

شناسایی و ارزیابی اهداف تهدیدکننده و اولویت‌بندی آن‌ها در حملات منطقه‌ای، فراه منطقه‌ای و ائتلافی در سامانه‌های پدافند هوایی

اکبرمردیان^۱، علیرضا الهامی^۲، شمخال جعفری^۳، روح الله محمودی^۴، فرهاد فواد^۵

دریافت مقاله: ۹۸/۱۲/۱۱

پذیرش مقاله: ۹۹/۰۲/۱۸

چکیده

از بدو تشکیل نیروهای نظامی در دنیا موضوع ارزیابی تهدید و شناسایی آن مورد توجه بوده است و اساس مدیریت جنگ بر اساس آن برنامه‌ریزی شده است. در پژوهش حاضر با ارائه مدلی از شناسایی و ارزیابی معیارها و زیر معیارها و همچنین گزینه‌های تهدیدکننده موردنظر اقدام به اولویت‌بندی آن‌ها نموده و بدین منظور در گام نخست به شناسایی و ارزیابی معیارها از دیدگاه خبرگان حوزه پدافند هوایی پرداخته شده است، در مرحله بعدی زیر معیارها را شناسایی کرده و با استفاده از تکنیک AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی) و نرم‌افزار مربوطه اقدام به اولویت‌بندی گزینه‌های موردنظر شده است. برای روایی از طرح پرسشنامه‌ها که توسط نخبگان این حوزه طراحی و تأیید گردیده و برای پایایی از نرخ ناسازگاری (IR) که در نرم‌افزار مربوطه در نظر گرفته، استفاده شده است. جامعه آماری این پژوهش ۸۰ نفر از کارکنان عملیاتی در حوزه پدافند هوایی می‌باشد، که در این پژوهش پس از مصاحبه با ۲۰ نفر از خبرگان و فرماندهان به داده‌های کامل دست یافته، و نمونه‌ی آماری این پژوهش ۲۰ نفر از خبرگان این حوزه است. نتیجه انجام این پژوهش کاربردی کمک به بهبود تصمیم‌گیری، کاهش بار مسئولیت اپراتورهای زمینی، سرعت عمل، اولویت‌بندی هدف‌های تهدیدکننده جهت درگیری بوده است.

واژگان کلیدی: شناسایی تهدید، ارزیابی تهدید، اولویت بندی تهدید، دفاع هوایی، فرایند تحلیلی

سلسله مراتبی.

۱ - کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

۲ - دکترای عالی دفاع

۳ - کارشناس عالی دفاع

۴ - کارشناس عالی دفاع

۵ - کارشناس عالی دفاع

مقدمه

شناسایی تهدید، یک ارزش و اهمیت سنجی از دستیابی به قصد و نیت و توانایی و فرصت کشف هدف‌های دشمن می‌باشد و این اپراتورهای نظامی را برای استفاده از سیستم‌های پشتیبانی و تجزیه و تحلیل داده‌های کسب‌شده بر اساس چارچوب ارزیابی عملکرد یاری می‌نماید. فرایند ارزیابی تهدید یک طبقه‌بندی از پتانسیل تهدیدها در سه دسته از تهدید در ارتفاع بلند، ارتفاع متوسط، ارتفاع پست همراه با یک اولویت‌بندی مطابق ژست تهدید برای دفاع از تأسیسات و نقاط آسیب‌پذیر را در بر دارد (هلدین و همکاران^۱، ۲۰۱۳).

از بدو تشکیل نیروهای نظامی در دنیا موضوع ارزیابی تهدید و شناسایی آن مورد توجه بوده است و اساس مدیریت جنگ بر اساس آن برنامه‌ریزی شده است. ارزیابی تهدید، یک ارزش و اهمیت سنجی از دستیابی به قصد و نیت و توانایی و فرصت کشف هدف‌های دشمن می‌باشد و این اپراتورهای نظامی را برای استفاده از سیستم‌های پشتیبانی و تجزیه و تحلیل داده‌های کسب‌شده بر اساس چارچوب ارزیابی عملکرد یاری می‌نماید. فرایند ارزیابی تهدید یک طبقه‌بندی از پتانسیل تهدیدها در سه دسته از تهدید در ارتفاع بلند، ارتفاع متوسط، ارتفاع پست همراه با یک اولویت‌بندی مطابق ژست تهدید برای دفاع از تأسیسات و نقاط آسیب‌پذیر را در بر دارد (هلدین و همکاران^۱، ۲۰۱۳).

امروزه دیگر بر کسی پوشیده نیست و گروه‌های کاری و علمی اذعان دارند، برای اینکه یگان‌های عمل‌کننده نظامی بتوانند در دنیای امروزی با فناوری پیچیده، حضور مستمر و پایدار و ماندگاری عملیاتی داشته باشند، باید حول محور علم و دانش فعالیت کنند. علی‌رغم اینکه دانش به‌عنوان منبعی برای بقای یگان‌ها ضروری است و شرط موفقیت آن‌ها دستیابی به یک دانش و فهم عمیق در تمامی سطوح است، اما بازهم بسیاری از یگان‌ها هنوز به‌طور جدی به این امر توجه نکرده‌اند. امروزه تجهیزات نظامی به‌طور چشمگیری پیشرفت نموده‌اند در این حالت شاید به نظر برسد که حجم کاری اپراتورهای زمینی در این حوزه کاهش یابد اما نه تنها این چنین نشده است بلکه سادگی عملیات‌های تاکتیکی پیشین را نیز ندارند و از سویی امکان افزایش توان و مقاومت در مقابل دشمن و ایجاد امنیت در زمان وضعیت جنگی ممکن نیست.

^۱ Helldin & et al

علاوه بر آن فاکتورهای سنجش تهدید در سناریوهای جنگ اهمیت زیادی دارند و فرایند تصمیم‌گیری را برای فرماندهان آسان‌تر کرده و اگر اطلاعات منحصربه‌فرد و یکپارچه‌ای نیز داشته باشند می‌توانند تصمیم‌های بهتری بگیرند. در فضای دفاع هوایی اغلب موارد تصمیم‌گیری، ارزیابی تاکتیکی از موقعیت‌ها و دفاع از دارایی‌ها در مقابل هدف‌های دشمن به‌وسیله‌ی سیستم‌های جنگ‌افزایی در دسترس انجام می‌شود، در موقعیت‌هایی با چندین تهدید بالقوه اولویت‌بندی تهدیدها ضروری هست، این‌چنین می‌باشد که یک دسته‌بندی، اغلب بر اساس درجه‌ای از تهدید هدف‌های ظاهرشده با داشته‌های دفاعی خودی اولویت‌بندی می‌شود (جانسون و فالکمن^۱، ۲۰۰۸).

ضرورت پژوهش

اطلاعات معمولاً شالوده تصمیم‌گیری‌ها در یگان‌های نظامی می‌باشند و دانش به مجموعه اطلاعات سازمان‌دهی شده و راهکار عملی مرتبط با آن، گفته می‌شود هرچند بعضی مواقع به‌اشتباه یکی تلقی می‌شوند همچنین جنگ‌های میدانی مدرن و استفاده از انواع جنگنده‌ها، پهبادها، هواپیماهای جاسوسی، موشک‌های نقطه‌زن که با آخرین فناوری‌های روز دنیا ساخته شده‌اند همواره نخبگان دفاعی را به بررسی، ارزیابی و اهمیت‌سنجی از تهدیدهای محیط اطراف و تبادل دانش درون یگانی واداشته است. سامانه فرماندهی و کنترل، در بحث دفاعی هر کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در آن اطلاعات از طریق‌های متفاوت دریافت، پردازش، نمایش و در شبکه فرماندهی و کنترل نشر می‌یابد و دستورات از طریق مبادی مربوطه وارد شبکه شده و باید در زمان مناسب و به‌صورت صحیح به نفرات مربوطه برسد. مرحله‌ی ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح به‌عنوان اساس و پایه‌ی سامانه کنترل و فرماندهی از اهمیت و ضرورت بیشتری برخوردار است به سبب آنکه عدم توجه در این مرحله، موجب ارزیابی اشتباه از مقدرات و توان هدف تهدیدکننده شده و به طبع آن واگذاری سلاح به‌صورت اشتباه صورت می‌گیرد، در سامانه کنترل و فرماندهی شاید اولین اشتباه برابر با آخرین اشتباه و آخرین شانس شخص باشد. به‌منظور مقابله با یک تهدید باید ارزیابی درستی از آن داشته باشیم، ارزیابی از هدف‌های تهدیدکننده‌ی دشمن، ارزیابی سراسری از توانایی

¹ Johansson & Falkman

نظامی دشمن می‌باشد. شناخت تهدید از ناحیه یک هدف برای یک اپراتور جهت پردازش و اولویت‌بندی و اتخاذ یک تاکتیک مناسب برای درگیری با دشمن لازم و ضروری می‌باشد. تهدید یک هدف، بارزترین تشخیص‌دهنده‌ی دوست از دشمن می‌باشد و این نیازمند به یک اپراتوری دارد که برآوردهای ناتمام و ناقصی را از منابع چندگانه طی تحلیل‌های زیادی محاسبه و اهداف تهدیدکننده را از داخل این تحلیل‌ها کشف کند (نجین، ۲۰۰۲).

سؤالات پژوهش

- ۱- چه عامل‌هایی در ارزیابی تهدید، اثرگذار هستند؟
 - ۲- عامل‌های ارزیابی تهدید از چه وزن و اهمیتی برخوردار هستند؟
 - ۳- همچنین هر یک از گزینه‌های تهدید، با توجه به عامل‌های ارزیابی تهدید، از چه رتبه تهدیدی برخوردار هستند؟
- بنابراین به‌منظور پاسخگویی به سؤالات اهداف پژوهش به شرح زیر تدوین و در ادامه به بحث و بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

اهداف پژوهش

- ۱- شناسایی معیارهای مؤثر برای ارزیابی تهدید
- ۲- ارائه مدل سلسله‌مراتبی برای رتبه‌بندی معیارها
- ۳- تعیین وزن معیارها و زیر معیارها برای رتبه‌بندی
- ۴- اولویت‌بندی گزینه‌ها با توجه به معیارها و زیر معیارهای آن‌ها

پیشینه ارزیابی تهدید در دفاع هوایی

کارولینگ^۱ (۱۹۹۳) در کار پژوهشی خود فرایند یک سیستم دانش‌محور را برای ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح مورد بررسی قرار داد. فرایند ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح یکی از مهم‌ترین کاربردها را برای دفاع هوایی از سیستم‌های کنترل و فرماندهی زمین پایه و ناوشکن‌ها و کشتی‌های جنگی دارد. طبقه‌بندی از داده‌های ورودی از ردیابی‌های راداری به‌صورت خودکار و ردیابی بر اساس معیارهای ویژه توسط اپراتورها به‌صورت یکپارچه درآمده و در اختیار سلسله‌مراتب کنترل و فرماندهی قرار می‌گیرد. این مطالعه یک طرحی از

^۱ Carling

سیستم‌های دانش‌محور را توصیف و همچنین طرحی از آزمایش‌های محیطی برای آن و ارزیابی از کارایی سیستم دانش‌پایه و در نهایت نتایجی از این دستاورد را ارائه می‌دهد. کراگمان^۱ (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای به تحلیل به‌کارگیری توزیع اطلاعات در سیستم‌های دفاع هوایی پرداختند. هدفی از این پژوهش تبادل دانش و توزیعی از اطلاعات، ظرفیت‌ها، در بین مهم‌ترین عناصر سیستم می‌باشد. استتاجی از سیستم‌ها با ظرفیت‌هایی از شروع مأموریت‌های اطلاعاتی با علوم اولیه که به‌وسیله‌ی یادگیری از راه تجربه و انتقال آن به دیگران می‌باشد، از این رو بهبود خودکار، تجربه‌ای را در موقعیت‌ها، برنامه‌ها، یادگیری‌ها، می‌تواند اجرایی کند و به‌کارگیری شبیه‌سازهای پیشرفته واقعیت‌های مجازی مختلفی را به دست می‌آورد. همچنین سیستم‌های تاکتیکی، یک سیستم مجتمع با پیاده‌سازی مأموریت‌های تاکتیکی مثل یک سیستم دفاع هوایی می‌باشد.

چانگ ون و یو^۲ (۲۰۰۰) به ارزیابی تهدید با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته‌اند. ارزیابی تهدید با داده‌های ترکیبی دقت معناداری را در برنامه‌های نظامی در بر دارد، این روش آسانی برای انجام تمرینات در فرایند زمان واقعی می‌باشد. مفهوم کلی از ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح در حوزه‌ی دفاعی ایده‌ی روشنی را از منظر میدانی دارد، یکی از دستاوردهای پیکارهای میدانی توسعه اجباری سطوح سیستم‌های ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح و استفاده از خرد جمعی و تبادل دانش در بین هر مجموعه خصوصاً یگان‌های نظامی به‌صورت کاربردی می‌باشد.

لیپ هابر و فهر^۳ (۲۰۰۲) ارزیابی تشخیص مدل‌های تهدید هوایی: جستجو و نشان دادن راهبردها را تشریح کرده‌اند. در آن مطالعه کلیدی از یافته‌های مطالعات اخیر نیروی دریایی امریکا که برآورد تهدیدها می‌باشد، استفاده‌شده است؛ و به‌طور خلاصه مدل‌های برآورد تهدید که از جستجوی داده‌ها خلق شده‌اند را توصیف می‌کنند؛ و از پیشنهاد‌های خط هدایت برای نمایش برآورد تهدید در بین فهرستی از یک سیستم پشتیبانی تصمیم در دفاع هوایی استفاده می‌کنند. از اهداف آن برنامه پژوهشی درک فرایند ارزیابی به‌منظور ارائه تحلیل اطلاعات

¹ Krogmann

² Chang and yu

³ Liebhaber

پشتیبانی در یک چارچوب است که ناسازگاری بین ویژگی‌های ادراکی از تصمیم‌گیری‌های انسانی و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری را به حداقل می‌رساند.

لی و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی مدل بهینه‌ی پویا در تخصیص سلاح اهداف برای ساختار عملیاتی دفاع هوایی ناوهای جنگی پرداخته‌اند. تخصیص سلاح اهداف در عملیات دفاع هوایی مسئله‌ی خیلی پیچیده‌ای می‌باشد و مدل‌های رایج اخیر بر روی ایستایی و محدودیت‌های مسئله فوق‌ترکز نموده‌اند. مسئله تخصیص سلاح اهداف در عملیات دفاع هوایی یافتن یک واگذاری شایسته‌ی سلاح به هدف‌های موردنظر، تبادل دانش، سرعت عمل بالا، به‌منظور کمینه کردن تلفات در عملیات مورد انتظار می‌باشد، در این مطالعه به بهینه کردن سلاح‌های واگذاری به اهداف پویا پرداخته شده است و این یکی از مهم‌ترین وظیفه فرماندهان برای واگذاری شایسته‌ی جنگ‌افزارها به اهداف در برنامه‌ی دفاعی از کشتی جنگی و همچنین آموزش کارکنان در جهت بالا بردن دانش فردی و جمعی می‌باشد.

کاراساکال^۱ (۲۰۰۸) مدل‌های تخصیص اهداف برای یک کارگروه دریایی با استفاده از موشک‌های دفاع هوایی را مورد مطالعه قرار داد، در این بررسی مهارت تخصیص موشک‌های دفاع هوایی را انتشار و اهداف را به‌منظور حداکثر کردن تأثیر دفاع هوایی از یک کارگروه دریایی را توضیح می‌دهد. پرتاب، مراقبت و خط‌مشی درگیری برای تخصیص موشک‌ها نسبت به اهداف فرضی در نظر گرفته شده است.

شاین و همکاران^۲ (۲۰۱۰) به تحلیل راهبرد جمعی برای دفاع منطقه‌ای در دریا پرداختند. هدف آن‌ها بررسی یک راهبرد استراتژیک برای درگیری‌های زیاد پدافندی در دریا می‌باشد. یون فنگ و همکاران^۳ (۲۰۱۱) به بررسی یک پژوهش برای دسته‌بندی تهدیدهای یک کشتی جنگی به‌صورت خود دفاعی پرداخته‌اند. ارزیابی تهدید مهم‌ترین کاربرد را در سیستم‌های خود دفاعی در کشتی‌ها دارد، در این پژوهش بر اساس ایده‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و ترکیبی از سیستم‌های سنتی و ایده‌ی حل تاپسیس یک الگوریتم دسته‌بندی تهدیدها به روش تاپسیس پیشنهاد گردیده است.

¹ Karasakal

² Shin & et al

³ Yun-feng & et al

لوتر و همکاران^۱ (۲۰۱۳) به بررسی دستاوردهای چندگانه از تخصیص فاز شهودی در یک محیط دفاعی بر اساس سطح پرداخته‌اند. نوعی از محیط‌های دفاع هوایی زمین پایه، دفاع از دارایی‌ها بر روی زمین را در بر دارد که نیاز به دفاع از فضای هوای آن در مقابل هواپیماهای دشمن را شامل می‌شود، محافظت در برابر این هواپیماها توانایی در گسترش دادن سیستم‌های زمین پایه می‌باشد که برای درگیر شدن در مقابل هواپیماهای دشمن بر طبق شرایط و آرایش خاص زمان بحران واگذار شده‌اند.

لوتر و ورن^۲ (۲۰۱۴) پشتیبانی از تصمیم‌گیری تخصیص سلاح در یک محیط دفاع هوایی زمین‌پایه را تشریح کردند. دفاع هوایی زمین پایه شامل دفاع از تأسیسات در سطح یک ناحیه از زمین، دریاچه و یا اقیانوس که نیاز به دفاع در مقابل تهدیدهای هوایی و جلوگیری از ورود به حریم هوایی می‌باشد. هدفی از آن مطالعه تهیه یک چارچوب کلی برای یک زیرسیستم واگذاری سلاح می‌باشد؛ و این یک بحث را در زیرساخت‌های گوناگون جمعی مطابق یک زیرساخت ارزیابی سلاح دارا می‌باشد، به‌طور خاص چهار مدل از واگذاری سلاح نشان داده شده است و نمونه‌هایی از مدل‌ها در این کلاس‌ها در چارچوب یک شبیه‌سازی حل شده‌اند، اما یک سناریوی واقع‌بینانه مبتنی بر دفاع از سطح برای نشان دادن کار زیرسیستم تخصیص سلاح ارائه شده است.

یونور و گوربز (۲۰۱۵) ارزیابی تهدید را با استفاده از فرایند تحلیل شبکه تشریح نمودند. در اینجا هدف به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مشهور توماس ساعتی از جمله فرایند تجزیه و تحلیل شبکه برای ارزیابی تهدید و تفسیر نتایج می‌باشد.

اسچوبرت و همکاران^۳ (۲۰۱۵) به تفسیر تصمیم‌حمایتی بر اساس ارزیابی برنامه‌های عملیاتی شبیه‌سازی شده پرداخته‌اند. در آن مطالعه آن‌ها به موضوع فوق در بین تأثیر برنامه‌های اساسی پرداخته‌اند که به‌کارگیری تصمیم‌حمایتی و ابزاری را توسعه می‌دهد، هدف آن مطالعه آزمایش و امتحان پتانسیلی از سیستم‌های حمایتی تصمیم‌گیری می‌باشد که به اپراتورها در تبادل دانش

¹ Lötter & et al

² Lötter, Vuuren

³ Schubert

بالا بردن آموزش و تجزیه و تحلیل و درک و فهم نتایج منطقی و برنامه‌های پی‌درپی بی‌شماری از شبیه‌سازی و ارزیابی کمک می‌کند.

ناظم و همکاران (۲۰۱۷) به تحلیل سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای بهینه‌سازی فرایند تصمیم‌گیری در ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح، وضعیت جاری، چالش‌ها و دستورالعمل‌های آینده پرداختند. درحالی‌که روند پیشرفت در سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری بارها در دفاع هوایی گزارش شده است هنوز هم یک شکاف برای ارائه یک دیدگاه جامع و مدیریت ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح وجود دارد آن مطالعه نتیجه‌ی بررسی ۱۵۶ مقاله، کنفرانس و اقدامات منتشره از سال ۱۹۷۵ تا سال ۲۰۱۶ می‌باشد، وضعیت فعلی ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح چندین چالش مرتبط با سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، به‌ویژه، استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای کنترل بهتر نیروی انسانی و به اشتراک‌گذاری دانش در شرایط بحرانی و محدودیت زمانی را نشان می‌دهد و برای تصمیم‌گیری بهتر و غلبه بر محدودیت‌های انسانی، پیشرفت‌های فناوری نوید سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری را می‌دهند، آن مطالعه یک رویکرد جدید از یک ترکیبی از سیستم‌های تصمیم‌گیری پشتیبانی و درک تهدید را با استفاده از ارزیابی شبیه‌سازها، خنثی‌سازی، تأمین سلاح، موجودی و تخصیص را پیشنهاد و ارائه می‌دهد.

روش حل

می‌توان گفت این پژوهش از نظر هدف در حوزه‌ی پژوهش‌های کاربردی می‌باشد و از طرفی چون‌که در این پژوهش از روش‌های تجربی و دانش نفرات خبره و نیز روش‌های میدانی از جمله پرسشنامه استفاده شده است، این پژوهش علمی از نظر رویه پژوهش پیمایشی نیز می‌باشد. در این کار همواره از دانش نخبگان استفاده شده است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ساعتی ارائه شد که یکی از کامل‌ترین سیستم‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد به سبب اینکه امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی در مسائل و امکان تحلیل حساسیت بر روی معیارها و زیر معیارها را دارد و علاوه بر آن بر مبنای مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده است که این خود قضاوت و محاسبه‌ها را آسان‌تر و از طرفی سازگاری و ناسازگاری تصمیم را ارائه می‌دهد و همچنین بر اساس اصول بدیهی پایه‌گذاری شده است (آذر، ۱۳۷۳). در این پژوهش برای تحلیل داده‌ها از مدل‌های

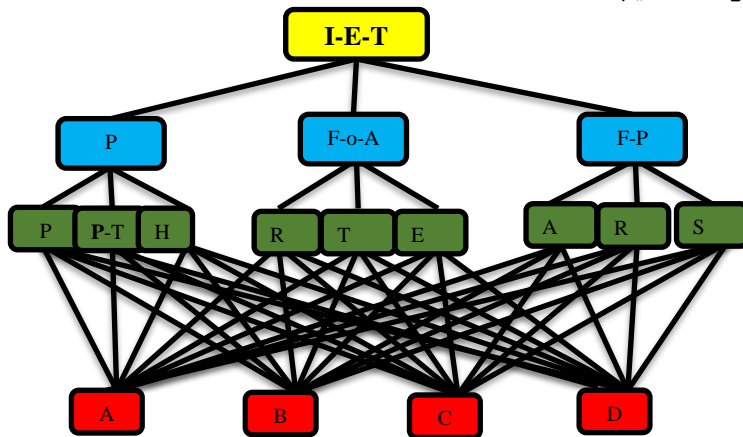
تصمیم‌گیری و برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از فن فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP و محیط نرم‌افزار Excel و همچنین از نرم‌افزار ¹GAHP استفاده گردیده است. (سلیمی فرد، ۱۳۹۳).

گام‌های اجرا

مراحل انجام پژوهش به صورت زیر انجام شده است.



درخت تصمیم



اصول چهارگانه توماس ساعتی

اصول چهارگانه توماس ساعتی که در جدول‌ها کاربرد دارند.

- شرط معکوسی^۲
- شرط همگنی^۳
- شرط وابستگی^۴

¹ Group analytical Hierarchy process
² Reciprocal Condition
³ Homogeneity.
⁴ Dependency.

• شرط انتظارات^۱ (ساعتی ۱۳۷۹)

جدول ۱: مقادیر ارجحیت شاخص‌ها که نخبگان نمرات موردنظر خود را برحسب درجه اهمیت مقایسات زوجی از زیر جدول انتخاب می‌کنند

جدول ۱: مقادیر ارجحیت شاخص‌ها

درجه اهمیت	تعریف
۱	اهمیت یکسان
۳	نسبتاً مرجع
۵	ترجیح زیاد
۷	ترجیح بسیار زیاد
۹	ترجیح فوق‌العاده زیاد
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ارزش‌های بینابین در قضاوت‌ها

جدول ۲: جدول ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد که خبرگان شاخص‌ها را دو به دو باهم مقایسه نموده و نمره‌ی خود را وارد کرده و ضمناً جدول زیر قوانین چهارگانه ساعتی در آن رعایت شده است.

جدول ۲: ماتریس مقایسه‌های زوجی

هدف تصمیم	شاخص ۱	شاخص ۲	...	شاخص n
شاخص ۱				
شاخص ۲				
⋮				
شاخص n				

نرخ ناسازگاری

نرخ ناسازگاری^۲ (I.R.) یک‌رویه‌ای است که به‌واسطه آن معیار پاسخ خبرگان به مقایسه‌های زوجی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به‌طور تقریبی بیشتر ارزیابی AHP بر مبنای قضاوت اولیه

^۱ Expectations.

^۲ Inconsistency Ratio (IR)

تصمیم‌گیرنده که در چارچوب ماتریس مقایسه‌های زوجی نمایان می‌شود صورت می‌گیرد و هرگونه ناسازگاری در مقایسه و تعیین ارزش بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی را خراب می‌نماید (قدسی‌پور، ۱۳۸۴).

شاخص ناسازگاری

رابطه زیر شاخص ناسازگاری را نشان می‌دهد و برای ماتریس‌های تصادفی از جدول زیر محاسبه می‌گردد.

$$I.I = \lambda_{\max} - n/n - 1$$

مقادیر شاخص ناسازگاری را برای ماتریس‌هایی که اعداد آن‌ها کاملاً تصادفی اختیار شده باشند محاسبه شده است و آن را شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی ($I.I.R$) نام نهاده‌اند که مقادیر آن‌ها برای ماتریس‌های n بعدی مطابق جدول زیر است:

رابطه ریاضی نرخ ناسازگاری

$$I.R = I.I / I.I.R$$

$I.R$: نرخ ناسازگاری و $I.I$: شاخص ناسازگاری و $I.I.R$: شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی می‌باشد.

طبق رابطه بالا در صورتی که نرخ ناسازگاری $0/1$ یا کمتر باشد، بیانگر سازگاری در مقایسه است و اعتبار پاسخ‌دهنده‌ها تأیید می‌گردد. توماس ساعتی پیشنهاد می‌کند اگر میزان ناسازگاری تصمیم بیشتر از $0/1$ باشد بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت‌های خود تجدیدنظر کند. روش‌های تقریبی و حداقل مربعات و بردار ویژه از جمله روش‌های حل برای محاسبه وزن نسبی در ماتریس‌های ناسازگار هستند (داوودی، ۱۳۹۱).

(جدول ۳): شاخص تصادفی بودن

بردار ویژه برداری است که اگر یک ماتریس در آن ضرب شود نتیجه همان بردار ویژه ضرب در یک مقدار اسکالر می‌شود بدین منظور ماتریس اوزان، با روش بردار ویژه محاسبه شده است. در این پژوهش جهت به دست آوردن اوزان و اهمیت نسبی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر،

N	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
$R.I$	\div	$0/58$	$0/5$	$1/12$	$1/1$	$1/32$	$1/21$	$1/25$	$1/29$	$1/51$	$1/28$	$1/59$	$1/57$	$1/59$

ماتریس مقایسه‌های زوجی را از روش بردار ویژه و با توجه به دقت روش آنترویی شانون جهت تعیین ماتریس تصمیم‌گیری از روش آنترویی شانون استفاده شده که در ادامه به تفصیل آن‌ها می‌پردازیم.

وزن دهی به روش آنترویی شانون

در روش شانون، توجه به این نکته حائز اهمیت می‌باشد که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بالاتری برخوردار است (اصغرپور ۱۳۸۸).

اولویت‌بندی گزینه‌های تهدید

به کمک فن بردار ویژه اوزان ماتریس مقایسه‌های زوجی را به دست آورده و در گام بعدی با استفاده از فن آنترویی اوزان ماتریس تصمیم‌گیری را به دست آورده و با تلفیق وزن‌ها با استفاده از اصل ترکیب سلسله مراتبی اولویت‌بندی گزینه‌های تهدید انجام شده است. وظایف پدافند:

۷ تجسس^۱، ۷ شناسایی^۲، ۷ درگیری^۳، ۷ انهدام یا فراری دادن^۴ (جعفری‌زاده ۱۳۸۵).
 تمرکز در این پژوهش بر شناسایی، اولویت‌بندی و تخصیص سلاح مناسب برای درگیری و استفاده بهینه از تجهیزات در اختیار می‌باشد.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، همان‌طور که دیده می‌شود، سه معیار موقعیت، ویژگی‌های شی پرنده و پارامترهای پروازی در تعیین میزان ریسک تهدید بررسی شده است. میزان اهمیت (درصد اهمیت) هر یک از این سه معیار در جدول زیر نشان داده شده است؛ و برای هر معیار زیر معیارهای آن آورده شده است؛ که با استفاده از نرم‌افزار مربوطه وزن هر کدام از آن‌ها با توجه به نمره دهی نخبگان به دست آورده شده است.

معیار موقعیت

۱- منطقه ممنوعه^۵ -۲- نزدیکی اهداف^۶ -۳- سمت تهدید^۷

معیار ویژگی‌های شیء پرنده^۸

۱- نوع^۲ -۲- سطح مقطع راداری^۹ -۳- مقدورات^{۱۰}

معیار پارامترهای پرواز

۱- سرعت^۲ -۲- برد^۳ -۳- ارتفاع

همان‌طور که در جدول‌های زیر می‌بینید وزن معیارها، رتبه، نرخ ناسازگاری، هم‌راستایی دیدگاه‌ها و مقدار ویژه با استفاده از نرم‌افزار GAHP و نمرات خبرگان به دست آمده است و همچنین ماتریس مقایسه‌های زوجی ارزیابی تهدید را به دست آورده که در جدول شماره ۵ آورده شده است. همان‌گونه که در (جدول ۴) می‌بینید معیار Pos (موقعیت) داری بیشترین

¹ Detection

² Identification

³ Engagement

⁴ Distruction

⁵ Prohibited Area

⁶ Proximity targets

⁷ Threat Heading

⁸ Fling Object

⁹ Radar cross section(RCS)

¹⁰ equipment

وزن و از لحاظ اهمیت در رتبه یکم قرار دارد و همچنین معیار **F-o-b** (ویژگی جسم پرنده) از لحاظ اهمیت در رتبه دوم قرار دارد و سومین معیار اصلی **F-P** (پارامترهای پرواز) در جدول داری رتبه سوم می‌باشد. هم‌راستایی دیدگاه‌ها $71/6$ درصد و نرخ ناسازگاری $0/0$ درصد و لاندا $3/000$ می‌باشد.

جدول ۴: معیارهای اصلی (Thr)

رتبه	وزن	معیار
۱	۴۹/۱	Pos
۲	۳۳/۳	F-o-b
۳	۱۷/۷	F-P
۰/۰		CR
۷۱/۶		Consensus
۳/۰۰۰		Lambda

همان‌طور که مشاهده می‌گردد، (جدول ۵) ماتریس مقایسه‌ی زوجی بین معیارهای اصلی که وزن مقایسه‌ای بین هر دو جفت را نشان می‌دهد ارائه شده است.

جدول ۵: ماتریس مقیاس‌های

F-P	F-o-b	Pos	
۲۷/۹	۱۱/۲	-	Pos
۱۷/۸	-	۲/۲	F-o-b
-	۱/۲	۱/۳	F-P

جدول ۶: زیر معیار سرعت (Spd)

رتبه	وزن	گزینه
۲	۳۲/۲	A
۳	۱۰/۷	B
۱	۴۵/۹	C
۴	۱۰/۲	D
۱/۶		CR
۷۴/۷		Consensus
۴/۰۴۳		Lambda

جدول بالا (جدول ۶) رتبه و وزن گزینه‌های زیر معیار سرعت را برای بیست نفر خبره نشان می‌دهد که گزینه‌ی C بالاترین وزن و در رتبه‌ی یکم و گزینه‌ی A در رتبه‌ی بعدی و گزینه‌ی B در رتبه‌ی سوم و گزینه‌ی D با کمترین وزن در رتبه‌ی چهارم قرار دارد که هم‌راستایی دیدگاه‌ها برای خبرگان ۷۴/۷ درصد و نسبت سازگاری ۱/۶ درصد و لاندا ۴/۰۴۳ می‌باشد.

(جدول ۷) ماتریس مقایسه‌های زوجی زیر معیار سرعت را برای گزینه‌های موردنظر نشان می‌دهد، وجود اهداف با داشتن سرعت چندین ماخ همواره یکی برگ‌های برنده در میدان‌های نبرد خواهد بود، به سبب اهمیت این زیر معیار آوردن آن در این پژوهش کار شایسته‌ای به نظر می‌رسد.

جدول ۷: ماتریس مقایسه‌های زوجی (Spd)

D	C	B	A	
۳	۳/۵	۴	-	A
۱۲/۷	۱/۴	-	۱/۴	B
۳۵/۶	-	۴۱/۴	۱۲/۳	C
-	۱/۴	۷/۹	۱/۳	D

و این کار را برای سایر جداول نیز انجام می‌دهیم که به سبب محدودیت از آوردن دیگر جداول‌ها در اینجا خودداری می‌کنیم؛ و فقط به دو جدول اول و دو جدول آخر اکتفا می‌کنیم.

اصل ترکیب سلسله مراتبی

با استفاده از رابطه‌ی زیر و با تلفیق وزن‌ها با استفاده از اصل ترکیب سلسله مراتبی اولویت‌بندی گزینه‌های تهدید انجام شده است.

که در اینجا

$$V_H = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m w_i w_k (g_{ij})$$

w_i ضریب اهمیت زیر معیار i

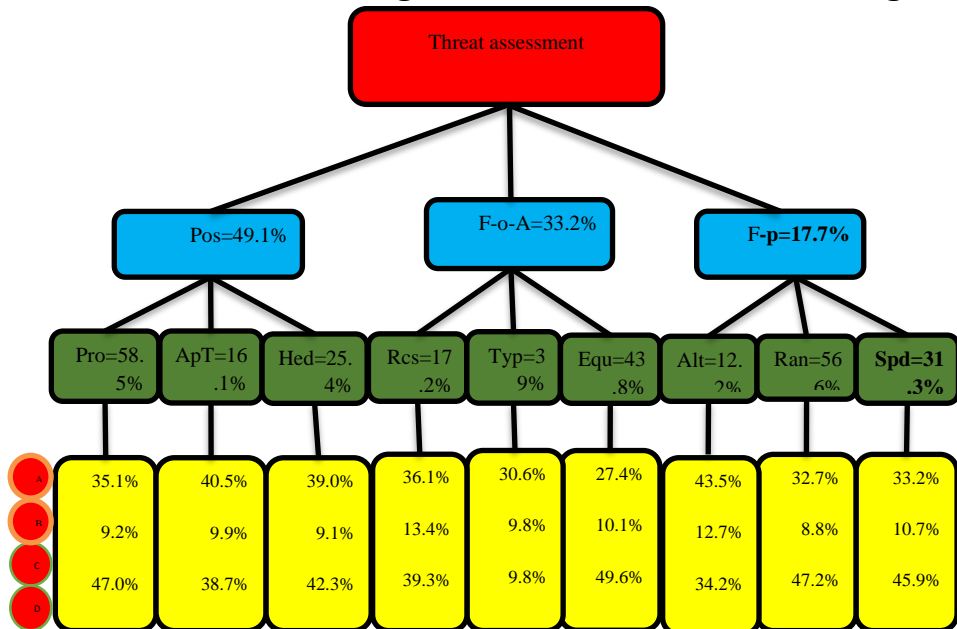
w_k ضریب اهمیت معیار k

V_H امتیاز نهایی گزینه

g_{ij} امتیاز گزینه j در ارتباط با معیار یا زیر معیار i

اوزان معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها

در شکل زیر اوزان معیارها و زیر معیارها و در نهایت وزن و هر یک از گزینه‌ها در نمودار درختی مشاهده می‌گردد. همان‌گونه که دیده می‌شود وزن معیارهای تهدید که موقعیت، ویژگی‌های پرنده و پارامترهای پرواز می‌باشد آورده شده است و در سطوح دیگر وزن زیر معیار هر کدام از معیارها به‌طور تفکیک شده و بدون هیچ پیچیدگی جهت تفهیم بهتر مخاطب تشریح شده است به‌طوری‌که خواننده مطلب، خیلی سریع و گویا به رویه‌ی حل پی می‌برد.



(شکل ۲): اوزان معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، پژوهشگر پس از شناسایی تهدیدها و معیارها و زیر معیارها به استفاده از ایده‌های افراد صاحب‌نظر و تبادل دانش و همچنین نظرخواهی از افراد صاحب‌تجربه و نظر در حوزه‌ی پدافند پرداخته است؛ و در مرحله‌ی بعدی به تجزیه و تحلیل معیارها، زیر معیارها و

گزینه‌ها پرداخته شده است و درخت تصمیم‌گیری را ایجاد کرده و معیارها و زیر معیارها و گزینه‌ها پیاده‌سازی شده است و با استفاده از جدول مقایسه‌های زوجی و با نظر خبرگان اقدام به ارزش‌دهی معیارها و زیر معیارها و گزینه‌ها شده است در مرحله‌ی بعدی به کمک فن بردار ویژه اوزان ماتریس مقایسه‌های زوجی را به دست آورده و با استفاده از فن آنتروپی اوزان ماتریس تصمیم‌گیری را به دست آورده و با استفاده از فرمول اصل ترکیب سلسله مراتبی و تلفیق وزن‌ها اولویت‌بندی گزینه‌های تهدید انجام شده است. پس از بررسی معیارها با نظر خبرگان و آزمون‌های میدانی، اوزان آن‌ها با نمره دهی خبرگان به دست آمده و همین مراحل را برای زیر معیارها و گزینه‌ها انجام داده و با استفاده از اصل ترکیب سلسله مراتبی و تلفیق وزن‌ها به اولویت‌بندی گزینه‌ها پرداخته که در این پژوهش گزینه C در اولویت اول و گزینه A در اولویت دوم و گزینه D در اولویت سوم و گزینه B در اولویت چهارم قرار گرفته است؛ که با نگاه تخصصی به گزینه‌ها منطقی‌ترین نتیجه‌ی ممکن نیز به دست آمده است. همچنین نتیجه این پژوهش:

- ۱- به ارائه یک راهکار در زمان حمله فرا منطقه‌ای و ائتلافی پرداخته که با وجود سادگی راه‌حل و خودداری از راه‌کارهای وقت‌گیر و پیچیده، محیط عملیات را برای افسران عملیات و اپراتورهای زمینی آرام نموده
- ۲- اولویت‌بندی کردن اهداف تهدیدکننده خود باعث چابکی سامانه کنترل و فرماندهی در مواجهه با بحران‌ها می‌گردد.
- ۳- برنامه‌ریزی برای انجام اقدام تاکتیکی با توجه به اولویت‌بندی در راستای استفاده بهینه از سلاح و جنگ‌افزارها
- ۴- هواپیماربایی ۵- ترافیک هوایی ۶- سوانح ۷- مراقبت پرواز و مدیریت آن‌ها و سایر موارد نیز کارایی دارد.
- پیشنهاد می‌گردد در راستای دکترین دفاعی کشور مطالعات و پژوهش‌هایی حول محورهای زیر صورت گیرد:
- ۱- شایسته است در کارهای آتی، ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح به صورت ترکیبی باهم انجام شود.
- ۲- بررسی هدف‌های تهدیدکننده به وسیله فن‌های دیگر تصمیم‌گیری مورد بررسی قرار گیرد.

فهرست منابع:**الف - منابع فارسی**

- لوئیزا دیمارکو (۱۳۹۲)، جهنم واقعی، جنگ شهری از استالینگراد تا عراق، ترجمه: سیدعلی موسوی، انتشارات نسل روشن.
- آذر، ع (۱۳۷۳)، تکنیکی برای تصمیم‌گیری گروهی (AHP). مدیریت دانش، شماره ۲۸، ۲۷.
- اصغرپور، م. ج (۱۳۸۸)، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره (چاپ هفتم). تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱۹۶.
- جعفری زاده، ا (۱۳۸۵)، تاکتیک عمومی. چاپ (دهم) تهران: آماذ و پشتیبانی هوایی.
- داودی، س. ع (۱۳۹۱)، کاربرد تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در رتبه‌بندی (AHP). مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن شماره‌ی دوم ص، ۷۹-۵۷.
- ساعتی، ت (۱۳۷۹)، تصمیم‌گیری فرایند سلسله مراتبی تحلیلی برای تصمیم‌گیری در محیط پیچیده‌ی بین‌المللی. ا. افشار. در تهران: دانشگاه عالی دفاع ملی.
- سلیمی فرد، خ (۱۳۹۳)، نرم‌افزار پشتیبانی تصمیم تحلیل سلسله مراتبی گروهی. بوشهر: دانشگاه خلیج فارس.
- سید علیرضا داودی، س. ع (۱۳۹۱)، کاربرد تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در رتبه‌بندی (AHP) مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن شماره‌ی دوم ص، ۷-۵۷.
- قدسی پور، ح (۱۳۸۴)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. تهران: چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

ب - منابع انگلیسی

- Carling, R. L. (1993). A Knowledge-Base System for the Threat Evaluation and Weapon Assignment Process. 105(1),31-41.
- Changwen, Q., & You, H. (2002). A method of threat assessment using multiple attribute decision making. In Signal Processing, 2002 6th International Conference on (pp. Vol. 02. pp.1091-10950). IEEE.
- Dongfeng, C., Yu, F., & Yongxue, L. (2012). Threat assessment for air defense operations based on intuitionistic fuzzy logic. Procedia Engineering, 29, 3302-3306.
- Helldin, T., Falkman, G., Riveiro, M., Dahlbom, A., & Lebram, M. (2013). Transparency of military threat evaluation through visualizing uncertainty and system rationale. In International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics (pp. 263-272). Springer Berlin Heidelberg.
- Johansson, F..., & Falkman, G. (2008). A comparison between two approaches to threat evaluation in an air defense scenario. In International Conference on

- Modeling Decisions for Artificial Intelligence (pp. 110-121). Springer Berlin Heidelberg.
- Johansson, F., & Falkman, G. (2008). A Bayesian network approach to threat evaluation. *Information Fusion*, 2008 11th International Conference on (pp. 1-7). IEEE.
 - Karasakal, O. (2008). Air defense missile-target allocation models for a naval task group. *Computers & Operations Research*, 35(6), 1759-1770.
 - Krogmann, U. (2001). Distribution of Intelligence in Airborne Air-Defense Mission Systems. BODENSEEWERK GERAETETECHNIK GMBH UEBERLINGEN(GERMANY FR).
 - Lee, H., Choi, B. J., Kim, C. O., Kim, J. S., & Kim, J. E. (2017). Threat evaluation of enemy air fighters via neural network-based Markov chain modeling. *Knowledge-Based Systems*, 116, 49-57.
 - Li, J., Cong, R., & Xiong, J. (2006). Dynamic WTA optimization model of air defense operation of warships' formation. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 17(1), 126-131.
 - Liebhaber, M. J., & Feher, B. (2002). Air threat assessment: Research, model, and display guidelines. *space and naval warfare systems command sandiago ca*.
 - Lötter, D. P., & Van Vuuren, J. H. (2014). Weapon assignment decision support in a surface-based air defence environment. *Military Operations Research*, Submitted.
 - Lötter, D., Nieuwoudt, I., & Van Vuuren, J. H. (2013). A multiobjective approach towards weapon assignment in a ground-based air defence environment. *ORION*, 29(1), 31-54.
 - Naseem, A., Shah, S. T., Khan, S. A., & Malik, A. W. (2017). Decision support system for optimum decision making process in threat evaluation and weapon assignment. *Current status, challenges and future directions. Annual Reviews in Control*.
 - Nguyen, X. T. (2002). Threat assessment in tactical airborne environments. In *Information Fusion, Proceedings of the Fifth International Conference on*. 2, pp. 1300-1307. IEEE.
 - Schubert, J., Moradi, F., Asadi, H., Luotsinen, L., Sjöberg, E., Hörling, P., & Oskarsson, D. (2015). Simulation-based decision support for evaluating operational plans. *Operations Research Perspectives*. 36-56.
 - Shin, H. S., Le Ménéec, S., Tsourdos, A., Markham, K., White, B., & Zbikowski, R. (2010). Cooperative guidance for naval area defence. *IFAC Proceedings Volumes*, 43(15), 124-129.
 - UNVER, S., & GURBUZ, T. (2015). Threat Evaluation Using Analytic Network Process. *IFAC-PapersOnline*, 48(3), 8-13.
 - Yun-feng, W. E., Zhang-song, S. H., & Zhong-hong, W. U. (2011). A Research on the Threat Sequencing of Ship-Self-Defense *Procedia Engineering*, 15, 4967-4972.