تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۰

فصلنامه علوم و فنون نظامی
سال سیزدهم، شماره ۴۰، تابستان ۱۳۹۶
صص ۱۶۱- ۱۴۳

الزامات برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان

بهروز تسلیمی‌کار*[۱]
وحید پورزندی[۲]

چکیده

برقراری ارتباط رادیویی کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبان هواپیماها جهت هدایت و کنترل آنان در مدت زمان پرواز به علت پرخطر بودن فعالیت‌های هوایی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چنان‌چه اختلالی در ارتباط مورد اشاره حادث گردد و امکان هدایت پرواز را از کنترلر مربوطه سلب نماید احتمال بروز هرگونه رخداد ناگواری متصور خواهد بود و متعاقب آن جان چندین تا چندصد نفر انسان با خطر جدی مواجه خواهد شد. نظر به لزوم برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان به‌منظور جلوگیری از رخدادهای ناگوار و کاهش بخشی از سوانح هوایی، محققین سعی دارند تا از جامعه آماری که شامل اسناد و مدارک و صاحب‌نظران مرتبط با موضوع می‌باشند و به‌صورت هدفمند نسبی تعیین گردیده‌اند، نسبت به بررسی الزامات برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان بپردازند و در این راستا با تهیه پرسش‌نامه و فرم مصاحبه با صاحب‌نظران، تحقیقی از نوع کاربردی با روش توصیفی و رویکرد کیفی با روش‌های میدانی (مصاحبه و پرسش‌نامه) و کتابخانه‌ای (اسناد و مدارک و سایت‌های اینترنتی) صورت داده و نتایج حاصله به روش آمیخته (کمی-کیفی) مورد تجزیه و تحلیل و تبیین قرار گرفته و نهایتاً مشخص گردید که واحدهای مراقبت پرواز و شرکت‌های هواپیمایی می‌بایست با تجهیز کلیه هواپیماها و ایستگاه‌های کنترل‌کننده زمینی به سامانه‌های انتقال داده مجهز به سیستم‌های رمزکننده خودکار و با قابلیت‌های جنگ الکترونیک در بستر شبکه ارتباطی زمین‌پایه و هواپایه و البته در آتی فضاپایه به‌گونه‌ای جهت مبادله مطمئن اطلاعات اقدام نمایند که ارتباط پایدار و سریع برقرار گردد.

واژه‌های کلیدی:

کنترلرهای مراقبت پرواز، تجهیزات ارتباطی، امنیت، نیروی انسانی.

---

[۱]. کارشناسی ارشد مدیریت دفاعی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا
[۲]. کارشناسی ارشد مدیریت دفاعی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا
* نویسنده مسئول: **رایانامه:** Behrooztaslimikar@gmail.ir

مقدمه

برابر مقررات موجود و مندرج در آیین‌نامه‌های سازمان جهانی هواپیمایی کشوری، کلیه هواپیماهای موجود در فضای کنترل‌شده کشور، نیازمند ارتباط مداوم و دوطرفه صوتی با واحد عملیاتی جهت دریافت فرامین و هماهنگی پروازی می‌باشند. (سازمان هواپیمایی کشوری، انکس ۲، بند ۶-۳-۵) روند تحولات جامعه بشری، باگذشت زمان شتاب بیشتری به‌خود گرفته به‌طوری‌که پیشرفت‌های سریع و خیره‌کننده فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در قرن اخیر، بشریت را وارد جامعه مدرن و عصر نوین اطلاعات و دانش نموده است. این تغییرات روزافزون، تغییر و تحول اساسی در امور هوانوردی را نیز به‌دنبال داشته است.

هدف اصلی از این تحقیق تبیین الزامات برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان می‌باشد تا ضمن ممانعت از بروز اشکالات موجود در این خصوص، نسبت به افزایش ضریب اطمینان در برقراری ارتباط و تأمین امنیت پروازها اقدام گردد.

سؤال اصلی این تحقیق عبارت است از «الزامات برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان چیست؟» که با مدنظر قرار گرفتن الگوی مفهومی به سه سؤال جزئی بشرح ذیل تقسیم و پرسش‌نامه و فرم مصاحبه بر همین اساس تهیه و توزیع گردیده است.

۱. الزامات تجهیزاتی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان چیست؟
۲. الزامات نیروی انسانی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان چیست؟
۳. الزامات امنیتی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان چیست؟

به نظر می‌رسد الزامات برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان عبارت است از:

۱. تجهیزات شامل نوع شبکه ارتباطی و بهره‌برداری از فن‌آوری‌های نوین ارتباطی.
۲. نیروی انسانی آموزش دیده، با سطح دانش مناسب و مهارت بالا.
۳. امنیت شامل بهره‌برداری از رمزنگارها، استفاده از تکنیک‌های مناسب رمزنگاری و ایجاد امنیت در ارسال و دریافت.

مرور مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

تعاریف

۱- ارتباط: به‌منظور برقراری ارتباط مطمئن و در راستای مبادله اَمن اطلاعات می‌بایستی اصول و روش‌های مورد استفاده در اکثر کشورهای توسعه‌یافته را مورد بررسی مطالعاتی قرار داده تا دانش روز را بومی‌سازی نمود، محورهای مشترک این اصول عبارتند از؛ پشتیبانی ارتباطی از سلسله‌مراتب فرماندهی، یکپارچگی، قابلیت اعتماد، سادگی، ظرفیت، کیفیت، انعطاف‌پذیری، تحرک‌پذیری، امنیت، پایداری، قابلیت تعامل‌پذیری (گروه مؤلفین، ۱۳۸۵:۴۵).

۲- تجهیزات: در بحث تجهیزات، متغیرهای تحقیق شامل تجهیزات ارتباطی و تجهیزات راداری می‌باشد. ویژگی‌های اساسی سامانه‌های ارتباطی موردنیاز جهت مبادله مطمئن اطلاعات بین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان شامل امنیت[۱]، سرعت[۲]، دقت[۳]، بُرد[۴]، قابلیت تحرک[۵]، پهنای باند وسیع[۶] می‌باشد.

۳- شبکه‌های ارتباطی

الف- شبکه‌های ارتباطی زمین‌پایه: این شبکه‌ها، می‌توانند به‌صورت ثابت، سیار، چندلایه، سلولی و مستقل از هم باشند. سامانه‌ها و تجهیزات بی‌سیمی شامل انواع رادیوهای یواچ اِف[۷]، وی اچ اِف[۸] و ... و کابلی و باسیمی شامل فیبر نوری و کابل‌های مسی که به‌صورت فنی و یا ثابت و تاکتیکی استفاده می‌شوند، در قالب این شبکه قابل تعریف هستند (کشتکار، مهران، ۱۳۸۶:۳۵).

ب- شبکه‌های ارتباطی هواپایه: هواپیماها و پهپادهای مجهز به سامانه‌های مخابراتی، بالن‌های تکرارکننده ارتباطی و ... تأمین‌کننده این شبکه هستند (همان منبع، ۱۳۸۶:۳۶).

ج- شبکه‌های ارتباطی فضاپایه: از جمله تجهیزات تأمین‌کننده ارتباطات فضاپایه، ماهواره‌ها می‌باشند (همان منبع، ۱۳۸۶:۳۷).

---

1. Security
2. Velocity
3. Accuracy
4. Range
5. Mobility
6. Wide bandwidth
7. UHF: Ultra High Freguency
8. VHF: Very High Freguency

۴- ارتباطات رادیویی و بی‌سیم:

الف- ارتباطات رادیویی پرظرفیت: ارتباطات پرظرفیت رادیویی، همان سامانه‌های رادیو ریله می‌باشند. مأموریت سامانه‌های رادیویی رادیو ریله، تأمین و برقراری ارتباطات دیتا و صوت در قالب دو دسته‌بندی عمده دید مستقیم و برد بلند (تروپو) و در قواره‌های تاکتیکی و استقراری مورد بهره‌برداری می‌باشند. (همان منبع، ۱۳۸۶:۳۹)

ب- ارتباطات رادیویی تاکتیکی: ارتباطات رادیویی تاکتیکی، همان سامانه‌های ارتباطی اِچ-اِف[1]، وی‌اِچ‌اِف/ اِف‌اِم-اِل‌باند[2]، وی‌اِچ‌اِف/ اِف‌اِم-های‌باند[3]، وی‌اِچ‌اِف/ یواِچ‌اِف/ اِی‌اِم[4] در قواره‌های مختلف دستی، کوله‌ای، حمایلی، ثابت و خودرویی است. مأموریت این سامانه‌ها، تأمین و برقراری ارتباطات دیتا و صوت در شبکه‌های دیده‌بانی، زمین به هوا، پشتیبانی راه‌دور، سایت‌های راداری، پرنده‌ها و ... می‌باشد. (همان منبع، ۱۳۸۶:۴۰)

۵- فن‌آوری جدید ارتباطات هوانوردی: طرح ناوبری هوایی ماهواره‌ای سی‌اِن‌اِس/اِی‌تی‌اِم[5] یکی از طرح‌های ناوبری جهانی است که با به خدمت گرفتن تجهیزات پیشرفته ارتباطی، ناوبری، نظارتی و مدیریت آمد و شُد هوایی درصدد ایجاد یک سامانه هوانوردی ایمن، کارآمد و منسجم به‌منظور پاسخ‌گویی به نیازهای هوانوردی جهانی، منطقه‌ای و ملی مطابق با استانداردها و الزامات بین‌المللی و ملی می‌باشد (ICAO, 2007:125).

سی‌اِن‌اِس/اِی‌تی‌اِم: استفاده از فن‌آوری‌های دیجیتال شامل سامانه‌های ماهواره‌ای همراه با سطوح مختلفی از اتوماسیون یک سامانه مدیریت ترافیک هوایی جهانی بدون مرز را پشتیبانی نماید (Rusu, L, Rahayu, W, Taniar, D, 2010:91).

شبکه‌های ماهواره‌ای: رشد فزاینده مخابرات و تبدیل آن به یک وسیله ضروری جهت تأمین ارتباطات و تراکم ترافیک فوق‌العاده زیاد در شبکه‌های مخابراتی که به عدم اتلاف وقت در ارسال و دریافت نیاز داشت و همچنین لزوم انتقال اطلاعات به‌طور هم‌زمان که حتی در بعضی از موارد اجتناب از تأخیر را عملاً غیرممکن می‌ساخت و نیز ضعف و محدودیت شبکه‌ها و سامانه‌های مخابراتی و مشکلاتی نظیر نبودن شبکه‌های ارتباطی در دو سوی اقیانوس‌ها و در

---

1. HF: High Freguency
2. VHF/FM_LB:Very High Freguency/Freguency Mudolation-Low Band
3. VHF/FM_HB:Very High FreguencyFreguency Mudolation-High Band
4. VHF/UHF/AM:Very High Freguency/Ultra High Freguency/Amplitude Mudolation
1. CNS/ATM:Communication,Navigation,and Surveillance/Air Traffic Manag ment

برخی از موارد نیز هزینه بالای تأمین ارتباط بین دو نقطه بسیار دور از هم، امکان تأمین را امری محال می‌نمود. این مسأله دانشمندان و طراحان شبکه‌های مخابراتی را بدین‌سو رهنمون ساخت که شبکه مخابراتی ویژه‌ای با حداقل محدودیت برای پوشش حداکثر موقعیت جغرافیایی ارائه دهند تا ضمن برخورداری از مخابراتی پویا با گستره جهانی، مرزهای جغرافیایی را در نوردد و دهکده جهانی ارتباطات را پایه‌گذاری نماید. برای نیل بدین هدف، طرح شبکه‌های مخابرات ماهواره‌ای ارائه شد. ماهواره‌ها پوشش ۱۰۰ درصد جغرافیایی را تأمین می‌نمایند و سرعت پوشش مناطق روستایی و صعب‌العبور را در کمترین زمان امکان‌پذیر می‌سازند و این شبکه‌ها چه از نظر اقتصادی و چه از نظر کیفیت، برتری کاملی نسبت به شبکه‌های زمینی دارند. مزیت‌های تکنیکی و اقتصادی شبکه‌های ماهواره‌ای اهمیت این سرویس جدید در شبکه‌های مخابراتی روشن می‌سازد که در اینجا به سه مورد بارز آن اشاره می‌شود:

۱. کیفیت صدایی که از ماهواره پخش می‌شود، در حد دیسک‌های فشرده مغناطیسی است. در حال حاضر بالاترین درجه کیفیت در پخش صدا را داراست.
۲. با یک فرستنده ماهواره‌ای در حدود چندصد وات، می‌توان پوشش کامل رادیویی در منطقه جغرافیایی وسیعی را تأمین نمود.
۳. امکان فشرده‌سازی صدا و تصویر، استفاده بهینه از طیف فرکانسی به همراه توان ارسالی و امکان ارائه صدا و تصویر با کیفیت به مراتب بهتر. (Digital Aeronautical Information Management, 2011:14)

سامانه‌های ارتباطی حال حاضر کشورهای جهان سوم عبارتند از:

۱. ارتباط صوت وی‌اچ‌اف، یواچ‌اف، اچ‌اف، آرسی‌ای‌جی[1]
۲. ارتباطات راه دور[2] خط‌های تلفنی اِی‌اِف‌تی‌اِن[3]
۳. ارتباط داده‌ای[4]

دستاوردهای سی‌اِن‌اِس/اِی‌تی‌اِم در بخش سامانه‌های ارتباطی: پوشش ارتباطی هوا به زمین جهانی، ارتباط مستقیم و مؤثر بین آسمان و زمین، توسعه کار با داده، کاهش اشغال چانل‌های فرکانسی، کاهش خطاهای ارتباطی (از دست رفتن ارتباط)، قابلیت تعامل در کاربردها، کاهش حجم کاری (Wang, F, Zaniolo, C, 2010:76).

---

[1]. RCAG:Remote Communication Air Ground
[2]. Tele Communication
[3]. AFTN:Aeronatical Fixed Tele Communication Network
[4]. Data Communication

۶- امنیت: امنیت در شبکه‌های مخابرات دارای سه جنبه می‌باشد: امنیت فیزیکی، امنیت نیروی انسانی و امنیت الکترونیکی شامل رمزنگاری، انتقال و انتشار (پیکرنگار، عبدالله، ۱۳۹۰:۷۷).

تکنیک‌های رمزگذاری: رمزنگاری به دو روش کلی کد کردن و رمز کردن انجام می‌شود. در روش کد کردن جدولی برای ترجمه متن و پیام اصلی به فرمت کد شده به‌کار می‌رود. گیرنده پیام کُدشده با داشتن جدول کُد می‌تواند متن کُدشده را به متن اصلی تبدیل کند. در این روش لازم است که کتاب کُد توسط یک کانال مطمئن بین فرستنده و گیرنده مبادله شود.

در روش دوم فرستنده توسط الگوریتم رمز و کلید رمز متن اصلی را به متن رمز شده تبدیل می‌کند و گیرنده با داشتن کلید رمز می‌تواند رمزگشایی کند. این رمزها به دو دسته رمز بلوکی و رمز پی‌درپی تقسیم می‌شود (داروغه، کیوان، ۱۳۹۲:۵۸).

رمزگذاری همزمان/مستقل از ارسال[1]: رمزگذاری می‌تواند به‌صورت همزمان[2] یا مستقل از ارسال[3] باشد. معمولاً برای ارسال اطلاعات مهم و حساس از رمزهای پیچیده و به‌صورت مستقل از ارسال استفاده می‌شود. این نوع رمز زمان‌بر بوده و ممکن است رمز هر یک از کاراکترهای متن را با استفاده از یک کتاب کدها، به‌صورت دستی انتخاب کرد. (همان منبع، ۱۳۹۲:۵۸)

رمزگذاری انتها به انتها[4]: می‌توان رمزگذاری به‌صورت خودکار را در انتهای ترمینال‌های سیستم یا در نقطه‌ای در طول مسیر ارسال انجام داد. ایمنی رمزگذاری در انتهای ترمینال بیشتر است. (همان منبع، ۱۳۹۲:۵۹)

رمزگذاری خود کانال[5]: معمولاً هنگامی‌که دو یا بیشتر کانال ارتباطی رمزگذاری شوند از این تکنیک استفاده می‌شود، در نتیجه همه اطلاعاتی که در مسیر جریان می‌یابند رمزدار می‌باشند. در این روش هیچ تفاوتی میان اطلاعات طبقه‌بندی یا غیرطبقه‌بندی درون شبکه وجود ندارد. (همان منبع، ۱۳۹۲:۵۹)

از آن‌رو که پیشرفت دانش رمزنگاری و رمزشکنی به توازی صورت می‌پذیرد، هرکوششی در افزایش امنیت سامانه‌های رمزنگاری ارزشمند است. اساساً مسئله رمزنگاری صحبت به این صورت قابل طرح است که سینگال آنالوگ به فرستنده‌ای که آن را به‌طور مناسب آشفته

---

1. ON/OFF Line
2. ON Line
3. OFF Line
4. END-TO-END
5. Link or Bulk

می‌سازد اعمال گردیده و سپس شکل موج آنالوگ حاصل متناسب با محدودیت‌های پهنای باند کانال مدوله و ارسال می‌گردد. در گیرنده باید سیگنال اصلی از شکل موج دریافتی استخراج گردد. به‌عبارت دیگر رمزنگاری صحبت سعی دارد عملکردی معکوس‌پذیر و کامل را روی بخشی از صحبت اعمال نماید به‌طوری‌که سرانجام برای شنونده غیرمجاز غیرقابل فهم گردد. از مشخصه‌های عملی چنین سامانه رمزنگاری می‌توان پهنای باند کانال، درجه امنیت، کیفیت صحبت بازسازی شده، اثر خرابی کانال، قابلیت فهم مانده سیگنال رمز شده و همچنین هزینه را برشمرد. در این راستا دو رهیافت متفاوت و اصلی برای امنیت صوتی سامانه‌های مخابراتی موجود است:

الف- رمزنگاری دیجیتال

ب- رمزنگاری آنالوگ

در رمزنگاری دیجیتال سیگنال آنالوگ ابتدا نمونه‌برداری شده و سپس دنباله‌های بیت رمز می‌شوند. دنباله‌های رمز شده متعاقباً توسط یک مودم روی کانال صوتی فرستاده می‌شود. در رمزنگاری آنالوگ عموماً صحبت ابتدا نمونه‌برداری شده و نمونه‌های حاصل در مرحله بعدی رمز می‌گردد. صحبت رمز شده پس از این به شکل آنالوگ تبدیل گشته و ارسال می‌گردد. عیب اصلی رهیافت دیجیتال را باید در نرخ بیت پایین انتقال سیگنال نمونه‌برداری شده جستجو نموده که باعث می‌گردد انجام پردازش‌های بعدی روی سیگنال صحبت دیجیتال شده با اشکالاتی روبرو گردد (همان منبع، ۱۳۹۲:۶۲).

شیوه‌های گوناگون حمله به‌منظور رمزشکنی: حمله‌هایی را که به یک سامانه رمزنگاری صورت می‌گیرد بسته به اطلاعات دشمن، می‌توان به سه گروه ذیل تقسیم‌بندی نمود:

۱. حمله نوع اول یا حمله براساس فقط متن رمز شده: دشمن باید فقط با داشتن متن رمز شده کلید را به‌دست آورد. اگرچه ممکن است دشمن اطلاعات اولیه‌ای نظیر زبان متن اصلی، موضوع متن اصلی و احتمالاً تعدادی از لغات به‌کار برده شده در متن اصلی را نیز داشته باشد.

۲. حمله نوع دوم یا حمله براساس متن اصلی معلوم: دشمن در جهت یافتن کلید به یک یا چند متن اصلی و متون رمز شده متناظر با آن‌ها دسترسی دارد.

۳. حمله نوع سوم یا حمله براساس متن اصلی برگزیده: دشمن به هر متن رمز شده و متن اصلی متناظرش دسترسی دارد و تنها کلید را ندارد، درحقیقت در این نوع حمله دشمن

سامانه‌ای مشابه سامانه رمزگذار در اختیار دارد. بنابراین این نوع حمله قوی‌ترین حمله می‌باشد.

امنیت در سامانه‌های رمزنگاری از نقطه نظر زمان لازم برای شکستن رمز به دو صورت امنیت محاسباتی و امنیت کامل مطرح می‌گردد. در امنیت کامل فرض بر این است که با توان محاسباتی نامحدود و عدم محدودیت زمانی برای دشمن سامانه در مقابل حمله نوع اول مقاوم باشد. حال اگر شکستن رمز عملاً و از نظر محاسباتی پیچیده باشد، سیستم را به مفهوم محاسباتی امن می‌گویند. محدودیت‌های قدرت محاسباتی و زمان دشمن این معیار امنیت را در طراحی سامانه‌های رمزنگاری اهمیت می‌بخشند.

از نظر ساختار الگوریتم، سامانه‌های رمزنگاری به دو دسته رشته‌ای و قالبی تقسیم می‌گردند. در دسته اول پیام اصلی به دنباله باینری تبدیل و عمل رمزگذاری یا رمزگشایی روی هریک از بیت‌ها جداگانه انجام می‌شود. امتیاز این‌گونه سامانه‌ها عدم انتشار خطا در آن‌ها است و کاربرد آن عموماً نظامی است. در دسته دوم متن اصلی به قالب‌هایی با طول برابر و ثابت تقسیم شده و عمل رمزگذاری یا رمزگشایی روی قالب‌ها انجام می‌گیرد و عموماً کاربرد غیرنظامی دارد (همان منبع، ۱۳۹۲:۶۴).

امنیت ارسال: امنیت ارسال زیر مجموعه امنیت مخابرات و شامل اقدامات حفاظتی ترافیک به‌منظور ممانعت از استراق سمع یا بهره‌برداری به‌وسیله افراد غیرمجاز می‌باشد و به‌عنوان یک بخش ذاتی هر رادیو فرستنده است و مهم‌ترین تکنیک امنیت ارسال عبارتنداز: طیف گسترده، پرش فرکانس، ایمنی چندین لایه‌ای (چندسطحی)، دیوار آتش، کارت‌های رمز و تکنیک‌های فشرده‌سازی اطلاعات شامل فشرده‌سازی متن، فشرده‌سازی صحبت و فشرده‌سازی تصویر (فارتر و رایان، ۱۳۸۵:۷۹).

تهدیدات و آسیب‌پذیری‌های ارتباطات رادیویی:

الف- شنود (استراق سمع)

ب- استفاده از جدول تقسیم فرکانس

ج- موقعیت‌یابی رادیویی

د- اقدامات ضدالکترونیکی: پارازیت کردن، فریب و بمب‌های الکترومغناطیسی.

یکی از راحت‌ترین و درعین‌حال کم‌خطرترین روش‌های جمع‌آوری اطلاعات از امواج رادیویی استراق سمع است. گیرنده‌ها چون به‌صورت غیرفعال[1] اقدام به جمع‌آوری اطلاعات می‌کنند

[1]. Passive

می‌توانند بدون آن‌که موقعیت‌یابی شوند اطلاعات زیادی را از طریق امواج ارسالی از فرستنده‌های رادیویی دریافت و از آن‌ها استفاده نمایند. زمانی‌که ارتباط رادیویی کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان برقرار گردیده و اطلاعات مأموریت تبادل می‌گردد سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعاتی تماس یادشده را مورد شنود قرار داده و اطلاعات ارزشمندی شامل نوع عملیات، توانایی و تبحُر خلبان و از طریق لهجه، ملیت خلبان را تعیین می‌نمایند. لازم به ذکر است برخی مأموریت‌های پروازی نیز کاملاً در سکوت رادیویی انجام گردیده و واضح می‌باشد که در این مأموریت‌های پروازی تبادل اطلاعات به‌صورت دیتا انجام پذیرفته است (پیکرنگار، عبدالله، ۱۳۹۰:۶۱).

تکنیک‌های اقدامات ضد ضدالکترونیکی ارتباطی

۱. جهش فرکانس
۲. طیف گسترده
۳. فریب جعلی ارتباطی
۴. فریب تقلیدی:

- فریب تقلیدی ارتباطی
- فریب ارتباطی آزار دهنده: فریب تقلیدی با پیام‌های از قبل تعیین شده، فریب به‌صورت رمز، پارازیت‌رسانی فریبنده
- فریب تقلیدی غیرارتباطی. (همان منبع، ۱۳۹۰:۶۱)

۷- نیروی انسانی: با بررسی، تجزیه و تحلیل دقیق جنگ‌های معاصر بالاخص در منطقه غرب آسیا و بررسی ویژگی جنگ‌های آینده از زبان اندیشمندان نظامی شامل عوامل برتری، ارزش-های ناپیدا، غیر انبوه‌سازی، دانش نیروها، نوآوری، سازمان، اندازه، یکپارچگی سامانه‌ها، شالوده و شتاب، هرگونه وقفه در اجرای عملیات و استفاده از تجهیزات کم‌تحرک، به‌معنای مساعدت با دشمن جهت تجدید قُوا و انجام عملیات سنگین برعلیه نیروهای خودی می‌باشد. پس با به-کارگیری کلیه تجهیزات موجود (با انجام تغییرات فنی ساختاری، شیوه‌های به‌کارگیری، نحوه آموزش) می‌توان در مقابل دشمن ایستادگی نمود.

یازده خصوصیت ویژه‌ای که یک کنترلر باید داشته باشد عبارت است از:

۱. درک و احساس قوی نسبت به اطلاعات دیداری و شنیداری، طوری که با مشاهده‌ی کوچک‌ترین انحراف از مسیر اصلی هواپیما؛ کنترلر متوجه شده و واکنش نشان بدهد[1].

[1]. Perception

۲. هوشیاری و بیداری[۱].
۳. واقف بودن نسبت به طرح‌ها و دستورالعمل‌ها و تغییرات آن‌ها[۲].
۴. حافظه قوی داشته باشد تا شرایط حاکم را سریع‌تر برای خود تعبیر کند[۳]. حافظه کوتاه‌مدت خوبی داشته باشد تا بتواند شرایط حال حاضر را دریابد و حافظه بلندمدت خوبی داشته باشد تا به دانش خود بیفزاید و در کار عملی کنترل، خبرگی یابد.
۵. توانایی پردازش اطلاعات طوری که با دریافت تغییرات متفاوتی در مورد اطلاعات هدف، وضعیت هوا، تهدیدها و غیره بتواند یک تصویر کلی در ذهن خود مجسم نموده و مدیریت نماید[۴].
۶. آگاهی و اشرافیت نسبت به وضعیت تا بتواند تمام اطلاعات مربوطه را با موفقیت به‌هم ربط داده و تصویر حاضر را درک کند و این بستگی دارد به دانش کنترلر نسبت به گذشته، حال حاضر و آینده‌ی موقعیت کاری و نیز بستگی دارد به کارآیی سیستم و نقش انسان[۵] همچنین بستگی دارد به «طرح و دستورالعمل‌ها» و اهداف عملیات[۶]. خواب ناراحت کنترلر در شب گذشته باعث خواهد شد او نتواند به‌راحتی چنین تصویری را در ذهن خود مجسم کند.
۷. بتواند در تصاویر ذهنی به‌عنوان کنترلر موقعیت‌های پیش روی هواپیماها و غیره را برنامه‌ریزی نماید[۷].
۸. ارتباط مکالمه‌ای که بیشتر به‌صورت شفاهی است[۸]. کنترلر هم در شنیدن پیغام‌ها و تعبیر و تغییر شنیده‌ها مهارت داشته باشد و در ابلاغ پیام‌ها مهارت داشته باشد.
۹. توانایی حل مشکلاتی که هنگام از کار افتادن سامانه به وجود می‌آید یا موقع وقوع حالت اضطراری برای هواپیما به وجود می‌آید را داشته باشد[۹].
۱۰. باید به موقع تصمیم درست بگیرد طوری که علاوه بر حل مشکل حاضر، تأثیر و ربط تصمیم خود به وضعیت بعدی را نیز در نظر بگیرد[۱].

---

1. Attention and vigilance
2. Learning
3. Memory
4. Information Processing
5. Human Factor
6. Situation Awareness
7. Planning
8. Communicating
9. Problem Solving

۱۱. انگیزه برای رسیدن به استانداردهای بالا را داشته باشد[۲].

۸- توانایی و مهارت: در واقع توانایی و مهارت کارکنان نوعی توانمندسازی توسط فرماندهان است. این نتیجه با قدرت بخشیدن سروکار دارد. (جزنی، نسرین، ۱۳۸۶:۱۴۶)

توانمندسازی عبارت است از احساسی که کارکنان از افزایش در تفکر، استقلال، خلاقیت و کارآیی دارند و معمولاً به‌دلیل آموزش، تفویض اختیار، درگیرشدن و حمایت رخ می‌دهد. مهارت‌ها نیز در اصل توانایی‌های بالفعلی هستند که از بکارگیری توانایی‌های بالقوه و استعدادها در اثر تجربه و عمل بوده و فقط با آموزش حاصل نمی‌شوند، ضمن آنکه القاء و پرورش مهارت‌ها بر خلاف دانش‌ها و فنون که آموختنی می‌باشد فرآیندی پرورشی است که جهت انجام شغل باید لحاظ گردد. (سید جوادیان، سیدرضا، ۱۳۸۹:۴۲)

در کار رهبری یا نفوذ سه مهارت یا شایستگی وجود دارد:

تشخیص: یعنی توانایی فهم موقعیتی که شخص می‌خواهد در آن نفوذ کند.

تطابق: یعنی توانایی تطابق رفتار خود و دیگر منابع در دسترس شخص برای روبرو شدن با شرایط احتمالی.

برقراری ارتباط: یعنی توانایی ایجاد ارتباط به شیوه‌ای که مردم به آسانی آن را بفهمند و بپذیرند.

با توجه به توضیحات بالا، توانایی و مهارت را که خود زیر مجموعهٔ نیروی انسانی متخصص می‌باشد را به سه بخش کارایی، خلاقیت و تفکر تقسیم‌بندی می‌نمایند. (قاسمی، علیرضا، ۱۳۸۸:۶۴)

کارایی: این شاخص عبارت است از نتیجهٔ اخذ شده در مقایسه با نتیجه مورد انتظار.

خلاقیت: خلاقیت نگاهی کنجکاو و کاوشگر به پدیده‌های قدیمی است که آن را در می‌یابد و آشکار می‌کند (کوئستلر، فرد، ۱۹۶۷:۱۰۸).

تفکر: واژه تفکر از دو دیدگاه نگرش و نقش قابل تحلیل است.

---

[1]. Decision Making
[2]. Motivation

تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

الف. تجزیه و تحلیل کیفی با بهره‌گیری از مطالعه منابع، مصاحبه با صاحب‌نظران و پرسش‌نامه:

با بررسی اسناد و مدارک موجود می‌توان به این واقعیت پی برد که تبیین تجهیزات مطلوب، امنیت و نیروی انسانی نقشی کتمان‌ناپذیر در مبادله مطمئن اطلاعات دارند.

در مبحث تجهیزات اکثر مصاحبه‌شوندگان به‌اتفاق معتقدند که به‌دلیل بهره‌گیری از شبکه ارتباطی زمین‌پایه و کمبود ایستگاه‌های رله ارتباطی، پوشش رادیویی در کل کشور برقرار نبوده و به علت کوهستانی بودن بخش اعظمی از توپوگرافی کشور جمهوری اسلامی ایران و خط دیدمستقیم[1] بودن ارتباطات رادیویی، با مشکل قطع و وصل گردیدن ارتباطات روبرو هستیم.

تمامی مصاحبه‌شوندگان به اتفاق معتقدند مبادله اطلاعات بین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان در باندهای مختلف فرکانسی در حال حاضر به‌صورت نقطه‌به‌نقطه و بدون قابلیت‌های جنگ الکترونیک (طیف گسترده، پرش فرکانس و ارسال انفجاری) می‌باشد و ازآنجایی‌که ارتباطات به‌صورت صوتی به‌راحتی مورد شنود (استراق سمع) و رمزگشایی قرارخواهد گرفت، احتمال ایجاد اختلالات عمدی توسط منابع بیرونی جهت کاهش امنیت پرواز در حریم فضایی کشور جمهوری اسلامی ایران متصور می‌باشد و این مهم ایمنی هواپیما و ایستگاه کنترل‌کننده ثابت یا سیار را با مخاطره مواجهه خواهد نمود.

تمامی مصاحبه‌شوندگان بر این باورند که در زمینه نیروی انسانی متخصص، تجربه، تعهد و انگیزه از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت انجام مأموریت‌های محوله می‌باشد. نیروی انسانی یکی از سه عنصر اصلی برقراری ارتباطات پایدار می‌باشد و از مهم‌ترین آن‌ها است. پُرواضح است درصورت وجود تجهیزات ارتباطی با کیفیت، رویه‌ها و دستورالعمل‌ها، اگر نیروی انسانی دارای تجربه، تعهد و فرهنگ بسیجی، علاقه و انگیزه نباشد هرگز نمی‌توان انتظار داشت که مأموریت به نحو اَحسن و شایسته صورت گیرد. آموزش کارکنان عامل تعیین‌کننده‌ای در نقش نیروی انسانی دارد و کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان باتجربه درصورت مواجه با اشکال‌های جزئی دستگاه قادر خواهند بود اقدامات اولیه را انجام داده و مشکل را در کوتاه‌ترین زمان برطرف نمایند.

جامعه نمونه منتخب در این تحقیق دارای سابقه خدمتی بالای ۱۵ سال، حداقل سطح مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد، شاغل در پست‌های فرماندهی، مدیریتی و ستادی، آشنا با الزامات

---

[1]. Line Of Sight

موردنیاز در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان و مشکلات موجود در این رابطه می‌باشند و در یک نگاه کلی می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که پاسخ‌های جمع‌آوری شده با توجه به سوابق بدست آمده از جامعه آماری، دارای اعتبار بالا و قابلیت اطمینان و اعتماد خوبی است و می‌توان نتایج کمی محاسبه شده را به‌عنوان معیارهایی قابل قبول در جهت ارتقاء سیاست‌گذاری دفاعی کشور ج.ا.ا مورد استفاده قرار داد.

نتایج به‌دست آمده از سؤالات پرسش‌نامه نشان‌دهنده آن است که:

تأثیر نوع شبکه‌های ارتباطی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان متوسط، می‌باشد. این بدان معناست که اگرچه نوع شبکه‌های ارتباطی باعث دست‌یابی به یک ارتباط مطلوب جهت هدایت هواپیماها توسط کنترلرهای مراقبت هوایی خواهد شد لیکن این مهم به تنهایی مشکل مطروحه را مرتفع ننموده و جهت رسیدن به یک سطح ایده‌آل می‌بایست سایر مؤلفه‌ها را نیز مدنظر قرار داد.

تأثیر فن‌آوری‌های نوین ارتباطی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان زیاد می‌باشد؛ یعنی این‌که چنان‌چه امکان استفاده از فن‌آوری‌های نوین در سیستم‌های ارتباطی مهیا و فراهم باشد، سطح مناسبی از ارتباط امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان ایجاد خواهد شد.

آموزش نیروی انسانی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان به میزان متوسط تأثیرگذار می‌باشد. این شاخص نیز همانند نوع شبکه‌های ارتباطی، تأثیرگذاری زیادی را در رسیدن به هدف تحقیق ایفا نمی‌کند.

دانش نیروی انسانی به میزان زیادی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان مؤثر می‌باشد. این دانش در طراحی و تولید تجهیزات مورد استفاده و همچنین در نحوه بهره‌برداری از امکانات موجود می‌تواند اثرگذار بوده و ما را در دست‌یابی به هدف تحقیق کمک شایانی بنماید.

مهارت نیروی انسانی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان بسیار زیاد مؤثر می‌باشد. چنان‌چه بهترین تجهیزات را در اختیار داشته باشیم ولی نیروی انسانی مجرب و ماهر در به‌کارگیری تجهیزات در اختیار نباشد، بدیهی است امکان استفاده از تمام ظرفیت و قابلیت‌ها فراهم نخواهد بود.

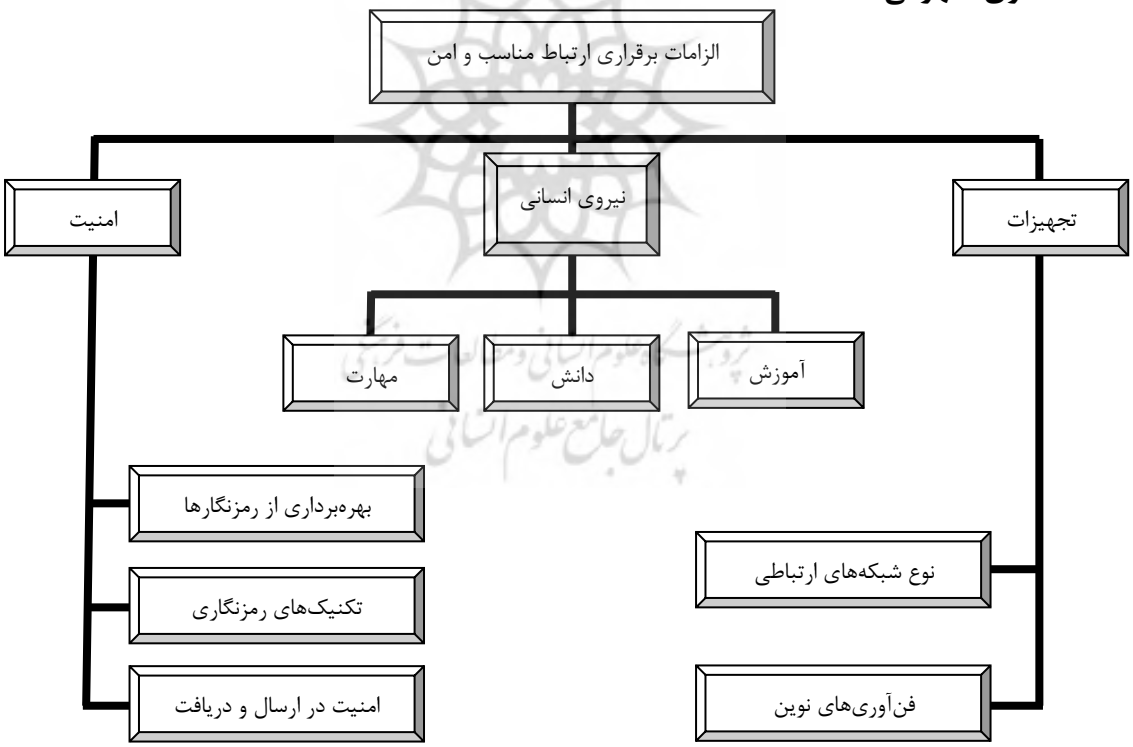
بهره‌برداری از رمزنگارها به میزان زیادی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان مؤثر می‌باشد. بیشترین آسیب وارده در عدم برقراری ارتباط مناسب و

امن اختلالات عمدی و غیرعمدی است که به‌کارگیری رمزنگارها از ورود اختلالات مورد اشاره به شبکه ارتباطی جلوگیری به‌عمل خواهد آورد.

تأثیر تکنیک‌های رمزنگاری در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان بسیار زیاد می‌باشد. چنان‌چه از رمزنگار استفاده شده باشد، جهت ایجاد اختلال عمدی در ارتباطات سعی در شکستن رمز و ورود به شبکه ارتباطی خواهد شد لذا تکنیک‌های رمزنگاری در ممانعت از اینکه امکان شکستن رمز به‌سرعت مهیا گردد ممانعت خواهند نمود و در این حالت ارتباط موردنیاز فراهم خواهد شد.

امنیت در ارسال و دریافت به میزان بسیار زیادی در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان تأثیر دارد. رسیدن به امنیت ارتباطی موجب خواهد شد تا از ورود تداخل به داخل شبکه ارتباطی گرفته شود و متعاقب آن پیام‌ها با اطمینان کامل رد و بدل خواهند شد.

الگوی مفهومی:



شکل (۱) الگوی مفهومی پژوهش

ب. تجزیه و تحلیل کمی با بهره‌گیری از اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق پرسش‌نامه:

شاخص فراوانی پاسخ به هر یک از سؤالات پرسش‌نامه

جدول (۱) شاخص‌های فراوانی پاسخ به هر یک از سؤالات پرسش‌نامه

گروه‌ها / داده‌ها	فراوانی (Fi)							
	سؤال ۱	سؤال ۲	سؤال ۳	سؤال ۴	سؤال ۵	سؤال ۶	سؤال ۷	سؤال ۸
خیلی کم	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
کم	۲۵	۲	۳۱	۱۳	۰	۹	۱	۰
متوسط	۶۷	۵۱	۷۴	۳۳	۱۴	۲۶	۱۱	۷
زیاد	۵۴	۸۵	۴۶	۹۳	۳۱	۸۴	۳۹	۲۴
خیلی زیاد	۶	۱۴	۰	۱۳	۱۰۷	۳۳	۱۰۱	۱۲۱

تخمین فاصله‌ای میانگین جامعه آماری

$$P\left[\bar{X}-Z_{\alpha/2}.S_{\bar{X}} \le \mu_X \le \bar{X}+Z_{\alpha/2}.S_{\bar{X}}\right]=1-\alpha$$

$$P=1- \quad =95\% \Rightarrow \quad =5\% \Rightarrow \quad 2=0.025 \quad Z_{\alpha/2}=\pm 1.96$$

جدول (۲) تخمین فاصله‌ای میانگین جامعه آماری

برای سؤال اول	$53.42 \le \mu_X \le 58.37$	برای سؤال پنجم	$80.67 \le \mu_X \le 84.80$
برای سؤال دوم	$63.08 \le \mu_X \le 67.13$	برای سؤال ششم	$66.55 \le \mu_X \le 71.56$
برای سؤال سوم	$49.90 \le \mu_X \le 54.51$	برای سؤال هفتم	$80.00 \le \mu_X \le 84.16$
برای سؤال چهارم	$62.08 \le \mu_X \le 66.81$	برای سؤال هشتم	$83.82 \le \mu_X \le 87.18$

در تحلیل تخمین فاصله‌ای میانگین جامعه آماری، افراد جامعه آماری با اطمینان ۹۵ درصد اعتقاد دارند که:

نوع شبکه‌های ارتباطی حداقل ۵۳/۴۲ و حداکثر ۵۸/۳۷ درصد، فن‌آوری‌های نوین ارتباطی حداقل ۶۳/۰۸ و حداکثر ۶۷/۱۳ درصد، آموزش نیروی انسانی حداقل ۴۹/۹۰ و حداکثر ۵۴/۵۱ درصد، دانش نیروی انسانی حداقل ۶۲/۰۸ و حداکثر ۶۶/۸۱ درصد، مهارت نیروی انسانی حداقل ۸۰/۶۷ و حداکثر ۸۴/۸۰ درصد، بهره‌برداری از رمزنگارها حداقل ۶۶/۵۵ و حداکثر ۷۱/۵۶ درصد، تکنیک‌های رمزنگاری حداقل ۸۰/۰۰ و حداکثر ۸۴/۱۶ درصد و امنیت در ارسال

و دریافت حداقل ۸۳/۸۲ و حداکثر ۸۷/۱۸ درصد در برقراری ارتباط مناسب و امن فی‌مابین کنترلرهای مراقبت پرواز با خلبانان تأثیرگذار است.

نتیجه‌گیری

در حال حاضر تبادل اطلاعات بین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان در کشور از نوع ارتباط صوتی با بهره‌گیری از شبکه‌های ارتباطی زمین‌پایه می‌باشد، اما ارتباطات یادشده در پروازهای با ارتفاع کم و مناطق کوهستانی با توجه به شرایط ماموریت، به‌علت Line of Sight بودن ارتباط سامانه رادیویی قطع و وصل می‌گردد. بهره‌برداری از شبکه‌های ارتباطی زمین‌پایه (ارتباطات رادیویی ثابت و تاکتیکی) با توجه به وسعت سرزمینی، گسترده بودن حیطه محل مأموریت و امکان دور شدن هواپیما از منطقه تحت کنترل از لحاظ پوشش رادیویی، پایین بودن ارتفاع هواپیما در پرواز یا قرارگرفتن در مناطق کور و پشت ارتفاعات و همچنین تأثیر عوامل جوی همانند مه، باران و برف بر مباحث مرتبط با انتشار امواج رادیویی می‌توانند تأثیری منفی روی ارسال اطلاعات داشته باشند. برای مثال یک توفان سهمگین بین فرستنده و گیرنده می‌تواند سبب قطع ارتباط گردد. به‌علاوه هر چه فرکانس مایکروویو بالاتر باشد زمینه تضعیف بیشتر می‌گردد. لازم به ذکر است که توفان‌های خورشیدی نیز باعث از دست رفتن ارتباطات رادیویی می‌گردد. جهت ارتقاء پوشش رادیویی در شبکه زمین‌پایه می‌بایستی نسبت به نصب فرستنده رله رادیویی و ایستگاه‌های تقویت صدا و یا گماردن سامانه رادیویی متحرک در محل-های کور رادیویی اقدام که این مهم مستلزم انجام هزینه‌های سنگین مکان‌یابی، نصب و راه-اندازی، تعمیر و نگهداری می‌باشد. راه‌کار دیگر بهره‌گیری از شبکه ارتباطی هواپایه یعنی هواپیماها و پهپادهای مجهز به سامانه‌های مخابراتی، بالن‌های تکرارکننده ارتباطی جهت رله رادیویی در محل‌های خاص و مأموریت‌های حائز اهمیت می‌باشد که بهره‌گیری از این روش نیز همیشه امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این‌رو آسیب‌های مبادله مطمئن اطلاعات در بخش تجهیزات قابل توجه است. با نگرش به روش مبادله اطلاعات بین هواپیماهای شکاری و ایستگاه‌های کنترل‌کننده زمینی در کشور، آسیب‌های مبادله مطمئن اطلاعات در بخش امنیت چشمگیر و حائز اهمیت می‌باشد، ارتباطات مذکور در باندهای مختلف فرکانسی در حال حاضر به‌صورت نقطه‌به‌نقطه و بدون قابلیت‌های جنگ الکترونیک (طیف گسترده، پرش فرکانس و ارسال Burst) می‌باشد و از آنجایی‌که ارتباطات به‌صورت صوتی و با استفاده از کُدهای روزانه صورت می‌پذیرد به‌راحتی مورد شنود و رمزگشایی قرار خواهد گرفت. ضمن اینکه در روش ارتباط

صوتی به علت اشغال چانل رادیویی توسط یک ایستگاه کنترل‌کننده و احتمال شنود آن توسط دشمن، امکان برقراری ارتباط هم‌زمان دیگر میسر نمی‌باشد. لازم به ذکر است که هرآن احتمال موقعیت‌یابی رادیویی فرستنده توسط دستگاه‌های موقعیت‌یاب دشمن در ارتباطات یادشده متصور می‌باشد و این مهم ایمنی هواپیما و ایستگاه کنترل‌کننده ثابت یا سیار را با مخاطره مواجه خواهد نمود. در بخش نیروی انسانی متبحّر به‌عنوان کاربران شامل انگیزه، کارایی، تجربه، تعهد، توانایی و مهارت، آموزش و اطلاعات موردنیاز کنترلرهای مراقبت پرواز قابل توجه می‌باشد. حال با توجه به ویژگی‌های جنگ‌های آینده شامل سرعت عمل، بُرد تسلیحات، برتری اطلاعاتی، برتری هوایی و فضایی، دقت، قدرت کشتار سلاح‌ها، قدرت مانور، انعطاف‌پذیری، تحرک بالا در پشتیبانی جنگ، برخورداری از دیدگاه‌های جهانی، قدرت واکنش سریع، قابلیت بقا، قابلیت دوام و ادامه نبرد می‌بایستی با شناخت صحیح از آسیب‌پذیری نیروهای خودی، روش‌های برون‌رفت پیروزمندانه را شناسایی و به‌کارگیریم. با نگرش به حضور نیروهای فرامنطقه‌ای در مرزهای پیرامونی کشور و سناریوی تهاجم مورد استفاده آن‌ها در جنگ‌های اخیر، رهبری (همچون مغز انسان) به‌عنوان نظام فرماندهی و کنترل و ارتباطات (به منزله شبکه عصبی بدن) انتقال فرامین، تصمیمات، کنترل و نظارت بر زیرمجموعه‌ها و کسب آگاهی از شرایط (به‌ویژه صحنه نبرد)، اولین حلقه مورد تهاجم دشمن می‌باشد.

پیشنهادها

با بررسی سامانه‌های ارتباطی حال حاضر کشورهای جهان سوم در می‌یابیم که اغلب ارتباطات به‌صورت ارتباط صوتی VHF UHF HF RCAG یا Tele Communication و حداکثر به‌صورت ارتباط داده‌ای (Data Communication) می‌باشد و جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. درحالی‌که در کشورهای توسعه‌یافته جهان با توجه به در اختیار داشتن ماهواره و شبکه ارتباطی فضاپایه به‌منظور مبادله اطلاعات اَمن و سریع بین کنترلرهای مراقبت پرواز و خلبانان سعی در ارتقاء روش‌های صوتی برقراری تماس رادیویی از لحاظ ایمنی و استفاده از روش‌های مبادله اطلاعات به‌صورت داده‌ای و همچنین مبادله اطلاعات به‌وسیله بهره‌گیری از طرح ناوبری، نظارت و ارتباط ماهواره‌ای CNS/ATM با به خدمت گرفتن تجهیزات پیشرفته ارتباطی، ناوبری، نظارتی نموده‌اند و درصدد دستیابی به یک سامانه هوانوردی ایمن، کارآمد و منسجم به‌منظور پاسخگویی به نیازهای عملیاتی در سطح جهانی، منطقه‌ای و ملی مطابق با استانداردها و الزامات بین‌المللی می‌باشند که این مهم با در اختیار

داشتن شبکه ارتباطی فضاپایه میسر گردیده است. ازآنجایی‌که ماهواره‌های ارتباطی در تملک کشورهای صاحب قدرت هستند و سیاست‌های خصمانه دولت‌های مستکبر برعلیه جمهوری اسلامی ایران مشترک بوده، ایمنی ارتباطات آن‌ها به مخاطره نخواهد افتاد بنابراین در راستای بهره‌گیری از دانش روز می‌بایستی نسبت به بومی‌سازی سامانه CNS/ATM به‌منظور ارتقاء توان رزم جمهوری اسلامی ایران اقدام و در حال حاضر که ماهواره‌های ایرانی در گام‌های اولیه آزمایش و به ثمر رسیدن می‌باشند و پیشرفت‌های بسیار خوبی در زمینه دانش فضایی صورت گرفته است. در بَدو امر می‌بایستی از شبکه‌های ارتباطی هواپایه (باسرنشین و بدون سرنشین) جهت تکمیل پوشش رادیویی شبکه‌های زمین پایه فعلی استفاده نمود و گام دوم در آتی با تکیه بر بهره‌گیری از ماهواره‌های ساخت داخل جهت برخورداری از تبادل اطلاعات ایمن و غیروابسته اقدام نماید؛ که در این راستا با توجه به ویژگی‌های ارتباط داده‌ای، جمهوری اسلامی ایران می‌بایستی نسبت به تجهیز کلیه هواپیماها و ایستگاه‌های کنترل‌کننده زمینی به سامانه-های انتقال DATA مجهز به سیستم‌های رمزکننده خودکار و با قابلیت‌های جنگ الکترونیک در بستر شبکه ارتباطی زمین‌پایه و هواپایه و البته در آتی فضاپایه به‌گونه‌ای جهت مبادله مطمئن اطلاعات اقدام نماید که ارتباط پایدار و سریع برقرار گردد.

منابع

- اچ اسکلیلز، رابرت. (۱۳۸۴). *جنگ آینده*، تهران: دانشگاه جامع امام حسین(ع)، دوره عالی جنگ سپاه پاسداران انقلاب اسلامی.
- پیکرنگار، عبدالله. (۱۳۹۰). *ارائه ساختار مناسب جنگ الکترونیک قرارگاه در مقابله با تهدیدات آتی*، تهران: انتشارات دافوس آجا.
- جزنی، نسرین. (۱۳۸۶). *مدیریت منابع انسانی*، تهران: نشر نی.
- داروغه، کیوان. (۱۳۹۲). *رمزنگاری صحبت مبتنی بر تبدیل*، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- رامه، محمد. (۱۳۸۱). *جهت‌یابی*، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- سازمان هواپیمایی کشوری، انکس ۲.
- سپهری، محمد. (۱۳۸۴). *جنگ الکترونیک*، تهران: انتشارات دانشگاه هوایی.
- سید جوادیان، سیدرضا. (۱۳۸۹). *مدیریت منابع انسانی و امور کارکنان*.

- فارتر و رایان. (۱۳۸۵). *جنگ الکترونیک برای صحنه نبرد دیجیتال*، مترجمین احمد عفیفی و مرتضی کریم‌زاده و محمدباقر نظافتی، نشر مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.
- قاسمی، علیرضا. (۱۳۸۸). *ساختار سازمانی مناسب یگان‌های عملیات جنگال نزاجا در مقابله با تهدیدات جنگ الکترونیک نیروهای فرامنطقه‌ای*، تهران: انتشارات دافوس آجا.
- کریس هیبلز، گری. (۱۳۸۱). *جنگ پست‌مدرن، سیاست نوین درگیری*، ترجمه احمدرضا تقاء، تهران: انتشارات دوره عالی جنگ سپاه.
- کشتکار، مهران. (۱۳۸۶). ساختار نظام «فرماندهی و کنترل نهاجا» (حساسه‌ها، ارتباطات، مرکز هماهنگی و امتزاج) در جنگ‌های آینده، *چاپ نهاجا*.
- کوئستلر، فرد. (۱۹۶۷). ایجاد و خلق «the Act of Creation»، تهران: انتشارات دل پابلیشینگ.
- *مؤسسه آموزش و تحقیقاتی صنایع دفاعی*(گروه مؤلفین). (۱۳۸۵). *نفش فن‌آوری اطلاعات در جنگ‌های آینده، تهران مؤسسه آموزش و تحقیقاتی صنایع دفاعی*، جلد اول.
- Eurocontrol. (2011). *Digital Aeronautical Information Management (D-AIM)*, Acessed, 14 DEC.
- http://iw.windermeregroup.com/Papers/space_ew0.html4.
- http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/equip/an-alq-172.htm2.
- http://www.fsk.ethz.ch/publ/Studies/Volume_3/hauschild.htm.
- Information Technology. (2008). Troops available Time Terrain and Weather, Mission, Enemy and Civilian.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2007). *Out-look for air transport to year 2025 Montreal*,Canada1.
- Rusu, L. Rahayu, W. & Taniar, D. (2010). *Next Generation Air Transportation System (NextGen)*. accessed November.
- Taylor, Michael J.H. (2012). *Jane's World Combat Aircraft*, Jane s Information Group.
- Wang, F. & Zaniolo, C. (2010). *Single European Sky ATM Research (SESAR) 2010*, accessed November.