

کاربردهای مخابرات نوری بدون کابل در جنگ شهری

غلامرضا ملکی^۱

چکیده

امروزه مخابرات نوری با استفاده از کابل نوری (فیبر نوری) مورد توجه زیاد قرار گرفته است تا امنیت در ارسال و دریافت ایجاد شود. ولی با تمام ویژگی‌هایی که این سامانه دارد جواب‌گوی ارتباط امن برای هر مکانی و در هر زمان نمی‌باشد لذا مخابرات نوری بدون کابل که دارای امنیت بالایی مثل مخابرات نوری کابلی است، این مشکل را نیز بر طرف کرده که می‌تواند در هر مکانی و با صرف زمان بسیار اندک ارتباط را برقرار و حتی برای زمان‌هایی هم که نیاز به متحرک بودن هست، آنرا نیز ایجاد نماید. علاوه بر این دارای خصوصیات ویژه‌ی امنیتی نیز می‌باشد که در این مقاله به تعدادی از آنها به شرح ذیل اشاره شده است:

۱- ارسال جهت‌دار با اشعه بسیار باریک برای اتصال نقطه به نقطه ۲- عدم امکان رهگیری سیگنال ۳- جلوگیری از رمزگشایی سیگنال ۴- عدم کارکردن در صورت تنظیم نبودن فرستنده و گیرنده.

کلید واژگان:

مخابرات نوری بدون کابل، جنگ شهری

^۱ - کارشناس ارشد مدیریت علوم دفاعی

مقدمه

استفاده از نور جهت ارسال پیام کار بسیار قدیمی است که در زمان‌های قدیم با دود و یا شعله آتش صورت می‌گرفت. در صدها سال گذشته نیز تبادل اطلاعات بین کشتی‌های رزمی از طریق چشمک زدن چراغ‌های دریایی انجام می‌شد. مخابرات نوری در عصر حاضر نیز با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد و مناسب خود مجدداً مورد توجه قرار گرفته است و در سیستم‌های مخابراتی امروزه استفاده می‌گردد.

جنگیدن در مناطق شهری و ساختمانی به سبب محدودیت استفاده از هواپیماها و خودروهای زرهی، عدم توانایی برخی از جنگ‌افزارها و کم شدن میدان دید و تیر یگان‌های درگیر، شرایط خاصی را ایجاد می‌کند و نبرد در این مناطق با بکارگیری تاکتیک ویژه امکان پذیر است که به آن جنگ شهری^۱ می‌گویند. پیدایش جنگ شهری به ابتدای دوران شهرنشینی انسان‌ها و ساخته شدن قلعه‌ها و دژها باز می‌گردد که جنگ شهری عبارت است از حملات نظامی به مناطق مسکونی و غیر نظامی برای بالا بردن میزان فشار روانی جنگ بر مردم و دولت مقابل می‌باشد که این جنگ غالباً با شدت فراوان و آثار تخریبی روانی و جسمانی زیادی برای غیر نظامیان در جهان همراه خواهد بود. (اسدی‌نیا، ۱۳۸۴)

مخابرات نوری به دو دسته عمده تقسیم می‌گردد.^۲**الف: مخابرات نوری با استفاده از فیبر نوری**

در این روش اطلاعات به سیگنال‌های نوری تبدیل شده و از طریق مسیرهایی از رشته‌های باریک شیشه‌ای منتقل می‌گردند که در محیط پخش نمی‌شوند.

ب: مخابرات نوری بدون کابل (در فضای آزاد)

در این روش اطلاعات بعد از تبدیل به سیگنال‌های نوری از طریق محیط و بدون داشتن یک کانال منتقل می‌گردد. در این روش ممکن است سیگنال‌های نوری در محیط پخش گردند یا به صورت جهت‌دار تنها به هدف از پیش تعیین شده ارسال گردد.

^۱- urban guerrilla warfare

^۲- پاسار، شهریار، سیستم‌های مخابرات لیزری در فضای باز، نشر نوید شیراز ۲۰ آذر، ۱۳۸۶.

مخابرات نوری در فضای آزاد دارای ویژگی‌های مختلفی است که آنرا برای بسیاری از کاربردها موثر کرده است که از آن جمله می‌توان به عدم نیاز به سیم کشی، امکان انتخاب مقصد دریافت موج، عرض باند بالا، عدم امکان تشخیص آسان توسط افراد غیر مجاز و تنوع کاربردهای آن اشاره نمود.

کاربردهای مخابرات نوری در فضای آزاد بسیار وسیع است و از ارسال یک سیگنال در داخل یک ساختمان تا ارسال سیگنال بین دو ماهواره فضایی را در بر می‌گیرد. به طور کلی قابلیت‌های مخابرات نوری را می‌توان به گروه‌های زیر تقسیم نمود:

۱- ارتباطات در فضای آزاد با برد چند کیلومتر

۲- ارتباطات دریایی

۳- ارتباط در هواپیماهای بدون سرنشین

۴- ارتباطات فضایی

۵- ارتباطات داخل ساختمان

سیستم‌های مخابرات نوری از روش‌های مختلفی جهت کدینگ و ارسال سیگنال استفاده می‌نمایند. در سال‌های اخیر با توسعه علم فیزیک از روش‌های کوانتومی نیز جهت مخابرات نوری استفاده گردیده است.

دلایل استفاده از سیستم‌های مخابرات نوری در جنگ شهری

برای برقراری ارتباط میان نفرات در جنگ شهری راه‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این راه‌ها استفاده از سامانه‌هایی که از امواج رادیویی استفاده می‌کنند (بی‌سیم)، می‌باشد که سرعت آن در مقایسه با استفاده از پیک و یا پیام رسان و استفاده از علائم سمعی و بصری تا حدود زیادی می‌باشد ولی بزرگترین نقطه ضعف سیستم‌های مخابرات رادیویی امکان شناسایی و ممانعت توسط دشمن است. زیرا با توجه به این که امواج رادیویی در تمام جهات منتشر می‌شوند شناسایی آن در تمام محیط شهری امکان پذیر است و با قرار دادن چند دستگاه شنود در اطراف شهر تمام ارتباطات شهری را می‌توان شنود کرد. لذا سامانه‌های مخابرات رادیویی دارای امنیت کمی هستند مگر اینکه از الگوریتم‌های بسیار پیچیده و زمان بر رمزنگاری استفاده نمود. همچنین این سامانه‌ها برای کارکرد نیاز به تخصیص فرکانس دارند تا در کار سامانه‌های مخابراتی دیگر اختلال ایجاد

نمایند راه دیگر استفاده از سیستم‌های ارتباطی باسیم می‌باشد، این روش در مقایسه با روش قبل از امنیت بیشتری برخوردار است ولی چگونگی دست یافتن به آن در جنگ شهری، بسیار دشوارتر می‌باشد.

روش دیگر در برقراری ارتباط استفاده از پیک و یا پیام رسان می‌باشد، این روش از نظر امنیتی در سطح بالایی می‌باشد ولی از نظر سرعت انجام در مقایسه با دو روش قبل کند تر بوده است.

یکی دیگر از روش‌ها استفاده از علائم سمعی و بصری می‌باشد. علائمی چون ارتباط از طریق دود، آتش، پرچم، سوت و یا علائم قراردادی میان فرمانده و نیروها که بصورت بسیار محدود در زمان‌هایی بسیار خواص به کار گرفته می‌شوند. (حیبی، سرکارگر اردکانی و نظری، ۱۳۸۸)

در مقابل سیستم‌های نوری بدون کابل (بیسیم) این مشکلات را ندارد و دارای ویژگی‌هایی نیز می‌باشند که برای کاربردهای خاصی بسیار مناسب هستند که از عهده‌ی دیگر سامانه‌های ارتباطی بر نمی‌آید.

این سیستم‌ها تداخلات الکترومغناطیسی تولید نمی‌نمایند و از این تداخلات نیز تاثیر نمی‌پذیرند لذا در شرایطی که تداخلات الکترومغناطیسی شدیدی در محیط‌های شهری وجود دارد یا زمانیکه ما قصد جلوگیری از بروز تداخلات الکترومغناطیسی را در جنگ شهری داریم مفید می‌باشد.

برای نصب این سیستم نیاز به تخصیص فرکانس نمی‌باشد و می‌توان از هر فرکانس و عرض باندهی برای ارسال اطلاعات بدون گرفتن مجوز قانونی استفاده نمود.

در حال حاضر تجهیزات ارزان قیمت و در دسترسی وجود دارند که توانایی مخابرات در سرعت‌هایی در حدود چند صد مگا بایت در ثانیه را دارا می‌باشند.

نور از دیوار و سایر چیزهای کدر نمی‌گذرد این امر دو مزیت برای مخابرات نوری بدون کابل دارد اولاً می‌توان با یک دیوار مانع از عبور سیگنال ارسالی شد و مخابرات را به یک فضای خاص محدود ساخت ثانیاً می‌توان از یک فرکانس در دو اطاق مختلف استفاده نمود بدون اینکه نگران تداخل آنها باهم باشیم.

در سیستم‌های مخابرات نوری میزان سیگنال به نوبه بسیار بالا است و یکی از مزایای بسیار مهم آن می‌باشد. میزان سیگنال به نوبه متناسب با مجذور انرژی دریافتی در آشکار ساز است.

راندمان انرژی در سیستم‌های نوری بسیار بالا است و لذا می‌توان از شکل موج‌هایی با ضریب پایین استفاده نمود. (یاوری، ۲۰۰۹)

امنیت در مخابرات نوری بدون کابل به علت خصوصیات ویژه‌ی آن به شرح زیر می‌باشد:

۱- ارسال جهت دار با اشعه بسیار باریک برای اتصال نقطه به نقطه

۲- غیاب سیگنال گوشه‌های کناری (Side lobe)

۳- نیاز به یک ارتباط کامل و بدون وقفه دارد

۴- عدم امکان رهگیری سیگنال

۵- عدم کار کردن در صورت تنظیم نبودن فرستنده و گیرنده

۶- جلوگیری از رمز گشایی سیگنال

توضیح خصوصیات ویژه‌ی امنیتی مخابرات نوری بدون کابل:

۱- ارسال جهت دار

زمانیکه اطلاعات به صورت بدون کابل از طریق هوا مخابره می‌شوند را بررسی کنیم، یکی از مهمترین اجزا، مسیر ارسال می‌باشد و به طور کلی هر چقدر مسیر سیگنال پهن تر باشد فرصت قطع شدن مسیر سیگنال بیشتر می‌شود. ذات جهت دار بودن ارسال مخابرات نوری بدون کابل، مزیت امنیتی عظیمی را ایجاد می‌کند. مخابرات نوری بدون کابل از پرتوهای موازی لیزر جهت ارسال استفاده می‌نماید. این سیگنال در کل طول مسیر بسیار باریک است و در مقایسه با سیگنال‌های رادیویی تفاوت بسیار زیاد است که این امر یکی از ویژگی‌های مهم برای عدم شنود و تداخل می‌باشد.

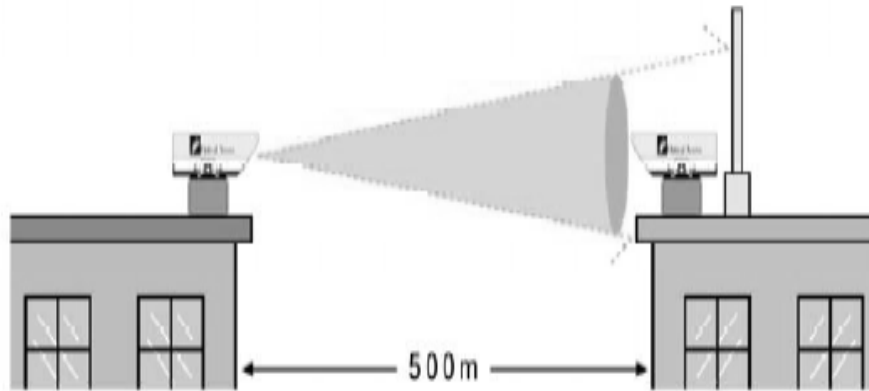
پهنای اشعه ارسالی در مدل‌های مختلف و در حالت‌های نصب مختلف قابل استفاده است و مدل‌های زیادی برای سرعت تبادل اطلاعات بین یک مگا بایت تا یک و نیم گیگا بایت وجود دارد. اشعه ارسالی از تلسکوپ در فواصل ۳۰۰ تا ۵۰۰ متری بسیار باریک است و برای بردهای دور و بیش از یک کیلومتر حداکثر پهنای اشعه به ۲۵۰ سانتی متر می‌رسد. در کاربردهایی که فاصله زیادی مورد نظر است شعاع اشعه باریک می‌ماند و قطع مسیر سیگنال را غیر ممکن می‌کند.

۲- غیاب سیگنال گوشه‌های کناری (Side lobe)

در مخابرات رادیویی انرژی به صورت الگوهای قابل پیش بینی در اطراف و پشت آنتن وجود دارد به این انرژی، تلف شده گوشه‌های کناری می‌گویند. این گوشه‌های کناری ذاتاً مقداری از سیگنالی را که مخابره می‌گردد به همراه دارند. در سیستم‌های مخابرات نوری بدون کابل از بروز این مشکل جلوگیری می‌گردد، زیرا همه انرژی از مسیری با یک زاویه باریک منتقل می‌گردد.

۳- نیاز به ارتباط کامل و بدون وقفه (جلوگیری از قطع مسیر سیگنال)

مخابرات نوری بدون کابل برای کارکرد موفقیت آمیز خود نیاز به یک اتصال کامل و بدون وقفه دارد. اگر فردی با قرار دادن یک آشکارساز در مسیر عبور سیگنال سعی در ایجاد وقفه در مخابرات نماید اتصال مسدود شده و مخابرات متوقف می‌گردد. تنها راه دریافت سیگنال‌های نوری بدون کابل دسترسی به آنها در پشت ساختمانی است که گیرنده در آن نصب شده است. برای جلوگیری از این عمل ناخواسته می‌توان از یک پوشش محافظ استفاده نمود تا سیگنال بعد از نقطه گیرنده مسیر خود را ادامه ندهد. (شکل -۱)



شکل - ۱ : مسدود کردن ارسال بعد از گیرنده

برای انجام این کار دو راه حل موجود است:

الف- نصب گیرنده مقابل دیوار که اندازه آن حداقل دو برابر قطر پرتو در نقطه دریافت باشد تا اطمینان نمایم که کلیه سیگنال‌ها جذب شده و امکان دریافت آن در پشت ساختمان نباشد.

ب- اگر گیرنده در سقف یک ساختمان یا در فضای باز نصب شده است با قرار دادن یک پوشش مناسب می‌توان از یک پرده استفاده نمود. برای داشتن بالا ترین سطح امنیت باید ابعاد پرده دو برابر قطر پرتو در محل نصب گیرنده باشد. این امر باعث متوقف شدن پرتوی نور پراکنده شده می‌گردد.

۴- عدم امکان رهگیری سیگنال

زمانی که نور از فضای آزاد می‌گذرد به علت اختلاف دما در نواحی مختلف تغییر مسیر می‌دهد. ممکن است افرادی اعتقاد داشته باشند که می‌توان از ویژگی تغییر مسیرهای تصادفی برای رهگیری سیگنال استفاده نمود، ولی این کار از نظر عملی غیرممکن است. در فواصل طولانی که دما بین لایه‌های مختلف هوا متفاوت است پرتوی مخابرات نوری بدون کابل شکسته می‌شود. به این امر چشمک زدن گویند. زمانی که نور شروع به چشمک زدن می‌نماید فوتون‌های نور توسط لایه‌های هوا به صورت تصادفی تغییر جهت می‌دهند. این پدیده همان پدیده‌ای است که باعث چشمک زدن ستارگان می‌گردد. با توجه به اینکه لایه‌های هوا همواره حرکت می‌نمایند مرزهای بین دو لایه در حال تغییر است. این امر باعث می‌گردد چشمک زدن کسری از ثانیه طول بکشد با توجه به اینکه زاویه انحراف کاملاً تصادفی است و به سرعت تغییر می‌نماید، پیش بینی محل سیگنال منحرف شده غیر ممکن است.

۵- عدم کار کردن در صورت تنظیم نبودن فرستنده و گیرنده

یکی از موارد حفاظتی مهم سیستم مخابرات نوری بدون کابل از کار افتادن سیستم مخابراتی در صورت نرسیدن سیگنال از فرستنده به گیرنده است. اگر فردی بخواهد سیستم مخابراتی را به جهتی غیر از گیرنده تعریف شده منحرف نماید، ارتباط مخابراتی متوقف می‌شود و تا زمان پایدار شدن، ارتباط سیگنال‌های اطلاعاتی ارسال نمی‌گردند.

۶- جلوگیری از رمز گشایی سیگنال

سیستم‌های مخابرات نوری بدون کابل بر مبنای لایه فیزیکی عمل می‌نمایند و شبیه تکرار کننده‌ها کار می‌نمایند با طراحی (bit in-bit out) که در آن هر بیتی که وارد می‌گردد، خارج

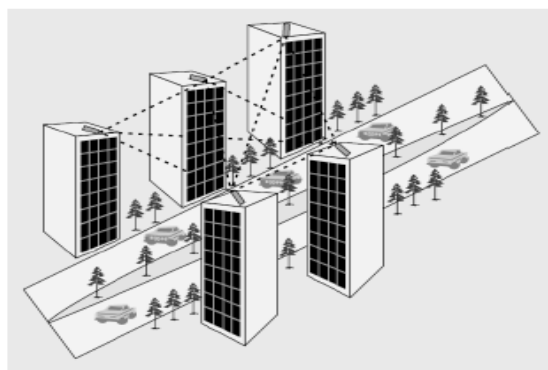
می شود سیگنال به آسانی رمزگشایی می گردد هر چند سیستم های مخابراتی، مخابرات نوری بدون کابل یک سیستم غیر فعال است و می تواند هر پروتکل با سطح امنیتی دلخواه را ارسال نماید. لذا کلیه امکانات حفاظتی در سیستم های مخابرات نوری بدون کابل قابل پیاده سازی است. سیستم های مخابرات نوری بدون کابل با کلیه سیستم های رمزگذاری سازگار می باشند و رمزگذار به عنوان یک ابزار جانبی حفاظت از اطلاعات را بر عهده دارد. این امر باعث سخت شدن رمزگشایی سیگنال ارسالی از مخابرات نوری بدون کابل می گردد. (سوئه ماتسو، ۱۳۸۷)

به طور کلی این سیستم از نظر امنیتی بسیار قدرتمند می باشد و می توان از این سیستم مخابراتی در سیستم های نظامی استفاده نمود.

کاربری سیستم مخابرات نوری بدون کابل^۱

سیستم های مخابرات نوری بدون کابل کاربری های متنوعی دارند که بسیاری از این کاربری ها برای سیستم های نظامی در جنگ شهری مفید می باشد. در زیر خلاصه ای از این کاربری ها بیان شده اند.

۱- ارتباط مخابراتی بین دو ساختمان با فاصله چند کیلومتر: در این روش گیرنده و فرستنده روی سقف ساختمان یا روی دیوار به صورتی که در دید هم باشند نصب می گردد. سرعت تبادل اطلاعات در این سیستم ها بسیار زیاد و قابل مقایسه با خطوط پرسرعت فیبرنوری می باشد. (مانند شکل-۲)



شکل-۲: ارتباط مخابراتی بین دو ساختمان

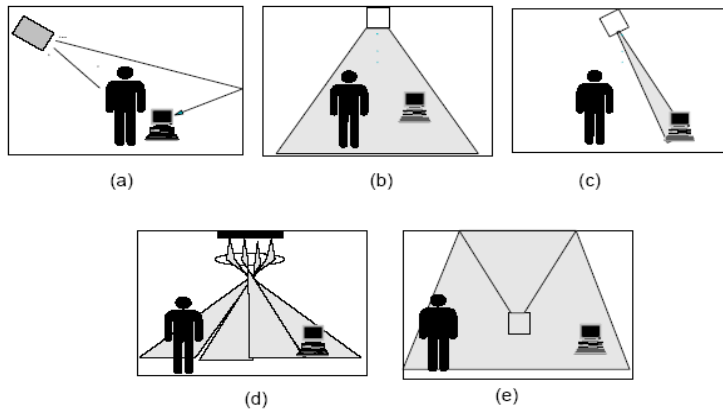
^۱- پدروتی فرانک ال، پدروتی لئون اس آشنایی با اپتیک، ترجمه: محی الدین شیخ الاسلامی، مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۸۶

کاربردهای مخابرات نوری بدون کابل در جنگ شهری.....۴۱

در این سیستم‌ها با توجه به ثابت بودن گیرنده‌ها و فرستنده‌ها نیاز به سیستم‌های کنترل پیشرفته برای هدایت پرتوی نوری وجود ندارد.

لازم به ذکر است با روش‌های مخصوص می‌توان تاثیر تغییرات جوی مانند مه و بارش برف و باران را جبران سازی نمود تا سیستم مخابراتی بتواند در شرایط جوی نامناسب نیز کار نماید.

۲-ارتباط مخابراتی داخل ساختمان: در این سیستم معمولاً گیرنده‌ها و فرستنده‌های زیادی در داخل یک ساختمان وجود دارند و به صورت یک شبکه امکان تبادل اطلاعات با یکدیگر را دارا می‌باشند. نکته مهم در این سیستم‌ها این است که لازم نیست حتماً دو دستگاه در دید هم باشند. (شکل-۳)



شکل-۳: ارتباط مخابراتی داخل ساختمان

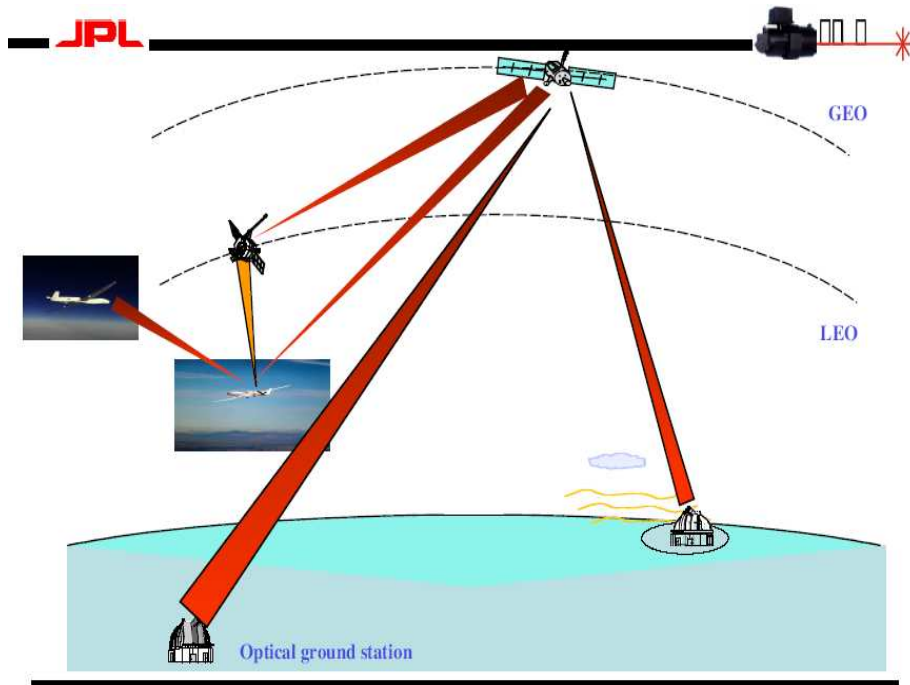
در سیستم‌هایی که از پدیده انتشار بجای دید مستقیم استفاده می‌نمایند معمولاً از نور مادون قرمز جهت پرتوی ارتباطی استفاده می‌کنند. در سیستم‌های داخل ساختمان برخلاف سیستم‌هایی که در بیرون ساختمان کار می‌نمایند هدف گیری پرتو خیلی دقیق نیست و نور به گیرنده‌های متفاوتی می‌تابد که بسته به پروتکل گیرنده مورد نظر انتخاب می‌گردد.

۳- **ارتباط مخابراتی در زیر آب:** با توجه به مشکلات مخابرات رادیویی در زیر آب و حجیم بودن سیستم های سونار می توان از مخابرات نوری بدون کابل جهت ارسال اطلاعات در زیر آب استفاده نمود. سرعت این سیستم ها کم است و برد پایینی دارند.

۴- **ارتباط بین دو هواپیمای بدون سرنشین (UAV):** در این سیستم اطلاعات گردآوری شده از یک هواپیمای بدون سرنشین به هواپیمای بدون سرنشین دیگری که در منطقه امن قرار دارد ارسال می گردد. با توجه به اینکه هواپیماهای بدون سرنشین در فضای آزاد قرار دارند می توانند در موقع لزوم و داشتن اطلاعات مهم در دیدرس هواپیمای بدون سرنشین دیگر قرار گیرند و اطلاعات را به آن منتقل سازند با توجه به سرعت و قابلیت مانور بالای هواپیماهای بدون سرنشین به کنترل گره های بسیار پیشرفته نیاز می باشد.

۵- **کشتی به کشتی:** با توجه به اینکه در آب موانع طبیعی وجود ندارند مخابرات نوری بدون کابل دارای محدودیت های استفاده در خشکی نیست و می توان از این روش برای مخابرات بین کشتی ها یا بین کشتی و ساحل استفاده نمود و از مزیت امنیت مخابراتی آن استفاده کرد.

۶- **ارتباط بین ماهواره و سکوها ثابت و متحرک زمینی:** با توجه به اینکه ماهواره ها در ارتفاع بالایی قرار دارند و معمولاً می توان با مکان یابی مناسب همواره در دیدرس آن قرار گرفت، مخابرات نوری بدون کابل در آینده تاثیر فراوانی در سیستم های مخابراتی نظامی و غیر نظامی خواهد داشت. سرعت ارسال و دریافت اطلاعات در این سیستم ها بسیار بالا است و با توجه به ارتفاع بالای ماهواره ها محدوده زیادی در شعاع دید آن قرار می گیرد و می توان از ماهواره به عنوان تکرار کننده بین دو پایانه زمینی استفاده نمود. (شکل ۴-)



شکل - ۴: ارتباط بین ماهواره و سکوهای ثابت و متحرک زمینی

نتیجه گیری:

با توجه به اینکه مخابرات مانند سلسله اعصاب و مغز فرماندهی در هر مأموریت و عملیاتی می باشد. لذا مخابرات در جنگ شهری را می توان با ارتباطات رادیویی (باسیم و بی سیم)، امربری و سمعی و بصری استفاده نمود. اما از آنجایی که ارتباطات در جنگ شهری بسیار حائز اهمیت است و باید با علم و دقت بالا از آن استفاده گردد لذا جهت برقراری امنیت آن و استفاده کامل از تمام روش ها، مخابرات نوری دارای ویژگی های خاص خود می باشد که در این راستا مخابرات نوری بدون کابل یکی از روش های ارتباطی امن و ویژه در جنگ های شهری می تواند مورد بهره برداری قرار گیرد.

فهرست منابع:

- ۱- اسدی نیا قدرت الله عملیات نظامی در منطقه شهری، چاپ انتشارات سپاه پاسداران انقلاب اسلامی با همکاری فرماندهی آموزش نمسا، ۱۳۸۴.
 - ۱- پاسیار شهریار سیستم‌های مخابرات لیزری در فضای باز، نشر نوید شیراز ۲۰ آذر، ۱۳۸۶ ۹۷۸-۹۶۴-۳۵۸-۵۵۸- شابک
 - ۳- حبیبی کیومرث، سرکارگر اردکانی علی، نظری سعید، آسیب پذیری شهری و GIS چاپ دانشکده و پژوهشکده فرماندهی و ستاد عالی جنگ و علوم دفاعی دانشگاه امام حسین (ع) ۱۳۸۸.
 - ۴- یآوری محمدحسن مقاله سیستم‌های الکترونیک نوری، دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس، مجله IEEE سال ۲۰۰۹
 - ۵ - فرانک ال. پدروتی، لئون اس. پدروتی آشنایی با اپتیک، ترجمه: محی الدین شیخ الاسلامی، مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۸۶.
 - ۶- کتاب مخابرات نوری نوشته ی سوئه ماتسو مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۸۴
- 7- V.Alwayn، Optical Network Design and implementation، Cisco Press، Mar.