

نوآوری در فناوری نظامی، با تأکید بر تسلیحات لیزری آمریکا

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

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۷

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 کشورهای 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 طرح مهم‌ترین مسائل 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 m.zolfaghari@lu.ac.ir

^۲. دانشجوی دکترای علوم سیاسی و پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین (ع) zeinali1978@gmail.com

^۳ دانش آموخته دکترای هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-

a.zolfaghari14@gmail.com کرج

مقدمه

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

- نوآوری توأم با تغییر است.
 - نوآوری توأم با بروز پدیده‌های جدید است و در پس هر نوآوری، فکر یا ایده^۱ خلاق و نو وجود دارد.
 - نوآوری توأم با کاربرد و اشاعه آن در جامعه است. (نظری زاده، ۱۳۸۲: ۳۵).
- نوآوری نه تنها پیشران رشد اقتصادی است؛ بلکه یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های برتری دفاعی به حساب می‌آید. تأثیر نوآوری در رشد اقتصادی و برتری دفاعی به دو طریق ممکن می‌شود. اولاً، نوآوری می‌تواند موجب افزایش راندمان بهره‌برداری از منابع کمیاب شود، و ثانیاً، موجب استفاده از این منابع در فعالیت‌هایی گردد که منجر به تولید بیش تر ثروت بنیه دفاعی می‌شوند. (بوشهری، ۱۳۸۲: ۲).

دنیای امروز مبتنی بر نوآوری و ظهور فناوری‌های نوین است. محصولات و خدمات نوین به سرعت به بازار عرضه می‌شوند. 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^۱ (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^۲ و دو دانشمند اهل شوروی سابق به نام‌های الکساندر میخائیلویچ پروخوروف^۳ و نیکلای جن دیویچ^۴ که به صورت مشترک جایزه نوبل سال ۱۹۶۴ را تصاحب کردند، معرفی شد. با این حال نخستین کسی که توانست

^۱ Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

^۲ Charles Townes

^۳ Alexander Mikhailovich prokhorov

^۴ Nikolai Genne diyevich

به صورت عملی لیزر را نشان دهد، تی اچ مایمن از لابراتوار پژوهشی هیوج^۱ در کالیفرنیا بود. وی با تابش نور به یک کریستال یاقوتی در سال ۱۹۶۰ موفق به نمایش عملی لیزر شد. (chandra singh, 2012: 1).

لیزر یک منبع پر قدرت نور است که دارای خواص منحصربه فرد نسبت به منابع نوری معمولی مانند: لامپ جیوه، لامپ تنگستن و... است. خاصیت منحصربه فرد لیزر این است که می تواند 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 پر قدرت بوده و به راحتی قابلیت تمرکز بر یکشی را دارد. در طبیعت نوری که دارای چنین کیفیتی باشد، وجود ندارد. (Nelson, 2012).

یکی از ویژگی های 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 می ماند. پرتوی فوکوس شده از یک لیزر پر قدرت می تواند در عرض یک ثانیه حتی سخت ترین مواد مانند الماس را نیز ذوب کند.

این مشخصات منحصربه فرد لیزر آن را به یک ابزار مهم در موارد مختلف تبدیل نموده است. لیزر کاربردهای جدیدی در حوزه ارتباطات، صنعت، پزشکی، عملیات نظامی، پژوهش های علمی و ... دارد. از سوی دیگر لیزر تاکنون کاربردهای زیادی در حوزه های جراحی، عکاسی، مهندسی، ذخیره سازی داده و هولوگرافی به ارمغان آورده است. در این میان مهندسین نظامی به طور مداوم به نوآوری در این عرصه و بهبود کارایی تسلیحات مبتنی بر لیزر می پردازند. برخی از مزیت های لیزر عبارتند از:

- سرعت بسیار بالا (سرعت معادل سرعت نور).

- سرعت بالای هدف گیری مجدد و درگیری هم زمان 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 به‌طور 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^۱ به‌عنوان محور اصلی امنیت ملی همواره دست‌خوش تغییراتی شگرف بوده است. تغییر تهدیدهای امنیت ملی، کاهش بودجه‌های دفاعی، ادغام صنایع دفاعی، جهانی‌شدن صنایع، افزایش سرعت تغییر فناوری و نیازمندی‌های ساخت و تولید سازگار با محیط، همگی در چالش‌های نوینی که ساخت و تولید دفاعی با آن‌ها روبروست، تأثیرگذار هستند. توانمندی لازم برای دستیابی به برتری در نبرد، تاندازه‌ای با استفاده از فناوری‌های پیش‌تاز^۲ در سیستم‌های تسلیحاتی به دست می‌آید. سیستم‌های ساخت و تولید نیازمند طرح‌های اثربخشی هستند که بتوانند سیستم‌های تسلیحاتی با فناوری‌های 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 جنگ‌ها محسوب می‌شود. مفهوم نوآوری نظامی به ابعاد صنعت و فناوری نظامی محدود نیست؛ بلکه استراتژی‌ها و تاکتیک‌های نوآورانه نیز می‌توانند در موفقیت و پیروزی، مؤثر باشند. (نظری زاده، ۱۳۸۲).

^۱ Defense manufacturing
^۲ Cutting-edge technologies

در محیط پویای امروز جهان، توانایی سازگاری و نوآوری، لازمه بقای تمامی سازمان‌هاست؛ چراکه از حرکت ایستادن، به معنی عقب ماندن از رقبایی است که حرکت روبه‌جلو دارند. یکی از ملزومات ایجاد پیش رفت و حرکت روبه‌جلو، نوآوری است؛ زیرا اصولاً باید نوآوری را در ذات توسعه دانست چراکه توسعه و تحول، به هراندازه که باشد، امری نو را به اذهان متبادر می‌سازد. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ تسلیمی، ۱۳۷۶)

در بعد دفاعی و نظامی، نوآوری همواره یکی از عوامل اساسی در برتری و پیروزی‌ها بوده است. امروزه در مباحث دفاعی، فناوری نقشی ویژه و کلیدی یافته و به این لحاظ تحقیق و توسعه و دستیابی به فناوری‌های برتر به‌ویژه 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 می‌شود:

- تفکرات جدید جنگی.
 - مفاهیم تازه یکپارچگی نظیر دکترین‌ها، تاکتیک‌ها، تمرینات و پشتیبانی.
- ممکن است نوآوری نظامی به فناوری سطح بالا نیاز نداشته باشد، چراکه بعضی از کشورها از عهده سرمایه‌گذاری لازم در فناوری سطح بالا بر نمی‌آیند. به‌علاوه برخی از فناوری‌های سطح پایین و مقرون‌به‌صرفه ممکن است در صورت ترکیب با عملیات یا رویکردهای تاکتیکی خلاقانه، برای پیروزی کفایت کنند. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ RAND؛ ۱۹۹۹).

با این‌وجود نمی‌توان نقش فناوری نظامی را نادیده گرفت. چنان‌که ون کرولد^۱ اشاره کرده است: هم فناوری نظامی و زیرساخت‌ها، و هم پشتیبانی^۲ 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 سازوکارهای به کار گرفته شده است. در بخش دفاعی، مجموعه‌ای از سازمان‌های دولتی و غیردولتی پشتیبان نوآوری می‌باشند. چراکه نوآوری در مباحث دفاعی یکی از مسائل اساسی و حیاتی

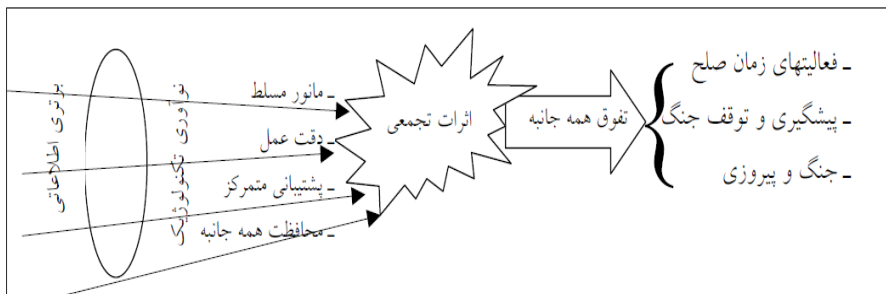
^۱ Van Creveld

^۲ Logistics

^۳ Technological Innovation

برای منافع و امنیت ملی محسوب می‌شود. وزارت دفاع آمریکا در سند چشم‌انداز مشترک ۲۰۱۰ به این مسئله اشاره می‌کند. (نظری زاده، ۱۳۸۲؛ U.S. Department of Defense؛ ۲۰۰۰)

شکل شماره ۱: نقش نوآوری تکنولوژیک در تفوق دفاعی

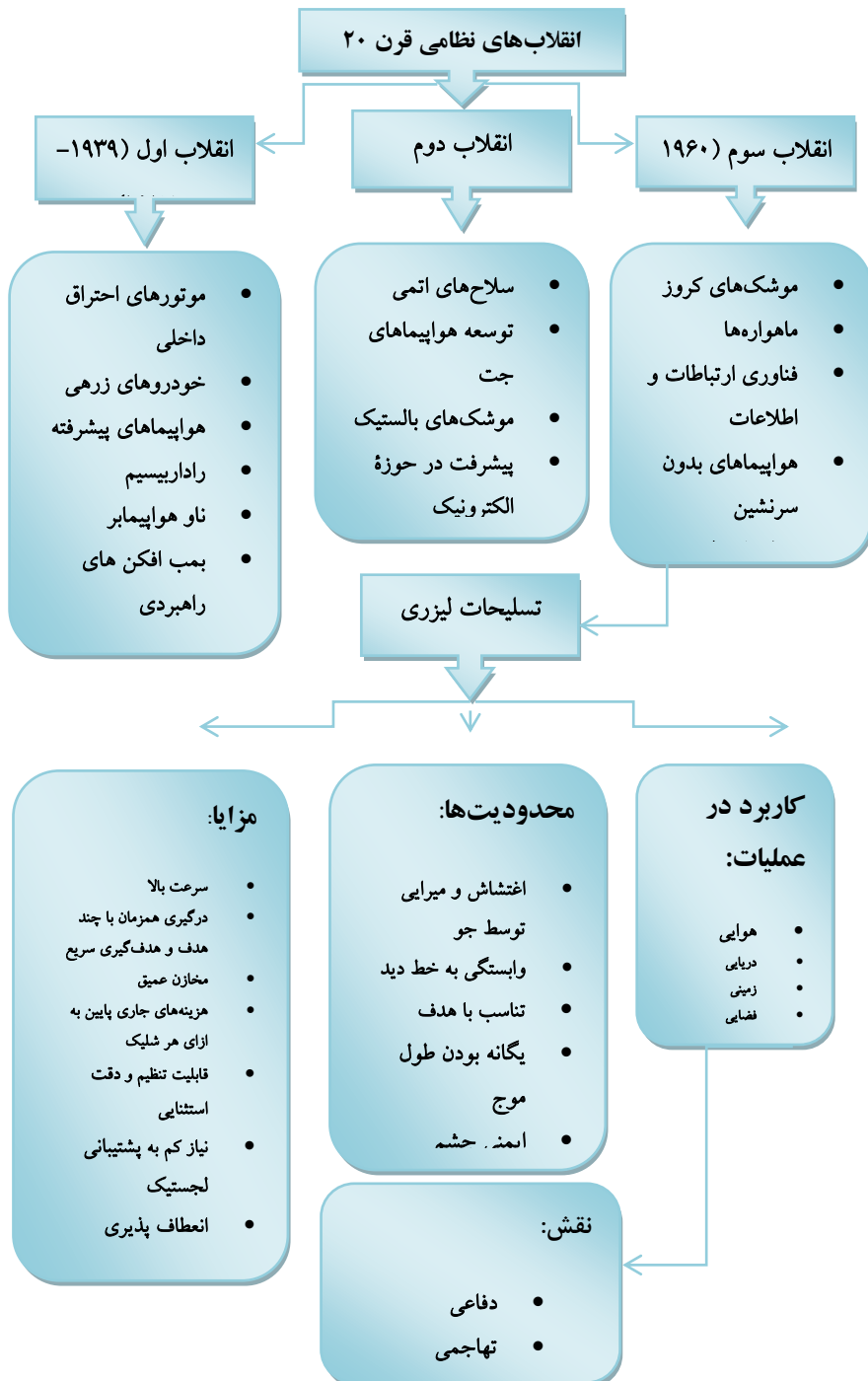


همچنان که مشاهده می‌شود، نوآوری تکنولوژیک نه تنها در زمان جنگ تأثیرگذار است؛ بلکه در پیش‌گیری از جنگ و فعالیت‌های زمان صلح هم تأثیر دارد. نوآوری تکنولوژیک با تأکید بر مؤلفه‌هایی نظیر مانور مسلط، دقت عمل، پشتیبانی متمرکز و محافظت همه‌جانبه می‌تواند متضمن ایجاد برتری اطلاعاتی و تفوق در این زمینه را فراهم 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 به‌نوبه 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 به‌طور 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 بمب‌افکن‌های راهبردی در معادلات نظامی، ساختار سازمانی و مفاهیم عملیاتی جایگاه ویژه‌ای یافت. این سلاح‌ها و تجهیزات موجب پیدایش اصلی غافلگیری در جنگ‌ها شد. انقلاب دوم در دهه ۱۹۵۰ با ظهور سلاح‌های اتمی، توسعه هواپیمای جت، موشک‌های بالستیک و پیشرفت‌های عرصه الکترونیک صورت گرفت (این موارد به‌طور خلاصه و به جهت 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، به‌کارگیری ماهواره‌ها برای شناسایی، فناوری ارتباطات و اطلاعات و موقعیت‌یابی جهانی، هواپیمای رادار گریز و مهمات دقیق هدایت‌شونده (تسلیحات لیزری) صورت گرفت. این انقلاب در جنگ خلیج‌فارس در ۱۹۹۱ به اوج خود رسید. یعنی هنگامی‌که توان بالقوه و عظیم ناشی از ترکیب این سامانه‌های تسلیحاتی با شبکه‌های اطلاعاتی عینیت یافت. (خزایی، ۱۳۸۴، ۶).

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



۲. تاریخچه به کارگیری 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 آزمایش‌ها بر روی گازها، مایعات، جامدات، شیشه‌ها، پلاستیک‌ها، نیمه رسانه‌ها و رنگ‌های مختلف انجام گرفته‌اند. علاوه بر کریستال یاقوت، کریستال‌های بسیاری به عنوان 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 بر اساس تکنیک ساخت دسته‌بندی کلی کرد. دسته‌های اصلی عبارت‌اند 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 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 پرانرژی 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 پیش‌بینی 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 جنگ‌افزار هدایت‌شونده دقیق و پنهان‌کار، موجب انقلابی در جنگ شدند و استراتژی جنگ را به کلی دگرگون ساختند. (منطقی، ۱۳۸۰، ۳۷)

! Directed Energy Weapons

! High Energy Laser

جنگ‌افزارهای هدایت‌شونده دقیق، تخریب اقتصادی هر هدفی را ممکن می‌سازند. به‌ویژه 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 به‌سوی 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 انگشت‌شماری از مهمات هدایت‌شونده دقت بالا می‌توانند این وظیفه را انجام دهند. (منطقی، ۱۳۸۱، ۳۲).

با شروع جنگ خلیج‌فارس 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 به‌طوری‌که از زمان جنگ خلیج‌فارس 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 خلیج‌فارس ثابت نمود که استفاده از تسلیحات دقیق در چه سطح وسیعی از رویارویی‌های نظامی، به‌خصوص 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. به‌طوری‌که 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. درگذشته 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 به کارگیری 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 دودسته تسلیحات هدایت انرژی مستقیم لیزری و حسگرهای لیزری تقسیم کرد. برخی از لیزرها در هر دودسته 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 به عنوان حسگرهای 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

وضعیت	مثال	مصارف حسگر
نخستین بار در سال ۱۹۶۸ ساخته شد	بمب هدایت لیزری	آشکارسازی هدف
سال ۱۹۷۶ گسترش یافت	کنترل آتش در تانک‌ها	مسافت یابی
پژوهش و ساخت	ارتباطات زیردریایی	ارتباطات
پژوهش و ساخت	تأیید WMD شیمیایی	رادارهای لیزری LiDAR/Ladar
		تسلیحات هدایت انرژی
از سال ۱۹۹۵ ممنوع شده،	نمونه‌های اولیه ساخت	لیزرهای کورکننده
اما پیش از آن چند بار استفاده شد	چین و بریتانیا	

دفاع نقطه‌ای	دفاع در برابر توپ	نمونه اولیه
دفاع موشکی	لیزر هوابرد	پژوهش و اختراع

۳-۱. کاربرد به‌عنوان حسگر لیزری

نخستین بمب‌های هدایت‌لیزری 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 هدایت‌لیزری بر اصل مشهور به آشکارسازی هدف متکی می‌باشند. هدف به‌وسیله خال یک لیزر دارای طول‌موج‌ها و فرکانس مختلف روشن می‌شود. حسگر درون بمب، این سیگنال را تعیین کرده و با استفاده از باله‌های کنترلی بمب به‌صورت خودکار به‌سوی هدف مشخص‌شده هدایت می‌شود.

کاربرد دیگر حسگر، مسافت یاب لیزری است. مسافت لیزری در سیستم کنترل آتش تانک از سال ۱۹۷۶ استفاده شده‌اند. مسافت یاب که در ابتدا کاربرد چندانی نداشت، رفته‌رفته پرکاربردتر شد. پیشرفت قابل‌توجه 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 (مسافت یابی و آشکارسازی نوری) و LASER Detection and Ranging (مسافت یابی و آشکارسازی لیزری) هستند. یکی از کاربردهای بالقوه LiDAR چند طیفی، آشکارسازی عوامل شیمیایی جنگی در جو است. (Sica,2007)

استفاده از این لیزر به‌عنوان حسگر در حوزه ارتباطات نیز کاربرد دارد. یکی از پیشرفت‌های جالب در این حوزه، تلاش‌های اخیر برای استفاده از لیزر در ارتباطات میان زیردریایی‌هاست. طول‌موج‌های 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.

۳-۲. 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 AWACS، STARS شود. چون این سیستم نیاز به سرکوب دفاع هوایی دشمن^۲ (SEAD) را کاهش می‌دهد، امکان شروع سریع‌تر حمله به مرکز گرانرش 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 به‌صرفه‌تر 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 آتش‌اندازهای زمینی، انجام دهند. (Duffner, 1997:279).

^۱ On Board

^۲ Suppression of Enemy Air Defenses

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 کاربرد که یک قابلیت دفاعی هوا به زمین فراهم می‌کند. ترکیب قابلیت‌های منحصربه‌فرد آن‌ها با نسل موجود و جدید حس‌گرها و پلتفرم‌های هوایی، توانایی میزان‌سازی دقیق^۱ را افزایش داده و نیروی هوایی را برای عملیات ضد شورش و ضد تروریستی مناسب‌تر می‌سازد. کاربرد هجومی تسلیحات لیزری به نبرد زمینی عمدتاً در مأموریت‌هایی که به دقت، سرعت عمل، قابلیت تنظیم و واردکردن تضمینی صدمه به کمین نیاز است، اختصاص دارد. مأموریت‌های ضد تک 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. آزمایش‌های 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 کشورهایی 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

^۱ Fine Tune

مطابق خواص مشخصه پرتو لیزر یعنی شدت بالا، تک‌رنگی، همبستگی و هدایت‌پذیری است. فاصله‌یاب‌های لیزری نسبت به ماکروویو (رادارهای پیشین) برتری دارند، زیرا قابلیت تنظیم و هدایت‌پذیری بالاتری را داشته و در نتیجه رزولوشن زاویه‌ای بالاتری را به دست می‌آورند. همچنین این سیستم‌ها دارای مزیت روشنایی پرتو بیشتر بوده 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 کرین 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 به‌سادگی کشف کرد.

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

- توپخانه، خودروهای زره‌پوش یا تانک.

- فاصله‌یاب لیزری پرتابل. این فاصله‌یاب‌ها در سیستم‌های کنترل آتش توپ‌های میدانی به کار می‌رود.

- فاصله‌یاب لیزری هوابرد، نصب‌شده بر روی غلاف دارای وضعیت (SERVO Positioned) برای نیروهای هوایی. فاصله‌یاب 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).

۴-۲. لیزر زیرآبی

از این لیزرها می‌توان به‌عنوان منبع انتشار نور زیرآب استفاده کرد. در حال حاضر زیردریایی‌ها برای یافتن وسایل نقلیه دشمن و همچنین دوری از اشیای زیرآب، باید بر یک وسیله کاشف زیردریایی به کمک امواج صوتی (sonar) تکیه کنند. Sonar محدودیت‌های شدیدی دارد. نهنگ‌ها و دلفین‌ها و سایر موجودات آبی سیگنال‌های اشتباه ارسال می‌کنند. Sonar نمی‌تواند یک تصویر واضح تشکیل دهد، زیرا پرتوهای آن به‌وسیله آب دریا منتشر یا پراکنده می‌شوند. از لیزرها می‌توان برای فاصله‌یابی و کشف دقیق و مؤثر اشیای زیردریایی استفاده کرد. همچنین در ارتباطات بین زیردریایی‌ها و باهدف کسب اطمینان از اقتضای مطلق و همچنین سیستم‌های هدایت اژدها و سایر وسایل زیر آب نیز می‌توان استفاده کرد. (Vikrant, 2012).

۳-۴. موشک ضدتانک با هدایت لیزری (ATM)

موشک‌ها را می‌توان با استفاده از پرتو مادون‌قرمز ساطع‌شده از یک لیزر با واگرایی بسیار کم هدایت و کنترل کرد. که از چهار راه می‌تواند حاصل شود:

- استفاده از پرتو لیزر برای نمایان ساختن تانک هدف. پس‌ازآنکه تابش ارسال‌شده از تانک بازگشت، موشک ضدتانک به‌سوی آن ارسال می‌شود.

- استفاده از پرتو لیزر برای هدایت موشک یا به‌عبارت‌دیگر صدور دستور برای موشک.

- موشک یک پرتو لیزر ساطع می‌کند که مسیر برخورد موشک به هدف را نقطه‌یابی کرده و امتداد آن را حفظ می‌کند.

- موشک یک اسکنر لیزری را با خود حمل کرده که می‌توان به کمک آن اهداف فعال را جستجو کرده و به سمت آن‌ها پرواز کند. (Koruba, 2015).

۴-۴. رادار لیزری (LIDAR)

هنگامی‌که از پرتو لیزر در رادارها استفاده گردد، آن را Lidar می‌نامند. مشخصه‌های رادار لیزری را نمی‌توان با رادارهای معمولی (ماکروویو) به دست آورد. از طرفی لیزر با استفاده از لنزها و آینه‌ها می‌تواند به‌راحتی تمرکز کند درحالی‌که 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 قابل‌تعیین با دقت بالا توسط رادار لیزری، صورت می‌گیرد که در رادارهای معمولی امکان‌پذیر نیست. از آنجاکه پرتو لیزر میرایی بسیار شدید توسط مه، باران یا برف دارد، رادارهای لیزری تنها در شرایط جوی خوب، عملکرد عالی خواهند داشت. (Carter, 2012, 3)

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 به‌کاررفته در اکثر هواپیماها (اعم از شهری یا نظامی) و همچنین موشک‌های هدایت دوربرد شده است. مزایای عمده این ژيروسکوپ‌ها عبارت‌اند از: نبود اجزای متحرک.

- قابلیت اتکای بیشتر در مقایسه با ژيروسکوپ‌های مکانیکی.

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

۴-۶. فیوز لیزری انفجار از راه دور

این فیوز که در ایالات متحده با استفاده از یک لیزر حالت‌جامد ساخته‌شده، 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 واردکردن ضربه مستقیم، هدف خود را منهدم کند. (Blanquer, 2007, 12)

۴-۷. مراقبت لیزری

منابع نوری مادون‌قرمز موجود که از آن‌ها به‌عنوان دیده‌بان‌های زمینی برای تعیین نقاط زمینی، استفاده می‌شود کارایی 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 دیده‌بان‌های زمینی استفاده کنند. در

نتیجه عملیات رها کردن کالا از هوا به مکان معینی از زمین با کارایی بالا ممکن می‌شود. (Wizinowich, ۲۰۰۶).

۴-۸. شبیه‌سازی‌ها

شبیه‌سازی نبرد همواره بخش مهمی از برنامه‌ریزی 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^۱ کاربرد لیزر ترکیبی چندگانه^۱ نام دارد. لیزرهای یادشده اثرات یک سلاح واقعی را بدون ایجاد جراحت شبیه‌سازی می‌کنند و اجازه می‌دهند که نبردی حقیقی و آموزشی با کیفیت بالا امکان‌پذیر 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 اینجا به برخی از مزیت‌های لیزر که باعث ترغیب و توجه صنایع نظامی به استفاده از این فناوری گردید اشاره می‌شود.

۵-۱. سرعت بالا

تسلیمات لیزری با سرعت نور به هدف آسیب می‌زند، آن‌ها برخلاف تسلیحات موشکی زمان زیادی در حال پرواز نیستند. این ویژگی تسلیحات لیزری را به یک گزینه مناسب برای هدف قرار دادن اهداف نزدیک دارای

^۱ MILES: Multiple Integrated Laser Engagement System

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 تسلیحات لیزری دارای قطعات مکانیکی متحرک کمی بوده و به‌صورت ثابت توان گرفته و از طریق شارژ مجدد مخازن انرژی الکتریکی یا شیمیایی خود پر می‌شوند، می‌توانند به‌سرعت با چند هدف درگیر شوند.

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 قرارگرفته 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 خودکار، تعقیب‌کننده و بدنه و... در قالب موشک‌ها تحمیل می‌کنند. از سوی دیگر تسلیحات لیزری تنها انرژی را مصرف می‌کنند. هزینه‌های جاری تحمیل‌شده به ازای هر شلیک تنها ناشی از سوخت شیمیایی مصرف‌شده یا سوخت موردنیاز برای تولید برق موردنیاز برای توان دادن به یک لیزر حالت‌جامد

۱ Surface-to-air

۲ Air-to-air

۳ Unmanned Aerial Vehicle

۴ High Energy Laser for Rockets, Artillery and Mortars

یا FEL بوده که مقدار آن کم است. بنابراین هزینه‌های استفاده از تسلیحات لیزری در ساخت، پیشرفت، تهیه و تعمیر و نگهداری سیستم‌ها بوده و هیچ مهماتی توسط آن‌ها مصرف نمی‌شود.

۵-۵. قابلیت تنظیم و دقت بالا

تسلیحات لیزری برخلاف رادارها و سایر حس‌گرها، با استفاده از یک پرتو کم قدرت به تعقیب و اکتشاف اهداف خود می‌پردازند. این پرتو می‌تواند در هر مکانی پیش از آن‌که پرتو پرتوان بر روی هدف اعمال شود و خسارت موردنظر را بر آن وارد کند، با دقت بالا روی آن فوکوس کند. در صورتی که سلاح لیزری 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 غیر مهلک را به ارمغان آورد.

۵-۶. 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 لیزری تنها نیازمند سوخت شیمیایی برای کارکرد لیزر یا سوخت موردنیاز برای تولید برق موردنیاز لیزر می‌باشند.

۵-۷. انعطاف‌پذیری

تسلیحات لیزری پیمان‌های متناسبی هستند. می‌توان چند مدل یکسان لیزر را بر روی هم گذاشته و یک لیزر قوی‌تر ساخت. آن‌ها می‌توانند متناسب با ظرفیت حمل پلتفرم‌های مختلف تنظیم شوند. برخلاف تفنگ‌ها و موشک‌ها که اغلب برای تنها یک مأموریت خاص طراحی می‌شوند، یک لیزر می‌تواند نیاز چند مأموریت را تأمین کند.

۶. محدودیت‌های لیزر

علی‌رغم مزیت‌های بسیار لیزر که تا اینجا به برخی از آن‌ها اشاره شد، لیزر دارای محدودیت‌هایی اساسی است، به‌طوری‌که یکی از استراتژی‌های مهم کشورهای ضعیف‌تر، که از حیث فناوری و تامین مالی، توانایی رقابت با کشورهای قدرتمند در این حوزه ندارند، بهره‌برداری از همین نقاط ضعف و محدودیت‌های اساسی این فناوری است. در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

۱-۶. اغتشاش و میرایی توسط جو

چون پرتوهای لیزر باید توسط جو منتشر شوند، می‌توانند 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. به‌منظور رفع این محدودیت‌ها تسلیحات لیزری از اپتیک‌های جبران ساز برای جبران اعوجاج جوی پرتوی لیزر استفاده می‌کنند.

۲-۶. وابستگی به خط دید

تسلیحات لیزری برای درگیر شدن با یک هدف به یک خط دید مستقیم نیاز دارند. موادی که به‌عنوان سپر محافظتی به‌کاررفته و به‌راحتی از طریق کاهش کارایی، سوزانده نمی‌شوند نیز از محدودیت‌های لیزر هستند.

۳-۶. تناسب با هدف

تسلیحات لیزری بیشتر مناسب استفاده علیه اهدافی که به ضربه بسیار سریع و دقیق نیاز دارند (مانند راکت‌ها، موشک‌ها یا توپ‌های در حال پرواز) یا نابودسازی یا اختلال اهداف از طریق تمرکز کردن و صدمه زدن به قطعات کوچک مانند وسایل نقلیه دارای پوسته نازک است. تسلیحات لیزری در برابر سازه‌های مستحکم مانند پناهگاه‌های زیرزمینی یا حتی ساختمان‌ها اثرگذاری کمی دارند. همچنین این تسلیحات در برابر وسایل نقلیه زره‌پوش صرفاً به‌صورت از کار انداختن قطعات آسیب‌پذیر مانند آنتن، حس‌گرها 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 موج‌های مختلف ایجاد می‌کنند. FEL می‌تواند نور را در طیف وسیعی از طول موج‌ها تنظیم نماید که می‌تواند 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

در حالی 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 کارکنان 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 هوابرد) 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 به‌کارگیری آن در عملیات 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. عملیات 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 عملیات هوایی چند وجه 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 *AWACS, Joint STARS, ABL* ها 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 به‌دست‌آمده از دفاع لیزری بهره‌بردار. 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 به‌وسیله 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 بالستیکی 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. به علت 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 میزان 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 طول‌موج انرژی منتشر شده و شرایط جوی موجود مانند آب‌وهوا 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 به وجود 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 حس‌گرها مشاهده می‌شد. بهترین راه استفاده از سیستم‌های لیزری فضایی، صور فلکی ماهواره‌ها برای دستیابی به یک پوشش مطلوب در پایین‌ترین مدار است. 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 الی ۱۵۰۰ کیلومتر می‌توان اکثر مناطق زمین به جز 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 مادون‌قرمز برای اسلحه لیزری استفاده شده که به نزدیکی دشمن رفته سپس یک لیزر پرنورزی را شلیک نماید. لیزرهای دفاعی همچنین می‌توانند از ماهواره‌های بارزش 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 راه‌اندازی 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 غیرمحمول 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 اعلام‌شده آن‌ها وجود دارد. این کاربردها می‌توانند شامل تسلیحات طراحی شده برای کور کردن، آتش زدن یا ضد ماهواره (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 نه‌چندان دقیق بر روی توانایی‌های بالقوه تسلیحات لیزری نشان می‌دهد که آشنایی مقدماتی با عملیات 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 SAM، AAM، ها، 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 برعکس 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. به‌منظور استفاده از این قابلیت در حال ظهور به مفاهیم عملکردی برای هدایت سرمایه‌گذاری‌ها به‌سوی فناوری انتقال تسلیحات لیزری نیازمندیم. به دلیل نیاز مبرم به حفظ امنیت کشور، پیشرفت مفاهیم عملکردی باید در اولویت کاری 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 به‌وضوح، 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 خشتی کردن توان نبرد نا هم‌تراز 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 به‌خوبی به این امر آگاه باشد و توجه و دقت لازم را نسبت به پیشرفت‌هایی که کشورهای دنیا در این عرصه به دست 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 روبه‌جلوی 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، بدین‌صورت 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 پرتاب‌شده 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.

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

- اگرچه 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 برطرف 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 مآخذ

- (۱) بوشهری، علی‌رضا؛ الیاسی، مهدی و نظری زاده، فرهاد (۱۳۸۲)، ارزیابی نوآوری در صنایع دفاعی؛ موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی استراتژیک طرح مطالعات راهبردی.
- (۲) تسلیمی، محمد (۱۳۷۶)، مدیریت تحول سازمانی، تهران: انتشارات سمت.
- (۳) خزایی، سعید (۱۳۸۴)، دیده‌بانی فناوری‌های نظامی در حال ظهور، مرکز آینده‌پژوهی 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 جنگ‌افزارهای هدایت‌شونده دقیق بر عملیات جنگ هوایی.
- (۶) منطقی، منوچهر (۱۳۸۱)، سیستم‌های تسلیحاتی مطرح در جنگ‌های مدرن، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی و مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.
- (۷) نظری‌زاده، فرهاد (۱۳۸۲)، نوآوری نظامی، مفاهیم و ساختارها، دفتر سیاست پژوهی 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.

- ۱) Blanquer, Eeic, (2007), LADAR Proximity Fuze - System Study-, Master's Degree Project Stockholm, Sweden.
- ۲) 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.
- ۳) Chandra Singh, Subhash; Zeng, Haibo; Geo, Chunlei; Cai, Weiping, (2012) Lasers: Fundamentals, Types, and Operations; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- ۴) Duffner, Robert. W, (1997), Airborne Laser: Bullets of Light; Plenum Trade.
- ۵) Dunn, J. Richard; (2005), Operational Implications of Laser Weapons. available at: <http://lipas.uwasa.fi/~TAU/AUTO3160/Slides/Juhani.pdf>
- ۶) Freedman, David H, (2001), Lasers: the Light Brigade; Strategic Affairs, No. 26/Issue.
- ۷) <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>.
- ۸) http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_laser_applications.
- ۹) http://www.drdo.gov.in/drdo/data/Laser_and_its_Applications.pdf
- ۱۰) <http://www.kigre.com/files/historylasers.pdf>
- ۱۱) <http://www.thetech.org/>
- ۱۲) Jelínková, Helena; Kluiber, Zdenek; Laser and its Applications. available at: http://www.drdo.gov.in/drdo/data/Laser_and_its_Applications.pdf
- ۱۳) Kopp, Carlo, (2008), High energy laser air defence weapons: available at: <http://www.ausairpower.net/SP/DT-Laser-ADW-2008.pdf>
- ۱۴) 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.
- ۱۵) Murawiec, Laurent, (1999), Innovation, Element of power; Published by Geopol C.A.S.E; USA.
- ۱۶) Nelson, Chad; Crist, Jordan, (2012), Predicting laser beam characteristics; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- ۱۷) Pizzocaro, Marco; Beverini, Nicolo, (2009); Development of a ring laser gyro: active stabilization and sensitivity analysis.
- ۱۸) RAND, (1999), Prediction Military Innovation.
- ۱۹) 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.

۲۰) Stupl, Jan, Neuneck, Götz, (2005), High Energy Lasers: A Sensible Choice for Future Weapon Systems? Available at:

<http://securitychallenges.org.au/ArticlePDFs/vol1no1StuplandNeuneck.pdf>

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

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.

۲۲)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, 118:297–3۰۹.