

## بررسی عملکرد رادارهای کشف در مدیریت صحنه نبرد

مجید رجب پور<sup>۱</sup>

مرتضی اکبری آلاشتی\*<sup>۲</sup>

اکبر غریب آبادی<sup>۳</sup>

نوع مقاله: ترویجی

### چکیده:

از آنجایی که امروزه تهدیدات هوایی مختلفی وجود دارد، به منظور تمرین مراحل مأموریت عملیاتی در بازی‌های جنگ، می‌بایست جهت مقابله با این تهدیدات، عملکرد سامانه‌های مختلف از جمله سامانه‌های کشف مدنظر قرار گیرد تا صحنه نبرد به واقعیت نزدیک باشد. محقق در این تحقیق با بررسی دقیق و علمی عملکرد یکی از سامانه‌های کشف موجود در کشور به صورت پایلوت، به دنبال این هدف بوده‌است که عملکرد سامانه‌های کشف در مدیریت صحنه نبرد در بازی‌های جنگ را تبیین کند. این تحقیق از نوع کاربردی با روش توصیفی- تاریخی و رویکرد آمیخته است. جمع‌آوری اطلاعات به دو روش میدانی و کتابخانه‌ای و با استفاده از ابزارهای مطالعه اسناد و مدارک، مصاحبه با صاحب- نظران و پرسش‌نامه خودساخته صورت گرفته است. اطلاعات جمع‌آوری شده، به صورت آمیخته پردازش، تجزیه و تحلیل و قضاوت گردیده است. در پایان تحقیق انجام شده، تأیید گردید که عملکرد سامانه‌های کشف در حوزه پوشش هوایی و استفاده از تکنیک‌های جنگ الکترونیک برای مدیریت صحنه نبرد در بازی‌های جنگ مطلوب بوده است و پیشنهادهای پژوهش‌گر تبیین گردیده است.

### واژگان کلیدی:

رادار کشف، پوشش راداری، جنگ الکترونیک، بازی جنگ.

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران

<sup>۲</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت دفاعی، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول: [M.Akbari Alashti@casu.ac.ir](mailto:M.Akbari Alashti@casu.ac.ir)



## مقدمه

پس از آن که قدرت هوایی به عنوان یک راهبرد در دستور کار برخی کشورها برای تهاجم به سایر ملتها قرار گرفت، فعالیت‌هایی برای مقابله با این روش به عنوان سریع‌ترین، خطرناک‌ترین و مؤثرترین تهدید شروع شد. نقطه عطف این اقدام‌ها ساخت و استفاده از رادار در سال ۱۹۳۵ توسط آقای واتسون وات به عنوان پدر و مخترع رادار بود [۱]. پس از آن با پیشرفت و تغییر در نوع تهاجم هوایی، در انواع رادارها به عنوان ابزار مؤثر در کشف<sup>۱</sup> تهدیدها تغییرات به‌سزایی به وجود آمد.

ماهیت فرآیند تصمیم‌گیری در صحنه نبرد به نحوی است که تصمیم‌گیرندگان باید در ابتدا تهدیدهای موجود را کشف، سپس تجزیه و تحلیل و در نهایت تصمیم مناسب را اتخاذ و اجرا نمایند [۲]. رادارها دارای قابلیت اساسی برای تعیین دقیق برد، سمت یا اطلاعات سرعت هدفها هستند و می‌توانند این اطلاعات را تقریباً در هر نوع شرایط آب‌وهوایی، در هر ساعتی از شبانه‌روز، و در فاصله‌هایی بسیار فراتر از بازه دید چشم انسان فراهم کنند. مأموریت‌های اصلی رادارهایی که در پدافند هوایی استفاده می‌شوند، هشدار در خصوص تهاجم و درگیری با تهدید است [۳].

از آنجایی که امروزه تهدیدهای هوایی مختلفی از جمله هواپیماهای راهبردی و راهکنشی، انواع هواپیماهای پنهان‌کار<sup>۲</sup>، انواع هواپیماهای بدون سرنشین<sup>۳</sup>، انواع ریزپرنده‌ها، انواع موشک‌ها و ... وجود دارد، شبکه یکپارچه پدافند هوایی می‌بایست به منظور انجام مراحل مأموریت عملیاتی خود (کشف، شناسایی<sup>۴</sup>، رهگیری<sup>۵</sup>، درگیری و انهدام<sup>۶</sup>) [۳] جهت مقابله با تهدیدهای موصوف ضمن توجه به نیروی انسانی متخصص، با به کارگیری تجهیزات پیشرفته و مطابق با فناوری روز، نسبت به ارتقاء سامانه‌های کشف خود اقدام نموده تا در مسافتی دورتر، زمان کمتر، سرعت و دقت بیشتر جهت جلوگیری از غافلگیری نیروهای خودی، نسبت به کشف تهدیدهای هوایی اقدام نماید [۴].

## مرور مبانی نظری و پیشینه پژوهش

چنانچه به نظر می‌رسد جنگ‌ها و تهدیدهای امروزه بسیار پیچیده‌تر از گذشته است، به این معنی که دشمن مهاجم از انواع ابزار، تجهیزات، روش‌ها و تاکتیک‌ها به‌طور برق‌آسا به صورت هم‌زمان استفاده می‌کند [۵]، بنابراین تجهیزات دفاعی که قابلیت‌های بیشتر و متفاوت‌تری را

1. Detection
2. Stealth
3. UAV: Unmanned Air Vehicle
4. Reconnaissance
5. Interception
6. Distruction

به صورت هم‌زمان داشته باشد، می‌تواند مؤثرتر باشد. به‌عنوان مثال اگر دشمن از یک هواپیمای مهاجم پنهان‌کار که قابلیت انجام انواع اقدام‌های ضدالکترونیکی دارد را به صورت هم‌زمان با هواپیماهای بدون سرنشین با سطح مقطع راداری کم که قابلیت حمل سلاح دارد و انواع موشک-های بالستیک و کروز استفاده کند، تجهیزات پدافندی که بتواند به‌طور هم‌زمان همه یا بخش زیادی از این تهدیدها را کشف نماید بسیار مؤثرتر خواهد بود [۶].

رادار گاما<sup>۱</sup> محصول کشور روسیه است که از سال ۱۳۹۲ هجری خورشیدی وارد ایران شده و در حال حاضر در شبکه یکپارچه پدافند هوایی کشور مشغول خدمت می‌باشد. این رادار یکی از تجهیزات کشف است که به‌طور هم‌زمان قابلیت کشف اهداف با سطح مقطع راداری<sup>۲</sup> کم، موشک-های بالستیک<sup>۳</sup>، اهداف با ارتفاع بالا و سرعت پائین و مقابله با انواع حملات جنگ الکترونیک<sup>۴</sup> دشمن را دارد [۷]. از این‌رو محقق قصد دارد با بررسی عملکرد رادار گاما به‌عنوان یک رادار کشف در شبکه یکپارچه پدافند هوایی نقش آن را در بازی‌های جنگ تبیین نماید؛ چراکه برای واقعی-سازی بیشتر بازی‌های جنگ توانایی سامانه‌های بکارگرفته شده در سناریو می‌بایست صحیح و دقیق باشد، پس بهترین ارزیابی همان بررسی عملکرد در صحنه واقعی نبرد است که در این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است.

## اهمیت و ضرورت پژوهش

### الف. اهمیت پژوهش:

در دنیای معاصر پیچیدگی جنگ‌ها در صحنه نبرد با پیشرفت تسلیحات پیشرفته بر کسی پوشیده نیست. مطالعه جنگ‌های تمام‌عیار گذشته نشان می‌دهد که قدرت هوایی و حملات هوایی جزء جدایی‌ناپذیر و تعیین‌کننده پیروز در این تقابل‌ها بوده‌است. دشمن همیشه در مراحل ابتدایی تهاجم هوایی، اقدام به سرکوب پدافند هوایی<sup>۵</sup> خواهد نمود. استفاده صحیح و به‌موقع از تجهیزات پدافندی با رعایت اصول و روش‌های تاکتیکی، می‌تواند دشمن را ناکام بگذارد. برای رسیدن به این مهم و افزایش پایداری تجهیزات پدافندی در مقابل حملات دشمن، شناخت دقیق از همه مقدرات و قابلیت‌های سامانه‌ها و به‌کارگیری آن در استفاده بهینه می‌تواند بسیار مؤثر باشد. یکی از راه‌های شناخت قابلیت‌ها بررسی عملکرد گذشته سامانه است. یکی از این سامانه‌ها رادار گاما می‌باشد که با توجه به فرکانس کاری، قابلیت‌های کشف اهداف مختلف از جمله ارتفاع و سرعت پائین، ارتفاع بالا، اهداف با سطح مقطع کم راداری و همچنین قابلیت‌های بالای جنگ

1. Gama Radar

2. RCS: Radar Cross Section

3. Ballistic Missile

4. Electronic Attack

5. SEAD: Suppression Of Enemy Air Defense

الکترونیک [۷] این سامانه نیاز است شناخت دقیق تری از آن داشته باشیم و شرایط استقرار آن را به صورت صحیح بررسی کنیم تا کمترین ضعف را در حملات اولیه دشمن داشته باشد. از این رو شناخت عملکرد گذشته این سامانه می تواند به غنای سناریوهای بازی جنگ و ارتقاء سطح کیفی آن کمک کند.

#### ب. ضرورت پژوهش:

آنچه مسلم است این که در کنار داشتن نیروهای متخصص، وجود تجهیزات کافی و قدرتمند می تواند توان رزم یک نیروی مسلح را به طور فزاینده ای افزایش دهد، اما استفاده صحیح و اصولی از سامانه های در اختیار زمینه ای خواهد بود تا این توان رزم افزایش چشمگیری داشته باشد. همان گونه که مقدمات پیشرفته و پیچیدگی های فنی سامانه ها می تواند امکانات برترسازی را در اختیار نیروی انسانی رزمنده قرار دهد، عدم استفاده صحیح و درست از این سامانه ها می تواند ضمن تحمیل هزینه های فراوان، مقدمات شکست را فراهم نماید و به جای امید به پیروزی به دلیل داشتن تجهیزات مدرن، زمینه ساز از بین رفتن اعتماد به نفس نیروهای خودی و ارتقاء اعتماد به نفس و روحیه دشمن باشد. پس اگر شناخت صحیحی از توانایی ها، مقدرات و امکانات سامانه ها در اختیار نباشد هیچ وقت نمی توان به توان رزم مطلوب و مدنظر رسید. از این رو محقق بررسی عملکرد همه سامانه های راداری و پدافندی از جمله سامانه موصوف را برای افزایش توان رزم آمادگی نیروهای پدافندی کشور و غنای بازی های جنگ ضروری و لازم می داند.

#### پیشینه تحقیق

با کنکاش ها و بررسی های به عمل آمده توسط محقق از کتابخانه دافوس آجا، ستاد آجا و ستاد قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) و سایر اسناد و مدارک موجود و در دسترس در خصوص تحقیقات انجام شده پیشین، چنین استنباط می گردد که تاکنون تحقیقی در مورد سامانه راداری گاما با ابعاد و مؤلفه های استفاده شده در این تحقیق و عملکرد آن در مدیریت صحنه نبرد در سطح کشور و نیروهای مسلح انجام نشده و از این حیث این تحقیق برای اولین بار انجام می شود. اما لازم به ذکر است تحقیقات مشابهی در مورد سایر سامانه های راداری با مؤلفه های متفاوت صورت پذیرفته است که می توان تأثیر هر کدام بر مدیریت صحنه نبرد را بررسی نمود. برخی از این پژوهش ها به طور خلاصه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره (۱): تحقیقات مشابه پیشین

| ردیف | عنوان پژوهش            | پژوهشگر     | سال پژوهش | سؤال عمده                       | نتایج پژوهش  |
|------|------------------------|-------------|-----------|---------------------------------|--|
| ۱    | بررسی به کارگیری رادار | مسعود قنوات | ۱۳۸۳      | آیا به کارگیری رادار ماوراء افق | الف) توانمندی شبکه راداری فرماندهی پدافند هوایی نهجا |

| ردیف | عنوان پژوهش  | پژوهشگر              | سال پژوهش | سؤال عمده   | نتایج پژوهش   |
|------|--|----------------------|-----------|---|---|
|      | ماوراء افق در ایران  |                      |           | موجب افزایش توان رزمی شبکه فرماندهی و کنترل پدافند هوایی نهاجا می‌گردد؟                                   | در کشف و رهگیری هدف‌های پروازی در ارتفاع پست ضعیف، در ارتفاع متوسط ناکافی، در ارتفاع بالا قوی، در برد زیاد و فراسوی موانع و ارتفاعات ضعیف ارزیابی می‌گردد.<br>ب) با ساخت یا خرید سامانه رادار ماوراء افق و به‌کارگیری آن، امکان مرتفع نمودن محدودیت‌های شبکه راداری پدافند هوایی مطرح‌شده در بند یک، بالا و افزایش چشمگیر توان رزمی فرماندهی و کنترل پدافند هوایی نهاجا میسر می‌گردد. |
| ۲    | به‌کارگیری رادار کاوش در جهت ارتقاء عملکرد شبکه یکپارچه پدافند هوایی در محیط جنگ-های آینده | بهروز تسلیمی‌کار     | ۱۳۹۵      | به‌کارگیری رادار کاوش در جهت ارتقاء عملکرد شبکه یکپارچه پدافند هوایی در محیط جنگ‌های آینده چگونه می‌باشد؟ | الف) در محیط جنگ‌های آینده می‌بایست از رادار معنونه جهت پوشش دهلیزهای نفوذی، نقاط کور راداری و تأمین پوشش ارتفاع کم استفاده نمود.<br>ب) این رادار می‌تواند از تکنیک-های مختلف پدافند غیرعامل استفاده نماید.<br>ج) قابلیت تلفیق رادار کاوش با سامانه فرماندهی و کنترل وجود دارد.   |
| ۳    | به‌کارگیری سامانه رادار ثامن در شبکه فرماندهی و کنترل قرارگاه پدافند هوایی                 | کیومرث رستمی سولاوله | ۱۳۹۸      | به‌کارگیری رادار ثامن چه تأثیری در حوزه کشف و حوزه کنترل شبکه فرماندهی و کنترل قرارگاه                    | الف) در خصوص میزان تأثیر به-کارگیری سامانه راداری ثامن در حوزه کشف ریزپرنده‌ها، هواپیماهای شکاری، هواپیماهای رادارگریز، موشک‌های کروز و موشک‌های بالستیک در شبکه  |

| ردیف | عنوان پژوهش  | پژوهشگر     | سال پژوهش | سؤال عمده  | نتایج پژوهش  |
|------|--|-------------|-----------|--|--|
|      | خاتم الانبیاء (ص)  |             |           | پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) دارد؟   | یکپارچه پدافند هوایی از رادار معنونه جهت پوشش مناطق موردنظر می توان در سطح بالایی استفاده نمود.<br>ب) در خصوص میزان تأثیر به- کارگیری سامانه راداری ثامن در حوزه کنترل و هدایت پهپادها، هواپیماهای شکاری و سامانه های موشکی و توپخانه ای در شبکه یکپارچه پدافند هوایی می توان از آن به عنوان یک رادار مادر در سطح قابل قبولی استفاده نمود.   |
| ۴    | نحوه ارتقاء عملکرد شبکه یکپارچه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) آجا با به- کارگیری رادار شهاب | شهاب دانشگر | ۱۳۹۷      | نحوه ارتقاء عملکرد شبکه یکپارچه پدافند هوایی با به کارگیری رادار شهاب چگونه می باشد؟ | الف) رادار شهاب قابلیت اطمینان در مقابله با اقدامات جنگ الکترونیک را دارد.<br>ب) استفاده از رادار شهاب با توجه به قابلیت های آن در برد، سمت و ارتفاع تأثیر زیادی در ارتقاء پوشش عملکرد شبکه یکپارچه پدافند هوایی دارد.<br>ج) پایداری و مداومت رادار شهاب در حد قابل قبولی می- باشد.<br>د) میزان تأثیرپذیری رادار به قطعات فنی و زیرسیستم ها زیاد می باشد که موجب کاهش مداومت عملیاتی رادار می گردد.<br>ه) عوامل شرایط جوی، جغرافیایی و نیروی انسانی با تأثیر نسبتاً بالایی بر روند پایداری رادار مؤثر می باشد. |

## مفهوم‌شناسی تحقیق

واژه رادار که امروزه در سرتاسر دنیا کاربرد دارد، یک اصطلاح بین‌المللی شده است. در واقع اختراع رادار از یک پدیده فیزیکی و بسیار طبیعی به نام انعکاس گرفته شده است. امواج رادیویی و الکترومغناطیس نیز قابلیت انعکاس و بازتاب دارند و رادار براساس همین خاصیت ساده به وجود آمد [۹].

### تعریف رادار

رادار<sup>۱</sup> از اولین حروف کلمات (Radio Detection And Ranging) به معنی آشکارسازی (کشف) و تعیین مسافت رادیویی گرفته شده است که این واژه اولین بار در سال ۱۹۴۱ میلادی به وسیله نیروی دریایی آمریکا مورد استفاده قرار گرفت و براساس اندازه‌گیری زمان انرژی منتشر شده از رادار و انعکاس (بازتاب) آن پس از برخورد به هدف است. در یک سیستم رادار، یک آنتن که به سرعت می‌چرخد پرتوی از امواج الکترومغناطیسی را شامل پالس‌هایی کوتاه از انرژی زیاد امواج رادیویی، به خارج از خود (فضای آزاد) منتشر می‌کند. موانعی که در معرض انرژی این امواج قرار گیرند، بخش کوچکی از این انرژی را برگشت می‌دهند. این امواج بازتاب شده به خود آنتن فرستنده که در این حالت به عنوان آنتن گیرنده عمل می‌کند، می‌رسد. پژواک به دست آمده از هدف‌ها که پس از پردازش سیگنال‌های برگشتی و بازتاب شده که بسیار ضعیف هم هستند پدید می‌آید، برای بهره‌برداری بر روی صفحات نشان‌دهنده رادار به نمایش درمی‌آید [۹].

### انواع رادار

رادارها با توجه به فرکانس کاری، محیط عمل، قدرت فرستنده، حساسیت گیرنده، نوع آنتن و چندین عامل دیگر دسته بندی و هر یک در موارد خاصی به کارگیری می‌شوند و معمولا هر دسته، نوع خاصی از فرستنده و سیستم پردازش سیگنال را مورد استفاده قرار می‌دهند.

- رادارهای مونواستاتیک<sup>۲</sup>
- رادارهای بای‌استاتیک<sup>۳</sup>
- رادارهای امواج متوالی<sup>۴</sup>
- رادارهای ارتفاع یاب
- رادارهای تعقیب هدف<sup>۵</sup>
- و رادارهای شناسایی یا ثانویه

---

1. RADAR  
 2. Monostatic Radar  
 3. Bistatic Radar  
 4. Continuous Wave Radar  
 5. Tracking Radar

- رادارهای پالسی<sup>۱</sup>
- رادارهای آرایه‌فازی
- رادارهای روزنه مصنوعی<sup>۲</sup>
- رادارهای SLAR
- رادارهای TWS
- رادارهای OTH<sup>۳</sup>
- رادارهای پالس داپلر
- رادارهای دریایی
- رادارهای میلی‌متری
- تکنیک‌های کاهش سطح مقطع راداری
- تکنیک‌های کاهش سطح مقطع راداری به‌طور کلی به چهار دسته تقسیم می‌شوند [۴]:
- ۱- شکل‌دهی هدف
- ۲- انتخاب ماده و پوشش‌دهی توسط مواد جاذب
- ۳- حذف غیر فعال
- ۴- حذف فعال

#### جنگ الکترونیک

کارآیی سامانه‌هایی که بتواند در برابر تهدیدات راداری دشمن مقاومت کند به‌سرعت مورد توجه نیروهای نظامی قرار گرفت. این سیستم‌های جدید که در گروه سیستم‌های جنگ الکترونیک قرار می‌گرفتند قادر بودند تا حدودی تهدیدات دشمن را خنثی کنند. در کنار این گام، متخصصین الکترونیک روش‌هایی را پایه‌ریزی کردند که سلاح‌ها بتوانند همزمان که دشمن سعی در گمراه کردن آن دارند به خوبی وظایف خود را انجام دهد. همزمان با گسترش این دو شاخه و همچنین پیشرفت‌های شگفت‌انگیز در رادار متخصصین متوجه شدند که اگر بتوان به‌نوعی اطلاعات مخابراتی و راداری دشمن را به‌دست آورد، پیش‌بینی‌ها و آمادگی‌های لازم بهتر صورت می‌گیرد. بنابراین الکترونیک در سه شاخه با سرعت چشمگیری شروع به رشد کرد. این شاخه‌ها عبارتند از:

---

1. Pulse Transmission  
2. Synthetic Aperture Radar  
3. Over The Horizon



۱- اقدام‌های ضد الکترونیکی<sup>۱</sup> یا آفند الکترونیکی: هدف این بخش از جنگ الکترونیک از کار انداختن سیستم‌های راداری و مخابراتی دشمن است.

۲- اقدام‌های ضد الکترونیکی<sup>۲</sup> یا پدافند الکترونیکی: هدف از این شاخه مقاوم کردن رادارها و سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی خودی در برابر اقدام‌های ضد الکترونیکی دشمن است.

۳- اقدام‌های پشتیبانی الکترونیکی<sup>۳</sup>: در این شاخه هدف کشف اطلاعات راداری و مخابراتی دشمن در حین مدت فعالیت است [۱۰].

### تکنیک‌های آفندی فعال

این تکنیک‌ها که هم شامل اختلال نویزی و هم فریب می‌شوند، به صورت زیر هستند:

تکنیک‌های نویزی:

- نویز نقطه‌ای<sup>۴</sup>
- نویز سدی<sup>۵</sup>
- نویز جارویی
- نویز دروازه‌ای<sup>۶</sup>
- اختلال پالسی<sup>۷</sup>
- نویز AM\_CW

تکنیک‌های فریب

- تولید اهداف کاذب<sup>۸</sup>
- اختلال فریب در برد<sup>۹</sup>
- اختلال فریب در سرعت<sup>۱۰</sup>
- مد استفاده توأم<sup>۱۱</sup>
- بهره معکوس<sup>۱۲</sup>



1. Electronic Counter Measures(ECM)
2. Electronic Counter Counter Measures(ECCM)
3. Electronic Support Measures(ESM)
4. Spot noise
5. Barrage noise
6. Gated noise
7. Pulse jamming
8. Multiple False-Target Generation
9. Range Gate Pull Off-RGPO
10. Range Gate Pull In-RGPI
11. Dual-mode
12. Inverse Gain

- شمارش معکوس<sup>۱</sup>
- اختلال مشترک<sup>۲</sup>
- پلاریزاسیون متقاطع<sup>۳</sup>
- دوبینی<sup>۴</sup>
- بازتاب سطحی<sup>۵</sup>
- اختلال کناره<sup>۶</sup>
- اختلال تصویر [۱۱]

#### روش‌های پدافند الکترونیکی

پدافند الکترونیکی در دو سطح انجام می‌شود: سطح بهینه‌سازی سیستمی و سطح تفکر سیستمی، سطح بهینه‌سازی سیستمی در زیر سطح‌های زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۱- حوزه زمان

۲- حوزه فرکانس

۳- حوزه آنتن

۴- حوزه بهره

۵- حوزه داده

۶- حوزه کاربر

#### روش‌های حوزه زمان [۱۱]

این روشها شامل موارد زیر هستند:

• ثابت زمانی سریع<sup>۷</sup>

• تغییر فرکانس تکرار پالس<sup>۸</sup>

• فشردن سازی پالس<sup>۹</sup>

• گیرنده Dicke-Fix

• گیرنده تغذیه معکوس<sup>۱۰</sup>

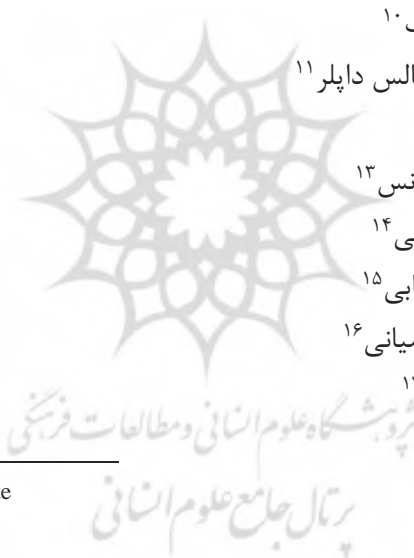
- 
- 1.Countdown
  - 2.Cooperative
  - 3.Cross Polarization
  - 4.Cross Eye
  - 5.Terrain Bounce
  - 6.Skirt Jamming
  - 7.Fast Time Constant
  - 8.PRF Stagger
  - 9.Pulse Compression
  - 10.Back-Bias

- گیرنده با نرخ ثابت هشدار کاذب<sup>۱</sup>
- جمع بندی همدوس<sup>۲</sup>
- جمع بندی ناهمدوس<sup>۳</sup>
- آشکار سازی با سطح آستانه دوگانه<sup>۴</sup>
- جداسازی براساس شکل پالس<sup>۵</sup>
- جداسازی براساس عرض پالس<sup>۶</sup>
- جدا سازی پالس ها براساس PRF<sup>۷</sup>
- مقابله با فریب برد<sup>۸</sup>
- کاهش پالس های تداخلی<sup>۹</sup>

### روش های حوزه فرکانس [۱۱]

این روشها عبارتند از:

- نشانگر هدف متحرک<sup>۱۰</sup>
- پردازش همدوس - پالس داپلر<sup>۱۱</sup>
- چابکی فرکانسی<sup>۱۲</sup>
- انتخاب خودکار فرکانس<sup>۱۳</sup>
- گریز خودکار فرکانسی<sup>۱۴</sup>
- فیلترهای پیش انتخابی<sup>۱۵</sup>
- فیلترهای فرکانس میانی<sup>۱۶</sup>
- گوناگونی فرکانسی<sup>۱۷</sup>



- 1.Constant False Alarm Rate
- 2.Coherent Integeration
- 3.Noncoherent Integeration
- 4.Double Threshold
- 5.Pulse Shape Discrimination-PSD
- 6.Pulse Width Discrimination-PWD
- 7.PRF Discrimination
- 8.Anti Range Gate Pull Off-ARGPO
- 9.Pulse Interference Suppression and Blanking-PISAB
- 10.Moving Target Indicator-MTI
- 11.Coherent Processing Pulse Doppler
- 12.Frequency Agility
- 13Automatic Frequency Selection
- 14Automatic Frequency Evasion
- 15.Preselective Filters
- 16.Intermediate Frequency Filters
- 17.Frequency Diversity

- انتقال فرکانس<sup>۱</sup>
- حذف کننده پالس های تداخلی<sup>۲</sup>
- ردگیری دوگانه<sup>۳</sup>
- ذخیره کردن چند فرکانس برای شرایط اضطراری

#### روش های حوزه بهره و توان

این روش ها عبارتند از:

- کنترل زمانی حساسیت<sup>۴</sup>
- کنترل سریع بهره خودکار<sup>۵</sup>
- گیرنده لگاریتمی<sup>۶</sup>
- FTC لگاریتمی<sup>۷</sup>
- افزایش توان<sup>۸</sup>
- مدیریت توان<sup>۹</sup>
- سایر روش های حوزه بهره

#### اهداف و ساختار رادار گاما [۷]

رادار گاما یک رادار آرایه فازی متحرک جهت مقابله با اهداف با ارتفاع متوسط و بالا می باشد. همچنین توانایی بالایی برای مقابله با اقدام های جنگ الکترونیک، موشک های بالستیک، موشک های کروز و هواپیماهای اخلاگر را دارد. این رادار می تواند اطلاعات هدف را به صورت هم زمان برای ۲ کاربر پست فرماندهی و سیستم های فرماندهی کنترل زمین به هوا به صورت بی سیم و باسیم ارسال نماید. اهداف رادار گاما به صورت کلی به شرح ذیل می باشد [۱۴ و ۱۵]:

- آشکارسازی اهداف هوایی<sup>۱۰</sup>
- محاسبه سه مشخصه زاویه، فاصله و ارتفاع
- طبقه بندی اهداف هوایی

- 
1. Frequency Shift
  2. Pulse Interference Eliminator-PIE
  3. Double Tracking
  4. Sensitivity Time Control
  5. Fast Automatic Gain Control
  6. Logarithmic Receiver
  7. Logarithmic FTC
  8. Increasing Power
  9. Power Managment
  10. Air objects detection

- لاک اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک و تعقیب هدف<sup>۱</sup>
- سیستم شناسایی هواپیمای دوست از دشمن<sup>۲</sup>

### روش شناسی پژوهش

از نظر نوع این پژوهش یک تحقیق کاربردی و روش تحقیق، توصیفی- تاریخی و از نظر رویکرد آمیخته بود. با توجه به این که محقق سعی نمود درک بهتری از متغیرهای تعریف شده ارائه نماید، اقدام به تهیه فرم پرسش نامه و بررسی اسناد و مدارک نمود و نتایج حاصله را در هر دو بعد کمی و کیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

جامعه مورد مطالعه در این تحقیق مشتمل بر کتب، اسناد و مدارک، مقالات مرتبط با موضوع و همچنین مصاحبه با صاحب نظران در عرصه پدافند هوایی، شبکه یکپارچه پدافند هوایی و سامانه های راداری در حوزه کشف بود. جامعه آماری از بین کارشناسان ارشد و کارشناسان فنی و عملیاتی سامانه راداری گاما که در مشاغل فرماندهی، ستادی و اجرایی فعالیت دارند، انتخاب شد که با شبکه یکپارچه پدافند هوایی، سامانه راداری گاما و قابلیت های آن در حوزه کشف آشنایی کامل داشتند؛ که با احتساب ضریبی ۱۷۰ نفر می باشند. برای انتخاب حجم جامعه نمونه از فرمول کوکران با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد و قبول سطح خطای ۵ درصد استفاده شده است که معادل ۵۹ نفر می باشد.

تعیین جامعه نمونه به شیوه تصادفی طبقاتی متناسب بود.

### تجزیه و تحلیل کیفی یافته ها

در این تحقیق طی مصاحبه با صاحب نظران و سایر منابع مطالعاتی با همگرایی کامل مشخص گردید عملکرد رادار گاما در شبکه یکپارچه پدافند هوایی در حوزه پوشش راداری و در حوزه تکنیک های جنگ الکترونیک مطلوب بوده است. پوشش راداری با شاخص های کشف اهداف ارتفاع بالا، سرعت پائین و با سطح مقطع راداری کم و تکنیک های جنگ الکترونیک با شاخص های تغییر فرکانس، افزایش بهره و کاهش حساسیت مورد بررسی قرار گرفت که در همه موارد نظر مصاحبه شونده ها با محتوای اسناد و مدارک مطابقت داشته و یکدیگر را تأیید می نمایند.

**تجزیه و تحلیل کمی یافته ها (تجزیه و تحلیل استنباطی و آزمون فرضیه ها)**

[۱۲ و ۱۳]

1. lock on and tracking

2. **IFF**: Identification Friend From Foe

همان‌گونه که مطرح شد بررسی عملکرد گذشته سامانه راداری گاما و شناخت دقیق از مقدرات و توانمندی‌های آن می‌تواند غنای بازی‌های جنگ مرتبط با سامانه مذکور را از حیث واقعی بودن نتایج حاصله افزایش دهد. در این تحقیق و با استفاده از آزمون کای مربع به میزان همبستگی بین مؤلفه‌های تحقیق با متغیر وابسته که همان عملکرد سامانه کشف در مدیریت صحنه نبرد می‌باشد، به شرح ذیل پرداخته می‌شود. پرواضح است که اگر میزان این همبستگی مشخص و تبیین شود، رابطه مستقیم با غنای بازی‌های جنگ مرتبط دارد.

### فرضیه اول

گام اول: تدوین فرضیه آماری

-فرضیه صفر ( $H_0$ ):

عملکرد رادار گاما در حوزه پوشش راداری مطلوب نبوده است.

-فرضیه مقابل ( $H_1$ ):

عملکرد رادار گاما در حوزه پوشش راداری مطلوب بوده است.

گام دوم: محاسبه آماره آزمون

جدول شماره (۲) محاسبات آزمون کای مربع در فرضیه اول

| $(Fo-Fe)^2/Fe$ | $(Fo-Fe)^2$ | Fo-Fe  | Fe    | Fo | گویه‌ها       | ردیف |
|----------------|-------------|--------|-------|----|---------------|------|
| -              | -           | -      | -     | ۰  | کاملاً مخالفم | ۱    |
| ۱۲/۸۲          | ۱۸۹/۰۶      | -۱۳/۷۵ | ۱۴/۷۵ | ۱  | مخالفم        | ۲    |
| ۰/۵۱           | ۷/۵۶        | -۲/۷۵  | ۱۴/۷۵ | ۱۲ | نظری ندارم    | ۳    |
| ۸/۵۸           | ۱۲۶/۵۶      | ۱۱/۲۵  | ۱۴/۷۵ | ۲۶ | موافقم        | ۴    |
| ۱/۸۷           | ۲۷/۵۶       | ۵/۲۵   | ۱۴/۷۵ | ۲۰ | کاملاً موافقم | ۵    |
| ۲۳/۷۸          | -           | -      | ۵۹    | ۵۹ | مجموع         |      |

$$X^2 = \sum \frac{(Fo-Fe)^2}{Fe} = ۲۳/۷۸$$

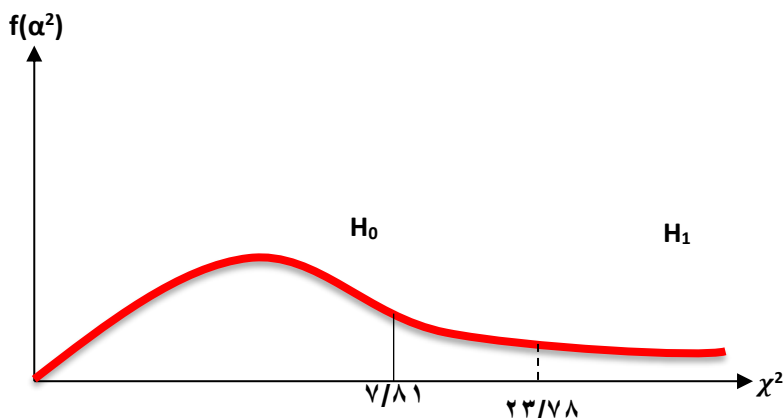
گام سوم: محاسبه آماره بحرانی (آماره جدولی):

$$df = r - ۱ = ۴ - ۱ = ۳$$

$$X_{\alpha \& df}^2 = X_{0.05 \& 3}^2 = 7.81$$

گام چهارم: قضاوت (تصمیم‌گیری):

$$H_0 \text{ ناحیه رد } \chi^2 \geq \chi^2_{\text{adf}}$$



نمودار شماره (۱) آزمون استقلال فرضیه اول

برابر نمودار شماره (۱)، چون مقدار آماره آزمون (۲۳/۷۸) از مقدار آماره بحرانی (۷,۸۱) بزرگتر است؛ بنابراین آماره آزمون در ناحیه  $H_1$  قرار می‌گیرد؛ در نتیجه فرضیه  $H_1$  پذیرفته می‌شود و فرضیه  $H_0$  رد می‌شود.

به عبارت دیگر؛ با سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان اذعان داشت که " عملکرد رادار گاما در حوزه پوشش راداری مطلوب بوده است."

#### محاسبه ضریب شدت توافقی

چون  $\chi^2$  نشان دهنده آن است که بین دو صفت متغیر بستگی وجود دارد، برای محاسبه شدت آن (ضریب توافقی) از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} = \sqrt{\frac{۲۳/۷۸}{۲۳/۷۸ + ۵۹}} = ۰/۵۴$$

فرضیه دوم:

گام اول: تدوین فرضیه آماری

فرضیه صفر ( $H_0$ ): عملکرد رادار گاما در حوزه استفاده از تکنیک‌های مختلف جنگ الکترونیک مطلوب نبوده است.

فرضیه مقابل ( $H_1$ ): عملکرد رادار گاما در حوزه استفاده از تکنیک‌های مختلف جنگ الکترونیک مطلوب بوده است.

گام دوم: محاسبه آماره آزمون

جدول شماره (۳) محاسبات آزمون کای مربع در فرضیه دوم

| ردیف  | گزینه ها      | Fo | Fe    | Fo-Fe  | (Fo-Fe) <sup>2</sup> | (Fo-Fe) <sup>2</sup> /Fe |
|-------|---------------|----|-------|--------|----------------------|--------------------------|
| ۱     | کاملاً مخالفم | ۰  | -     | -      | -                    | -                        |
| ۲     | مخالفم        | ۱  | ۱۴/۷۵ | -۱۳/۷۵ | ۱۸۹/۰۶               | ۱۲/۸۲                    |
| ۳     | نظری ندارم    | ۱۴ | ۱۴/۷۵ | ۰/۷۵   | ۰/۵۶                 | ۰/۰۴                     |
| ۴     | موافقم        | ۲۱ | ۱۴/۷۵ | ۶/۲۵   | ۳۹/۰۶                | ۲/۶۵                     |
| ۵     | کاملاً موافقم | ۲۳ | ۱۴/۷۵ | ۸/۲۵   | ۶۸/۰۶                | ۴/۶۱                     |
| مجموع | -             | ۵۹ | ۵۹    | -      | -                    | ۲۰/۱۲                    |

$$\chi^2 = \sum \frac{(Fo - Fe)^2}{Fe} = 20.12$$

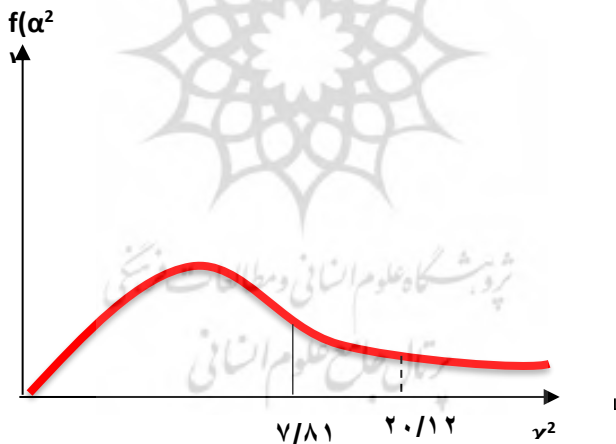
گام سوم: محاسبه آماره بحرانی (آماره جدولی):

$$df = r - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$X_{\alpha \& df}^2 = X_{0.05 \& 3}^2 = 7.81$$

گام چهارم: قضاوت (تصمیم‌گیری):

$$H_0 \text{ ناحیه رد } \chi^2 \geq \chi^2_{\alpha df}$$



نمودار شماره (۲) آزمون استقلال فرضیه دوم

برابر نمودار شماره (۲) چون مقدار آماره آزمون (۲۰/۱۲) از مقدار آماره بحرانی (۷/۸۱) بزرگ‌تر است؛ بنابراین آماره آزمون در ناحیه  $H_1$  قرار می‌گیرد؛ در نتیجه فرضیه  $H_1$  پذیرفته می‌شود و فرضیه  $H_0$  رد می‌شود.

به عبارت دیگر؛ با سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان اذعان داشت که " عملکرد رادار گاما در حوزه استفاده از تکنیک‌های مختلف جنگ الکترونیک مطلوب بوده است."



## محاسبه ضریب شدت توافقی:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} = \sqrt{\frac{20/12}{20/12 + 59}} = 0/5$$

## نتیجه گیری و پیشنهادات

## نتیجه گیری

با بررسی همه اسناد و مدارک مورد مطالعه، تجزیه و تحلیل کمی و کیفی پرسشنامه ها و مصاحبه های انجام شده و با همگرایی موجود بین آنها، هردو فرضیه محقق به اثبات رسیده و مشخص گردید: «عملکرد رادار گاما در حوزه پوشش راداری و در حوزه استفاده از تکنیک های مختلف جنگ الکترونیک مطلوب بوده است».

با نتایج به دست آمده از این پژوهش در عرصه میدانی می توان به این نتیجه رسید که با هدف تمرین و آموزش فرماندهان نبرد هوایی در سناریوهای بازی جنگ و تصمیم گیری های صحنه نبرد، رادارهای کشف اهداف هوایی و به صورت موردی رادار گاما می توانند نقش پایش هوایی و مقابله با اقدامات جنگ الکترونیک دشمن را به نحو مطلوبی ایفاء نماید.

## پیشنهاداتی پژوهش

۱) در بازی های جنگ می توان با اطمینان از عملکرد مطلوب رادار گاما و سایر رادارهای مشابه، برای کشف اهداف ارتفاع بالا مثل موشک های بالستیک، هواپیماهای استراتژیک و پهپادهای ارتفاع بالا استفاده نمود.

۲) در بازی های جنگ می توان با اطمینان از عملکرد مطلوب رادار گاما و سایر رادارهای مشابه، برای کشف اهداف سرعت پائین از جمله موشک های کروز، بالگردها، هواپیماهای تاکتیکی پشتیبانی نزدیک و ... استفاده نمود.

۳) در بازی های جنگ می توان با اطمینان از عملکرد مطلوب رادار گاما و سایر رادارهای مشابه، برای کشف اهداف ریزپرنده مثل هواپیماهای با سرنشین و بدون سرنشین با سطح مقطع کم راداری (۰,۱ مترمربع) استفاده نمود.

۴) در بازی های جنگ می توان با اطمینان از عملکرد مطلوب رادار گاما و سایر رادارهای مشابه، در شرایط آلوده جنگ الکترونیک استفاده نمود.

۵) در بازی های جنگ می توان با اطمینان از عملکرد مطلوب رادار گاما و سایر رادارهای مشابه، در شرایط جنگ الکترونیک در مقابل اخلاک گره های دشمن با تکنیک های تغییر فرکانس، افزایش بهره و کاهش حساسیت استفاده نمود.

## قدردانی

از کلیه اساتید و خبرگانی که با صرف وقت ارزشمند خود در خصوص تکمیل و انجام این پژوهش ما را یاری نمودند کمال تشکر را داریم.

## منابع

- [۱] سپهری‌راد، ابوالفضل، (۱۳۸۴). کشف و نقش آن در امور عملیاتی پدافند هوایی، تهران، معاونت عملیات قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا.
- [۲] ستاری‌خواه، علی، (۱۳۸۵). دکترین پدافند هوایی، پایان‌نامه در مقطع دکتری دانشگاه علوم استراتژیک.
- [۳] آقابالازاده، علی‌اصغر، (۱۳۹۵). مدیریت صحنه نبرد در عملیات پدافند هوایی، تهران، انتشارات دافوس آجا.
- [۴] گروه کارشناسان، (۱۳۷۳). آئین‌نامه شماره ۳۲-۲۷، تهران، معاونت عملیات قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا (مد جنگال).
- [۵] اصلانی، یعقوب، (۱۳۷۸). راکت و موشک‌های استراتژیک جهان، جلد سوم، تهران، انتشارات عقیدتی سیاسی آجا.
- [۶] اسماعیلی، فرزاد، (۱۳۹۲). مقدمه‌ای بر سیستم‌های هواپیماهای بدون سرنشین، تهران، مرکز مطالعات پدافند هوایی.
- [۷] گروه مؤلفین، (۱۳۹۰). اهداف، ساختار و ویژگی‌های رادار گاما، تهران، قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا.
- [۸] کولیوند، خلیل، (۱۳۹۵). مدیریت صحنه نبرد، تهران، قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا.
- [۹] قنوت، مسعود، (۱۳۸۶). رادار و کاربرد آن در عملیات هوایی، تهران، انتشارات دانشگاه هوایی شهید ستاری.
- [۱۰] گروه مؤلفین، (۱۳۹۱). آفند و پدافند الکترونیک، جلد اول، تهران، قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا.
- [۱۱] گروه مؤلفین، (۱۳۹۲). آفند و پدافند الکترونیک، جلد دوم، تهران، قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا.
- [۱۲] ایجایی، ابراهیم، (۱۳۹۷). آمار و کاربرد آن در مدیریت (با رویکرد نظامی)، تهران، انتشارات دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا.
- [۱۳] بایزیدی، ابراهیم، اولادی، بهنام، (۱۳۸۸). تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای به کمک نرم‌افزار SPSS، تهران، انتشارات عابد.

[14]67H6E RADAR/Instruction Manual/Part 1. 67H6E Item Intended Use/Book 1. Design And Operation Of Functional Systems, Controls And Radar And Acs Interface Devices

[15]67H6E RADAR/Instruction Manual/Part 1. 67H6E Item/ Intended Use/Book 2. Operation And Application