

نوآوری در فناوری نظامی، با تأکید بر تسلیحات لیزری آمریکا

دکتر مهدی ذوالفقاری^۱، صادق زینالی^۲ و امیرعلی ذوالفقاری^۳

چکیده

تسلیحات لیزری به علت برخورداری از ویژگی‌هایی همچون سرعت بالای هدف‌گیری، هزینه جاری کم، دقت بالا و طراحی انعطاف‌پذیر، جایگاه ویژه‌ای در صنایع نظامی و جنگ‌های آینده خواهند داشت. در حال حاضر بسیاری از سلاح‌های مبتنی بر فناوری لیزر در انبارهای تسلیحاتی برخی از کشورها از جمله ایالات متحده آمریکا وجود دارد. از این رو، مقاله حاضر سعی دارد ضمن تعریف نوآوری به اهمیت نوآوری نظامی در صنایع نظامی بپردازد و در این راستا با تأکید بر فناوری لیزر به معرفی لیزر و بیان کاربردهای نظامی آن و توجه به توانایی‌ها و محدودیت‌های این قبیل تسلیحات، پرداخته و راهکارهایی برای مقابله با آن را ارائه دهد. نگارندگان در نگارش مقاله با استفاده از روش توصیفی تحلیلی و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اسناد راهبردی به دنبال طرح مهمترین مسایل مربوط به نوآوری نظامی در جنگ‌های آینده و ارائه راهکار عملیاتی برای استفاده در حوزه دفاعی جمهوری اسلامی ایران هستند.

واژگان کلیدی: نوآوری نظامی، جنگ لیزری، فناوری، آمریکا، جمهوری اسلامی ایران.

^۱. استادیار روابط بین الملل و عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان

^۲. دانشجوی دکترای علوم سیاسی و پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین(ع)

^۳. کارشناس ارشد نانوفیزیک و پژوهشگر مرکز پژوهش‌های استراتژیک بین الملل

مقدمه

در ادبیات نوآوری، تعاریف گوناگونی از نوآوری شده است. با این حال بیش تر تعاریف نوآوری بر جنبه‌های مشترکی اشاره دارند که عبارتند از:

- نوآوری توأم با تغییر است.
- نوآوری توأم با بروز پدیده‌های جدید است و در پس هر نوآوری، فکر یا ایده خلاق و نو وجود دارد.

- نوآوری توأم با کاربرد و اشاعه آن در جامعه می باشد. (نظری زاده، ۱۳۸۲: ۳۵).

نوآوری نه تنها پیشران رشد اقتصادی است؛ بلکه یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های برتری دفاعی به حساب می آید. تأثیر نوآوری در رشد اقتصادی و برتری دفاعی به دو طریق ممکن می شود. اولاً، نوآوری می تواند موجب افزایش راندمان بهره‌برداری از منابع کمیاب شود، و ثانیاً، موجب استفاده از این منابع در فعالیت هایی گردد که منجر به تولید بیش تر ثروت بنیه دفاعی می شوند. (بوشهری، ۱۳۸۲: ۲).

دنیای امروز مبتنی بر نوآوری و ظهور فناوری‌های نوین است. محصولات و خدمات نوین به سرعت به بازار عرضه می شوند. منابع جدیدی که در دهه‌های گذشته ظهور کرده‌اند، نه تنها کسب و کارهای جدیدی ایجاد کرده‌اند بلکه قالب‌های فکری اقتصادی و حتی دفاعی را متحول ساخته‌اند.

هیچ علمی در قرن بیستم به مانند LASER^۴ (مخفف تقویت نور از طریق گسیل القایی تابش) نتوانسته با کاربردهای خیره‌کننده توجهات را به خود جلب کند. مفهوم بنیادی لیزر نخستین بار توسط دانشمند آمریکایی چارلز تاونز^۵ و دو دانشمند اهل شوروی سابق به نام‌های الکساندر میخاییلویچ پروخوروف^۶ و نیکلای جن دیویچ^۷ که به صورت مشترک جایزه نوبل سال ۱۹۶۴ را تصاحب کردند، معرفی شد. با این حال نخستین کسی که توانست به صورت عملی لیزر را نشان دهد، تی اچ مایمن^۸ از لابراتور پژوهشی هیوج^۹ در کالیفرنیا بود. وی با تابش نور به یک کریستال یاقوتی در سال ۱۹۶۰ موفق به نمایش عملی لیزر شد. (chandra singh, 2012: 1).

4. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
5. Charles Townes
6. Alexander Mikhailovich prokhorov
7. Nikolai Genne diyevich
8. TH miyman

لیزر یک منبع پرقدرت نور است که دارای خواص منحصربفرد نسبت به منابع نوری معمولی مانند: لامپ جیوه، لامپ تنگستن و... است. خاصیت منحصر به فرد لیزر این است که می‌تواند فواصل بسیار طولانی را با واگرایی کم طی کنند. این همدوسی امواج نور است که باعث تفاوت میان لیزر و سایر منابع نوری شده است. لیزرها بسیار باریک و پرقدرت بوده و به راحتی قابلیت تمرکز بر یک شی را دارد. در طبیعت نوری که دارای چنین کیفیتی باشد، وجود ندارد. (Nelson, 2012).

یکی از ویژگی‌های قابل توجه لیزر، تمرکز بسیار بالای انرژی آن است. شدت انرژی باقیمانده لیزر به علت واگرایی کم آن، پس از طی مسافت طولانی تقریباً ثابت باقی می‌ماند. پرتوی فوکوس شده از یک لیزر پرقدرت می‌تواند در عرض یک ثانیه حتی سخت‌ترین مواد مانند الماس را نیز ذوب کند.

این مشخصات منحصر به فرد لیزر آن را به یک ابزار مهم در موارد مختلف تبدیل نموده است. لیزر کاربردهای جدیدی در حوزه ارتباطات، صنعت، پزشکی، عملیات نظامی، پژوهش‌های علمی و ... دارد. از سوی دیگر لیزر تاکنون کاربردهای زیادی در حوزه‌های جراحی، عکاسی، مهندسی، ذخیره‌سازی داده و هولوگرافی به ارمغان آورده است. در این میان مهندسیین نظامی به‌طور مداوم به نوآوری در این عرصه و بهبود کارایی تسلیحات مبتنی بر لیزر می‌پردازند. برخی از مزیت‌های لیزر عبارتند از:

- سرعت بسیار بالا (سرعت معادل سرعت نور).
- سرعت بالای هدف‌گیری مجدد و درگیری همزمان با چند هدف.
- هزینه به نوع لیزر بستگی دارد بعضی لیزرهای شیمیایی هزینه بالایی در هر شلیک دارد.
- قابلیت تنظیم و دقت بالا.
- نیاز کمتر به پشتیبانی و لجستیک.
- طراحی انعطاف‌پذیر. (Dunn, 2005: 10-12).

بنابراین همین ویژگی‌ها باعث ترغیب صنایع نظامی برای حرکت در این مسیر شد. به‌گونه‌ای که در حال حاضر شمار بسیاری از سلاح‌های مبتنی بر فناوری لیزر در انبارهای تسلیحاتی بسیاری از کشورهای دنیا وجود دارد. در این مقاله سعی شده است ضمن بیان مفهوم نوآوری نظامی، به نوآوری فناوری و به طور خاص فناوری نظامی مبتنی بر لیزر و کاربردهای آن در عرصه دفاعی که با اصطلاح جنگ لیزری از آن یاد می‌شود، پرداخته شود.

۱. الگوی جنگ‌های آینده

ساخت و تولید دفاعی به عنوان محور اصلی امنیت ملی همواره دست خوش تغییراتی شگرف بوده است. تغییر تهدیدهای امنیت ملی، کاهش بودجه های دفاعی، ادغام صنایع دفاعی، جهانی شدن صنایع، افزایش سرعت تغییر فناوری و نیازمندی های ساخت و تولید سازگار با محیط، همگی در چالش های نوینی که ساخت و تولید دفاعی با آن ها روبروست، تأثیرگذار هستند. توانمندی لازم برای دستیابی به برتری در نبرد، تا اندازه ای با استفاده از فناوری های پیشتاز در سیستم های تسلیحاتی به دست می آید. سیستم های ساخت و تولید نیازمند طرح های اثربخشی هستند که بتوانند سیستم های تسلیحاتی با فناوری های سطح بالاتر به محصولات عملیاتی تبدیل کنند. (هیئت ساخت و تولید دفاعی در سال ۲۰۱۰ و فراسوی آن، ۱۹۹۹، ترجمه منطقی: ۱۱).

نوآوری نه تنها لازمه بقا و توسعه اقتصادی است؛ بلکه در بعد نظامی نیز یکی از عوامل اساسی در پیشگیری از بروز جنگ و یا برتری و پیروزی در جنگ ها محسوب می شود. مفهوم نوآوری نظامی به ابعاد صنعت و فناوری نظامی محدود نمی باشد؛ بلکه استراتژی ها و تاکتیک های نوآورانه نیز می توانند در موفقیت و پیروزی، مؤثر باشند. (نظری زاده، ۱۳۸۲).

در محیط پویای امروز جهان، توانایی سازگاری و نوآوری، لازمه بقای تمامی سازمان هاست؛ چرا که از حرکت ایستادن، به معنی عقب ماندن از رقبایی است که حرکت رو به جلو دارند. یکی از ملزومات ایجاد پیش رفت و حرکت رو به جلو، نوآوری است؛ زیرا اصولاً باید نوآوری را در ذات توسعه دانست چرا که توسعه و تحول، به هر اندازه که باشد، امری نو را به اذهان متبادر می سازد. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ تسلیمی، ۱۳۷۶)

در بعد دفاعی و نظامی، نوآوری همواره یکی از عوامل اساسی در برتری و پیروزی ها بوده است. امروزه در مباحث دفاعی، فناوری نقشی ویژه و کلیدی یافته و به این لحاظ تحقیق و توسعه و دستیابی به فناوری های برتر به ویژه از طریق نوآوری اهمیت خاصی پیدا کرده است. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ متقی، ۱۳۸۰).

برای هر سیستم نظامی مشخص، نوآوری نظامی بر اساس موارد زیر بیان می شود:

- تفکرات جدید جنگی.

- مفاهیم تازه یکپارچگی نظیر دکترین ها، تاکتیک ها، تمرینات و پشتیبانی.

ممکن است نوآوری نظامی به فناوری سطح بالا نیاز نداشته باشد، چرا که بعضی از کشورها از عهده سرمایه گذاری لازم در فناوری سطح بالا برنمی آیند. به علاوه برخی از فناوری های سطح پایین و مقرون به صرفه ممکن است در صورت ترکیب با عملیات یا رویکردهای تاکتیکی خلاقانه، برای پیروزی کفایت کنند. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ RAND؛ ۱۹۹۹).

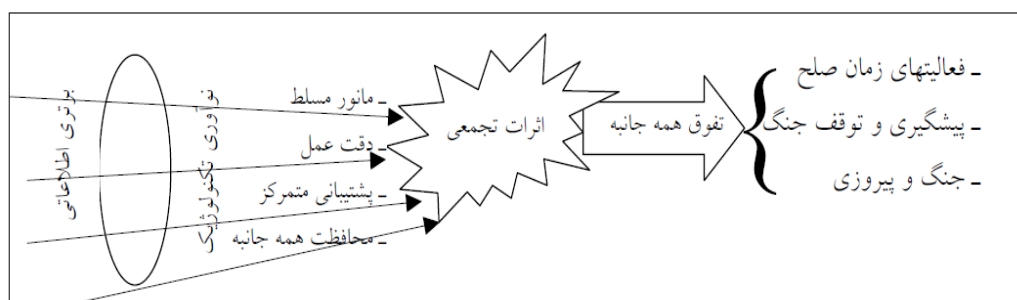
1 . Defense manufacturing

1 . Cutting-edge technologies

با این وجود نمی‌توان نقش فناوری نظامی را نادیده گرفت. چنان که ون کرولد^۲ اشاره کرده است: هم فناوری نظامی و زیرساخت‌ها^۳ و هم پشتیبانی^۴ و ارتباطات، در اغلب مواقع ویژگی‌های اساسی سازمان، تمرینات، استراتژی‌ها و حتی شیوه‌های نبرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ Murawiec؛ ۱۹۹۹).

ایالات متحده یکی از کشورهای پیشگام و موفق در زمینه نوآوری است. این پیشگامی و موفقیت‌ها مرهون ساختار اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و ساز و کارهای به کار گرفته شده است. در بخش دفاعی، مجموعه‌ای از سازمان‌های دولتی و غیردولتی پشتیبان نوآوری می‌باشند. چرا که نوآوری در مباحث دفاعی یکی از مسائل اساسی و حیاتی برای منافع و امنیت ملی محسوب می‌شود. وزارت دفاع آمریکا در سند چشم‌انداز مشترک ۲۰۱۰ به این مسأله اشاره می‌کند. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ U.S. Department of Defense؛ ۲۰۰۰)

شکل شماره ۱: نقش نوآوری تکنولوژیک در تفوق دفاعی



همچنان که مشاهده می‌شود، نوآوری تکنولوژیک نه تنها در زمان جنگ تأثیرگذار است؛ بلکه در پیش‌گیری از جنگ و فعالیت‌های زمان صلح هم تأثیر دارد. نوآوری تکنولوژیک با تأکید بر مؤلفه‌هایی نظیر مانور مسلط، دقت عمل، پشتیبانی متمرکز و محافظت همه‌جانبه می‌تواند متضمن ایجاد برتری اطلاعاتی و تفوق در این زمینه را فراهم آورد. البته در شکل فوق تنها به نوآوری‌های تکنولوژیک اشاره شده است. لیکن نوآوری‌های دیگر نظامی نظیر نوآوری در دکترین، تاکتیک‌ها و... نیز نه تنها در هنگام عملیات مؤثر می‌باشند؛ بلکه به نوبه خود می‌توانند با توجه به تغییراتی که در نظام دفاعی یک کشور ایجاد می‌کنند، بر جهت‌گیری و استراتژی نوآوری‌های تکنولوژیک نیز اثر بگذارند. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ U.S. Department of Defense؛ ۲۰۰۰)

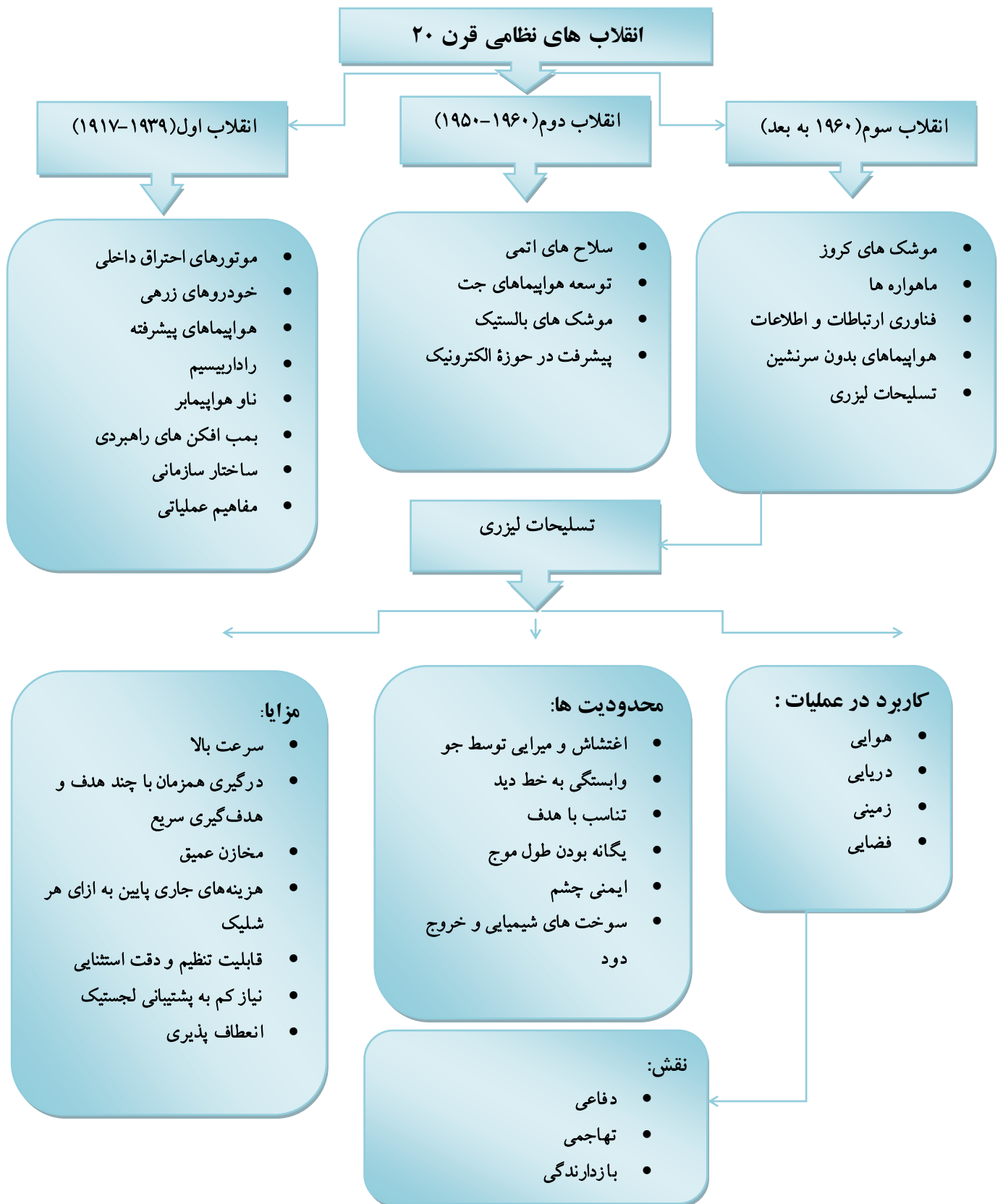
پنتاگون در گزارشی اعلام کرده است که در قرن بیستم سه انقلاب رخ داد که به طور اساسی وضعیت نبردهای نظامی را تغییر داده است. انقلاب اول در خلال سال‌های ۱۹۱۷ تا ۱۹۳۹ میلادی، با موتورهای احتراق داخلی، خودروهای زرهی، هواپیماهای پیشرفته، رادار، بی‌سیم، ناو هواپیمابر و بمب افکن‌های راهبردی در معادلات نظامی، ساختار سازمانی و مفاهیم عملیاتی جایگاه ویژه‌ای یافت. این سلاح‌ها و تجهیزات موجب

1 . Van Creveld
1 . Logistics
1 . Technological Innovation

پیدایش اصلی غافلگیری در جنگ‌ها شد. انقلاب دوم در دهه ۱۹۵۰ با ظهور سلاح‌های اتمی، توسعه هوایم‌های جت، موشک‌های بالستیک و پیشرفت‌های عرصه الکترونیک صورت گرفت (این موارد به‌طور خلاصه و به‌جهت پرهیز از اطاله در شکل شماره ۲ نشان داده شده است).

انقلاب سوم در دو دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی و با کاربرد موشک‌های کروز در صحنه جنگ، به کارگیری ماهواره‌ها برای شناسایی، فناوری ارتباطات و اطلاعات و موقعیت‌یابی جهانی، هوایم‌های رادارگریز و مهمات دقیق هدایت شونده (تسلیمات لیزری) صورت گرفت. این انقلاب در جنگ خلیج فارس در ۱۹۹۱ به اوج خود رسید. یعنی هنگامی که توان بالقوه و عظیم ناشی از ترکیب این سامانه‌های تسلیحاتی با شبکه‌های اطلاعاتی عینیت یافت. (خزایی، ۱۳۸۴، ۶).

شکل شماره ۲: نمودار انقلاب های نظامی قرن ۲۰ (خزایی، ۱۳۸۴، ۶)



۲. تاریخچه بکارگیری لیزر

نخستین فعالیت لیزری در سال ۱۹۶۰ توسط مایمن به وسیله یک کریستال یاقوت انجام شد. پس از آن مواد زیادی در محیط‌های مختلف تحت فعالیت در طول موج‌های مرئی، مادون قرمز و ماورا بنفش انجام شد. این آزمایشات بر روی گازها، مایعات، جامدات، شیشه‌ها، پلاستیک‌ها، نیمه‌رسانه‌ها و رنگ‌های مختلف انجام گرفته‌اند. علاوه بر کریستال یاقوت، کریستال‌های بسیاری به‌عنوان مواد ناخالص دارای یون‌های نادر زمین که از نور برخوردار بوده و می‌توانند لیزرهای قدرتمندی ایجاد کنند، معرفی شده است. انواع و طرح‌های لیزرها دائماً در حال افزایش بوده که می‌توان آنها را براساس تکنیک ساخت دسته‌بندی کلی کرد. دسته‌های اصلی عبارتند از: لیزرهای حالت جامد با پمپاژ لیزری، لیزرهای مایع (رنگ) لیزرهای گازی، لیزرهای نیمه‌رسانا، لیزرهای الکترون آزاد، لیزرهای اشعه ایکس و لیزرهای شیمیایی.

نخستین کاربرد نظامی لیزرها در اواسط دهه ۱۹۶۰ بوده و تاکنون مبالغ هنگفتی برای پژوهش و ساخت آنها هزینه شده است. امروزه بسیاری از برنامه‌های پژوهشی مشخصاً بر روی تسلیحات هدایت انرژی^{۱۵} مبتنی بر لیزر متمرکز شده‌اند. در سال ۲۰۰۵ تنها در ایالات متحده بیش از نیم میلیارد دلار آمریکا صرف پژوهش و ساخت تسلیحات هدایت انرژی شده است. سایر کشورهای صنعتی مانند آلمان و فرانسه نیز در حال هدایت پژوهش‌ها به سمت حوزه لیزرهای پر انرژی هستند. دیگر کشورها مانند روسیه این کار را در گذشته انجام داده و در این حوزه بسیار پیشرفت کرده است. (Stupl, 2005:137).

در گذشته، جنگ احتمالی در بهترین حالت آن پدیده‌ای شانسی بوده است؛ تلاشی غیرقابل پیش بینی و مملو از غافلگیری که کمی کردن آن دشوار و هدایت آن بر مبنای تصادف بوده است. جنگ‌افزارهای هدایت‌شونده دقیق، این وضعیت را به کلی دگرگون ساختند. در جنگ خلیج فارس هر سلاحی هدف خود را نابود می‌کرد. اکنون جنگ به پدیده‌ای قابل پیش‌بینی تبدیل شده است. در جنگ خلیج فارس جنگ افزار هدایت‌شونده دقیق و پنهان کار، موجب انقلابی در جنگ شدند و استراتژی جنگ را به کلی دگرگون ساختند. (منطقی، ۱۳۸۰، ۳۷)

جنگ افزارهای هدایت‌شونده دقیق، تخریب اقتصادی هر هدفی را ممکن می‌سازند. به ویژه اهداف عملیاتی و استراتژیکی که جابجایی یا استتار آنها مشکل است. این تسلیحات ماهیت احتمالی جنگ را به قطعی مبدل می‌کنند. در هزاره‌های پیشین، جنگ‌ها رویدادهایی احتمالی بوده‌اند که طرف‌های درگیر انبوهی از پرتابه

15 Directed Energy Weapons

16 High Energy Laser

به سوی یکدیگر سرازیر می‌کرده‌اند تا شاید تلفات دشمن به حدی برسد که دست از جنگ بردارد و یا تسلیم شود. (منطقی، ۱۳۸۰، ۳۷).

در سال ۱۹۴۴ برای نابودسازی یک هدف واحد لازم بود تا ۱۰۸ فروند هواپیمای B-17 با حمل ۶۴۸ بمب نسبت به آن اقدام نماید. در ویتنام، اهداف مشابه نیازمند ۱۷۶ بمب بودند؛ اما حالا، تنها تعداد انگشت شماری از مهمات هدایت‌شونده دقت بالا می‌توانند این وظیفه را انجام دهند. (منطقی، ۱۳۸۱، ۳۲).

با شروع جنگ خلیج فارس و نمایش میزان عملکرد مؤثر و موفق این تسلیحات تصمیم‌گیری بر سر توسعه و گسترش این سلاح‌ها به شکلی اساسی با رشد فراوانی مواجه شد به طوری که از زمان جنگ خلیج فارس نیروی دریایی آمریکا سه تحول اساسی ذیل را صورت داده است:

- تعداد سکوهاى قادر به پرتاب تسلیحات دقیق از زمان جنگ به سه برابر افزایش یافت.
- موجودی‌های تسلیحات هدایت‌شونده دقیق به ۲۵ درصد بیشتر از موجودی‌های قبل از جنگ افزایش داده شد.

- توسعه نسل نوین تسلیحات هدایت‌شونده دقیق با رویکردهایی چون افزایش دقت، برد دور ایستایی و توانایی‌های عملکرد در تمام شرایط آب و هوایی در حال انجام است. (منطقی، ۱۳۸۱، ۳۲).

جنگ خلیج فارس ثابت نمود که استفاده از تسلیحات دقیق در چه سطح وسیعی از رویارویی‌های نظامی، به خصوص حملات هوایی را متحول کرده است. در شب شروع حمله به عراق، جنگنده‌های تهاجمی و موشک‌های کروز، پدافند هوایی و تجهیزات فرماندهی و کنترل نیروهای عراقی را مورد حمله قرار دادند. به طوری که زمینه مناسب برای حمله با سایر سلاح‌های متعارف برای نیروهای متحد فراهم گردید. نیروهای متحد با به‌کارگیری سلاح‌های دقیق توانستند هواپیماهای عراقی را در آشیانه نابود کنند. حملات اصلی سلاح‌های دقیق به پل‌های موجود باعث شد تا نیروهای عراقی عملاً در مسیر مشخصی قرار گرفته و در تنگناهای مرگباری گرفتار شوند. در گذشته و طی جنگ‌هایی که از تسلیحات دقیق استفاده نمی‌شد، برای نابودی یک پل، اغلب صدها یورش پروازی لازم بود و این در حالی است که در جنگ خلیج فارس با به‌کارگیری تسلیحات دقیق ۴۱ پل از مجموع ۵۴ پل اصلی عراق و همچنین ۳۱ پل شناور که عراقی‌ها با عجله ساخته بودند، نابود شد. (منطقی، ۱۳۸۱: ۳۹).

۳. کاربردهای نظامی لیزر

این کاربردها را می‌توان به دو دسته تسلیحات هدایت انرژی مستقیم لیزری و حسگرهای لیزری تقسیم کرد. برخی از لیزرها در هر دو دسته قرار می‌گیرند. اصطلاح تسلیحات هدایت انرژی به تسلیحات لیزری اطلاق می‌شود که پرتو لیزر مستقیماً مسئول آسیب زدن به یک شیء هدف باشد. از لیزرها به‌عنوان سنسورهای

فعال نیز می‌توان استفاده نمود. جدول ۱، خلاصه‌ای از مهمترین مصارف نظامی تکنولوژی فعلی لیزر را ارائه می‌کند. (Stupl,2005: 136).

جدول ۱: مصارف نظامی لیزر

مصارف سنسور	مثال	وضعیت
آشکارسازی هدف مسافت‌یابی ارتباطات رادارهای لیزری DAR/Ladar	بمب هدایت لیزری کنترل آتش در تانک‌ها ارتباطات زیردریایی تأیید WMD شیمیایی	نخستین بار در سال ۱۹۶۸ ساخته شد سال ۱۹۷۶ گسترش یافت پژوهش و ساخت پژوهش و ساخت
تسلیمات هدایت انرژی		
لیزرهای کورکننده دفاع نقطه‌ای دفاع موشکی	نمونه‌های اولیه ساخت چین و بریتانیا دفاع در برابر توپ لیزر هوابرد	از سال ۱۹۹۵ ممنوع شده، اما پیش از آن چند بار استفاده شد نمونه اولیه پژوهش و اختراع

۳-۱. کاربرد به عنوان حسگر لیزری

نخستین بمب‌های هدایت لیزری در سال ۱۹۶۸ توسط نیروی هوایی ایالات متحده ساخته شد. آنها قدیمی‌ترین نمونه استفاده نظامی از تکنولوژی لیزر بودند؛ اما از جنگ خلیج فارس در سال ۱۹۹۱ این تسلیحات به‌طور گسترده به‌صورت عمومی معرف حضور جهانیان شدند. بمب‌های هدایت لیزری بر اصل مشهور به آشکارسازی هدف متکی می‌باشند. هدف به وسیله خال یک لیزر دارای طول موج‌ها و فرکانس مختلف روشن می‌شود. حسگر درون بمب، این سیگنال را تعیین کرده و با استفاده از باله‌های کنترلی بمب به‌صورت اتوماتیک به سوی هدف مشخص شده هدایت می‌شود.

کاربرد دیگر سنسور، مسافت‌یاب لیزری است. مسافت‌یاب‌های لیزری در سیستم کنترل آتش تانک از سال ۱۹۷۶ استفاده شده‌اند. مسافت‌یاب که در ابتدا کاربرد چندانی نداشت، رفته رفته پرکاربردتر شد. پیشرفت قابل توجه در این زمینه به نام رادار لیزری مشهور است. رادارهای لیزری از اصول مشابه رادارهای معمولی استفاده می‌کنند. آنها به نام‌های LiDAR یا LaDAR نیز مشهور شده‌اند که به ترتیب مخفف Light Detection and Ranging (مسافت‌یابی و آشکارسازی نوری) و LASER Detection and Ranging (مسافت‌یابی و آشکارسازی لیزری) هستند. یکی از کاربردهای بالقوه LiDAR چند طیفی، آشکارسازی عوامل شیمیایی جنگی در جو است. (Sica,2007).

استفاده از این لیزر به عنوان سنسور در حوزه ارتباطات نیز کاربرد دارد. یکی از پیشرفت‌های جالب در این حوزه، تلاش‌های اخیر برای استفاده از لیزر در ارتباطات میان زیردریایی‌هاست. طول موج‌های معینی توسط آب به مقدار ناچیز جذب می‌شوند. این بدین معناست که بدون نیاز به آمدن به روی سطح آب، رفتن زیردریایی، امکان ارتباط برقرار کردن برای آن وجود خواهد داشت. حتی در صورتی که زیردریایی مجبور شود بر روی سطح آب قرار گیرد، ارتباطات لیزری هنوز مفید خواهند بود؛ زیرا کمتر جلب توجه نموده و ایمنی بهتری نسبت به ارتباطات رادیویی هدایت نشده دارد.

۲-۳. عملیات دفاعی

دفاع لیزری می‌تواند قابلیت دفاع فعال^۱ را برای هواپیما فراهم نماید. بدین ترتیب هواپیما قادر خواهد بود موشک و یا هواپیمایی که در برد خود قرار می‌گیرد را منهدم نماید. این سیستم همچنین می‌تواند موجب افزایش چشمگیر بقای بسیاری از پلتفرم‌های مادون صوت، آسیب‌پذیر و در معرض دید مانند B52، JOINT STARS، AWACS شود. چون این سیستم نیاز به سرکوب دفاع هوایی دشمن^۲ (SEAD) را کاهش می‌دهد، امکان شروع سریع‌تر حمله به مرکز گرانوش هدف را فراهم می‌کند. (Duffner, 1997:23).

دفاع لیزری از پایگاه‌های زمینی می‌تواند اکثر تهدیدات غیرمستقیم مانند توپ، خمپاره و راکت را خنثی کرده و بقای نیروی زمینی و آزادی عمل آن را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. با استفاده از لیزرها در نیروی دریایی می‌توان یک سپر محافظتی مؤثر در برابر حملات موشکی موشک‌های کروز و بالستیک دشمن ایجاد کرد. لیزرهای فضایی و هوابرد امکان دفاع فعال از یک منطقه وسیع را فراهم نموده و می‌توانند هدف را که عمدتاً موشک بالستیک است را پیش از قرار گرفتن در خط سیر دفاع زمینی نابود کند. تسلیحات لیزری مقرون به صرفه‌تر بوده در نتیجه در دفاع نقطه پایانی در مقابل موشک‌های بالستیک به‌طور گسترده استفاده می‌شوند. به علت مشابه، تسلیحات لیزری می‌توانند مأموریت دفاع فعال از زیرساخت‌های حیاتی و اماکن دولتی را در برابر حملات هوایی مستقیم و غیرمستقیم آتش اندازهای زمینی، انجام دهند. (Duffner, 1997:279).

۳-۳. عملیات تهاجم

کاربرد تهاجمی لیزرها عمدتاً به مشخصات تسلیحات لیزری یعنی سرعت، دقت و تعداد درگیری که از تخریب قدرت خالص اهمیت بیشتری دارند، نسبت داده می‌شوند. تسلیحات لیزری مشابه آنچه در قابلیت دفاعی فعال هواپیما به کار می‌رود، را می‌توان برای مقابله با هواپیما با اهداف زمینی به کار برد که یک قابلیت دفاعی

1 . On Board

1 . Suppression of Enemy Air Defenses

هوا به زمین فراهم می‌کند. ترکیب قابلیت‌های منحصر به فرد آنها با نسل موجود و جدید سنسورها و پلتفرم‌های هوایی، توانایی میزان‌سازی دقیق^{۱۹} را افزایش داده و نیروی هوایی را برای عملیات‌های ضدشورشی و ضدتروریستی مناسب‌تر می‌سازد. کاربرد هجومی تسلیحات لیزری به نبرد زمینی عمدتاً در مأموریت‌هایی که به دقت، سرعت عمل، قابلیت تنظیم و وارد کردن تضمینی صدمه به کمین نیاز است، اختصاص دارد. مأموریت‌های ضدتک تیراندازی می‌توانند مثال خوبی باشند. کاربرد تهاجمی در دریا می‌تواند نیازهای تورفتگی به‌ویژه در عملیات خاص دریا که به دقت و اقتضا بیشتر از قدرت تخریب نیاز دارند، را پاسخ می‌دهد. آزمایشات ایالات متحده نشان داده است که ماهواره‌هایی که صدها کیلومتر بالاتر هستند نیز نمی‌توانند از آسیب لیزرهای پرنرژی در امان باشند. اهمیت این قابلیت برای کشورهای که به دنبال قابلیت لیزرهای عظیم‌الجثه پرنرژی می‌باشند (مانند چین)، پوشیده نیست. (Dunn, 2005: 19).

۴. تسلیحات مبتنی بر لیزر

در این بخش به معرفی برخی تسلیحات مبتنی بر لیزر خواهیم پرداخت. این تسلیحات بر اساس ظرفیت و قابلیت‌های لیزر است که باعث شده مورد توجه صنایع نظامی قرار بگیرد.

۴-۱. لیزرهای فاصله‌یاب

فاصله‌یاب‌های لیزری که در تانک‌ها و توپخانه‌ها استفاده می‌شوند، دارای وزن کم بوده و قابلیت اعتماد و دقت بسیار بیشتری نسبت به فاصله‌یاب‌های معمولی دارند. فاصله‌یاب لیزری مطابق با اصول رادار کار می‌کند. که مطابق خواص مشخصه پرتو لیزر یعنی شدت بالا، تک‌رنگی، همبستگی و هدایت‌پذیری است. فاصله‌یاب‌های لیزری نسبت به ماکروویو (رادارهای پیشین) برتری دارد، زیرا قابلیت تنظیم و هدایت‌پذیری بالاتری را داشته و در نتیجه رزولوشن زاویه‌ای بالاتری را به دست می‌دهند. همچنین این سیستم‌ها دارای مزیت روشنایی پرتو بیشتر هستند که پس از طی مسافت‌های طولانی نیز آن را از دست نمی‌دهند. نسخه‌های نوین فاصله‌یاب لیزری هم از لیزر Nd:YAG پالس پرتکرار و هم از لیزر کربن دی‌اکسید همراه با سیستم دروازه استفاده می‌کند. با استفاده از این سیستم‌ها می‌توان اهداف موجود در فواصل حدود ۱۰ کیلومتر را با دقت ۵ متر به سادگی کشف کرد.

فاصله‌یاب‌های لیزری برد متوسط (بیش از ۱۰ کیلومتر) در برخی از حوزه‌های دفاعی کاربرد دارند

مانند:

- توپخانه، خودروهای زره‌پوش یا تانک.

- فاصله یاب لیزری پرتابل. این فاصله یابها در سیستم های کنترل آتش توپ های میدانی به کار می رود.

- فاصله یاب لیزری هوابرد، نصب شده بر روی غلاف دارای وضعیت (SERVO) Servo Positioned) برای نیروهای هوایی. فاصله یاب لیزری walkie - talkie . این وسایل ابزارهای کوچک و فشرده و سبک (کمتر از ۴ کیلوگرم) و مفید برای برد کمتر از ۵ کیلومتر هستند. (Jelínková).

۲-۴. لیزر زیر آبی

از این لیزرها می توان به عنوان منبع انتشار نور زیر آب استفاده کرد. در حال حاضر زیر دریایی ها برای یافتن وسایل نقلیه دشمن و همچنین دوری از اشیای زیر آب، باید بر یک وسیله کاشف زیر دریایی به کمک امواج صوتی (sonar) تکیه کنند. Sonar محدودیت های شدیدی دارد. نهنگ ها و دلفین ها و سایر موجودات آبی سیگنال های اشتباه ارسال می کنند. Sonar نمی تواند یک تصویر واضح تشکیل دهد، زیرا پرتوهای آن به وسیله آب دریا منتشر یا پراکنده می شوند. از لیزرها می توان برای فاصله یابی و کشف دقیق و مؤثر اشیای زیر دریایی استفاده کرد. همچنین در ارتباطات بین زیر دریایی ها و با هدف کسب اطمینان از اقتضای مطلق و همچنین سیستم های هدایت اژدرها و سایر وسایل زیر آب نیز می توان استفاده کرد. (Vikrant, 2012).

۳-۴. موشک ضد تانک با هدایت لیزری (ATM)

موشک ها را می توان با استفاده پرتو مادون قرمز ساطع شده از یک لیزر با واگرایی بسیار کم هدایت و کنترل کرد. که از چهار راه می تواند حاصل شود:

- استفاده از پرتو لیزر برای نمایان ساختن تانک هدف. پس از آنکه تابش ارسال شده از تانک بازگشت، موشک ضد تانک به سوی آن ارسال می شود.
- استفاده از پرتو لیزر برای هدایت موشک یا به عبارت دیگر صدور دستور برای موشک.
- موشک یک پرتو لیزر ساطع می کند که مسیر برخورد موشک به هدف را نقطه یابی کرده و امتداد آن را حفظ می کند.
- موشک یک اسکنر لیزری را با خود حمل کرده که می توان به کمک آن اهداف فعال را جستجو کرده و به سمت آنها پرواز کند. (Koruba, 2015).

۴-۴. رادار لیزری (LIDAR)

هنگامی که از پرتو لیزر در رادارها استفاده گردد، آن را Lidar می‌نامند. مشخصه‌های رادار لیزری را نمی‌توان با رادارهای معمولی (ماکروویو) به‌دست آورد. از طرفی لیزر با استفاده از لنزها و آینه‌ها می‌تواند به راحتی تمرکز کند در حالی که ماکروویو برای تمرکز کردن به آنتن بزرگ نیاز دارد. رادارها یا فانوس‌های دریایی لیزری از مزایای آنتن و قطعات کوچک برخوردارند. ابعاد و فاصله هدف قابل تعیین با دقت بالا توسط رادار لیزری، صورت می‌گیرد که در رادارهای معمولی امکانپذیر نیست. از آنجا که پرتو لیزر میرایی بسیار شدید توسط مه، باران یا برف دارد، رادارهای لیزری تنها در شرایط جوی خوب، عملکرد عالی خواهند داشت. (Carter, ۲۰۱۲، ۳)

۴-۵. ژيروسکوپ لیزری رینگی

ژيروسکوپ لیزری رینگی یک ابزار بسیار مفید برای حس کردن و اندازه‌گیری چرخش بسیار کوچک اشیا متحرک است. این ژيروسکوپ‌ها جایگزین ژيروسکوپ‌های مکانیکی به‌کار رفته در اکثر هواپیماها (اعم از شهری یا نظامی) و همچنین موشک‌های هدایت دور برد شده است. مزایای عمده این ژيروسکوپ‌ها عبارتند از:

- نبود اجزای متحرک.
- قابلیت اتکای بیشتر در مقایسه با ژيروسکوپ‌های مکانیکی.

علاوه بر این ژيروسکوپ‌های لیزری توانایی کار در گستره دینامیکی وسیع، عکس‌العمل سریع و مشخصات مورد نیاز هدایت موشکی را دارا هستند. (Pizzocaro, 2009: 86-87).

۴-۶. فیوز لیزری انفجار از راه دور

این فیوز که در ایالات متحده با استفاده از یک لیزر حالت جامد ساخته شده، هنگام ورود به برد هدف خود کلاهک موشک را منفجر می‌کند. انتظار می‌رود قابلیت مانور بالای موشک، عملکرد آن را در نبرد نزدیک هوایی به‌طور قابل توجه بهبود دهد. همچنین ادعا شده است که فیوز و کلاهک به موشک این قابلیت را می‌دهد که بدون وارد کردن ضربه مستقیم، هدف خود را منهدم کند. (Blanquer, ۲۰۰۷، ۱۲)

۴-۷. مراقبت لیزری

منابع نوری مادون قرمز موجود که از آنها به‌عنوان دیده‌بان‌های زمینی برای تعیین نقاط زمینی، استفاده می‌شود کارآیی و قابلیت اتکای چندانی ندارند. دیده‌بان‌های لیزری که از یک دیود بدون لنز استفاده می‌کنند در چند جهت قابل استفاده هستند. مزیت دیگر این سیستم‌ها این است که پالس‌ها می‌توانند از

دیده بان‌های زمینی استفاده کنند. در نتیجه عملیات رها کردن کالا از هوا به مکان معینی از زمین با کارایی بالا ممکن می‌شود. (Wizinowich, 2006).

۴-۸. شبیه‌سازی‌ها

شبیه‌سازی نبرد همواره بخش مهمی از برنامه ریزی نظامی بوده است. جوزفوس فلاویوس مورخ باستانی می‌گوید: «رومی‌ها به پیروزی خود یقین دارند زیرا تمرین‌های آنها، نبردهایی بدون خونریزی و نبردهای آن‌ها تمرین‌هایی خونین است». با الگوپذیری از پیروزی به شیوه رومی یعنی "نبردهایی بدون خونریزی"، سربازان و تجهیزات به لیزر و حسگرهای لیزری مجهز هستند که بر روی هر خودرو، سرباز و سلاح نصب شده است. این لیزرها که برای چشم‌خطری به همراه ندارد، سامانه کاربرد لیزر ترکیبی چندگانه نام دارد. لیزرهای یاد شده اثرات یک سلاح واقعی را بدون ایجاد جراحت شبیه‌سازی می‌کنند و اجازه می‌دهند که نبردی حقیقی و آموزشی با کیفیت بالا امکان پذیر شود. امروزه، شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی سربازان را قادر می‌سازد تا در یک مدل دقیق و با کیفیت بالا، دوره‌های آموزشی را طی کنند. این اقدام همچنین موجب کاهش عمده هزینه‌ها می‌شود. (خزایی، ۱۳۸۴: ۱۳).

۵. مزیت‌های لیزر

در این جا به برخی از مزیت‌های لیزر که باعث ترغیب و توجه صنایع نظامی به استفاده از این فناوری گردید اشاره می‌شود.

۱-۵. سرعت بالا

تسلیمات لیزری با سرعت نور به هدف آسیب می‌زنند، آنها بر خلاف تسلیمات موشکی زمان زیادی در حال پرواز نیستند. این ویژگی تسلیمات لیزری را به یک گزینه مناسب برای هدف قرار دادن اهداف نزدیک دارای قدرت یا نور مانند موشک‌های زمین به هوا (SAM)، هوا به هوا (AAM)، UAV، و موشک‌های کروز و همچنین اهداف بسیار دور بالستیک مانند توپ، خمپاره و راکت تبدیل نموده است.

۲-۵. درگیری همزمان با چند هدف و هدف‌گیری مجدد سریع

چون تسلیمات لیزری دارای قطعات مکانیکی متحرک کمی بوده و به صورت ثابت توان گرفته و از طریق شارژ مجدد مخازن انرژی الکتریکی یا شیمیایی خود پر می‌شوند، می‌توانند به سرعت با چند هدف درگیر شوند.

2 . MILES: Multiple Integrated Laser Engagement System
2 . Surface-to-air
2 . Air-to-air
2 . Unmanned Aerial Vehicle

۳-۵. مخازن عمیق

چون لیزرها تنها سوخت شیمیایی یا الکتریکی مصرف می‌کنند، تعداد شلیک آنها تنها توسط مقدار سوخت شیمیایی باقیمانده یا دسترسی به منبع برق محدود می‌شود. لیزرهای شیمیایی می‌توانند در تمام مدت وجود سوخت در مخازن، بدون وقفه کار کنند (۱۰ یا ۲۰ هدف در HELRAM). سوخت‌گیری مجدد لیزر کار نسبتاً آسانی بوده و تنها چند دقیقه به طول می‌انجامد. این عمل با تعویض مخزن خالی با یک مخزن پر قرار گرفته روی یک کشنده متحرک انجام می‌شود.

۴-۵. هزینه‌های جاری پایین به ازای هر شلیک

در سیستم‌های تسلیحاتی موشکی، هزینه‌های جاری هر شلیک ناشی از هزینه مهمات بر کاربران تحمیل می‌شود. به‌ویژه سیستم‌های موشکی هدایت‌شونده هزینه‌های جاری سنگینی شامل هزینه موتور راکت، سیستم هدایت، دستگاه‌های الکتریکی و اتوماتیک، تعقیب‌کننده و بدنه و... در قالب موشک‌ها تحمیل می‌کنند. از سوی دیگر تسلیحات لیزی تنها انرژی را مصرف می‌کنند. هزینه‌های جاری تحمیل شده به ازای هر شلیک تنها ناشی از سوخت شیمیایی مصرف شده یا سوخت مورد نیاز برای تولید برق مورد نیاز برای توان دادن به یک لیزر حالت جامد یا FEL بوده که مقدار آن کم است. بنابراین هزینه‌های استفاده از تسلیحات لیزی در ساخت، پیشرفت، تهیه و تعمیر و نگهداری سیستم‌ها بوده و هیچ مهماتی توسط آنها مصرف نمی‌شود.

۳-۵. قابلیت تنظیم و دقت بالا

تسلیحات لیزی بر خلاف رادارها و سایر سنسورها، با استفاده از یک پرتو کم‌قدرت به تعقیب و اکتشاف اهداف خود می‌پردازند. این پرتو می‌تواند در هر مکانی پیش از آن که پرتو پرتوان بر روی هدف اعمال شود و خسارت مورد نظر را بر آن وارد کند، با دقت بالا روی آن فوکوس کند. در صورتی که سلاح لیزی بدین منظور طراحی شده باشد، سطح توان لیزر از قابلیت کنترل برخوردار خواهد بود. علاوه بر این، زمان باقی ماندن لیزر روی هدف نیز می‌تواند تغییر یابد تا مقدار آسیب وارد شده به هدف تنظیم گردد. ترکیب دقت و قابلیت تنظیم می‌تواند قابلیت‌های تهاجم با دقت استثنایی، حذف کامل یا محدود ساختن آسیب و کاربرد مهلک یا غیرمهلک را به ارمغان آورد.

۳-۵. نیاز کم به پشتیبانی لجستیک

برخلاف تفنگ‌ها که نیاز به تجدید مهمات داشته و همچنین موشک‌ها که پس از مصرف نیاز به تعویض دارند، تسلیحات لیزی تنها نیازمند سوخت شیمیایی برای کارکرد لیزر یا سوخت مورد نیاز برای تولید برق مورد نیاز لیزر می‌باشند.

۷-۵. انعطاف پذیری

تسلیحات لیزری پیمانهای و تناسبی هستند. می توان چند مدل یکسان لیزر را بر روی هم گذاشته و یک لیزر قوی تر ساخت. آنها می توانند متناسب با ظرفیت حمل پلتفرمهای مختلف تنظیم شوند. برخلاف تفنگها و موشکها که اغلب برای تنها یک مأموریت خاص طراحی می شوند، یک لیزر می تواند نیاز چند مأموریت را تأمین کند.

۶. محدودیت های لیزر

علی رغم مزیت های بسیار لیزر که تا این جا به برخی از آنها اشاره شد، لیزر دارای محدودیت هایی اساسی است، به طوری که یکی از استراتژی های مهم کشورهای ضعیف تر، که از حیث فناوری و تأمین مالی، توانایی رقابت با کشورهای قدرتمند در این حوزه ندارند، بهره برداری از همین نقاط ضعف و محدودیت های اساسی این فناوری است. در ذیل به برخی از آنها اشاره می شود.

۱-۶. اغتشاش و میرایی توسط جو

چون پرتوهای لیزر باید توسط جو منتشر شوند، می توانند تحت تأثیر ذرات هوا (خاک یا دود)، بخار آب یا اغتشاش جو که باعث جذب یا پراکندگی انرژی لیزر یا خم شدن پرتو گردد، قرار گیرند. به منظور رفع این محدودیت ها تسلیحات لیزری از اپتیک های جبران ساز برای جبران اعوجاج جوی پرتوی لیزر استفاده می کنند.

۲-۶. وابستگی به خط دید

تسلیحات لیزری برای درگیر شدن با یک هدف به یک خط دید مستقیم نیاز دارند. موادی که به عنوان سپر محافظتی به کار رفته و به راحتی از طریق کاهش کارایی، سوزانده نمی شوند نیز از محدودیت های لیزر هستند.

۳-۶. تناسب با هدف

تسلیحات لیزری بیشتر مناسب استفاده علیه اهدافی که به ضربه بسیار سریع و دقیق نیاز دارند (مانند راکت ها، موشک ها یا توپ های در حال پرواز) یا نابود سازی یا اختلال اهداف از طریق تمرکز کردن و صدمه زدن به قطعات کوچک مانند وسایل نقلیه دارای پوسته نازک می باشد. تسلیحات لیزری در برابر سازه های مستحکم مانند پناهگاه های زیرزمینی یا حتی ساختمان ها اثرگذاری کمی دارند. همچنین این تسلیحات در برابر وسایل نقلیه زره پوش صرفاً به صورت از کار انداختن قطعات آسیب پذیر مانند آنتن، سنسورها و مخازن سوخت خارجی تأثیرگذار خواهند بود.

۴-۶. یکسان بودن طول موج

لیزرهای حالت جامد یا شیمیایی یا نور را در یک طول موج و یا در یک طیف کوچکی از طول موج های مختلف ایجاد می کنند. FEL می تواند نور را در طیف وسیعی از طول موج ها تنظیم نماید که می تواند

نیازهای خاصی را تأمین نماید اما این تنظیم، نیازمند یک فرآیند زمانبر، برای اعمال تغییرات مناسب در سیستم نوری بوده یا به یک مکانیسم بسیار پیچیده در طراحی لیزر نیاز دارد.

۵-۶. چشم ایمن

درحالی که برخی از لیزرهای شیمیایی در طول موجهای حافظ ایمنی چشم کار می‌کنند، تمامی لیزرهای پر قدرت SSL هنوز چنین کاری انجام نمی‌دهند. چون همه انرژی لیزر توسط هدف جذب نمی‌شود، انرژی جذب نشده (چه منعکس شود و چه منحرف گردد) می‌تواند ایمنی چشم پرسنل فاقد محافظ چشم یا غیرنظامی‌های موجود در نزدیکی هدف را به خطر اندازد.

۶-۶. سوخت‌های شیمیایی و خروج دود

لیزرهای شیمیایی هنگام شلیک به سوخت شیمیایی و خروج دود نیاز دارند. برخی از سوخت‌ها مانند سوخت بسیار خورنده لیزر شیمیایی ید-اکسیژن ABL (لیزر هواپرد) که COIL نامیده می‌شوند، به چند سیستم ایمنی و برنامه‌های کاهش خطر نیاز دارند. اما دود لیزرهای پایگاه‌های زمینی THEL حاوی کمی مواد سمی هستند که به راحتی توسط سیستم‌های پاک‌کننده تجاری موجود جذب می‌شوند.

۷. تحلیل توانایی‌ها و محدودیت‌های تسلیحات لیزری در زمینه عملیاتی

از فناوری لیزر در صنایع نظامی که شامل بکارگیری آن در عملیات‌های هوایی، زمینی، دریایی و فضایی است، استفاده می‌شود. این بخش‌ها تلاش می‌کنند تا با استفاده از جنبه‌های مثبت و قابلیت‌های کلیدی نهفته در این فناوری، توانایی و بهره‌وری را در نیروی تحت کنترل خود افزایش دهند. لذا مختصراً به کاربرد فناوری لیزر در بخش‌های ذکر شده، اشاره خواهد شد.

۱-۷. عملیات‌های هوایی

دفاع لیزری می‌تواند توانایی دفاع فعال on board در برابر هواپیماها یا موشک‌های وارد شده به برد هواپیما را (نابود یا مغلوب ساختن آنها) برای هواپیما فراهم کند. این قابلیت در عملیات‌های هوایی چندوجه مهم دارد.

- دفاع لیزری موجب افزایش قابل توجه بقای بسیاری از هواپیماهایی که از آن استفاده می‌کنند، پلتفرم‌های قابل مشاهده (غیرمخفی)، مادون صوت و آسیب‌پذیر (مانند ABL, AWACS, Joint STARS) و B52 در برابر موشک‌های زمین به هوا (SAM) و موشک‌های هوا به هوا (AAM) می‌گردد. سیستم‌های لیزری دفاعی فعال می‌توانند به‌طور قابل توجهی دفاع هوایی دشمن (SEAD) را متوقف کنند. (Dunn, 2005: 19).

- لیزرهای دفاعی می‌توانند ترتیب SEAD و نبرد هوایی را نیز بهبود دهند.

- چون تسلیحات لیزری دفاعی یک دفاع شخصی قابل ملاحظه برای هواپیما در برابر SAM و AAM فراهم می‌کند، سایر نیازهای دفاعی مانند پشتیبانی از جنگ‌افزارهای الکترونیکی برای پکیج‌های تهاجمی می‌تواند کاهش یابد.

۲-۷. عملیات زمینی

نیروی زمینی نیز مانند نیروی هوایی می‌تواند از افزایش بقای به‌دست آمده از دفاع لیزری بهره‌بردارد. چون سیستم‌های دفاع لیزری پرتوان دارای وزن چند هزار تنی هستند، در آینده نزدیک نمی‌توانند به‌صورت قابل حمل توسط انسان استفاده شوند. این سیستم‌ها را می‌توان بر روی وسایل نقلیه‌ای که به این منظور اختصاص داده شده‌اند نصب کرده تا از سایر سیستم‌ها و واحدهای موجود در برد پوشش خود دفاع فعال نمایند. اما بهبود بقا به وسیله سیستم‌های لیزری می‌تواند امکان ساخت وسایل نقلیه نظامی سبک‌تر را ممکن ساخته و از تلاش‌ها برای ایجاد نیروی زمینی دارای قابلیت جبهه‌گیری استراتژیکی بیشتر و تحرکات تاکتیکی بیشتر پشتیبانی کند. (Dunn, 2005: 20).

۳-۷. عملیات دریایی

استفاده از روش جبهه‌گیری لیزرهای عملیاتی در دریا می‌تواند توانایی‌های قابل توجه و انعطاف‌پذیری بالایی برای نیروی دریایی فراهم نماید. برای مثال لیزر می‌تواند یک سپر محافظتی مؤثر در برابر حملات موشک‌های بالستیک و کروز دشمن ایجاد کرده، امکان انجام ایمن عملیات در محیط ساحلی را فراهم نموده و امکان استقرار پایگاه‌های دریایی درون‌برد موشکی دشمن را فراهم کند. به‌علت ظرفیت بسیار بالای تولید برق و استحکام کابل‌های برق در سراسر این کشتی‌ها برای انتقال مقدار زیادی برق با کارایی بالا، این کشتی‌ها را به میزبان نسبتاً خوبی برای تسلیحات لیزری حالت جامد تبدیل کرده است. (Dunn, 2005: 21).

۴-۷. عملیات فضایی

لیزرهای فضایی می‌توانند از یک منطقه وسیع دفاع فعال انجام دهند. این مسئله به طول موج انرژی منتشر شده و شرایط جوی موجود مانند آب و هوا وابسته است. صور فلکی ماهواره‌های لیزر فضایی دارای مزایا و معایب ذاتی ناشی از مکانیک اوربیتالی است. عملکرد در فضا امکان قرارگیری ماهواره در فاصله دور از سطح زمین را فراهم می‌کند که موجب به‌وجود آمدن یک خط دید مناسب برای دسترسی به بخش عظیمی از سطح زمین شامل مناطق ممنوعه در سرزمین‌های دشمن می‌شود. این امتیاز موجب فراهم شدن مزایای مشهودی برای تسلیحات هدایت انرژی می‌شود که فقط در سنسورها مشاهده می‌شد. بهترین راه استفاده از سیستم‌های لیزری فضایی، صور فلکی ماهواره‌ها برای دستیابی به یک پوشش مطلوب در پایین‌ترین مدار می‌باشد. ماهواره برخی از مناطق خاص زمین را پوشش نمی‌دهند، اما در مسیرهای قابل پیش‌بینی به دور زمین چرخیده و به

مناطق مختلفی از سطح زمین دسترسی خواهند داشت. با استفاده از حدود ۱۲ ماهواره در ارتفاع تقریبی ۱۲۰۰ کیلومتری می‌توان اکثر مناطق زمین بجز قطبها را تحت پوشش پیوسته و بدون وقفه قرار داد. (Dunn, 2005: 22).

دیگر سیستم دفاعی ضد موشک در یک ایستگاه فضایی روی مدار می‌چرخد. این سیستم به وسایل کشف و آشکارسازی، دیده‌بان و لیزر نابودکننده مجهز است. از یک سیستم انتقال مادون قرمز برای اسلحه لیزری استفاده شده که به نزدیکی دشمن رفته سپس یک لیزر پرنرژی را شلیک نماید. لیزرهای دفاعی همچنین می‌توانند از ماهواره‌های با ارزش در برابر تهاجم میکرو ماهواره یا نانو ماهواره‌ها (که به صورت تصادف یا پارازیت حمله می‌کنند) محافظت نمایند. به علت خلأ موجود در فضا، این سیستم‌های دفاع شخصی ماهواره‌ها نسبتاً سبک می‌باشند.

نتیجه‌گیری

از زمان اختراع لیزر، پژوهش‌های زیادی برای کشف مصارف نظامی بالقوه آنها تحت حمایت مالی قرار گرفتند. تاکنون استفاده از HEL به صورت تسلیحات لیزری هدایت انرژی (DEW) در میدان نبرد گسترش نیافته است. با این حال HEL به اندازه کافی برای راه اندازی آزمایشی پیشرفت کرده‌اند؛ بنابراین ساخت نمونه‌های اولیه DEW مانند THEL امکانپذیر است. چند پروژه HEL به ویژه در آمریکا موجود است. این مسئله که آیا تسلیحات لیزری دارای قابلیت‌های مورد انتظار (مانند سیستم‌های دفاع موشکی) خواهند بود یا خیر، مقدور نیست؛ زیرا مشکلات نظامی، لجستیکی و فنی مهمی باید حل شوند. در مورد تسلیحات HEL کوتاه‌برد، رفع این مشکلات در آینده دور غیرمحمتمل نیست؛ اما تسلیحات دوربرد دارای محدودیت‌های فیزیکی معینی هستند که نمی‌توان آنها را رفع کرد. بنابراین به نظر نمی‌رسد که این پروژه‌ها مانند ABL قادر به کار باشند. با وجود این ظهور تسلیحات لیزری HEL موجب چند سؤال بسیار مهم می‌شود. علاوه بر این باید بررسی شود که چه کاربردهای دیگری در کنار کاربردهای اعلام شده آنها وجود دارد. این کاربردها می‌توانند شامل تسلیحات طراحی شده برای کور کردن، آتش زدن یا ضدماهواره (ASAT) شود. برای مثال یکی از کاربردهای بالقوه HEL‌هایی مانند ASAT، ممکن است امنیت بین‌المللی را بی‌ثبات کرده و جدالی میان تکنولوژی‌های جنگی در فضا به راه اندازد. حتی یک آزمون نه چندان دقیق بر روی توانایی‌های بالقوه تسلیحات لیزری نشان می‌دهد که آشنایی مقدماتی با عملیات‌ها می‌تواند پویایی جنگ‌افزارها به ویژه نبرد بین قابلیت‌های دفاعی و تهاجمی را به میزان قابل توجهی تغییر دهد. لیزرها می‌توانند دفاع فعال مؤثری در برابر انواع تهدیدات روزافزون (مانند SAMها، AAMها، راکت‌ها، توپ‌ها، خمپاره‌ها و موشک‌های بالستیک) که در حال حاضر دفاع

در برابر آنها سخت یا غیرممکن است، فراهم نمایند. پیشرفت چشمگیر در دقت، برد و قدرت تخریبی این تسلیحات تهاجمی را خطرناک‌تر می‌سازد؛ اما تسلیحات لیزری می‌تواند با آسان کردن دفاع شخصی برای نیروها این مسئله را بر عکس کند. استفاده تهاجمی از تسلیحات لیزری، امکان به‌کارگیری دقت بالاتر نسبت به سایر پلتفرم‌های جنگی را فراهم می‌کند.

در صورتی که تسلیحات لیزری با سرعت مجسم شده به پیشرفت ادامه دهند این جنگ‌افزار می‌تواند بسیار زودتر از آنچه انتظار می‌رود، به عصر تسلیحات لیزری وارد شود. به منظور استفاده از این قابلیت در حال ظهور به مفاهیم عملکردی برای هدایت سرمایه‌گذاری‌ها به سوی فناوری انتقال تسلیحات لیزری نیازمندیم. به دلیل نیاز مبرم به حفظ امنیت کشور، پیشرفت مفاهیم عملکردی باید در اولویت‌کاری اتاق‌های فکر نظامی و قانونگذاری کشور باشد.

ارائه راهکارهای دفاعی برای جمهوری اسلامی ایران

ایالات متحده که ناوهای جنگی خود را در آب‌های بین‌المللی به تسلیحات لیزری مجهز کرده است درصدد رفع کاستی‌های جنگ الکترونیکی در مواجهه با اقتدار دفاع دریایی جمهوری اسلامی ایران است. علاوه بر این سامانه جدید سلاح‌های لیزری نیروی دریایی آمریکا به وضوح، در تلاش برای مقابله با شناورهای تندرو و پهپادهای ایرانی و کمک به امنیت ناوگان دریایی آمریکا و تردد بی‌خطر از تنگه هرمز از طریق خنثی کردن نبرد ناهم‌تراز است. در هر حال اقدام آمریکا در زمینه تجهیز ناوهای جنگی به سلاح‌های لیزری پیشرفته علاوه بر اینکه چالشی جدید برای صلح و امنیت بین‌المللی و همچنین تهدیدی برای امنیت دریانوردی و تضمین حقوق دولت‌ها در آب‌های بین‌المللی به شمار می‌رود، موج جدیدی از رقابت تسلیحاتی در جهان ایجاد خواهد کرد. تاکنون ایالات متحده نسبت به حجم عظیم سرمایه‌گذاری در این عرصه، به هدف خود نرسیده است، اما امیدوار است که با استفاده از این فناوری بر مشکلات نظامی و کاستی‌هایش در مواجهه با دشمنان خود فائق آید. بنابراین جمهوری اسلامی باید به خوبی به این امر آگاه باشد و توجه و دقت لازم را نسبت به پیشرفت‌هایی که کشورهای دنیا در این عرصه به‌دست می‌آورند، مبذول داشته و به دنبال راه‌های مقابله با این نوع تسلیحات باشد. کشورهای غربی و نیز کشورهایی همچون روسیه، چین و رژیم اشغالگر قدس با استفاده از این فناوری به توسعه سایر تسلیحات نظامی خود پرداخته‌اند و پیشرفت‌هایی در این عرصه داشته‌اند. ایالات متحده نیز که پیشروی استفاده از این تسلیحات است امیدوارانه به حرکت رو به جلوی خود ادامه می‌دهد تا بتواند با این تسلیحات نوین ضعف‌هایش را پوشانده و خود را قدرت مطلق جهان نشان دهد و به زورگویی و دخالت‌هایش در اقصی نقاط جهان ادامه دهد. بنابراین جمهوری اسلامی نیز باید توجه بیشتری به این فناوری داشته باشد و

تیزبینانه به رصد و به‌کارگیری این فناوری در صنایع نظامی کشورهای رقیب بپردازد. از این‌رو نیاز است تا راهکارهای زیر مورد توجه قرار گیرد:

- همان‌گونه که ذکر شد تسلیحات لیزری علیرغم تمام مزیت‌هایشان، دارای مشکلات جدی هستند از جمله وابستگی شدیدی که به شرایط جوی دارند، بدین صورت که در شرایط جوی نامناسب عملکردشان کاملاً از بین می‌رود. هرگونه مه غلیظ، رطوبت، پوشش ابری، طوفان شن و یا ایجاد دود مصنوعی می‌تواند توان پرتوی لیزری پرتاب شده را کاهش داده و آن را منحرف و یا حتی به‌طور کامل در شرایط مطلوب از بین ببرد. بنابراین باید بیشتر توجه خود را صرف مقابله با این نوع تسلیحات و راه‌هایی که موجب خنثی‌سازی تهدیدات حاصل از این نوع تسلیحات، معطوف کرد و سرمایه‌گذاری لازم در این زمینه انجام داد.

- بهتر است صنایع نظامی کشور، برای تکمیل و توسعه تسلیحات نظامی مبتنی بر فناوری لیزر تلاش کرده و اقدامات لازم را انجام دهند.

- به‌دلیل هزینه پایین لیزر در آموزش نیروهای نظامی، بهتر است از این فناوری در این زمینه استفاده شود.

- اگر چه در حال حاضر توان تسلیحات لیزری ایالات متحده بیشتر جنبه تبلیغاتی دارد؛ اما نباید از آن غافل ماند؛ زیرا با ورود سرمایه‌های کلان در این عرصه و پیشرفت‌های علمی و تلاش دانشمندان نظامی در بر طرف کردن نواقص فنی این فناوری، می‌توان انتظار داشت که در آینده امکان مانور بیشتری برای این تسلیحات فراهم شود و در صورت بی‌توجهی و غفلت از این موضوع، امنیت ملی کشورمان با خطری جدی روبرو خواهد شد. پس باید این موضوع را کاملاً جدی گرفت برای پیشرفت در این عرصه اقدامات اساسی انجام داد.

منابع و مأخذ

(۱) بوشهری، علی رضا؛ الیاسی، مهدی و نظری زاده، فرهاد (۱۳۸۲)، ارزیابی نوآوری در صنایع دفاعی؛ موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی مرکز مطالعات و برنامه ریزی استراتژیک طرح مطالعات راهبردی.

(۲) تسلیمی، محمد (۱۳۷۶)، مدیریت تحول سازمانی، تهران: انتشارات سمت.

(۳) خزایی، سعید (۱۳۸۴)، دیده بانی فناوری های نظامی در حال ظهور، مرکز آینده پژوهی علوم و فناوری دفاعی.

(۴) متقی، ابراهیم؛ اشتریان، کیومرث (۱۳۸۰)، سیاست دفاعی جمهوری اسلامی ایران، فصلنامه مطالعات دفاعی و امنیتی، شماره ۲۹.

(۵) منطقی، منوچهر (۱۳۸۰)، جایگاه و نقش نیروی هوایی در جنگ‌های آینده، موسسه آموزشی و پژوهشی صنایع دفاعی طرح عمده مطالعات راهبردی؛ به نقل از سی. باستر، گلوسون، تأثیر جنگ افزارهای هدایت شونده دقیق بر عملیات جنگ هوایی.

(۶) منطقی، منوچهر (۱۳۸۱)، سیستم‌های تسلیحاتی مطرح در جنگ‌های مدرن، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی و مرکز آینده پژوهی علوم و فناوری دفاعی.

(۷) نظری‌زاده، فرهاد (۱۳۸۲)، نوآوری نظامی، مفاهیم و ساختارها، دفتر سیاست‌پژوهی فناوری دفاعی، مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

(۸) هیئت ساخت و تولید دفاعی در سال ۲۰۱۰ و فراسوی آن، منطقی، منوچهر (۱۳۸۱)، آینده صنایع دفاعی (چالش‌ها و راهبردها)، مؤسسه آموزشی و تحقیقات صنایع دفاعی.

1. Blanquer, Eic, (2007), LADAR Proximity Fuze - System Study-, Master's Degree Project Stockholm, Sweden.

2. Carter, Jamie; Schmid, Keil; Waters, Kirk; Betzhold, Lindy; Hadley, Brian; Mataosky, Rebecca; Halleran, Jennifer, (2012), Lidar 101: An Introduction to Lidar Technology, Data, and Applications; NOAA Coastal Services Center.

3. Chandra Singh, Subhash; Zeng, Haibo; Geo, Chunlei; Cai, Weiping, (2012) Lasers: Fundamentals, Types, and Operations; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

4. Duffner, Robert. W, (1997), Airborne Laser: Bullets of Light; Plenum Trade.

5. Dunn, J. Richard; (2005), Operational Implications of Laser Weapons. available at: <http://lipas.uwasa.fi/~TAU/AUTO3160/Slides/Juhani.pdf>

6. Freedman, David H, (2001), Lasers: the Light Brigade; Strategic Affairs, No. 26/Issue.

7. <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>.

8. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_laser_applications.

9. [http://www.drdo.gov.in/drdo/data/Laser and its Applications.pdf](http://www.drdo.gov.in/drdo/data/Laser%20and%20its%20Applications.pdf)

10. <http://www.kigre.com/files/historylasers.pdf>

11. <http://www.thetech.org/>

12. Jelínková, Helena; Kluiber, Zdenek; Laser and its Applications. available at: [http://www.drdo.gov.in/drdo/data/Laser and its Applications.pdf](http://www.drdo.gov.in/drdo/data/Laser%20and%20its%20Applications.pdf)

13. Kopp, Carlo, (2008), High energy laser air defence weapons; available at: <http://www.ausairpower.net/SP/DT-Laser-ADW-2008.pdf>

14. Koruba, Zbigniew, Nocoń, Łukasz, (2015) Automatic Control Of An Anti-tank Guided Missile Based On Polynomial Functions, Journal of theoretical and applied mechanics 53, 1, pp. 139-150.

15. Murawiec, Laurent, (1999), Innovation, Element of power; Published by Geopol C.A.S.E; USA.

16. Nelson, Chad; Crist, Jordan, (2012), Predicting laser beam characteristics; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

17. Pizzocaro, Marco; Beverini, Nicolo, (2009); Development of a ring laser gyro: active stabilization and sensitivity analysis.

18. RAND, (1999), Prediction Military Innovation.

19. Sica, R. J; Argall, P. S, (2007) Seasonal and nightly variations of gravity-wave energy density in the middle atmosphere measured by the Purple Crow Lidar; density in the middle atmosphere measured by the Purple Crow Lidar; Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union.

20. Stupl, Jan, Neuneck, Götz, (2005), High Energy Lasers: A Sensible Choice for Future Weapon Systems? Available at: <http://securitychallenges.org.au/ArticlePDFs/vol1no1StuplandNeuneck.pdf>

21. U.S. Department of Defense, (2000), Joint vision 2010(Jv2010), Joint staff Pentagon, Washington d.c.

22. Vikrant; kumar, Anjesh; Jha, R.S, (2012), Comparison of Underwater Laser Communication System with Underwater Acoustic Sensor Network; International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 10.

23. Wizinowich, Peter L; Mignant, David Le; Bouchez, Antonin H; Campbell, Randy D, (2006), The W. M. Keck Observatory Laser Guide Star Adaptive Optics System: Overview; Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 118:297–309.