دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۹
پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۴

فصلنامه مدیریت نظامی
شماره ۶۰، سال پانزدهم، زمستان ۱۳۹۴
ص ص ۱-۳۳

طراحی الگویی جهت طبقه‌بندی اهداف و تعیین سناریوهای درگیری در مدیریت نبرد

امیرحسین اخروی[۱]، علیرضا پویا[۲]، شمس‌الدین ناظمی[۳]، مصطفی کاظمی[۴]

چکیده

تصمیم‌گیری صحیح یکی از مسائل کلیدی است که می‌تواند در محیط دفاعی شرایط را برای طرفینِ درگیری دستخوش تغییر نماید. فرمانده‌ی عملیات می‌باید تعیین کند که هر یک از اهداف مهاجم با کدام سلاح مورد اصابت قرار گیرد. مسئله تحقیق حاضر آن است که در موقعیت درگیری نیروهای خودی با دشمن (اهداف)، اهداف را از یک سو «با توجه به میزان تهدید، اهمیت هر یک از اهداف و ارزیابی وضعیت آن‌ها با عنایت به پویایی صحنه‌ی نبرد»، و از سوی دیگر «با توجه به توانمندی مقرهای خودی در انهدام اهداف، احتمال اصابت و ریسک درگیری با هرکدام از اهداف»، طبقه‌بندی و یک دید کلی را برای فرمانده عملیات فراهم نماید که در قالب یک نمودار دو بعدی، سناریوهای درگیری هر یک از مقرهای خودی مشخص می‌شود. محورهای این نمودار دو بعدی در قالب ۴ ناحیه و هر ناحیه یک سناریوی درگیری تعریف می‌شوند که با استفاده از تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری فازی/قطعی و با ایده‌ای ترکیبی از ماتریس‌های دو بعدی محاسبه شده است. در راستای آزمون این الگو، تیم خبرگان دانشی و عملیاتی اظهار نظر نمودند و داده‌های مورد نیاز جهت تعریف موقعیت فرضی نبردِ ۳ مقر با ۷ هدف، تولید شدند. نرم‌افزاری در محیط اکسل طراحی شد که امکان بررسی شرایط لحظه به لحظه را با توجه به داده‌های حاصل از تابع توزیع یکنواخت برای حداکثر ۱۰ مقر و ۲۰ هدف داراست. در نهایت با توجه به تحلیل داده‌های واقعی از خبرگان و موقعیت فرضی نبرد در خروجی الگو، هر یک از اهداف به ۳ مقر فرضی تخصیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: مدیریت نبرد، سناریوهای درگیری، ارزیابی تهدید، درجه ریسک، پورتفولیو

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار مدیریت صنعتی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد مدیریت استراتژیک، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشگاه فردوسی مشهد

۱- مقدمه

اولین استفاده سازمان‌یافته از تحقیق در عملیات، به سال ۱۹۴۱ در جنگ جهانی دوم و در کشور انگلستان بود (مهرگان، ۱۳۹۱). طبق تحقیقات نظامی پیش‌بینی می‌شود که فضای جنگ در آینده بیشتر فضایی خواهد بود؛ مجازی، سیال، نرم‌افزاری و خارج از حواس انسان که البته ماهیت این فضای نرم‌افزاری نزد نظریه‌پردازان مختلف، متفاوت است (حیدری و عبدی، ۱۳۹۱، ص۵۷).

پارادایم‌های(الگو واره‌های) مختلفی برای نبردهای آینده تعیین شده است؛ از جمله پارادایم‌های شبکه‌محور، عملیات تأثیرپذیر، نبرد غیرکشنده، نبرد بدون سرنشین و نبرد دانشی، که با توجه به روند راهبرد نبردها و همچنین مزایای پارادایم شبکه‌محور نسبت به دیگر پارادایم‌ها، پیش‌بینی می‌شود که پارادایم حاکم بر نبردهای آینده پارادایم «نبرد شبکه‌محور»[1] باشد که مبتنی بر علوم فناوری‌های پیشرفته، C^4ISR[2] و علوم شناختی است (یادبروقی، ۱۳۹۱).

تصویر شماره ۱: شمایی از یک محیط عملیاتی شبکه‌محور و مدیریت نبرد (یادبروقی، ۱۳۹۱)

آخرین بخشی که در بحث مدیریت نبرد مطرح می‌شود، مسئله تخصیص سلاح به اهداف است. این مورد مسئله‌ای بنیادی و برخاسته از کاربردهای دفاعی تحقیق در عملیات می‌باشد و عبارت است از تخصیص n سلاح موجود به m هدف شناخته‌شده به‌نحوی که امکان نجات

1- Network Centric Warfare (NCW)
2 -Command, Control, Communications, Computers,Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (C^4ISR)

اهداف حداقل شود (آهوجا و همکاران[1]، ۲۰۰۳) که در واقع خاستگاه و ریشه‌ی اصلی آن در فرماندهی و کنترل اتوماتیک است (زین و همکاران[2]، ۲۰۱۱). برای مثال در یک موقعیت درگیری هوایی-دریایی مواضع خودی باید از تهدیدات و موشک‌های ضدکشتی که از سطح، زیرسطح و یا هوا پرتاب می‌شوند، محافظت شوند. در اینجا مسئله این است که سلاح مناسب به هر تهدید تخصیص داده شود (سهین و همکار[3]، ۲۰۱۴).

صحنه‌ی درگیری می‌تواند در محیط‌های مختلفی الگوسازی‌شده و شرایط متنوعی را برای آن تصور نمود؛ از جمله تعداد مقرهای خودی و تنوّع سلاح آن‌ها، تعداد و تنوع اهداف مهاجم، توانمندی مقرهای خودی برای انهدام اهداف، اولویت‌بندی اهداف برای شروع درگیری. مسئله اصلی این تحقیق آن است که چگونه می‌توان برای فرمانده عملیات، یک دید کلی از صحنه نبرد فراهم آورد؛ به گونه‌ای که پس از ارزیابی تهدید و قبل از آنکه تخصیص سلاح انجام شود، فرمانده عملیات بتواند در صحنه‌ی درگیری نیروهای خودی با دشمن (اهداف)، از یک‌سو با توجه به «میزان تهدید، اهمیت هر یک از اهداف و ارزیابی وضعیت آن‌ها با عنایت به پویایی صحنه‌ی نبرد»، و از سوی دیگر با توجه به «توانمندی مقرهای خودی در انهدام اهداف، احتمال اصابت و خطر درگیری با هرکدام از اهداف»، وضعیت کلی صحنه درگیری را برای تصمیم‌گیری آگاهانه و دقیق‌تر به خوبی تجسّم نماید و با سناریوهای ممکنِ درگیری هر یک از مقرها با اهداف بهتر آشنا شود. مقرهای خودی می‌تواند شامل مقرهای ساحلی، سطحی، زیرسطحی و هوایی باشد. از سوی دیگر اهداف مهاجم نیز می‌توانند بالگردهای نظامی، هواپیماهای جنگی، موشک، زیردریایی و ناوها باشند. از آنجا که تاکنون در تحقیقات مرتبط با مدیریت نبرد، به این مشکل فرمانده عملیات با توجه به ظرافت‌های مطرح شده در بالا پاسخ مناسبی ارائه نشده است، و پس از ارزیابی تهدید، تخصیص سلاح انجام می‌شود؛ لذا در این تحقیق یک گام میانی برای حلّ مسئله ارائه شده است. در واقع مسئله‌ای که در صحنه‌ی نبرد وجود دارد، آن است که پس آنکه اهداف مهاجم شناسایی شدند، چگونه می‌توان با مجموعه اطلاعاتی که از قبل از خبرگان دریافت شده و همچنین داده‌هایی که در صحنه نبرد اخذ می‌گردد(مانند نوع هدف، سرعت آن و ...)، مأموریت درگیری هر مقر را با مهاجمان با توجه به توانمندی و موقعیت آن مقر تعیین نمود. این مأموریت به‌دنبال آن است که انهدام اهداف را با توجه به طبقه‌بندی آن‌ها

1-Ahuja, Kumar, Jha, & Orlin
2-Xin, Chen, Peng, Dou, & Zhang
3-Şahin & Leblebicioğlu

در قالب یک نمودارِ دو بعدی و نیز سناریوهای درگیری، به‌گونه‌ای به مقرها تخصیص دهد که اهداف مهاجم، با توجه به ویژگی‌های دفاعی اثرگذار، با روش مناسب طبقه‌بندی شوند. نکته دیگر اینکه تعامل میان مقرهای مختلف برای درگیری موفق، به گونه‌ای باشد که توانمندی‌های موجود در آن‌ها به خوبی مدیریت شود؛ به عبارت دیگر، تخصیص اهداف به مقرها، به گونه‌ای باشد که درجه‌ی اطمینان آن عملیات در سطح قابل قبولی قرار بگیرد. لذا لازم است تا توانمندی‌های هر مقر و خطرِ درگیری هر مقر با هر یک از اهداف تعیین شده و با توجه به این موارد، تعامل مقرها با یکدیگر در انهدام اهداف با کمترین درجه‌ی ریسک تعیین شود.

به اعتقاد بسیاری از اندیشمندان، تهدید نظامی هنوز اصلی‌ترین تهدید برای یک دولت محسوب می‌شود. این تهدید ملموس‌ترین نوع تهدید برای آحاد یک جامعه است. پژوهشگران راهکارهای مختلفی را برای مقابله با تهدیدات نظامی مطرح می‌کنند؛ از جمله آن‌ها، ارتقای مؤلفه‌های اقتدار نظامی و نمایش قدرت است (رشیدزاده، ۱۳۹۳، ۴۱و۴۶) که بخشی از آن‌ها به نوعی در مدیریتِ نبرد محقّق می‌شود. یکی از مباحثی که در تحقیقات به عنوان عامل مؤثر در چابک‌سازی سامانه فرماندهی و کنترل نبرد مطرح است، بحث جامع‌نگری در اهداف و راهبرد می‌باشد که از جمله شاخص‌های آن موقعیت‌گرایی، پویا بودن، قابلیت ارزیابی و سنجش، تمرکز بر اولویت‌های دفاعی، تناسب با منابع مادی و انسانی، فراگیر تا پایین‌ترین رده ممکن است (آقامحمدی، ۱۳۹۶، ۱۰۶). اجرای این تحقیق در ارتقای این شاخص‌ها در محیط نبرد مؤثر خواهد بود. ازآنجا که برای تصمیم‌گیری صحیح در صحنه‌ی نبرد، داشتن یک دیدِ کلی از وضعیت نبرد برای فرمانده عملیات ضروری است؛ و از سوی دیگر این دید کلی نیز باید شرایطی را داشته باشد؛ در این تحقیق سعی بر آن است تا این دید کلی با یک سری شرایط برای فرمانده فراهم شود و وضعیت مقرها را با سناریوهای درگیری آن‌ها تعیین نماید. تاکنون در تحقیقات مرتبط با مدیریت نبرد، امکان ارائه این دیدِ کلی با شرایط مطرح شده در این تحقیق شامل: «در نظر گرفتن خطر عملیات» و «طبقه‌بندی اهداف با توجه به اهمیت آن‌ها» وجود ندارد، و در آن‌ها تنها به ارزیابی تهدید و سپس حل مسئله تخصیص سلاح پرداخته شده است، لذا انجام این تحقیق ضروری به‌نظر می‌رسد. در صحنه‌ی درگیری مقرهای خودی با مجموعه اهداف دشمن، فرمانده عملیات نیاز دارد تا با توجه به اطلاعاتی که از سوی نیروهای خودی و نیز اهداف مقابل وجود دارد، شرایط را بررسی و چگونگی درگیری و انجام عملیات را در مدیریت نبرد تعیین نماید. از سوی دیگر، در صورتی که این بخش در مدیریت نبرد وجود

نداشته باشد، تصویر واقعی از شرایط نیروهای خودی و دشمن فراهم نمی‌شود و ممکن است تخصیص سلاحِ صورت‌گرفته با استفاده از روش‌های موجود، نتیجه ایده‌آلی را در بر نداشته باشد.

۲- مبانی نظری

مدیریت نبرد

امروزه سیستم‌های سلاح موجود بر روی یک مقر، از تنوّع و گستردگی بسیاری برخوردارند. نیاز به مدیریت یک‌پارچه تهدیدات و استفاده‌ی بهینه از تجهیزات موجود، باعث شکل‌گیری نسل جدیدی از سامانه‌های سلاح با قابلیت‌های جدید تحت عنوان «سامانه‌های مدیریت نبرد»[1] شده است (آرکیزویسکی و همکاران[2]، ۲۰۰۹). سامانه‌ی مدیریت نبرد، از زیر سامانه حسگر، سلاح و فرماندهی[3] تشکیل شده است. وظیفه اصلی یک سامانه مدیریت نبرد، تجمیع اطلاعات خروجی حسگرها، آشکارسازی اهداف، تشخیص اهداف و در نهایت تصمیم‌گیری و مدیریت انواع سلاح‌های نصب شده در مقر به‌طور خودکار است. هدف از راه‌اندازی این سامانه، به حداقل رساندن نقش انسان در صحنه مدیریت نبرد و بالا بردن دقت و اطمینان تصمیم‌هاست (سیدین، شهپری، موسوی و روشنفکر، ۱۳۹۰، ص۱).

مراحل یک سیستم مدیریت نبرد عبارتند از: ۱- دریافت و جمع‌آوری اطلاعات؛ ۲- تصمیم‌گیری و ۳- اقدام. سامانه مدیریت نبرد، وظایف و خدمات مختلفی را ارائه می‌نماید که عبارتند از: جمع‌آوری تصاویر تاکتیکی؛ شناسایی منابع تهدید و ارزیابی تهدیدات؛ همکاری با سایر آرایه‌های دفاعی و حامل‌ها؛ اجرای فرمان به‌کارگیری سلاح؛ تصمیم و پشتیبانی؛ تخصیص سلاح؛ هماهنگی نیروها؛ برنامه‌ریزی مأموریت و پشیبانی فرمان؛ تبادل اطلاعات؛ آموزش و شبیه‌سازی؛ ناوبری(طباطبائی، حشمتی و زارعی‌حسینی، ۱۳۹۱)

ماتریس پورتفولیو[4]

این ماتریس معمولاً دو بعدی است. دو محور ماتریس، ویژگی‌ها یا جنبه‌های راهبردی را تشکیل می‌دهند که واحدهای مختلف، طبق آن‌ها درجه‌بندی می‌شوند. معمولاً یک بُعد خارجی/ محور

1 - Combat management system (CMS)
2 - Arciszewski, De Greef, & Van Delft
3 - Sensor, Weapon, Command system (SEWACO)
4 - Portfolio matrices

عمودی و بعد دیگر داخلی/ محور افقی است. این دو بعد با توجه به رویکرد پورتفولیوی انتخابی، تغییر می‌کند. شبکه پورتفولیو نیز از تقسیم هر یک از محورهای پورتفولیو به دو یا چند قسمت پدید می‌آید؛ برای مثال دو قسمت کردن هر یک از محورها منجر به یک شبکه ۲×۲ خواهد شد. واحدهایی که در یکی از خانه‌های شبکه قرار می‌گیرند، ویژگی‌های مشابهی دارند. یکی از محورهای پورتفولیو نیز به تصمیم‌گیری‌های چندمنظوره و چندمعیاره کمک می‌کند (سجف، ۱۳۸۳، صص ۴۲-۳۶). یکی از انواع ماتریس پورتفولیو، ماتریس جذابیت- توانمندی است که در موارد مختلفی از آن استفاده شده است (لی و همکاران[1]، ۲۰۱۰؛ یزدان پناه، طباطبائیان و معینی، ۱۳۸۹). یکی از ابزارهای مورد استفاده در این تحقیق، ایده به‌دست‌آمده از ماتریس پورتفولیو است. ابعاد این ماتریس‌ها در تحقیقات مختلف، تعابیر متفاوتی دارند. بر این اساس، ماتریس‌های مختلفی تشکیل می‌شود که در این تحقیق از ماتریس‌هایی همچون «ماتریس جذابیت- توانمندی» و «ماتریس IPA۲» استفاده شده است. تعابیر محورهای این ماتریس در بخش روش‌های تجزیه و تحلیل به‌طور کامل تشریح شده است.

تجزیه و تحلیل حالت‌های خرابی و آثار آن

تجزیه و تحلیل حالت‌های خرابی و اثرات ناشی از آن (FMEA[3]) یکی از پرکاربردترین ابزار ارتقای قابلیت اطمینان و ایمنی سیستم است (رادپور و کرباسیان، ۱۳۹۰). این ابزار، در طراحی و توسعه‌ی محصولات جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ چرا که طراحان و تولیدکنندگان هیچ گونه اطلاعات از عملکرد محصول جدید و خرابی‌های بالقوه آن ندارند و تنها بر اساس تجربه‌ی محصولات مشابه قبلی، اقدام به طراحی می‌کنند (فتاحی، ۱۳۸۸).

FMEA می‌تواند در سیستم، فرآیند، طرح و یا خدمت به‌کار گرفته شود که تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود، علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و امتیازدهی کند (رضایی، سیدی و نوری، ۱۳۸۴). در FMEA، برای اولویت‌بندی حالات خرابی یا شکست از یک شاخص با عنوان عدد اولویت ریسک[4]استفاده می‌شود. RPN حاصل‌ضرب سه عامل ریسک ذیل است:
O: احتمال وقوع خرابی‌های بالقوه[5]؛

1 - Lee, Kim, & Park
2- Importance Performance Analysis
3 - Failure Mode & Effects Analysis (FMEA)
4 - Risk Priority Number(RPN)
5 - Occurrence

S: شدت ریسک[1] ؛ درجه وخامت خرابی یا میزان اثر خرابی بر روی محصول/ سیستم/ خدمت؛

D: ناتوانی در تشخیص آن (قابلیت کشف خرابی بالقوه).D×O×S=RPN

معمولاً به هرکدام از این عوامل، مقداری بین ۱ تا ۱۰ نسبت داده می‌شود که در نهایت نمره ریسک (RPN)، عددی بین ۱ تا ۱۰۰۰ است. سپس نمرات ریسک اولویت‌بندی می‌شوند و خرابی‌های بالقوه‌ای که بزرگ‌ترین RPN را به خود اختصاص می‌دهند، مدنظر طراحان قرار می‌گیرد (ژانگ و چو، ۲۰۱۱). آنچه که FMEA به‌دنبال آن است، کاهش RPN می‌باشد (مهربان، ۱۳۸۶، ص۱۲۷). استفاده از FMEA فازی درمواردی که داده‌های کافی دردسترس نیست، یا جمع‌آوری آن‌ها کار مشکلی است و یا داده‌ها به صورت عبارات و متغیرهای زبانی وذهنی موجود است، ابزار مناسبی به شمار می‌آید (خشا و همکاران، ۱۳۹۲؛ وانگ و همکاران[2]، ۲۰۰۹).

۳- پیشینه‌ی تحقیق

در یکی از تحقیقات که در حوزه تلفیقِ داده در مدیریت نبرد انجام شده است (کاهانی، شکیبامنش و فکور، ۱۳۹۱) الگوهای مختلف در حوزه‌ی تلفیقِ داده مورد بررسی قرار گرفت و در بخشی از آن به بحث داده‌آمیزی، که یکی از بخش‌های لازم در سیستم تلفیق داده می‌باشد، اشاره شده است. در تحقیق دیگری (سیدین، شهپری، موسوی و روشنفکر، ۱۳۹۰) به بررسی اجزای مدیریت نبرد و الگوریتم‌های تلفیق‌داده پرداخته و بحث‌های فرماندهی و کنترل نیز در بخش‌هایی از آن مطرح شده است. در بخش پایانی این تحقیق، سامانه‌ی مدیریت نبرد دو شناور خارجی نیز بررسی و اجزای آن‌ها مطالعه گردید. در راستای سنجش درجه تهدید اهداف متحرک، تحقیقی با هدف طراحی یک الگوی فازی بهینه و مقاوم انجام شده است (عظیمی‌راد، اقبالی، حدادنیا و ایزدی‌پور، ۱۳۹۳). در این تحقیق با در نظر گرفتن عدم قطعیت در فرآیند ارزیابی تهدید برای اهداف متحرک از منطق فازی به‌عنوان یک گزینه‌ی مناسب برای الگوسازی این مسئله استفاده و مقدار تهدید هر هدف متحرک بر اساس هشت متغیر تعیین شده است. در تحقیق مشابه دیگری (فتاحی و گروسی، ۱۳۹۱) یک الگوریتم ارزیابی تهدید با استفاده از منطق فازی ارائه شده است. در حوزه نبرد زیردریایی نیز تحقیقاتی انجام شده است (بهشتی، میرمحمد، اخوان و فدایی، ۱۳۹۱ و اسماعیل‌زاده، واحدیان و شریفی، ۱۳۹۱). در تحقیقِ

1 - Severity
2 - Wang, Chin, Poon, & Yang

نخست، پس از معرفی سامانه مدیریت نبرد زیردریایی، به تبیین معیارها از جمله: انعطاف‌پذیری، قابلیت ارتقا، مقیاس‌پذیری و تحمّل شکست و ملاحظات طراحی آن می‌پردازد. در این تحقیق وظایف سامانه مدیریت نبرد زیردریایی به چهار کلی تقسیم شده است: الف) دریافت و ترکیب داده‌ها، ب) ارزیابی سناریو و تصمیم‌سازی، ج) مدیریت و کنترل درگیری و د) وظایف جانبی؛ در هر کدام از این دسته‌ها، وظایف جزئی‌تری مطرح شده است. در تحقیق دوم، ضمن بررسی سیستم فرمان، به بررسی و تحلیل ارتباط سیستم فرمان زیردریایی با سیستم مدیریت نبرد با توجه به مانورها، وظایف و شرایط عملیاتی که ممکن است در صحنه نبرد پیش بیاید پرداخته شده است. از جمله این موارد می‌توان به شرایط مانوری زیر دریایی در هنگام پرتاب موشک و یا اژدر، مانور حرکتی مناسب به‌منظور عدم شناسایی یا عدم برخورد اژدر، اقدامات تاکتیکی جنگ زیردریایی و غیره اشاره نمود. مسلماً فرماندهان نیز لازم است از توانمندی‌های خاصی برخوردار باشند که در برخی از تحقیقات به آن‌ها پرداخته شده است (خورشیدی و قربانی، ۱۳۹۱، ص۱۴). در تحقیق دیگری مهارت‌های مورد نیاز فرماندهان در قالب الگوهای فرماندهی مورد بررسی قرار گرفته است (دهقان، رحیم‌زاده و فتحی، ۱۳۹۳).

چانگ‌ون و یو[1] (۲۰۰۲) در تحقیق خود، روشی را برای ارزیابی تهدید ارائه کرده‌اند که در آن با استفاده از تکنیک‌های MADM[2] سعی در اولویت‌بندی اهداف دارند. در این تحقیق با استفاده از AHP[3]، توابع عضویت فازی و روش TOPSIS[4] ارزیابی تهدید را انجام داده و معتقد هستند که در عمل روشی بسیار آسان و بلادرنگ[5] خواهد بود. ین و همکاران[6] (۲۰۱۱)، در تحقیق خود الگوریتمی را برای ارزیابی تهدید با استفاده از تکنیک AHP و تحلیل مؤلفه‌های اصلی ارائه داده‌اند. ایشان در تحقیق خود، اهداف فرضی را با استفاده از پنج معیار توسط مقایسات زوجی AHP با یکدیگر مقایسه نموده و در نهایت اولویت‌بندی کرده‌اند.

خالقی و همکاران[7] (۲۰۱۳)، مروری جامع بر جدیدترین رویکردهای تلفیق‌داده داشته و بررسی نقاط قوت و ضعف آن‌ها پرداخته‌اند. آهوجا و همکاران[1] (۲۰۰۳) نیز در تحقیقی مشابه،

1- Changwen & You
2- Multi-Attribute Decision Making (MADM)
3- Analytic Hierarchy Process (AHP)
4- Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
5- Real-time
6- Yin, Zhou, & Zhang
7- Khaleghi, Khamis, Karray, & Razavi

انواع مختلف برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، شبکه‌ای و شاخه و کران را برای مسئله تخصیص سلاح به هدف بررسی نموده‌اند. با ارائه نتایج محاسباتی، مطرح کرده‌اند که می‌توان با الگوریتم‌های ارائه شده در این تحقیق، پاسخ‌های بهینه مسائل دارای اندازه متوسط مثلاً بیش از ۸۰ سلاح و ۸۰ هدف و اندازه بزرگ مثلاً بیش از ۲۰۰ سلاح و ۲۰۰ هدف درخصوص تخصیص سلاح را در حدود چند ثانیه به‌دست آورد. لوتر و همکاران[۲] (۲۰۱۴) در تحقیق خود سیستم تصمیم‌یار مدیریت نبرد به دو زیر سیستم ارزیابی تهدید و تخصیص سلاح تقسیم کرده‌اند؛ چهار سری الگو برای تخصیص سلاح با ویژگی‌های متفاوت ارائه و مثال‌های شبیه‌سازی شده را برای این الگوهاحل نمودند.

در مورد استفاده از الگوی تلفیقی ANP[۳]و DEMATEL[۴]در تعیین وزن عوامل مختلف، تحقیقات مختلفی انجام شده است. در برخی از این تحقیقات، تکنیک VIKOR[۵] نیز با این الگوی تلفیقی برای سنجش وضعیت گزینه‌ها در هر یک از معیارهایی که وزنشان با الگوی فوق محاسبه شده، به کار رفته است. از جمله این تحقیقات می‌توان به انتخاب راهبرد بهینه نظامی از میان شش مورد با ANP و تعیین جهت روابط میان چهار معیار با DEMATEL (آقایی، ۱۳۹۱) و اولویت‌بندی کاربردهای نُه فناوری نانو براساس پنج معیار و ۲۳ زیرمعیار با استفاده از تلفیق تکنیک‌های DEMATELوANPباVIKOR (کریمی، مدیری و فرج‌پور، ۱۳۹۳) اشاره کرد.

تدوین راهبرد فناوری‌های جنگ الکترونیک و تعیین فناوری‌های کلیدی این حوزه بر اساس شاخص‌های اصلی در قالب ماتریس جذابیت- توانمندی (یزدان‌پناه، طباطبائیان و معینی، ۱۳۸۹)؛ تعیین اولویت از میان سه رویکرد پدافند غیرعامل با AHP و تعیین وضعیت اهمیت- عملکرد بخش‌های مختلف آجا در جنگ‌های آینده با استفاده از ماتریس‌های IPA (محمدی و پرتوی، ۱۳۹۲) و ارائه رویکرد تلفیقی ماتریس جذابیت- توانمندی و IPA با AHPفازی و ارائه ماتریس شکاف‌موزون- توانمندی جهت اولویت‌بندی مسائل مختلف از جمله ارتقای قابلیت‌های یک سامانه دفاعی (اخروی، ۱۳۹۲)، از جمله تحقیقات مرتبط با ماتریس‌های پورتفولیو هستند.

1- Ahuja, Kumar, Jha, & Orlin
2 - Lötter & Van Vuuren
3- Analytical Network Process (ANP)
4 - Decision Making Trail and Evaluation Laboratory (DEMATEL)
5- VIseKritrijumska Optimizacija I Kompronsino Resenje (VIKOR)

لی و گو[1] (۲۰۱۲) در تحقیق خود به استفاده از FAHP برای ارزیابی کارایی نبرد سیستم سلاح لیزری با استفاده از ۳ معیار و ۱۱ زیرمعیار پرداخته‌اند. همچنین در تحقیق دیگری تادیک و همکاران[2] (۲۰۱۴) یک الگوی تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر DEMATEL فازی، ANP فازی و VIKOR فازی را به‌منظور انتخاب ایده در لجستیک شهری ارائه داده‌اند.

در تحقیقات مرتبط، از FMEA نیز در حالات قطعی و فازی بهره گرفته شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به توسعه روش FMEA برای استفاده در قابلیت اطمینان سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی در شرایط عدم قطعیت با استفاده از اعداد فازی ذوزنقه‌ای در محاسبه RPN و طراحی نرم‌افزار بومی در محیط اکسل (کاظمی، اخگری و اخروی، ۱۳۹۱) و رتبه‌بندی خرابی‌ها در سیستم FMEA با استفاده از تکنیک‌هایFAHPوDEMATEL، محاسبه وزن SوOو DباFAHP (پرویزی‌نژاد، سیدحسینی، عابدی و روغنیان،۱۳۹۰) اشاره نمود.

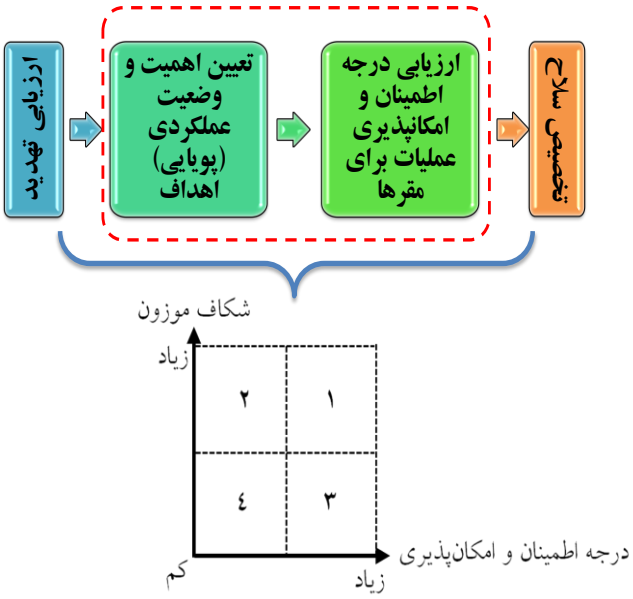
گیوم و همکاران[3] (۲۰۱۱) در تحقیقی یک چارچوب نظام‌مند به‌منظور بهبود بهره‌وری خدمات با استفاده از رویکرد پورتفولیو مبتنی برFMEAبا ارائه دو ماتریس پورتفولیو: یکی برای خرابی‌ها – بامحورهای شدت و رخداد- و دیگری برای نوآوری‌ها – با محورهای جذابیت و توانمندی- ارائه داده‌اند. در تحقیق دیگری سولازی و همکاران[4] (۲۰۱۲) به ارائه رویکرد یکپارچه و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری برای ارزیابی کارایی سیستم‌های پیچیده نبرد دریایی با شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد و با استفاده از مفهوم FMEA پرداخته‌اند. در تحقیق دیگری که از ماتریس‌های پورتفولیو استفاده شده است، کر و همکاران (۲۰۰۶)، چارچوبی را برای توانمندی‌های نظامی راهبردی در تبادلات دفاعی برای تدوین سناریوها ارائه داده‌اند.

جمع‌بندی و چارچوب نظری تحقیق

همان‌طور که در پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی اشاره شد، عمده تحقیقاتی که در حوزه‌ی مدیریت نبرد انجام شده‌اند، یا به ارزیابی‌تهدید (چانگ‌ون و یو، ۲۰۰۲) و یا به تخصیص سلاح (آهوجا و همکاران،۲۰۰۳) پرداخته‌اند. تحقیقاتی هم که هر دو موضوع را مدنظر قرار داده‌اند (لوتر و همکاران، ۲۰۱۴)، به گام میانی این دو که در این تحقیق به آن پرداخته شده، اشاره‌ای نداشتند. در برخی از تحقیقات تعیین اهمیت و اولویت اهداف، با روش‌های تصمیم‌گیری

1 - Li & Guo
2 - Tadić, Zečević, & Krstić
3 - Geum, Shin, & Park
4 - Solazzi, Ciambra, & Sinisi

چندمعیاره فازی انجام شده بود (عظیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳)، اما بحث ریسک و توانمندی مقرهای خودی و نیز شکاف میان وضع موجود و مطلوب و همچنین تعیین سناریوهای درگیری به ازای هر مقر مورد بحث قرار نگرفته بودند. در تحقیقاتی که در بحث الگوی تصمیم‌گیری و طبقه‌بندی اهداف نیز مطرح شدند، هر کدام از تحقیقات، به بخشی از الگوی ارائه شده در این تحقیق پرداخته بودند (آقایی، ۱۳۹۱؛ تادیک و همکاران، ۲۰۱۴). در یکی از تحقیقات نیز که نزدیکی بیشتری با الگوی ارائه شده در این تحقیق داشته است (اخروی، ۱۳۹۲)، تنها بحث ریسک در ماتریس پورتفولیوی نهایی مدنظر قرار نگرفته است. با توجه به جمع‌بندی بالا می‌توان الگوی مفهومی این تحقیق را که تکمیل‌کننده تحقیقات صورت گرفته تاکنون می‌باشد، به‌صورت تصویر شماره ۲ نشان داد:



تصویرشماره۲: الگوی مفهومی تحقیق

با توجه به موارد فوق، سؤال اصلی و سؤالات فرعی تحقیق عبارتند از:

الگوی تعیین سناریوهای درگیری مقرها با اهداف، پیش از تخصیص سلاح به هدف، چه ویژگی‌هایی دارد؟

- چگونه می‌توان اهمیت عوامل مؤثر در ارزیابی تهدید و اولویت‌بندی اهداف را تعیین کرد؟

- چگونه می‌توان درجه‌ی ریسک و امکان‌پذیری عملیات درگیری هر مقر را تعیین و در تصمیم‌گیری لحاظ کرد؟

هدف تحقیق: طراحی الگویی برای تشکیل یک نمودار دو بعدی به ازای هر مقر و تعیین سناریوهای درگیری هر مقر با اهداف دشمن.

۴- روش‌شناسی تحقیق

مراحل تحقیق

۱. طراحی الگوی طبقه‌بندی اهداف نبرد در قالب ماتریس دو بعدی با توجه به ریسک درگیری با اهداف و میزان تهدید هر یک از اهداف

۲. دریافت اطلاعات مورد نیاز از تیم تصمیم برای تعیین وزن عوامل ارزیابی تهدید اهداف.

۳. طراحی یک موقعیت فرضی درگیری توسط پژوهشکده دفاعی برای بررسی الگوی ارائه شده در تحقیق.

۴. تحلیل داده‌های موقعیت فرضی با استفاده از الگوی تحقیق و تشکیل یک ماتریس دو بعدی به ازای هر مقر (طبقه‌بندی اهداف) و تعیین سناریوهای درگیری هر مقر با اهداف دشمن.

ابزار گردآوری داده‌ها

با توجه به ادبیات موضوع و نظرهای خبرگان در مورد متغیرهای تعیین اهمیت اهداف و توانمندی نیروهای خودی، موارد زیر به عنوان این متغیرها تعیین شدند:
متغیرهای تعیین اهمیت اهداف عبارتند از (عظیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۳؛ ین و هکاران، ۲۰۱۱): سرعت، ارتفاع، برد سلاح، مانورپذیری، حمله گروهی، CPA[1] (نزدیک‌ترین نقطه برخورد یا نزدیک‌ترین فاصله‌ی میان هدف خودی و بردار سرعت هدف دشمن).

متغیرهای تعیین‌کننده توانمندی نیروهای خودی (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۱؛ سولازی و همکاران، ۲۰۱۴): احتمال خطا - عکس احتمال اصابت با در نظر گرفتن برد سلاح، شرایط جوی، و...-، شدت خطا و اثرگذاری آن بر پشتیبانی خودی، امکان تشخیص خطا.

1- Closest Point of Approach

گفتنی است که برای تولید داده‌های موقعیت فرضی، از اعداد تصادفی تحت تابع توزیع یکنواخت استفاده شده است. متغیرهای این توزیع در مورد هر یک از عوامل مطرح شده در مسئله مدیریت نبرد به شرح جدول ۱ است:

جدول ۱: متغیرهای توزیع یکنواخت برای شاخص‌های مؤثر در تعریف موقعیت فرضی نبرد

شاخص‌ها / متغیرها	معیارهای تعیین اهمیت اهداف						معیارهای FMEA برای نیروهای خودی		
	سرعت	ارتفاع	برد	مانور پذیری	حمله گروهی	CPA	احتمال خطا	شدت خطا	امکان تشخیص خطا
ماهیت	فزآینده	کاهنده	فزآینده	فزآینده	فزآینده	کاهنده	---	---	---
حداقل	۲۵۰	۱۵۰۰	۱.۰	۱	۱	۱.۰	۱	۱	۱
حداکثر	۶۰۰	۳۰۰۰	۱۰.۰	۵	۳	۸.۰	۵	۷	۳

در گام دو، داده‌های مورد نیاز برای تعیین وزن عوامل ارزیابی تهدید اهداف، که برای هر نوع صحنه درگیری یکسان است، با استفاده از پرسشنامه‌های مقایسات زوجی اخذ گردید. از اوزان به دست آمده در گام دو، جهت اولویت‌بندی اهداف و بررسی شرایط درگیری و درجه اطمینان و امکان‌پذیری هریک از مقرها استفاده خواهد شد؛ به نحوی که داده‌های تصادفی، به‌عنوان وضعیت هرکدام از این عوامل در محاسبات مد نظر قرار می‌گیرند. در گام سه، از خبرگان تیم تصمیم پژوهشکده دفاعیخواسته می‌شود که داده‌های تصادفی مورد نیاز برای بررسی خروجی الگو را با توجه به شرایط واقعی و با استفاده از شبیه‌سازهای موجود، طراحی نمایند. در واقع داده‌هایی که در این مرحله شبیه‌سازی می‌شوند، داده‌هایی هستند که در محیط واقعی، باید بتوان آن‌ها را از حسگرها استخراج نمود و در الگوی تصمیم‌گیری از آن‌ها استفاده نمود. در برخی موارد، لازم است داده‌های اندک و محدودی را از کاربر سیستم در محیط عملیاتی اخذ نمود که تمامی این داده‌ها به صورت تصادفی طراحی می‌گردند. در گام چهار، با استفاده از مجموع اطلاعات و داده‌های به دست آمده از مراحل قبل، این داده‌ها وارد نرم‌افزار گردیده و پس از اجرای الگوی تحقیق نتایج اولیه در قالب نمودارهای دوبعدی به ازای هر مقر استخراج شده است.

تیم تصمیم

تیم تصمیم در تحقیق افرادی هستند که آشنا به مباحث فنی مدیریت نبرد بوده و در این حوزه صاحب‌نظر هستند. درواقع، تیم تصمیم، از دو گروه خبرگان دانشی مدیریت نبرد و خبرگان عملیاتی مدیریت نبرد تشکیل شده است. خبرگان دانشی، افرادی هستند که به‌لحاظ مباحث علمی و تحقیقاتی مطرح شده در حوزه مدیریت نبرد، جزء صاحب‌نظران پژوهشکده‌های دفاعی در حوزه مدیریت نبرد می‌باشند و در انجام این تحقیق مشارکت داشته‌اند. خبرگان عملیاتی نیز، تعدادی از فرماندهان و کاربران دارای تجربه مناسب در مانورها و یا عملیات‌های درگیری هستند که در انجام این تحقیق مشارکت نموده‌اند و با شناخت و معرفی خبرگان دانشی تعیین شده‌اند.

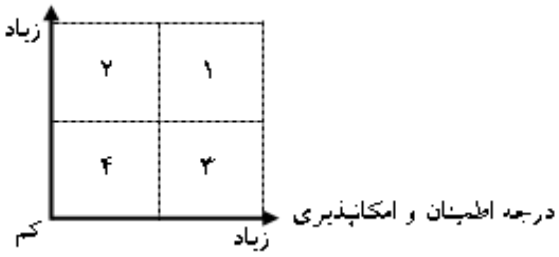
روش‌های تجزیه و تحلیل

همان‌طور که قبلاً اشاره گردید، مبنای اجرای این تحقیق، براساس نمودارهای دوبعدی- ماتریس‌های پورتفولیو- بوده؛ که البته محورهای این نمودار دوبعدی به صورت زیر در قالب چهار ناحیه و هر ناحیه یک سناریوی درگیری تعریف می‌شوند:

محور عمودی: شکاف موزون؛ که بیانگر حاصلضرب اهمیت اهداف در شکاف آن‌ها از سطح مطلوب می‌باشد و با استفاده از تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری فازی/ قطعی و با ایده‌ای ترکیبی از ماتریس IPA محاسبه خواهد شد. علت استفاده همزمان از تکنیک‌های فازی و قطعی آن است که برخی اطلاعات از تیم تصمیم در محیط مبهم/ فازی و برخی اطلاعات مستقیم توسط حسگرها از صحنه نبرد به دست می‌آیند.

محور افقی: درجه اطمینان و امکان‌پذیری؛ که بیانگر عکس درجه ریسک (RPN) است و با استفاده از تکنیک FMEA محاسبه خواهد شد. در این محور نیز؛ احتمال خطا (عکس احتمال اصابت)، شدت اثرِ خطا و امکان تشخیص خطا در یک فضای مبهم (احتمالی/فازی) محاسبه می‌شوند که حاصل‌ضرب این سه مقدار، عدد ریسک هر هدف را تعیین می‌نماید.

پس از دریافت اطلاعات اولیه از تیم تصمیم و نیز داده‌های صحنه نبرد (که توسط شبیه-سازهای اعداد تصادفی پژوهشکده دفاعی طراحی می‌شود)، اطلاعات با روش‌های فوق تحلیل و ارزیابی شده و در قالب نموداری به شکل تصویر ۳، به ازای هر مقر، وضعیت اهداف و سناریوی درگیری[۱] با آن‌ها مشخص می‌شود.



تصویرشماره۳: نمودار دوبعدی تعیین وضعیت اهداف در هر مقر با چهار سناریوی درگیری

همان‌طور که در نمودار فوق مشاهده می‌شود، می‌توان این نمودار دو بعدی را به چهار منطقه تقسیم نمود:

منطقه ۱: چنانچه پس از انجام محاسبات، اهدافی در این منطقه از نمودار قرار بگیرند، بدین معناست: اول اینکه این اهداف از اهمیت و تهدید بسیار بالایی برخوردارند؛ دوم اینکه وضعیت فعلی آن‌ها بسیار نامطلوب است (با توجه به ارزیابی وضعیت و پویایی صحنه نبرد)، و سوم اینکه توانمندی مقر مورد نظر برای درگیری با آن اهداف بسیار بالا و ریسک درگیری با آن‌ها بسیار اندک است. از این رو مسلماً این اهداف، اولویت شلیک از این مقر را خواهند داشت.

منطقه ۲: اگر اهدافی در این منطقه از نمودار قرار بگیرند، بیانگر آن است که این اهداف از اهمیت و تهدید نسبتاً بالایی برخوردار بوده و وضعیت فعلی آن‌ها نیز به نسبت نامطلوب است، اما توانمندی مقر مورد نظر برای درگیری با آن هدف پایین بوده و ریسک درگیری با آن بالاست. لذا بهتر است اهدافی که در این منطقه قرار گرفته اند، توسط سایر مقرهایی که

۱- منظور از عبارت «سناریوی درگیری» در این تحقیق، یکی از چهار حالتی است که مقرها پس آنکه وضعیت اهداف و خودشان تعیین گردید، در مقابل هریک از اهداف، یک یا چند سناریو از این چهار سناریو را در درگیری با هریک از اهدافِ تخصیص‌یافته به آن مقر اتخاذ نموده و تحت آن سناریو وارد درگیری می‌شوند.

توانمندی آن‌ها برای درگیری این اهداف بالاتر است و ریسک کمتری برای مقابله با آن‌ها وجود دارد، با این اهداف درگیر شوند.

منطقه ۳: قرارگرفتن هدف در این منطقه از نمودار، نشان‌دهنده آن است که هدف اهمیت و تهدید نسبتاً پایینی دارد و وضعیت فعلی آن‌ها نیز نسبتاً مطلوب است؛ اما توانمندی مقر مورد نظر برای درگیری با هدف بالا بوده و ریسک درگیری با آن پایین است. بنابراین چنانچه اهدافی که در این منطقه قرار گرفته‌اند، به هر دلیلی توسط سایر مقرها پوشش داده نشده‌اند، می‌توانند وارد درگیری با این اهداف شده و آن‌ها را از صحنه نبرد حذف نمایند.

منطقه ۴: چنانچه اهدافی در منطقه از نمودار قرار بگیرند، بدین معناست: اول اینکه این اهداف اهمیت و تهدید بسیار پایینی دارد؛ دوم اینکه وضعیت فعلی آن‌ها نیز مطلوب است؛ و سوم اینکه توانمندی مقر مورد نظر برای درگیری با آن هدف پایین و خطر درگیری با آن بالاست؛ بنابراین در حال حاضر بهتر است از این اهداف چشم پوشید، مگر آنکه در مقر دیگری این اهداف در یکی از نواحی سه گانه فوق قرار گرفته باشند، که در آن صورت از همان مقر مورد نظر، درگیری با آن هدف طبق سناریوهای مطرح شده در بالا انجام خواهد شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهای تصمیم‌گیری مورد استفاده در تحقیق انجام شده است. از تلفیق تکنیک‌های FANP و FDEMATEL (که به اختصار FDANP[1] نامیده می‌شود) برای تعیین وزن عوامل ارزیابی تهدید، از تکنیک VIKORبرای تعیین وضعیت هر یک از اهداف نسبت به این عوامل، از IPA اصلاح شده برای سنجش فاصله وضعیت فعلی صحنه درگیری از فاصله مطلوب و از تکنیک FFMEA برای تعیین درجه خطر و امکانپذیری درگیری هر یک از مقرها با هر یک از اهداف استفاده شده است.

از آنجا که FFMEA در ادبیات موضوع معرفی و استفاده آن در تحقیق نیز بیان گردید، در اینجا به معرفی و کاربرد سه تکنیک FANP، FDEMATEL و VIKOR اشاره شده و در نهایت الگوی تلفیقی ترسیم گردیده است.

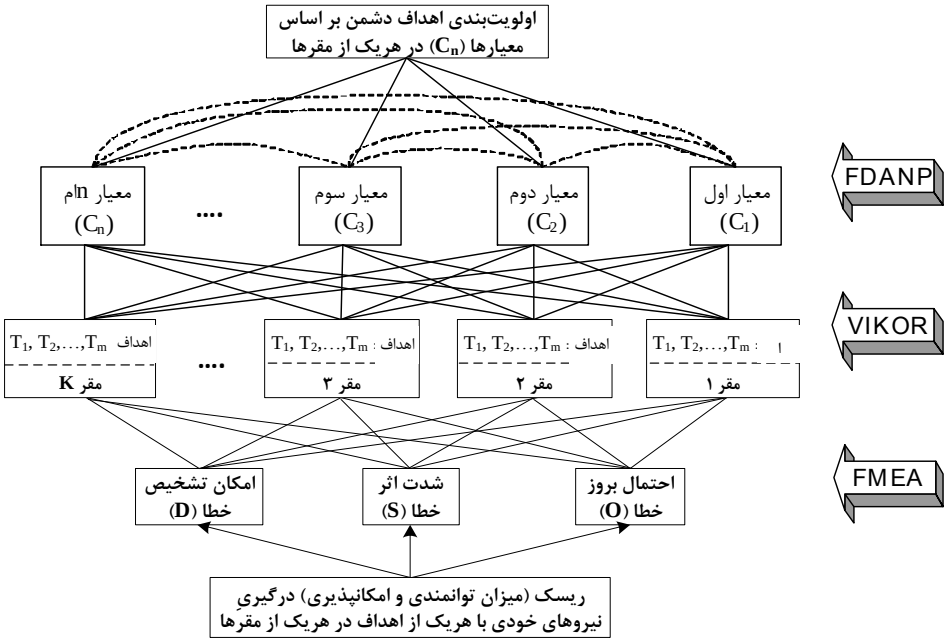
فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی(FANP) از روش‌های جدید MCDM محسوب می‌شود که به‌نوعی می‌توان گفت تکمیل شده روش AHP از بعضی جنبه‌هاست و به‌دلیل در نظر گرفتن وابستگی‌ها در این روش، می‌توان آن‌را رویکردی جدید در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره به شمار

1- Fuzzy DEMATEL ANP

آورد (بشیری، حجازی و محتجب، ۱۳۹۰، صص ۱۵۲-۱۳۲). در این تحقیق نیز، برای تعیین وزن معیارهای اهمیت اهداف (ارزیابی تهدید اهداف) از ANP فازی استفاده می‌شود؛ چراکه هم این معیارها از یکدیگر مستقل نیستند و هم مقایسه میان آن‌ها دارای ماهیت فازی است.

دیمتل در اواخر۱۹۷۱، اغلب برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی به وجود آمد. (اصغرپور،۱۳۸۹، ص ۱۳۲). یکی از نقاط ضعف ANP محدودیت آن در تعیین ارتباط میان عوامل است که توسط تکنیک دیمتل که تعیین‌کننده جهت رابطه میان عوامل مؤثر است، قابل حل می‌باشد. همچنین محدودیت تکنیک دیمتل در عدم دستیابی به وزن معیارها نیز توسط ANP قابل حل است (آقایی، ۱۳۹۱). دلایل استفاده از روش دیمتل در این تحقیق عبارتند از: ۱- به دست آوردن روابط علت‌ومعلولی میان معیارهای ارزیابی تهدید؛ ۲- به دست آوردن برآوردی از وزن درونی میان معیارها برای رتبه بندی نهایی آن‌ها به کمک روش ANP. علت فازی بودن نیز، آن است که ماهیت روابط میان معیارها مبهم و سربسته است.

عبارت ویکور برگرفته از یک عبارت صربستانی به معنی «جواب سازشی و بهینه تصمیم‌گیری چندمعیاره» است. این روش بر روی رتبه‌بندی و انتخاب بهترین گزینه از میان گروهی از گزینه‌ها تمرکز و جواب سازشی برای یک مسئله را مشخص می‌کند (امیری و دارستانی، ۱۳۹۲، ص ۱۷). این روش به خصوص در شرایطی به کار می‌رود که تصمیم‌گیرنده قادر نیست ترجیحاتش را در شروع طراحی سیستم بیان نماید (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۹۱، ص ۸۰). در این تحقیق، داده‌های تصادفی که توسط تیم تصمیم و با استفاده از شبیه‌سازها در مورد موقعیت فرضی طراحی شده‌اند، یکی از ورودی‌های ویکور بوده و وزن عوامل نیز که دیگر ورودی ویکور است، با استفاده از ANPفازی و دیمتل فازی تعیین می‌شود. بنابراین روش اولویت‌بندی اهداف به گونه‌ای خواهد بود که در تصویر شماره ۴ نشان داده شده است.



تصویرشماره۴: نحوه تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری جهت اولویت‌بندی اهداف دشمن باتوجه به ریسک درگیری با آن‌ها

روش بررسی اعتبار الگو

در تحقیقاتی که از شبیه‌سازی و داده‌های تصادفی در اجرای آزمایشی الگو استفاده می‌شود، اعتبارسنجی الگو به روش‌های مختلفی انجام می‌شود. یکی از آن‌ها ارائه نتایج به خبرگان و بررسی نتایج توسط ایشان و مقایسه آن با شرایط واقعی است. روش دیگر برای اعتبارسنجی، آن است که برخی از متغیرهای الگوی تک به تک تغییر نمایند و سپس تغییرات خروجی شبیه‌سازی بر اساس موارد حدی تغییر متغیرها توسط خبرگان بررسی و میزان تطابق آن با واقعیت بررسی شود (کلیجنن[1]، ۱۹۹۵). در این تحقیق نیز از همین دو روش جهت اعتبارسنجی الگوی شبیه‌سازی‌شده استفاده شد که مبتنی بر نظرهای خبرگان است. خبرگان مدیریت نبرد که از سوی پژوهشکده دفاعی در تحقیق حاضر مشارکت داشتند، پس از بررسی نتایج شبیه‌سازی، انطباق آن با شرایط واقعی نبرد را در حوزه الگوی ارائه‌شده تأیید نمودند.

1 - Kleijnen

۵- یافته‌ها

با توجه به مراحل تحقیق، نظرهای تیم چهار نفری خبرگان در مورد متغیرهای تحقیق، اعم از متغیرهای تعیین اهمیت اهداف و نیز متغیرهای تعیین‌کننده توانمندی نیروهای خودی برای سه مقر و هفت هدف فرضی اخذ گردید. به عبارت دیگر، محیط فرضی نبرد در این تحقیق شامل سه مقر خودی است که داده‌های تصادفی توانمندی و خطر این مقرها برای درگیری با اهداف فرضی طبق جدول ۱ تولید شده است. این سه مقر با هفت هدف در حال درگیری هستند که داده‌های مربوط به اهمیت و تهدید این اهداف نیز طبق جدول ۱ تولید شده است. پس از هر بار اجرای الگو، داده‌های جدیدی برای موقیت فرضی ایجاد می‌شود و فرض بر آن است که ظرفیت درگیری این سه مقر دارای محدودیت نمی‌باشد و هر مقر می‌تواند با تمام اهداف وارد درگیری شود؛ اما در نهایت اهدافی به مقرها تخصیص می‌یابند که خطر درگیری کمتری را به دنبال داشته، مقرها با بیشترین توانمندی خود با اهداف وارد درگیری شده و اهدافِ با تهدید بالاتر در اولویت تخصیص قرار می‌گیرند.

در مورد معیارهای تعیین اهمیت اهداف، ابتدا با استفاده از FGAHP وزن اولیه هر یک از معیارها به دست آمد و سپس با لحاظ ارتباط میان معیارهاو تعیین میزان اثرگذاری آن‌ها بر یکدیگر با استفاده از FDEMATEL و FANP به‌نحوی که در تحقیق تشریح شد، وزن نهایی متغیرها تعیین گردید. نمونه نظرهای خبرگان و وزن نهایی متغیرها در جدول ۲ و ۳ آمده است.

سپس با استفاده از داده‌های ارائه شده برای موقعیت فرضی نبرد، وضعیت هر مقر با هر هدف تعیین و با استفاده از VIKOR وزن نهایی هر هدف در هر مقر مشخص گردید. در جدول زیر داده‌های فرضی برای مقر ۱ ارائه و خروجی نهایی ویکور برای هر سه مقر نشان داده شده است.

جدول ۲: الف) نمونه نظرات خبرگان درمورد مقایسه زوجی معیارها با استفاده از FGAHP

مؤلفه‌ها	سرعت	ارتفاع	برد	مانور	گروهی	CPA	وزن نهایی
سرعت	(۱,۱,۱)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۰.۵,۱,۱.۵)	(۰.۶۷,۱,۲)	(۱,۱.۵,۲)	(۱,۱.۵,۲)	۰.۱۶
ارتفاع	(۱,۱.۵,۲)	(۱,۱,۱)	(۱,۱.۵,۲)	(۱,۱.۵,۲)	(۱,۱.۵,۱)	(۱,۱.۵,۲)	۰.۰۹۷
برد	(۰.۶۷,۱,۲)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۱,۱,۱)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱.۵,۲)	۰.۱۷۴
مانور	(۰.۵,۱,۱.۵)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۱,۱.۵,۲)	(۱,۱,۱)	(۰.۵,۱,۱.۵)	(۱.۵,۲,۲.۵)	۰.۱۵۹
گروهی	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۱,۱,۱)	(۰.۶۷,۱,۲)	(۱,۱,۱)	(۱,۱.۵,۲)	۰.۱۷
CPA	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۰.۴,۰.۵,۰.۶۷)	(۰.۵,۰.۶۷,۱)	(۱,۱,۱)	۰.۲۴

جدول ۲: ب) نمونه نظرهای خبرگان در ارتباط میان معیارها با استفاده از FDEMATEL

	سرعت	ارتفاع	برد	مانور	گروهی	CPA	X=R+J	Y=R-J
سرعت	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	۴.۱۵۲	-۱.۰۶۸
ارتفاع	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	۴.۰۵۴	۰.۵۹۷
برد	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	۴.۵۱۷	۰.۳۵۶
مانور	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	۴.۰۲۷	-۰.۹۶۶
گروهی	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	۳.۱۶۳	۱.۲۰۸
CPA	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	۶.۰۶۶	-۰.۱۲۶

جدول ۳: وزن نهایی معیارها حاصل از تجمیع نظرهای خبرگان با استفاده از FANP

	جدول T نرمال حاصل از دیمتل فازی						وزن حاصل از FAHP	وزن نهایی حاصل از FANP
	سرعت	ارتفاع	برد	مانور	گروهی	CPA		
سرعت	۰.۰۹۴	۰.۱۳۸	۰.۱۰۱	۰.۱۲۵	۰.۱۰۸	۰.۱۳۹	۰.۱۶	۰.۱۱۸
ارتفاع	۰.۱۶۵	۰.۱۳۷	۰.۲۱۴	۰.۱۹۵	۰.۱۵۰	۰.۱۸۶	۰.۰۹۷	۰.۱۷۸
برد	۰.۱۷۵	۰.۲۳۶	۰.۱۵۴	۰.۱۷۵	۰.۱۵۵	۰.۲۱۴	۰.۱۷۴	۰.۱۸۳
مانور	۰.۱۲۷	۰.۰۹۳	۰.۰۹۶	۰.۰۹۱	۰.۱۹۳	۰.۱۳۷	۰.۱۵۹	۰.۱۲۶
گروهی	۰.۱۸۵	۰.۱۷۳	۰.۱۶۰	۰.۱۸۸	۰.۱۳۷	۰.۱۵۲	۰.۱۷	۰.۱۶۴
CPA	۰.۲۵۴	۰.۲۲۴	۰.۲۷۵	۰.۲۲۷	۰.۲۵۷	۰.۱۷۲	۰.۲۴	۰.۲۳۱

جدول ۴: داده‌های اهداف در موقعیت فرضی برای مقر ۱ و محاسبه وزن آن‌ها با استفاده از VIKOR

وزن نهایی اهداف در **مقر ۳**	وزن نهایی اهداف در **مقر ۲**	وزن نهایی اهداف در **مقر ۱**	داده‌های فرضی اهداف برای مقر ۱						
			−	+	+	+	−	+	ماهیت
			۰.۲۳۱۱	۰.۱۶۳۶	۰.۱۲۶	۰.۱۸۳۳	۰.۱۷۸۴	۰.۱۱۷۶	w
			CPA	گروهی	مانور	برد	ارتفاع	سرعت	شاخص/اهداف
۰.۱۳۲۸۵	۰.۰۶۵۸۷	۰.۰۷۲۳۱	۶.۹	۱	۵	۸.۲	۲,۰۷۹	۲۵۳	T۱
۰.۰۹۴۲۵	۰.۳۸۹۹۹	۰.۰۶۴۴	۷.۴	۱	۲	۸.۰	۱,۹۹۹	۵۵۶	T۲
۰.۳۱۸۸۷	۰.۰۹۹۲۵	۰.۰۶۶۰۷	۷.۹	۳	۳	۱.۷	۱,۶۷۵	۵۴۷	T۳
۰.۰۶۲۷۷	۰.۰۸۴۳۴	۰.۱۸۱۴۱	۳.۶	۲	۵	۹.۷	۲,۸۵۳	۵۸۱	T۴
۰.۰۳۲۱۲	۰.۱۶۰۲۸	۰.۰۶۱۱۹	۶.۴	۱	۱	۳.۲	۲,۰۳۹	۴۲۶	T۵
۰.۳۲۸۲۵	۰.۰۶۷۹۹	۰.۲۰۸	۳.۵	۲	۱	۴.۵	۲,۰۱۹	۴۳۱	T۶
۰.۰۳۰۸۹	۰.۱۳۲۲۸	۰.۳۴۶۶۲	۱.۳	۳	۲	۸.۱	۲,۶۹۱	۴۳۴	T۷

همچنین خروجی FMEA با در نظرگرفتن وزن متفاوت برای هر یک از متغیرهای D،S،O و با توجه به داده‌های ارائه شده برای موقعیت فرضی به شرح جدول ۵ است. در این جدول نیز، داده‌های مقر ۱ به‌طور کامل ارائه شده و برای سایر مقرها و فقط خروجی نهایی آمده است.

جدول ۵: داده‌های موقعیت فرضی در مورد توانمندی نیروهای خودی در هریک از مقرها با اهداف و ریسک درگیری با آن‌ها

مقر ۳	مقر ۲	مقر۱					
$(1/RPN)$	$(1/RPN)$	درجهامکانپذیری $(1/RPN)$	RPN	D	S	O	
				۰.۱	۰.۲	۰.۷	W
۰.۳۵۱۲	۰.۵۳۵۹	۰.۲۶۰۱	۳.۸۴۳	۱	۳	۵	T۱
۱	۰.۷۰۷۱	۰.۳۷۳۷	۲.۶۷۵	۳	۷	۲	T۲
۰.۲۳۳۱	۰.۶۰۷۱	۰.۶۹۸۸	۱.۴۳۱	۱	۶	۱	T۳
۰.۶۲۶۱	۰.۲۵۶۸	۰.۷۷۹۹	۱.۲۸۲	۳	۲	۱	T۴
۰.۵۷۴۳	۰.۲۵۲۸	۰.۴۰۳۴	۲.۴۷۸	۱	۲	۳	T۵
۰.۲۹۵۶	۰.۴۶۳۵	۰.۵۵۱۵	۱.۸۱۳	۳	۱	۲	T۶
۰.۷۵۷۹	۰.۴۶۱۱	۰.۸۷۰۵	۱.۱۴۸	۱	۲	۱	T۷

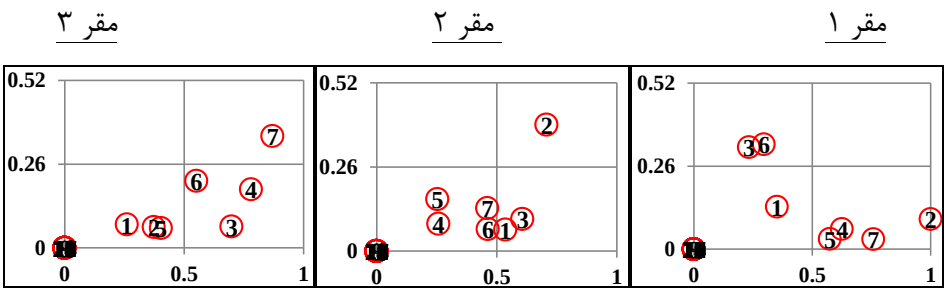
با توجه به نظرهای خبرگان و نیز داده‌های ارائه شده برای موقعیت فرضی نبرد، به ازای هر هدف یک نقطه در هر مقر به دست آمده که در جدول ۶ نشان داده شده است. کلیه محاسبات، در نرم‌افزار اکسل الگوسازی و حل شده‌است. محور افقی (X) بیانگر درجه توانمندی نیروهای خودی و میزان امکانپذیری نبرد آن‌ها با هر یک از اهداف یا همان معکوس ریسک درگیری است. محور عمودی (Y) نیز نشان‌دهنده میزان اهمیت و تهدید هر یک از اهداف برای هر مقر است.

جدول ۶: مختصات اهداف در ماتریس دوبعدی هریک از مقرها

مقرها / اهداف	مقر۱		مقر۲		مقر۳	
	x	y	x	y	x	y
T۱	۰.۲۶۰	۰.۰۷۲	۰.۵۳۶	۰.۰۶۶	۰.۳۵۱	۰.۱۳۳
T۲	۰.۳۷۴	۰.۰۶۴	۰.۷۰۷	۰.۳۹۰	۱.۰۰۰	۰.۰۹۴
T۳	۰.۶۹۹	۰.۰۶۶	۰.۶۰۷	۰.۰۹۹	۰.۲۳۳	۰.۳۱۹
T۴	۰.۷۸۰	۰.۱۸۱	۰.۲۵۷	۰.۰۸۴	۰.۶۲۶	۰.۰۶۳
T۵	۰.۴۰۳	۰.۰۶۱	۰.۲۵۳	۰.۱۶۰	۰.۵۷۴	۰.۰۳۲
T۶	۰.۵۵۲	۰.۲۰۸	۰.۴۶۳	۰.۰۶۸	۰.۲۹۶	۰.۳۲۸
T۷	۰.۸۷۱	۰.۳۴۷	۰.۴۶۱	۰.۱۳۲	۰.۷۵۸	۰.۰۳۱

باتوجه به جدول ۶، به ازای هرمقر یک نمودار دوبعدی به دست‌آمده که در تصویر ۵آمده است:

تصویر ۵: نمودار سناریوهای درگیری هریک از مقرها با اهداف دشمن



همان‌گونه که در مورد اعتبارسنجی الگو مطرح شد، الگوی ارائه شده در بالا و نتایج حاصل از آن به خبرگان ارائه گردید و با توجه به ورودی‌های الگو، خروجی‌های آن مورد تأیید ایشان قرار گرفت. همچنین در برخی موارد، حالت‌های حدی چند متغیر نیز به عنوان ورودی الگو ارائه شد و سپس خروجی الگو مورد بررسی خبرگان قرار گرفت و تطبیق آن با شرایط واقعی مورد تأیید ایشان قرار گرفت. برای مثال، برآیند توانمندی مقر ۱ برای هدف ۱ کم است و لذا در نمودار در منطقه چهار قرار گرفته است و یا هدف برآیند توانمندی مقر ۳ برای هدف ۱ بسیار بالاست و لذا در نمودار بر روی خط حداکثری قرار گرفته است. این امر در مورد متغیرهای تعیین اهمیت اهداف نیز صورت پذیرفت.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در تصویر شماره ۵ و نمودار مقر ۱ مشاهده می‌شود، هدف شماره ۷ (T7) تهدید عمده برای این مقر به شمار می‌آید که البته این مقر هم برای درگیری با آن هدف شرایط مطلوبی را دارد؛ چرا که T7 در ربع اول این نمودار قرار گرفته است و این بدان معناست که مقر ۱ توانایی درگیری با این هدف را دارد و ریسک درگیری با آن نیز اندک است؛ لذا بهترین سناریو در این مقر آن است که با T7 وارد درگیری شود. همچنین وضعیت این مقر برای درگیری با اهداف ۳، ۴ و ۶ نیز مطلوب است و چنانچه سایر مقر از سوی این اهداف تهدید شوند ولی خودشان شرایط مطلوبی را برای درگیری با این اهداف نداشته باشند، می‌توان در صورت عدم محدودیت تسلیحات در مقر ۱، با این اهداف نیز وارد درگیری شد.

در نمودار مقر ۲، عمده تهدید از سوی T2 برای این مقر مطرح است و همین مقر نیز شرایط مطلوبی را برای درگیری با این هدف داراست. هر چند با نگاهی به نمودار مقر ۳ می‌توان

دریافت که وضعیت این مقر برای درگیری با T2 بهتر است؛ چرا که نقطه T2 در نمودار مقر ۳ در جایگاه افقی بهتری نسبت به نمودار مقر ۲ قرار دارد. از سوی دیگر، نمودار مقر شماره ۳ بیانگر این مطلب است که تهدید اهداف ۳ و ۶ بیشتر از حد متوسط برای این مقر وجود دارد ولی خود این مقر شرایط مطلوبی را برای درگیری با این اهداف ندارد. در عوض مقر ۱ و ۲ وضعیت مطلوب‌تری را برای درگیری با این دو هدف دارا هستند. لذا بهترین سناریو آن است که مقر ۳ با هدف ۲ وارد درگیری شده و در عوض مقر با هر دو هدف T3 و T6 وارد درگیری شود، البته اگر از لحاظ تسلیحات دارای محدودیت نباشد؛ در غیر این صورت می‌توان درگیری با T6 را به مقر ۱ و درگیری با T3 را به مقر ۲ واگذار نمود.

چنانچه سیاست فرمانده عملیات بر آن باشد که سایر اهدافی که در حال حاضر تهدید کمتری را نسبت به اهداف یاد شده دارا هستند (T1 و T4 و T5) نیز به هر یک از مقرها تخصیص یابند، می‌توان با توجه به توانمندی مقرها در درگیری با اهداف و نیز محدودیت‌های تسلیحاتی که برای آن‌ها وجود دارد، این اهداف را به مقرها تخصیص داد. در این صورت و با فرض نبودن محدودیت تسلیحات، می‌توان گفت که مقر ۲ بهترین شرایط را برای درگیری با T1 خواهد داشت. مقر ۱ نیز بهترین شرایط را برای درگیری با T4 داراست و در نهایت مقر ۳ نیز از بهترین شرایط برای درگیری با T5 برخوردار است. باتوجه به تحلیل فوق می‌توان، تخصیص نهایی اهداف را در این موقعیت فرضی می‌توان در جدول ۷ نشان داد:

جدول ۷: تخصیص اهداف به مقرهای حاضر در محیط نبرد فرضی

مقرها	مقر ۱	مقر ۲	مقر ۳
اهداف دارای تهدید بالا	T7 و T6	T3	T2
اهداف با درجه تهدید کمتر	T4	T1	T5

هر چند در تحقیقات انجام شده در حوزه‌ی مدیریت نبرد، پژوهش‌های متعددی در بحث ارزیابی تهدید و نیز تخصیص سلاح انجام شده است، اما در گام میانی که در این تحقیق ارائه شد، مسائلی مدنظر قرار گرفت که به برخی از آن‌ها در تحقیقات پیشین اشاره نشده است. در زیرمرحله اول، تحقیقاتی راجع به تعیین اهمیت اهداف انجام شد که البته با روش ارائه شده در این تحقیق متفاوت است. در زیرمرحله دوم، بحث احتمال اصابت یکی از مسائل مهمی است که تاکنون تحقیقات فنی مختلفی درباره آن انجام شده است که از حوزه تحقیق حاضر خارج است،

اما در مورد سایر متغیرهای تعیین‌کننده ریسک درگیری که در FMEA به آن پرداخته می‌شود، در پیشینه تحقیقات مدیریت نبرد شواهدی وجود ندارد. خروجی تلفیقی زیرمرحله اول و دوم که در این تحقیق در قالب یک ماتریس پورتفولیو و به تبع آن سناریوهای درگیری برای هر مقر تعریف می‌شود، در تحقیقات پیشین، سابقه‌ای ندارد.

البته باید توجه داشت که هرچه تعداد اهداف و مقرها بیشتر شود، تحلیل نمودارهای به دست آمده پیچیده و دشوارتر خواهد شد. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود یک الگوی تخصیص باتوجه به خروجی مراحل قبلی تدوین شود و چنانچه هر یک از مقرها محدودیتی را نیز به لحاظ تسلیحاتی دارا هستند، جزء محدودیت‌های آن الگوی ریاضی آورده شود، تا در نهایت با توجه به سناریوهای به دست آمده از نمودارها و محدودیت‌های هر یک از مقرها، سناریوی بهینه درگیری در محیط نبرد برای هر یک از مقرها به دست آید. مسلماً این سناریوی بهینه که حاصل حل الگوی تخصیص است، همانند تحلیلی که در بالا انجام شد، به دنبال تخصیص اهداف به مقرها به نحوی است که نخست اهداف با درجه‌ی تهدید بالا در اولویت تخصیص قرار گیرند و دوم درگیری‌ها به نحوی تخصیص یابد که مقرها با اهدافی وارد درگیری شوند که امکانپذیری و توانمندی آن‌ها بیشتر بوده و ریسک کمتری وجود داشته باشد. همچنین همان‌طور که اشاره شد، سایر محدودیت‌های تسلیحاتی را نیز می‌توان برای مقرها جزء محدودیت‌های مسئله لحاظ نمود. نکته دیگری که می‌توان در الگوسازی در نظر داشت آن است که چنانچه فرمانده عملیات در مواردی لازم بداند چند مقر با یک هدف وارد درگیری شوند، میزان تخصیص درگیری هر یک از مقرها با اهداف نیز توسط الگو تعیین شود.

فهرست منابع

۱. آذر، ع. و رجب‌زاده، ع. (۱۳۹۱)، تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد MADM، انتشارات نگاه دانش، تهران، چاپ پنجم.

۲. آقامحمدی، د. (۱۳۹۳)، الگوی چابک‌سازی سامانه فرماندهی و کنترل رزم زمینی، فصلنامه مدیریت نظامی، (۵۴)۱۴، ۱۲۹-۱۰۱.

۳. آقایی، م. (۱۳۹۱)، به‌کارگیری الگوی ریاضی برای انتخاب بهینه راهبرد نظامی، مجله سیاست دفاعی، ۲۰(۸۱)، ۲۲۲-۲۰۱.

۴. اخروی، ا.ح. (۱۳۹۲)، راهکاری برای اولویت‌بندی واقع‌بینانه و کاربردی مسایل مختلف: تلفیق IPA-G-FGAHPو ماتریس جذابیت- توانمندی، مجله تحقیق در عملیات درکاربردهای آن،۱۰(۴)، ۹۶-۸۵.

۵. اسماعیل‌زاده بهابادی، م.ا.، واحدیان درگاهی، م. و شریفی، م. (۱۳۹۱)، بررسی و تحلیل ارتباط پل فرماندهی زیردریایی با سیستم مدیریت نبرد از دیدگاه سناریوهای عملیاتی صحنه نبرد، اولین کنفرانس ملی علوم، فناوری و سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶. اصغرپور، م.ج.، (۱۳۸۹)، تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران، چاپ دوم.

۷. امیری، م. و دارستانی‌فراهانی، ا. (۱۳۹۲)، تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، انتشارات دانشگاهی کیان، تهران، چاپ اول.

۸. بشیری، م.، حجازی، ط.ح. و محتجب، ح. (۱۳۹۰)، رویکردی نوین در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، انتشارات دانشگاه شاهد، تهران.

۹. بهشتی، م.، میرمحمدصادقی، ح، اخوان‌صراف، م.ر. و فدایی، م. (۱۳۹۱)، ساختار و ملاحظات طراحی سامانه مدیریت نبرد زیردیایی و پیشنهاد یک طرح نوعی، اولین کنفرانس ملی علوم، فناوری و سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۰. پرویزی‌نژاد، ح.، سیدحسینی، س.م، عابدی، ا. و روغنیان، ع. (۱۳۹۰)، رتبه‌بندی خرابی‌ها در سیستم FMEA با استفاده از تکنیک‌هایFAHP وDEMATEL، دومین کنفرانس مهندسی قابلیت اطمینان، پژوهشکده هوا فضا.

۱۱. حیدری، ک. و عبدی، ف. (۱۳۹۱)، جنگ‌های آینده و مشخصات آن با تحلیلی بر دیدگاه برخی صاحب‌نظران نظامی غرب، فصلنامه مدیریت نظامی، (۴۸)۱۲، ۷۶-۴۳.

۱۲. خشا،ر.، سپهری، م.م.، خطیبی، ت. سروش، ا.ر. (۱۳۹۲)، کاربرد FMEA فازی برای بهبود گردشکار در اتاق‌های عمل، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، ۴۷(۲)، ۱۴۷-۱۳۵.

۱۳. خورشیدی، ع. و قربانی، ر. (۱۳۹۱)، عوامل و شاخص‌های مؤثر در رهبری و مدیریت فرماندهان نیروی زمینی در آینده، فصلنامه مدیریت نظامی، (۴۷)۱۲، ۳۴-۱۱.

۱۴. دهقان، ن. رحیم‌زاده، ق. و فتحی، ص. (۱۳۹۳)، الگوی فرماندهی در یگان‌های ارتش جمهوری اسلامی ایران، فصلنامه مدیریت نظامی، (۵۳)۱۴، ۴۸-۲۳.

۱۵. رادپور، ح.ا. و کرباسیان،م.(۱۳۹۰)، مجموعه ابزار مهندسی سیستم، اصفهان، انتشارات ارکان دانش.

۱۶. رشیدزاده، ف. (۱۳۹۳)، بررسی امنیت نظامی در گفتمان فرهاندهی معظم کل قوا امام خامنه‌ای (مدظله العالی)، فصلنامه مدیریت نظامی، (۵۴)۱۴، ۷۰-۲۹.

۱۷. رضایی، ک.، سیدی، م. و نوری، ب. (۱۳۸۴)، تجزیه و تحلیل خطا و اثرات ناشی از آن، انتشارات RWTU viran

۱۸. سجف، ا. (۱۳۸۳)، استراتژی شرکت الگوی‌های پورتفولیو، ترجمه اسماعیل صادقی، نشر دیدار، تهران، چاپ اول.

۱۹. سیدین، س.ع.ر.، شهپری، ا.، موسوی‌شوشتری، س.م.ت. و روشنفکر، ق. (۱۳۹۰)، بررسی الگوریتم‌های تلفیق داده در سامانه‌های مدیریت نبرد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی با همکاری پژوهشکده نوح (ع).

۲۰. طباطبائی فخار، م.ج.، حشمتی، س. و زارعی‌حسینی، م. (۱۳۹۱)، یکپارچه‌سازی عامل‌ها در سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی داده‌محور، اولین کنفرانس ملی علوم، فناوری و سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲۱. عظیمی‌راد، ا.، اقبالی، س.، حدادنیا، ج. و ایزدی‌پور، ع. (۱۳۹۳)، طراحی یک مدل فازی بهینه و مقاوم جهت سنجش درجه تهدید اهداف متحرک، چهاردهمین کنفرانس سیستم‌های فازی ایران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز.

۲۲. فتاحی، پ. (۱۳۸۸)، مدیریت کیفیت و بهره‌وری، انتشارات دانشگاه پیام نور، ص.ص۱۵۷-۱۴۲

۲۳. فتاحی، م. و گروسی، س. (۱۳۹۱)، الگوریتم ارزیابی تهدید با استفاده از منطق فازی، ششمین کنفرانس ملی فرماندهی وکنترل ایران.

۲۴. کاظمی، م.،اخگری، م. و اخروی، ا.ح. (۱۳۹۱)، قابلیت اطمینان در سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی FMEA:در شرایط عدم قطعیت و طراحی نرم‌افزار بومی، اولین کنفرانس ملی علوم، فناوری و سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲۵. کاهانی، م.، شکیبامنش، ع.ر. و فکوریکتا، ع. (۱۳۹۱)، سند پشتیبان نقشه راه فناوری‌های FCS دریایی/ فاز سوم: آینده‌پژوهی/ پیوست ۳-۵ / محور ۳ قرارداد با دانشگاه فردوسی مشهد: ادغام داده‌ها و اطلاعات؛ بند الف، صنایع جوادالائمه (ع).

۲۶. کریمی شیرازی، ح.، مدیری، م.و فرج‌پور خاناپشتانی، ق.(۱۳۹۳)، یک مدل MCDM جدید ترکیب یاز DEMATEL و ANP با VIKOR برای اولویت‌بندی کاربردهای فناوری نانو در بخش صنایع غذایی، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن،۱۱(۳)، ۳۳-۱۳.

۲۷. محمدی، ا. و پرتوی، م.ت. (۱۳۹۲)، رویکردهای پدافند غیرعامل و تأثیر آن‌ها بر عملکرد آجا در جنگ‌های آینده، فصلنامه راهبرد دفاعی، ۱۱(۴۴)، ۱۴۸-۱۱۵.

۲۸. مهربان، ر. (۱۳۸۶)، تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن، انتشارات نما: جهان فردا، مشهد، چاپ اول.

۲۹. مهرگان،م.ر. (۱۳۹۱)، پژوهش عملیاتی، برنامه‌ریزی خطی و کاربردهای آن. تهران: نشرکتاب دانشگاهی

۳۰. یاد بروقی، ع. و یادبروقی م. (۱۳۹۱)، پارادایم‌های حاکم بر نبردهای نوین دریایی، اولین کنفرانس ملی علوم، فناوری و سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳۱. یزدان‌پناه، ر.، طباطبائیان، س.ح.، معینی، ا.،(۱۳۹۸)، تدوین راهبرد فناوری‌های جنگ الکترونیک و ارائه شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری میزان جذابیت و توانمندی در این حوزه، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی ایران.

32. Ahuja, R. K., Kumar, A., Jha, K. C., & Orlin, J. B. (2003). Exact and heuristic algorithms for the weapon-target assignment problem. Operations Research, 55(6), 1136-1146.

33. Arciszewski, H. F., De Greef, T. E., & Van Delft, J. H. (2009). Adaptive automation in a naval combat management system. Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, 39(6), 1188-1199.

34. Changwen, Q., & You, H. (2002). A method of threat assessment using multiple attribute decision making. Paper presented at the Signal Processing, 2002 6th International Conference on.

35. Geum, Y., Shin, J., & Park, Y. (2011). FMEA-based portfolio approach to service productivity improvement. The Service Industries Journal, 31(11), 1825-1847.

36. Kerr, C., Phaal, R., & Probert, D. (2006). A framework for strategic military capabilities in defense transformation. Paper presented at the The 11th International Command and Control Research and Technology Symposium (ICCRTS 2006)-Coalition Command and Control in the Networked Era, Cambridge, United Kingdom.

37. Khaleghi, B., Khamis, A., Karray, F. O., & Razavi, S. N. (2013). Multisensor data fusion: A review of the state-of-the-art. Information Fusion, 14(1), 28-44.

38. Kleijnen, J.P.C. (1995), Verification and validation of simulation models, European Journal of Operational Research, 82, 145-162.

39. Lee, H., Kim, C., & Park, Y. (2010). Evaluation and management of new service concepts: An ANP-based portfolio approach. Computers & Industrial Engineering, 58(4), 535-543.

40. Li, H., & Guo, L. H. (2012). The Fuzzy Comprehensive Evaluation of Laser Weapon System Combat Effectiveness. Applied Mechanics and Materials, 187, 298-303.

41. Lötter, D., & Van Vuuren, J. (2014). Weapon assignment decision support in a surface-based air defence environment. Military Operations Research, Submitted.

42. Mandal, S., & Maiti, J. (2014). Risk analysis using FMEA: Fuzzy similarity value and possibility theory based approach. Expert Systems with Applications, 41(7), 3527-3537.

43. Şahi□n, M. A. & Leblebi□ci□oğlu, K. (2014).Approximating the optimal mapping for weapon target assignment by fuzzy reasoning. Information Sciences, 255, 30-44.

44. Solazzi, S. M., Ciambra, F., & Sinisi, M. (2012).Integrated approach and decision making algorithms for complex systems effectiveness evaluation. Paper presented at the System of Systems Engineering (SoSE), 2012 7th International Conference.

45. Stamatis, D. H. (1995). Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution: Asq Press.

46. Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. Expert Systems with Applications, 41(18), 8112-8128.

47. Tsai, W.-H., & Hsu, W. (2010). A novel hybrid model based on DEMATEL and ANP for selecting cost of quality model development. Total Quality Management, 21(4), 439-456.

48. Wang, Y.-M., Chin, K.-S., Poon, G. K. K., & Yang, J.-B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. Expert Systems with Applications, 36(2), 1195-1207.

49. Xin, B., Chen, J., Peng, Z., Dou, L., & Zhang, J. (2011). An efficient rule-based constructive heuristic to solve dynamic weapon-target assignment problem. Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, 41(3), 598-606.

50. Yin, G.-y., Zhou, S.-l., & Zhang, W.-g. (2011). A threat assessment algorithm based on AHP and principal components analysis. Procedia Engineering, 15, 4590-4596.

51. Zhang, Z., & Chu, X. (2011). Risk prioritization in failure mode and effects analysis under uncertainty. Expert Systems with Applications, 38(1), 206-214.