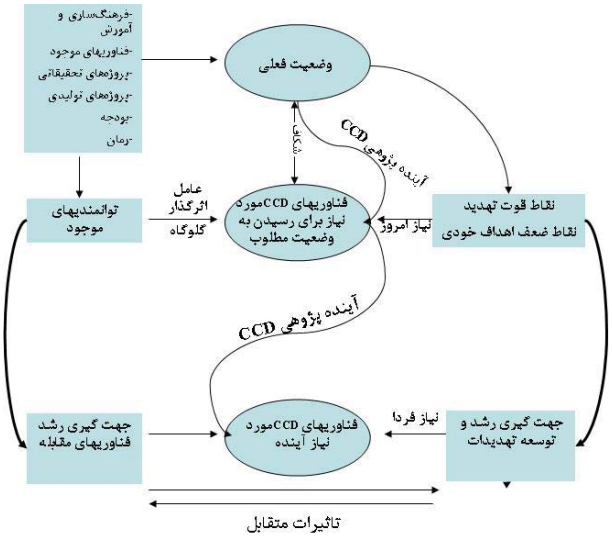
استفاده صحیح از پس‌زمینه‌های مختلف برای استقرار اهداف خودی موجب تضعیف تهدید و تقویت اهداف خودی گردیده و بالعکس عدم مطالعه پس‌زمینه‌های مختلف و در نتیجه، عدم توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیط‌های مختلف در مکان‌یابی، موجب تقویت سامانه‌های تهدید و تضعیف و آسیب‌پذیری اهداف خودی می‌گردد. بنابراین ملاحظه می‌گردد که سه عامل *تهدید*، *اهداف خودی* و *پس‌زمینه* نسبت به هم تاثیرپذیر بوده و با توجه به صورت وضعیت هرکدام در هر مقطع زمانی روش‌ها و تکنیک‌های CCD انتخاب شده و متناسب با روش‌ها، مواد CCD مشخص می‌گردد (شکل ۲).

با بررسی صورت وضعیت سه عامل در مقطع زمانی فعلی و با فرض وجود تهدیدات شناسایی و جهت‌گیری دارای نقاط قوت، اهداف خودیِ دارای نقاط ضعف و عدم استفاده صحیح از قابلیت‌های

محیطی، می‌توان نتیجه گرفت که اقدامات فعلی مقابله با تهدید، یعنی اجرای روش‌ها و تکنیک‌های CCD و استفاده از اقلام و فناوری‌های مربوطه کافی نبوده و با وضعیت مطلوب دارای فاصله و شکاف می‌باشد. از بین بردن شکاف بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب، نیاز امروزِ CCD می‌باشد و لذا رسیدن به وضعیت مطلوب و جهت‌گیری برای آینده، نیاز به پیش‌بینی و مشخص نمودن فناوری‌های پیش رو در حوزه CCD دارد (شکل ۳).



شکل ۲- ارتباط دینامیک عوامل تأثیرگذار CCD در یک مقطع زمانی



شکل ۳- ارتباط دینامیکی فاکتورهای تأثیرگذار CCD در وضعیت‌های فعلی، مطلوب و آینده

۲-۲- تجزیه‌وتحلیل روش‌های آینده‌پژوهی

با بررسی فاکتورهای اثرگذار CCD و فرایند مشخص شده در شکل (۲)، صورت مسئله را می‌توان به شکل شفاف‌تر با ارائه موارد زیر تکمیل نمود:

- رابطه علت و معلولی، دینامیک و اثرات متقابل بین تهدیدات شناسایی و جهت‌گیری و روش‌های مقابله با آن(اقلام و فناوری‌های CCD)؛
- وجود شکاف فناورانه بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب؛
- توجه به امکانات فناورانه موجود به‌عنوان گلوگاه برای کاهش شکاف و اهتمام برای فراهم نمودن امکانات و قابلیت‌های جدید برای از بین بردن شکاف مذکور؛
- نقش دیده‌بانی بر فناوری‌های نوظهور یا در حال ظهور در زمینه روش‌های تهدید و مقابله برای سامان دادن به حرکت آینده‌پژوهی CCD؛
- اهتمام به فناوری‌های نوآورانه؛
- توجه به عامل بودجه و زمان.

با توجه به حدود و ثغور آینده‌پژوهی در حوزه CCD که طی موارد ارائه شده مطرح گردید می‌توان امکان استفاده از روش‌های بحث شده آینده‌پژوهی را مورد بررسی قرار داد.

- با توجه به اینکه روش دلفی از جمع‌آوری نظرات کارشناسان در دفعات متعدد، با استفاده متوالی از پرسش‌نامه‌ها به‌دست می‌آید و برای نمایاندن همگرایی نظرات و تشخیص اختلاف عقیده‌ها یا واگرایی آراء به‌کار می‌رود و هر تکرار، یک دوره را تشکیل می‌دهد، برای آینده‌پژوهی در حوزه CCD در زمان محدود نمی‌توان از این روش استفاده نمود. چون در روش دلفی نیاز به زمان و بودجه بیشتری می‌باشد. شناسایی کارشناسان خبره در این زمینه که تعداد آنها باید در حد قابل قبولی باشد، تدوین پرسش‌نامه‌ها، توزیع آنها و سپری کردن هر دوره برای پاسخگویی، نیاز به زمان طولانی‌تری دارد.
- روش سناریو نویسی از این نقطه نظر حائز اهمیت است که می‌تواند بین عمل‌کردهای تهدید، نقاط قوت و ضعف اهداف خودی، قابلیت و ضعف پس‌زمینه‌ها و روش‌های مقابله ارتباط منطقی ایجاد نموده و طی ارائه سناریویی بیان نماید. سناریو نویسی، فرایندهای علت و معلولی و زنجیره اتفاقات و عوامل و شرایط محیطی آینده را که متاثر از حال است، توصیف می‌کند. بهترین سناریو آن است که شرایط و روند متغیرهای مهم و معیارهای کلیدی را نسبت به زمان به تصویر بکشد. در آینده‌پژوهی CCD، برای داشتن تجسمی از سناریوی عمل‌کرد دشمن و سرو سامان دادن به اطلاعات و فناوری‌های جمع‌آوری‌شدهٔ پراکنده و بعضاً بی‌ربط، از این روش می‌توان استفاده نمود.

- از روش پیمایش محیطی می‌توان برای بررسی وقایع نوظهور و در حال ظهور فناوری‌های مرتبط در زمینه تهدید و CCD استفاده نمود، بالاخص از روش‌های جستجوی مقالاتِ به‌روز و مطالب علمی منتشر شده در این زمینه می‌توان بهره برد.
- از روش ذهن‌انگیزی، بنا بر دلایلی که برای روش دلفی اشاره شده نمی‌توان استفاده کرد چون این روش نیز وابسته به جمع‌آوری کارشناسان بوده و محدودیت زمان و هزینه برای این روش وجود دارد. به لحاظ اینکه خروجی این روش، تولید ایده‌های جدید است، از روش تحلیل ثبت اختراع و پیمایش محیطی به‌عنوان جایگزین می‌توان استفاده کرد.
- از روش تحلیل ثبت اختراع می‌توان به صورت ترکیبی در دیده‌بانی فناوری‌ها و پیمایش محیطی استفاده نمود.
- از روش درخت وابستگی و روش مکمل آن یعنی تحلیل ریخت‌شناسی می‌توان برای از بین بردن شکاف بین وضع موجود و مطلوب و جهت رسیدن به وضعیت پیش‌بینی شده آتی استفاده نمود. در این روش با تقسیم فناوری کلیدی مورد نظر به فناوری‌های جزئی و ادامه دادن آن برای دسترسی به فناوری‌های جزئی‌تر و قابل دسترس، می‌توان مسیر رسیدن به فناوری‌های مورد نظر آتی را شفاف‌تر نمود.
- از روش تاثیرات متقابل می‌توان برای کشف احتمال ظهور فناوری‌های تهدید یا CCD، با توجه به اینکه از همدیگر تاثیرپذیر هستند، استفاده نمود و به‌صورت ترکیبی و مکمل با روش‌های دیگر نیز می‌توان از آن بهره جست.
- چرخهٔ آینده، روشی برای سازمان‌دهی اندیشه‌ها و پرسش‌ها پیرامون آینده است. این روش، فرایند تفکر پیرامون آینده را راحت‌تر و سریع‌تر می‌سازد. در هر مرحله از فرایند آینده‌نگری برای فهم بهتر وقایع و فرایندها می‌توان از این روش استفاده کرد. از این روش می‌توان به صورت ترکیبی با سناریو نویسی، درخت وابستگی و تحلیل ریخت‌شناسی استفاده نمود.

۲-۳- انتخاب روش یا روش‌های آینده‌پژوهی CCD

با توجه به تجزیه و تحلیل ارائه شده برای روش‌های آینده‌پژوهی، برای دیده‌بانی فناوری‌های نوظهور یا در حال ظهور در زمینه CCD و عوامل مرتبط به آن از روش‌های پیمایش محیطی در ترکیب با روش تحلیل ثبت اختراع و روش تاثیرات متقابل استفاده شده و در این رابطه از مراجع ۹ تا ۱۴ استفاده گردیده که نتایج آن در بندهای ۳ و ۴ ارائه گردیده است.

برای درک بهتری از روابط فاکتورهای موثر در CCD و سامان دادن به فناوری‌های نو ظهور جهت رسیدن به فناوری مورد نیاز آینده، استفاده از روش‌های سناریو نویسی و به‌عنوان مکمل، استفاده از روش‌های درخت وابستگی و ریخت‌شناسی و روش چرخه آینده پیشنهاد می‌گردد.

۳- جهت‌گیری آتی حسگرها

از زمینه‌های مورد بررسی که مهمترین عامل اثرگذار فناوری‌های CCD نیز بوده، جهت‌گیری آتی فناوری‌های حسگرها می‌باشد که از موارد مورد بررسی توسط روش‌های آینده‌پژوهی می‌باشد.

جهت‌گیری آتی حسگرها را قابلیت‌های مورد نیاز برای آگاهی از فضای نبرد، قابلیت‌های فناوری‌های مرتبط و محدودیت‌های موجود حسگرها مشخص می‌کنند و یک ارتباط دینامیکی بین آنها وجود دارد. روند رو به رشد و تصاعدی فناوری‌های مختلف ارتباطات و همگرایی روزافزون آنها، پیش‌بینی دقیق آینده برای دوره‌های بلندمدت و میان‌مدت را با خطای قابل ملاحظه‌ای همراه نموده است. لذا تنها تعیین جهت‌گیری فناوری‌ها برای دوره‌های کوتاه‌مدت با شفافیت قابل قبولی انتظار می‌رود. آنچه مسلم است این است که دو قابلیت تهدیدات حسگری و CCD همانند دو پله در روبه‌روی هم قرار گرفته و هر کدام پیشرفت و جهت‌گیری‌های آتی خود را با نگاهی به دیگری تنظیم می‌نماید. پس از بررسی‌های لازم توسط روش‌های آینده‌پژوهی، محورهای جهت‌گیری حسگرها که نقش مستقیمی در بررسی جهت‌گیری فناوری‌های آتی CCD دارد به شرح ذیل حاصل گردید [۹]:

- افزایش دقت و قدرت تفکیک؛
- تکمیل و توسعه باندهای طیفی؛
- قابلیت نزدیک شدن به هدف قبل از دیده شدن؛
- هم‌افزایی کارآیی با همگرایی حسگرها.

۴- فناوری‌های نوین CCD و جهت‌گیری‌های آینده

پیشرفت مداوم حسگرها باعث شد در اوایل دههٔ ۱۹۷۰، استتار سنتی کارآیی خود را برای حفاظت از نیروها از دست بدهد. بنابراین در سال‌های بعد از آن، مراکز تحقیق و توسعه روش‌ها و مواد نوین استتار در تمام دنیا رشد کرد. مسئولان این مراکز به زودی دریافتند که هیچ سازمانی نخواهد توانست به تنهایی از عهدهٔ تحقق هدف‌های بلندمدت برآید. در نتیجه تصمیم گرفته شد که همه فرماندهان، مدیران پروژه‌ها و مدیران محصول، در فعالیت‌های مراکز تحقیق سهیم شوند. به این ترتیب، طراحان تجهیزات موظف شدند برای استتار سامانه‌هایی که طراحی می‌کنند چاره‌ای بیندیشند. حدوداً از دهه ۱۹۹۰ به بعد توسعه فناوری‌های نوین در CCD که بتواند جوابگوی مناسبی برای تهدیدات روز باشد شروع گردید. آنچه در بندهای بعدی ارائه می‌گردد اشاره‌ای به فناوری‌هایی (فناوری‌های نوین) است که از سال ۱۹۹۰ به بعد توسعه پیدا کرده و در ادامهٔ هر

بند، جهت‌گیری‌های آتی هر فناوری که پیش‌بینی می‌گردد طی چند سال آینده تحقق پیدا نماید آورده شده است. بدیهی است که فناوری‌های ذکر شده، متناسب با تمام شیوه‌های CCD شامل اختفا، ترکیب، تغییر شکل (قیافه) و فریب می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

۴-۱- CCD سخت‌افزاری و درون‌ساخته[1] (منظور نمودن الزامات CCD حین طراحی و ساخت هدف)

مهندسان قبل از اقدام به ساخت تجهیزات نظامی و استراتژیک معمولاً در طراحی ساختار کلی آن، الزاماتی را در نظر می‌گیرند که تا حدودی از دقت ردیابی حسگرها کاسته شود؛ مثلاً ارتفاع خودروهای زرهی را کوچک‌تر طراحی می‌کنند تا تضعیفی در ردیابی آن ایجاد گردد یا به‌خاطر اینکه معمولاً قسمت جلوی خودروهای زرهی در معرض دید دشمن قرار می‌گیرد سعی می‌گردد موتورخودروها را که علائم حرارتی ایجاد می‌نمایند در قسمت عقب خودرو طراحی نمایند و یا سمت لوله اگزوز را در بعضی از خودروها به طرف بالا منحرف می‌کنند تا باعث گرم شدن گرد و خاک و یا علف‌های اطراف خودرو نگردیده و مورد ردیابی قرار نگیرند [۱۰].

۴-۱-۱- گرایش‌های آتی برای CCD سخت‌افزاری و درون‌ساخته

- گرایش به اقدامات سخت‌افزاری در حین طراحی برای برآورد الزامات استتاری و مدیریت علائم در محدوده طیفی الکترومغناطیسی و مکانیکی وسیع‌تر؛
- هوشمندسازی نسبت به تغییرات محیطی؛
- هم‌گرایی با عمل‌کردهای مورد نیاز دیگر کاربر مانند ضد آتش و ضد عوامل شیمیایی بودن، و نیز داشتن قابلیت برای هشدار دادن در برابر تهدیدات دشمن.

۴-۲- کامپوزیت‌ها و مواد استتار چند طیفی (MSM[3] & MSC[2])

نوعی از این مواد از ساختار چند لایی سبک تشکیل می‌شود. لایه رویی آن را رنگ‌های سه طیفی مرئی، فروسرخ نزدیک و حرارتی به ضخامت حداکثر ۵۰ میکرون تشکیل داده و زیر رنگ، حاوی یک ماده فومی‌شکل سبک به ضخامت چند سانتیمتر می‌باشد که نقش آن جذب امواج راداری در طیف وسیع می‌باشد. در زیر لایه جاذب راداری می‌توان لایه منعکس کننده امواج حرارتی قرار داد. این پوشش را هم می‌توان به شکل انعطاف‌پذیر و هم به شکل سخت آن تهیه نمود.

1- Built-in
2- Multi-Spectral Composite
3- Multi-Spectral Material

کامپوزیت‌های چندطیفی نصب‌شده بر روی پشت‌بام‌ها، دیوارها، مخازن و لوله‌ها، گزینه مناسب و کاملی برای مقابله با حسگرهای چند طیفی می‌باشند.

مادهٔ استتار چند طیفی (MSM) یک مادهٔ قابل استفاده سریع می‌باشد که قادر است علائم را در فرکانس‌های راداری، فرکانس‌های موج میلیمتری، فروسرخ حرارتی، فروسرخ متوسط و حتی به‌طور همزمان فرکانس فروسرخ نزدیک نشانگر لیزری μ 1.054 را کاهش دهد [۱۱]. علائم بصری MSM نیز می‌تواند متناسب با محیط کنترل شود تا با محیط‌های منطقه با یک فام یکدست یا با یک الگوی استتار منطبق شود.

۴-۲-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری‌های MSM و MSC

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی MSM می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- گسترش محدوده طیفی استتار؛
- ارتقاء پایداری محیطی (فیزیکی، شیمیایی، نوری و...)؛
- سبکی؛
- استفاده از این فناوری در حین طراحی هدف؛
- هم‌گرایی بیشتر این فناوری با الزامات استتاری در بقیه نواحی طیفی الکترو مغناطیسی و مکانیکی؛
- دینامیک کردن MSM نسبت به زمان‌ها و مکان‌های مختلف؛
- نقش یک وسیلهٔ فریب را همانند منورهای فروسرخ مدرن نیز بازی کند؛
- داشتن خصوصیاتی برای مقاومت علیه حملات شیمیایی و بیولوژیکی؛
- بتواند در طی مانور متحرک به‌عنوان یک سامانه فرونشانندهٔ غبار عمل کند؛
- به‌عنوان یک خاموش‌کنندهٔ آتش عمل کند.

۴-۳- مواد و ساختار جاذب راداری (RAM[5] & RAS[4])

پتوی[6] استتار چند طیفی. بافت استتار سلولی که با RAM جریان آزاد پر می‌شود، از یک تنوع جدید از بافت‌های رسانا (هادی) استفاده می‌کند.

RAM قابل ریخته‌گری. یک فیلر (پرکننده) قابل ماشین‌کاری و ریخته‌گری امپدانس، نیمه صلب

RAM شبکه‌ای. RAM ساختاری دانسیته پایین چند منظوره شبکه‌ای از جنسNomex (نوعی پلیمر)

RAS. RAM کامپوزیتی تقویت شده با شیشه برای ساختارهایی که

4- Radar Absorbing Structure
5- Radar Absorbing Material
6- Blanket

فشار (بار) بالایی را متحمل می‌شوند.

RAM چند منظورهٔ چند طیفی. RAM به‌طور ثابت قابل استفاده که تمام فرکانس‌های تهدید از 2GHZ تا فرکانس‌های بصری را تحت پوشش قرار می‌دهد و برای شرایط اضطراری در سکوهای ثابت یا سکوهایی با حرکت کند مورد استفاده قرار می‌گیرد. مادهٔ به‌کار رفته قابل زدایش و موقتی می‌باشد.

RAM جریان آزاد. ماکروپودر جاذب دانسیتهٔ پایین با امپدانس کم تا متوسط؛

RAM سرامیکی. سرامیک‌های پر اتلاف جهت کاربردهای درجه حرارت بالا؛

جاذب‌های یکپارچه. شکل بزرگ هرمی یا گوه‌ای (هر شکل مرسوم) جهت دامنه‌های آنتن داخلی یا خارجی یا محفظه‌های بی پژواک از 100MHZ تا 30GHZ؛

RAM مایع /شفاف. دامنه‌ای از مایعات جاذب و شفاف در ناحیه بصری قابل تنظیم برای کاهشRCS یعنی جایی که شفافیت بصری مورد نیاز است.

رنگ‌های جاذب لیزری. دامنه‌ای از رنگینه‌های جاذب لیزری برای رنگ‌های دایمی،محصولات MSM مواد استتار چند طیفی و MSB[1] (پتوهای استتار چند طیفی)

۴-۳-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری‌های RAM و RAS

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی RAM و RAS می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- گسترش محدوده طیفی استتار؛
- ارتقاء پایداری محیطی (فیزیکی، شیمیایی، نوری و...)؛
- سبکی؛
- استفاده از این فناوری در حین طراحی هدف؛
- هم‌گرایی این فناوری با الزامات استتاری در بقیه نواحی طیفی الکترو مغناطیسی و مکانیکی؛
- دینامیک کردن سامانه استتاری نسبت به زمان و مکان.

۴-۴- رنگ‌های استتار چند طیفی

یک نوع از این پوشش‌ها که ضرایب نشر کنترل شده‌ای دارند رنگ‌های استتار چند طیفی می‌باشد. این رنگ‌ها علاوه بر داشتن خواص انعکاسی مشابه با محیط در ناحیه مرئی و فروسرخ نزدیک در ناحیه فروسرخ حرارتی، نیز نشر حرارتی مشابه به محیط ایجاد می‌نماید. این رنگ‌ها را به‌طور عمده برای کنترل نشر حرارتی سطوح در معرض دید حسگرها استفاده می‌نمایند. متناسب با نوع رنگ استفاده شده، این رنگ‌ها می‌توانند دمای ظاهری سطح را تا ۶۰٪ کاهش دهند [۱۲].

۴-۴-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری‌های رنگ‌های استتار چند طیفی

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی رنگ‌های استتار چند طیفی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- گسترش محدوده طیفی استتار برای برآورد استتار مقابله با حسگرهای فراطیفی؛
- ارتقاء پایداری محیطی (فیزیکی، شیمیایی، نوری و...)؛
- دینامیک کردن خواص استتاری نسبت به تغییرات شبانه‌روز، فصل‌های مختلف سال و پس‌زمینه‌های مختلف؛
- ساخت رنگ‌های جاذب پرتوهای لیزری؛
- استفاده از بایندرهای هادی الکتریکی در رنگ مانند پلیمرهای پلی‌آنیلین، پلی‌پیرول‌ها، تیوفن‌ها و... .

۴-۵- تورهای استتار چند طیفی

یک نوع از این پوشش‌ها از چند لایه تشکیل شده است؛ یک لایه به‌عنوان پایه و نگهدارنده در وسط قرار گرفته و بقیه لایه‌ها به‌طور متقارن در طرفین لایه وسط قرار می‌گیرند. اولین لایه بعد از لایه وسط، لایه بسیار نازک منعکس‌کننده فلزی می‌باشد. بعد از لایه فلزی، لایه رنگی و عبور دهنده پلیمری قرار می‌گیرد. رنگ و بافت لایه رویی می‌بایست مطابق رنگ و بافت محیط باشد. این پوشش‌ها قابلیت استتاری برای مقابله با هر چهار طیف مرئی، فروسرخ نزدیک، فروسرخ حرارتی و راداری را دارا می‌باشند. معمولاً برای کاربرد بهینه به همراه این پوشش‌ها برای استتار اهداف گرم، پتوهای حرارتی نیز در زیر این پوشش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مکانیزم کاهش راداری این پوشش‌ها بیشتر بر اساس پراکنده‌سازی آینه‌ای امواج راداری می‌باشد.

نسل دیگری از این پوشش‌ها که جدیدتر می‌باشد، شامل یک لایه بافته شده پلی‌استری آغشته به مواد جاذب راداری می‌باشد که طرفین این لایه با رنگ استتار چهار طیفی فرابنفش، بصری، فروسرخ نزدیک و فروسرخ حرارتی رنگ‌آمیزی می‌گردد. این پوشش‌ها نسبت به اولی سبک‌تر و برای شرایط محیطی مختلف، مقاوم‌تر می‌باشد. مکانیزم کاهش راداری این پوشش‌ها بیشتر بر اساس جذب امواج راداری می‌باشد.

در نسل پیشرفته‌تر این پوشش‌ها از الیاف فلزی ویژه در درصدهای قابل محاسبه در بافت لایه وسط این پوشش‌ها استفاده می‌گردد که هم بهبوددهنده استتار راداری و هم اصلاح‌کننده استتار حرارتی می‌باشد. این محصول با تنوعی از کاربردها به شکل تور استتار، چتر استتار، چادر و لباس استتار برای استتار نیروها، تجهیزات و تأسیسات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- Multi Spectral Blankets

۴-۵-۱ جهت‌گیری‌های آتی در فناوری‌های تورهای استتار چند طیفی

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی تورهای استتار چند طیفی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- گسترش محدوده طیفی برای استتار در نواحی طیفی رادارهای سانتیمتری فرکانس‌های پایین و بالا و میلیمتری، بصری و فروسرخ برای مقابله با حسگرهای فراطیفی؛
- ارتقاء پایداری محیطی (فیزیکی، شیمیایی، نوری و...)؛
- سبکی و قابلیت حمل راحت؛
- دینامیک کردن سامانه استتاری نسبت به زمان و مکان برای نواحی طیفی بصری، فروسرخ نزدیک و حرارتی.

۴-۶- CCD با فناوری ابر یونیزه پلاسما

یکی از فناوری‌های تکمیلی مورد استفاده در کنار فناوری‌های درون‌ساخته و برون‌نصب بالاخص برای اهداف هوایی، استفاده از فناوری پلاسما می‌باشد. در این فناوری، ژنراتورهایی در محل‌های خاصی از سطح هواپیما نصب می‌گردد. این ژنراتورها در مدت زمان عملیات هواپیما که احتمال می‌رود مورد اصابت موشک‌های هوشمند قرار بگیرد، فعال شده و ابر یونیزه‌ای در اطراف هواپیما ایجاد می‌نماید. نوع ابر یونیزه و ژنراتورها و توان مورد نیاز متناسب با مشخصات امواج راداری، قابل تنظیم است. بدین ترتیب در مدت زمانی که ابر یونیزه در اطراف هواپیما موجود است، امواج راداری ورودی و رسیده به هواپیما در ابر یونیزه به دام افتاده و مستهلک می‌گردد.

۴-۶-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری ابر یونیزه(پلاسما)

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی فناوری پلاسما می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

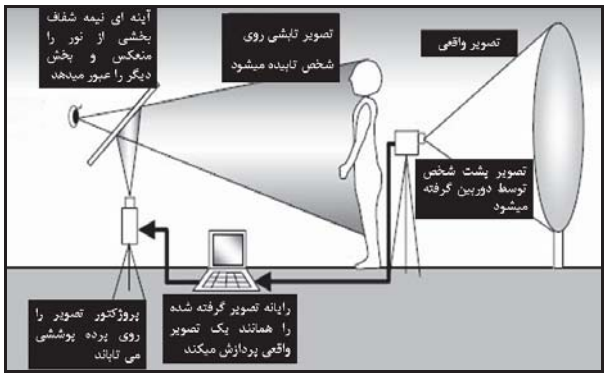
- توسعه انواع ابر یونیزه برای گستره وسیع طیفی تهدیدات راداری؛
- توسعه آن برای کاربردهای زمینی و دریایی؛
- استفاده چند عمل‌کردی برای مقابله با عوامل شیمیایی و میکروبی؛
- استفاده به‌عنوان نیروهای جلو برنده و بالا برنده در هواپیماهای بدون سرنشین.

۴-۷- آینه‌ها

استفاده از آینه‌ها در CCD معمولاً کمتر مرسوم است و محدودیت‌های کاربردی و محیطی زیادی دارد. در اوایل استفاده از این روش، معمولاً در محیط‌های جنگلی از آینه‌ها استفاده می‌شد.

اگر دورتا دور هدفی توسط صفحاتی از آینه پوشیده شود با این شرط که جهت نصب آینه‌ها نسبت به زمین و خط عمود دارای یک زاویه منفی باشد، آینه برای مشاهده‌کننده، پس‌زمینه اطراف را منعکس خواهد کرد، لذا مشاهده کننده به‌جای دیدن نفر، تصاویر محیط را مشاهده خواهد کرد. از آینه‌ها به شکل پولک‌های فلس ماهی که بر روی لباس می‌چسبد می‌توان استفاده کرد. علاوه بر مشکلات زیادی که در کاربرد این روش وجود دارد، استفاده از آینه‌ها در اطراف هدف، دارای بازتاب‌های آینه‌ای ناخواسته خورشید بوده و آذرخش نور خورشید و سایر منابع نوری را دارا خواهد بود.

یکی از فناوری‌های جدید که مبتنی بر روش استفاده از آینه‌ها می‌باشد، استتار اپتیکی است (شکل ۴). در این روش نیز تصاویر پشت هدف توسط دوربینی گرفته شده و توسط یک پروژکتور بر روی قسمت جلوی هدف تابانده می‌شود، لذا مشاهده‌گری که در قسمت جلو قرار گرفته، تصاویر پس‌زمینه را بر روی هدف خواهد دید.



شکل ۴- استتار اپتیکی فعال

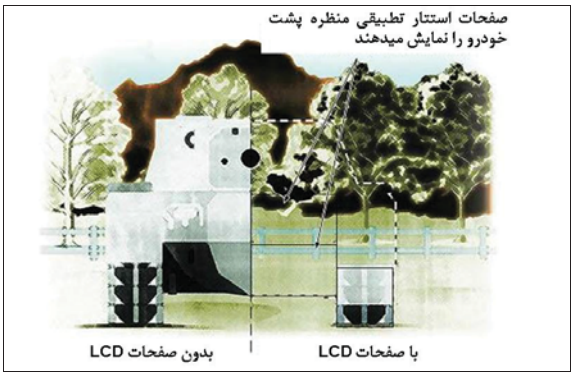
۴-۷-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری آینه‌ها

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی فناوری آینه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- استفاده از LCDهای نازک و ظریف برای نصب بر روی هدف و نصب دوربین‌های تصویربرداری در دورتادور و روی هدف: در این روش، دوربین‌ها تصاویر اطراف را گرفته و به صفحات LCD طرف مقابل ارسال می‌کنند. لذا سطوح بیرونی هدف، همواره تصاویر پس‌زمینه را برای مشاهده‌کننده نشان خواهد داد (شکل ۵).
- استفاده از الیاف با خواص LCD برای کاربرد لباس استتار نفرات.
- توسعه فناوری مورد نظر برای طیف‌های دیگر.

۴-۸- اهداف فریبنده چند طیفی

ماکت‌ها و اهداف فریبنده امروزی هر چند دارای علائم چند طیفی مرئی، فروسرخ نزدیک، حرارتی و راداری و لرزه و صوتی می‌باشند. اما لازمه دارا بودن کلیه خواص طیفی، مشابه با خواص اهداف واقعی توسط ماکت‌ها این است که در بعضی از طیف‌ها مانند فروسرخ حرارتی به‌صورت دینامیک عمل نماید. چون الگوی حرارتی اهداف واقعی در شبانه‌روز و در روزها و فصل‌های مختلف سال متفاوت است.



شکل ۵- استفاده از LCDهای نازک هوشمند برروی هدف

ماکت‌هایی که قرار است برای زمان صلح استفاده شوند باید به‌طور دینامیک، الگوهای طیفی مشابه الگوهای طیفی اهداف واقعی را داشته باشند. چون در زمان صلح، دشمن فرصت کافی برای تشخیص اهداف واقعی و ماکت‌های چند طیفی با خواص طیفی استاتیک را دارد.

۴-۸-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری اهداف فریبنده چند طیفی

- توسعه ماکت‌های طیفی با خواص دینامیک؛
- هوشمندسازی ماکت‌ها متناسب با حسگرهای هشداردهنده؛
- همگرایی با دیگر روش‌های فعال کنترل علائم.

۴-۹- افشانه‌های چند طیفی

امروزه دودهای استتار بصری فقط برای مقابله با حسگرهای بصری و سامانه نشانه‌روی بصری مانند لیزرهای قرمز کاربرد دارند. لذا نیاز امروز برای دودهای استتار این است که بتواند برای مقابله با حسگرهای فروسرخ نزدیک، حرارتی و رادار موج میلیمتری عمل نمایند. در صورت استفاده بهینه، دودهای استتار، گزینه مناسبی برای مقابله با موشک‌های هوشمند چند طیفی در زمان جنگ می‌باشند. برخی از کاربردهای دودهای استتار عبارت‌اند از:

- کاهش توانایی دید دشمن؛
- مزاحمت در جهت توانایی ارسال علائم مرئی توسط دشمن؛
- استتار نیروهای خودی؛
- گمراه کردن دشمن؛
- به‌عنوان علامت‌گذار یا نشانگر برای نیروهای خودی؛
- تضعیف سلاح‌های دشمن.

علاوه بر دودها و مبهم‌سازهای بصری می‌توان برخی از عوامل مبهم‌ساز را در نواحی طیفی دیگر ذکر کرد:

- مبهم‌سازهایی که در طیف فروسرخ متوسط و دور، عمل جذب و پراکنده‌سازی را انجام می‌دهند عبارت‌اند از: پودرها (پولک‌ها)ی رسانا (برنج، آلومینیوم، سرب سیاه یا گرافیت)؛ فیبرهای رسانا با قطر زیر میکرون.
- مبهم‌سازهایی که در طیف موج میلی‌متری عمل پراکنده‌سازی را انجام می‌دهند عبارت‌اند از: میکرو الیاف فلزی، الیاف دارای پوشش فلزی.
- مبهم‌سازهایی که در طیف موج میلی‌متری عمل جذب را انجام می‌دهند عبارت‌اند از: الیاف کربنی در سایزهای مختلف و پلیمرهای رسانا.

۴-۹-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری دودهای استتار چند طیفی

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی دودهای استتار می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- توسعه انواع دودهای استتار برای گستره وسیع طیفی تهدیدات حسگری؛
- هوشمندسازی سامانه‌های دودزا نسبت به تهدیدات حسگری؛
- استفاده چند عمل‌کردی برای مقابله با عوامل شیمیایی و میکروبی؛
- بالا بردن قابلیت پایداری برای زمان‌های طولانی؛
- کاهش عوارض ناشی از آلودگی محیطی.

۴-۱۰- فناوری‌های CCD مرتبط با لباس رزمنده

نسل امروزی لباس‌های استتار از نظر مرئی، مشابه رنگ و بافت محیط می‌باشد و نیز قادر است نفرات را در مقابل دوربین‌های دید در شب و حرارتی (۱/۲- ۰/۷ و۳-۵ و ۱۴-۸ میکرون) که روی سلاح‌های مدرن نصب می‌شوند استتار نماید [۱۳]. این نسل از لباس‌ها نسبت به لباس‌های معمولی از شکل غیر نرمالی برخوردار بوده و معمولاً اندکی سنگین‌تر از لباس استتار معمولی می‌باشد؛ ولی در عین حال خواص استتاری ایده‌آلی برای نفر ایجاد می‌نماید بالاخص برای زمانی که نفر ساکن است یا با سرعت کندی حرکت می‌کند.

سرباز امروزی نیز می‌بایست در چرخه استراتژی بقا قرار بگیرد، یعنی در قدم اول نباید با فناوری‌های ردیابی امروزی دیده شود، اگر دیده شد نباید به‌راحتی مورد هدف قرار بگیرد و اگر مورد حمله قرار گرفت نباید کشته شود. لذا در این راستا استفاده از پوشش‌های استتار چند طیفی اعتماد به‌نفس نیروهای رزمنده را افزایش داده و موجب بالا رفتن توان رزمی آن‌ها می‌گردد.

۴-۱۰-۱- جهت‌گیری‌های آتی در فناوری لباس استتار چند طیفی

از گرایش‌های آتی فناورانه برای ارتقاء کارآیی لباس‌های استتار می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۱۴]:

- توسعه طیفی برای گستره وسیع طیفی تهدیدات حسگری؛
- استفاده از الیاف بافته شده پلی‌استر یا پلی آمید به همراه درصدی از الیاف فلزی با قطر میکرومتری؛
- استفاده از الیاف با قابلیت تغییر رنگ(دینامیک بودن)؛
- استفاده از الیاف تغییر انعکاس در ناحیه طیفی NIR و TIR (دینامیک بودن)؛
- داشتن حسگرهای شیمیایی و میکروبی؛
- توان کنترل عوامل شیمیایی و میکروبی؛
- دارای سامانه اعلام خبر و هشدار دهنده؛
- قابلیت اطفاء حریق؛
- توان همگرایی با دیگر عمل‌کردهای مورد نیاز نفر، مانند ضد بالستیک بودن؛
- بالا بردن قابلیت پایداری برای زمان‌های طولانی؛
- دارا بودن منبع الکتریسیته خورشیدی یا منابع الکتریکی حاصله از پدیده الکترواستریکتیو ناشی از راهپیمایی نفر برای استفاده‌های بیسیم، موبایل و منبع تغذیه سامانه دینامیک استتار.

۴-۱۱- برخی از فناوری‌های میان‌رشته‌ای پشتیبانی‌کننده گرایش‌های آتی CCD

- فناوری‌های ساخت کربن‌ها و گرافیت‌های نانو مقیاس؛
- ساخت نانولوله‌های کربنی؛
- ساخت نانوکربن‌های پیازی شکل؛
- ساخت مواد و پلیمرهای الکترو اکتیو؛
- ساخت مواد و پلیمرهای ترموکرومیک؛
- ساخت مواد و پلیمرهای الکتروکرومیک؛
- ساخت مواد و پلیمرهای فتوکرومیک؛
- ساخت مواد و پلیمرهای با باند شکاف باریک انرژی؛
- ساخت ذرات نانومقیاس توخالی با روکشی از فلزات منعکس‌کننده فروسرخ حرارتی؛
- ساخت حسگرهای دقیق نوری، رطوبت و...؛
- ساخت تیونرهای الکتریکی حساس به محرک‌های الکتریکی ضعیف؛
- فناوری میکروکپسول نمودن مواد حساس به تغییرات و شرایط محیطی؛
- ساخت سلول‌های فتونیک، مواد با خواص پیزوالکتریک و الکترواستریکتیو.

۵- نتیجه‌گیری

با گذشت زمان و تسریع در رشد و توسعه فناوری‌ها، فاصله زمانی شکاف‌های فناوری، کوتاه و کوتاه‌تر می‌گردند و لذا با توجه به ارتباط دینامیک بین فناوری‌های میان‌رشته‌ای و ارتباط دینامیک آن‌ها با فناوری‌های پیشرو CCD، پیش‌بینی فناوری‌های آتی فقط برای دوره‌های کوتاه‌مدت امکان‌پذیر بوده و از شفافیت قابل قبولی برخوردار است و در طی هر دوره و پایان آن می‌بایست فرایند آینده‌پژوهی و نتایج حاصله مجدداً مورد بررسی قرار گیرند.

با استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی پیمایش محیطی، تحلیل ثبت اختراعات و روش تاثیرات متقابل و به‌عنوان مکمل با استفاده از روش‌های سناریونویسی، درخت وابستگی، ریخت‌شناسی و روش چرخه آینده، برای حسگرها تا چند سال آینده(۴-۸ سال)، افزایش دقت و قدرت تفکیک، تکمیل و توسعه باندهای طیفی، قابلیت نزدیک شدن به هدف قبل از دیده شدن و هم‌افزایی کارآیی با همگرایی حسگرها پیش‌بینی می‌گردد و متناسب با این پیش‌بینی، جهت‌گیری فناوری‌های آتیCCD را در محورهای توسعه طیفی عمل‌کرد استتاری، هوشمند و دینامیک بودن سامانه استتاری، کاهش وزن و سهولت استفاده و همگرایی با دیگر عمل‌کردهای عملیاتی می‌توان برآورد نمود. در جدول (۱) تأثیر گرایشات آتی فناوری‌های CCD برای مقابله با جهت‌گیری‌های آتی حسگرها به‌طور خلاصه آورده شده است.

جدول ۱- تأثیر گرایش‌های آتی فناوری‌های CCD بر جهت‌گیری‌های تهدیدات

		جهت گیری تهدیدات					
		افزایش دقت و قدرت تفکیک	تکمیل و توسعه باندهای طیفی	قابلیت نزدیک شدن به هدف قبل از دیده شدن	هم‌افزایی کارآیی با همگرایی حسگرها	سنگینی سامانه و سختی استفاده CCD	عدم سازگاری با دیگر الزامات عمل‌کردی کاربر
جهت‌گیری گرایشات آتی CCD	توسعه طیفی عمل‌کرد استتاری	√	√	√			
	هوشمند و دینامیک بودن سامانه	√	√	√	√		
	کاهش وزن و سهولت استفاده				√	√	√
	همگرایی با عمل‌کردهای دیگر				√	√	√

مراجع

۱. نشریه دیده‌بان مرکز آینده‌پژوهی مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، شماره‌های ۱ و۲.

۲. محمودی، مهدی و عباسی عطا؛ آینده‌پژوهی و نقش آن در سیاست‌گذاری علوم و فناوری، مرکز آینده‌پژوهی مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، (**۱۳۸۴**).

۳. روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی، تألیف بنیاد توسعه فردا، ISBN:964-06-7000-6 (**۱۳۸۴**)

۴. قنبری، فیروز؛ استتار: روش‌ها، فناوری‌ها و مواد، قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء(ص)، (**۱۳۸۹**).

5. Gordon, T.J. ,"The Delphi Method", AC/UNU Millennium Project, Futures Research Methodology , edited by Glenn, J.C., (**1994**).
6. The Futures group,"Scenarios", AC/UNU Millennium Project, Futures Research Methodology, (**1994**).
7. Gordon, T. J. and Gelen, J. C., "Evironmental Scanning", AC/UNU Millennium Project, (**1994**).
8. Infinite Innovations Ltd. "Free Brainstorming Training", http://www.brainstorming.co.uk/tutorials/tutorialcontents.html
9. Flectcher,JuilaM,"Risk Reduction Through Patent Inteligence",Quisitor Ltd, (**1998**).
10. Glenn, J.C., The Futures Group,"Relevance Tree and Morphological Analysis, AC/UNU Millennium Project, Futures Research Methodology, (**1994**).
11. Gordon, T. J., "Cross-Impact Method", AC/UNU Millennium Project, Futures Research Methodology, (**1994**).
12. AC/UNU Millennium Project, "Futures Matrix", htttp://www.acunu.org/millennium/information.html
13. Booz Allen Hamilton. Defense Industrial Base Capabilities Study (DIBCS) Sector Report: Battle space Awareness. Unpublished Manuscript. (October **2003**).
14. Joseph S. Accetta. David L. Shumaker, Executive Editors "The infrared and electro-optical systems hand book" SPIE Optical Engineering Press Bellinghan, Washington USA Volume 7. "Countermeasure systems" Chapter 2 " Camouflage, Suppression, and Screening Systems" pages 157-237 Second printing (**1996**).
15. S. M. Burkinshaw, G. Hallas and A. D. Towns Infrared camouflage Dpartment of colour chemistry and Dyeing, The University of Leeds, Leeds LS29JT,UK.
16. L. W. Wake The effect of pigments in formulating solar reflecting and infrared emitting coating for military applications JOCCA (**1990**) (2).
17. L.V. Wake Principles of formulation of solar reflecting and low infrared emitting coatings for defense use MRL Technical report MRL-TR-89-2 Feb, 26 (**1990**).
18. Surfaces with high solar reflectance and high thermal emittance on structured silicon for spacecraft thermal control Tobias Böhnke et al. 22 October (**2007**).

Future Trends Towards Camouflage Technology

F. Ghanbari[1]

Abstract

As far as threats of detection and targeting are concerned, countermeasure technology which means camouflage, concealment and decoy (CCD) and also its related materials have been subject to change and improvements proportional to the world technologies' improvement and development. There is a gap between our country's current CCD technologies and the world's state-of–the–art CCD ones. In order to eradicate this problem and reach the border of these technologies and take short cuts for achieving future scientific knowledge, it is necessary to be foresighted and observant about these kind of technologies properly.

In the present study, in order to predict trend of future CCD technologies for several next years efforts has been made to use a combination of some conventional ways of future- researching such as scenario planning, environmental scanning, patent analyzing, relevance tree, morphological analysis, interactions and the methods of future cycle. Among obtained results and important trends, some of specifications of CCD products such as their lightness, spectral expansion, multi-functional, smart and dynamic capabilities can be mentioned using prerequisite and …… technologies like nano, bio, MEMS, NEMS.

Key Words: *Camouflage, Technology, Future- researching, Nanotechnology and Sensors*

1- Research Institute of Vehicle Technology and Science (Email F:QANBARI@YAHOO.COM)