فصلنامه علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال چهارم، شماره چهار، زمستان ۱۳۹۹

مدل‌سازی و تحلیل سناریوی جنگ فرماندهی و کنترل بین دو کشور متخاصم بر اساس نظریه بازی‌ها در حالت غیر همکارانه

حمید تربتی فرد[۱]، مجید شیخ محمدی[۲]، یاسر نوروزی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۲/۱۰

چکیده

یکی از انواع جنگ برشمرده شده در کتب دفاعی، جنگ فرماندهی و کنترل بین دو کشور متخاصم می‌باشد و در زمان جنگ واقعی بمنظور از بین بردن تمرکز فرماندهان طرف مقابل انجام خواهدشد. این موضوع در زمان شروع جنگ می‌تواند بر توان تحلیل طرف مقابل برای شروع یک جنگ یا بازدارندگی از آن تأثیر مستقیم داشته باشد. سؤال اصلی این است که آیا می‌توان تصمیمات و عکس العمل های رقیب را پیش‌بینی کرده و انتخاب ها و ترجیهات او را تخمین زد. در صحنه واقعی نبرد هر رقیب به دنبال منافع خود هست ولی در تصمیم گیری ها ، عکس العمل رقیب بر انتخاب حرکت بعدی او بسیار اثر گذار است فلذا ما در این مقاله تلاش کرده‌ایم بامطالعه بر روی سناریوهای مورداستفاده کشورهای متخاصم (آبی و قرمز) در زمان جنگ فرماندهی و کنترل و مدل‌سازی با استفاده از روش نظریه بازی‌ها تحلیل های کمی و کیفی از تصمیمات آتی رقبا را پیش بینی کنیم. شناخت اقدامات کشورها و تعیین دقیق ترجیحات آن‌ها می‌تواند نتایج و تحلیل بازی را دقیق‌تر نماید. نتیجه این تحلیل و استخراج وضعیت تعادل نشان می‌دهد اقدامات کم‌هزینه مانند اختلال در شبکه‌های ویژه فرماندهی و کنترل و اختلال در سامانه‌های ناوبری می‌تواند توان رزم رقیب را کاهش دهد و زمینه را برای اقدامات سخت بعدی هموار نماید.

واژگان کلیدی: جنگ فرماندهی و کنترل، سناریونویسی، نظریه بازی‌ها، وضعیت تعادل

[۱]. دانشجوی دکتریِ دانشگاه جامع امام حسین (ع)، h.torbatifard@ihu.ac.ir (نویسنده مسئول)

۲. دانشیار دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، msheikhm@modares.ac.ir

[۳]. استادیار دانشگاه امیرکبیر، y.norouzi@aut.ac.ir

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

۱. کلیات

موضوع امنیت ملی یکی از کلیدی‌ترین نیازهای هر کشور می‌باشد. این نیاز هم می‌تواند در مسائل داخلی و هم در مسائل خارجی تعریف شود. تجربه کشور عزیزمان نشان داده ما همواره دشمنانی داشته‌ایم که با ماهیت اصلی نظام اسلامی دچار مشکل هستند. ۸ سال دفاع مقدس، ترورهای کور و درنهایت تحریم‌های ظالمانه نشان داده است دشمن از هر طریقی درصدد ضربه زدن به اقتدار و سرمایه‌های ایران اسلامی می‌باشد.

یکی از مسائلی که در مواجهه با ایران همواره از سوی دولت‌های متخاصم مطرح‌شده این است که میگویند "همه گزینه‌ها روی میز است". این موضوع همواره تداعی‌کننده آخرین گزینه یعنی جنگ رودررو می‌باشد. شورای عالی امنیت ملی در کشور ما همواره باید گزینه اقدام نظامی توسط دشمن را به‌عنوان یکی از اقدامات احتمالی مدنظر داشته و به آن توجه کند. حال سؤال اساسی این است که عاقبت این جنگ با توجه به پیشرفت‌های روزافزون علم و فنّاوری در دنیا به چه سمت و سویی حرکت می‌کند. ابعاد جنگ در سال‌های اخیر دستخوش اتفاقات زیادی شده است. ابزارها، تجهیزات و سامانه‌ها به‌کلی تغییر کرده است. سامانه‌های جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات کاملاً متفاوت شده است. به‌علاوه، بعد جدیدی بنام افکار عمومی و فضای مجازی توانسته بر تصمیم‌گیری‌های مسئولین و فرماندهان تأثیر بگذارد. علی‌رغم اینکه توانایی‌های رسانه‌ها عمدتاً در دست قدرت‌ها می‌باشد و آن‌ها افکار را به سمت مطلوب خود حرکت می‌دهند، لکن نتوانسته‌اند تمامی رسانه‌ها را محدود کنند و هر نوع تصمیم‌گیری می‌تواند بین دولت‌ها و ملت‌ها فاصله ایجاد نماید. به‌عنوان‌مثال شاید روزی استفاده از بمب اتم کار ساده و یا ممکنی برای دولت‌ها بود ولی در حال حاضر اگر دولتی از آن استفاده کند از سوی افکار عمومی دنیا تحت شدیدترین فشارها قرار می‌گیرد تا جایی که مزایای استفاده از این سلاح را کاملاً تحت‌الشعاع قرار می‌دهد.

کشور آبی توانسته در سال‌های اخیر در حوزه جنگ الکترونیک و خصوصاً سایبر الکترونیک پیشرفت‌های چشمگیری داشته باشد. تمرکز بر موضوعاتی مانند آینده‌پژوهی، سناریونویسی، سناریوسازی و تحلیل سناریو نیز توانسته نگاه‌های راهبردی را تقویت نماید. ساخت انواع سامانه‌های شنود و اختلال‌گر در حوزه مخابراتی از دیگر توانمندهای قابل‌ارائه بوده است. این کشور توانسته به‌صورت موردی محصولاتی برای تغییر سرنوشت جنگ آماده نماید. شبکه‌های ویژه فرماندهی و کنترل، تکمیل اطلاعات بانک‌های اطلاعاتی، فریب و اختلال در پهپادهای شناسایی و هواپیماهای جاسوسی، هوشمند سازی فرماندهی و کنترل و شنود در حوزه کدگشایی ماهواره ازجمله این پیشرفت‌ها می‌باشد.

کشور قرمز در برنامه خود قصد تجاوز به کشور آبی را دارد. مجموعه‌های سیاست‌گذار آن کشور از گزینه نظامی برای حل مسئله کشور آبی صرف‌نظر نکرده‌اند. تحلیل‌گران کشور قرمز معتقدند در صورت درگیری مسلحانه با کشور آبی تکیه‌بر سلاح‌های هوایی خود خواهند داشت. علاوه بر این کشور قرمز برای کسب برتری در رویارویی با کشور آبی از چند نوع دیگر تسلیحات و تجهیزات نظامی استفاده خواهد کرد. کشور قرمز در سال‌های اخیر توانسته با توسعه روزافزون تجهیزات جنگ الکترونیک و استفاده بهینه از آن‌ها در شبکه فرماندهی و کنترل یکپارچه خود، تأثیرات شگرفی درصحنه‌های نبرد داشته باشد.

در کتب دفاعی من‌جمله، کتاب جنگ اطلاعات **[۱]** که به‌عنوان اولین مرجع در این مقاله نیز به آن اشاره‌شده است، برای جنگ ابعاد مختلفی را بیان می‌دارد که شامل جنگ شبکه‌ای، جنگ سیاسی، جنگ اقتصادی و جنگ سایبرنتیک (**C2W**) می‌باشد. یکی از ابعاد جنگ سایبرنتیک، جنگ فرماندهی و کنترل می‌باشد. برای این جنگ می‌توان حالت‌ها و ابعاد متنوعی را تصور کرد. در این تحقیق ما مدل‌سازی به‌وسیله ابزارهای جنگ الکترونیک را مدنظر قرار داده‌ایم. بدین‌صورت که به سراغ ابزارهای مراقبت و شناسایی جنگ الکترونیک که وظیفه پایش و رصد فضای نبرد را بر عهده‌دارند، رفته‌ایم و ابزارهای مقابله، اختلال، فریب و انهدام را متناسب با تهدیدات، وارد کرده‌ایم و سپس بر اساس یک سناریوی شبه واقعی حمله کشور قرمز را به کشور آبی تحلیل کرده و در پایان با استفاده از ابزارهای ریاضی نظریه بازی‌ها به این نتیجه رسیده‌ایم که سرنوشت جنگ احتمالاً به سمت استفاده از چه سلاح‌ها و سامانه‌هایی گرایش خواهد

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

داشت. واقعیت این است که موضوع جنگ‌های فرماندهی و کنترل آن‌قدر متنوع و پیچیده است که می‌توان برای آن‌ها مدل‌ها و سناریوهای متنوعی در نظر گرفت. چیزی که محققان آتی باید برای سناریوهای جدید به کار بگیرند تا بتوان بانک کاملی از سناریوها را تأمین کرد. سپس بتوان با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی یک شبکه عصبی با نظارت را تهیه کرد و با استفاده از آموزشی که توسط سناریوهای مختلف ایجاد می‌شود بتوان آینده جنگ‌ها را با دقت بیشتری پیش‌بینی کرد.

اهمیت حیاتی که این موضوع برای دولت‌ها داشته است ما را بر آن داشت یک شرایط تقریباً واقعی را بررسی کنیم، چراکه عدم پرداختن به این موضوع مهم باعث می‌شود دولت‌ها بدون آن‌که عواقب و گام‌های بعدی خود را بتوانند تخمین بزنند، اقدامات بدون پشتوانه انجام دهند و خود را درگیر جنگ‌های طولانی و بدون نتیجه نمایند.

در بخش دوم به اهمیت و ضرورت تحقیق و عواقب عدم توجه به آن پرداخته‌شده است در بخش سوم این مقاله، پیشینه و ویژگی‌های تحقیق بیان می‌شود. در بخش چهارم به معرفی جنگ فرماندهی و کنترل می‌پردازیم. در بخش پنجم به روش تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها پرداخته‌شده است. بخش ششم تعاریف و مفاهیم اساسی و پایه‌ای نظریه بازی‌ها را متناسب با نیاز پژوهش بیان و ضمن آن، وضعیت‌های پایداری را مطابق با تعریف‌های مختلف صاحب‌نظران، بیان می‌دارد. در بخش هفتم به طرح‌ریزی مسئله می‌پردازیم. مدل‌سازی بازی با توجه به نوع بازی، بازیگران، راهبرد و ترجیحات آن‌ها در بخش هشتم ارائه می‌شود. سپس در بخش نهم به تحلیل نتایج بر اساس وضعیت‌های تعادل پرداخته می‌شود و در پایان نتایج و پیشنهادها در بخش دهم بیان می‌شود.

۲. اهمیت و ضرورت تحقیق:

این تحقیق بر روی یک موضوع کلیدی دست گذاشته است و آن "تصمیم‌گیری" می‌باشد.

یک تصمیم راهبردی می‌تواند سرنوشت یک ملت و یا نسلی را تغییر دهد. قطعاً بی تصمیمی و تعلل نیز با شکست فرقی ندارد. پس ضروری است قبل از شروع بحران، تمامی اتفاقات و تصمیمات را پیش‌بینی کنیم تا دچار خسارت نشویم.

از عواقب نپرداختن به چنین موضوع مهمی این است که ما در مواقع بحران با گزینه‌های مختلفی روبرو هستیم و اگر از قبل شرایط و تصمیمات رقیب را آنالیز نکرده باشیم دچار سردرگمی می‌شویم و چه‌بسا تصمیماتی اتخاذ نماییم که علاوه بر ضربه بر توان دفاعی و امنیتی کشور، خسارات جبران‌ناپذیری را در حوزه مختلف دفاعی، سیاسی بر کشور عزیزمان وارد نماییم. فلذا حل معضل تصمیم‌گیری و به عبارتی پیش‌بینی ما از اقدامات، عمل‌ها و عکس‌العمل‌های رقیب می‌تواند به‌عنوان تصمیم سازی، پیشنهادهایی را به‌صورت علمی و تحقیقاتی در اختیار مدیران و فرماندهان بگذارد تا به حداکثر منفعت برسیم و در حداقل ضرر تضمین نماییم.

فرض کنیم ما در آستانه رویارویی با دشمن قرارگرفته‌ایم. دشمن برای تسلیم ما چه اقداماتی می‌تواند انجام دهد و ما چه‌کاری؟ دشمن چه مراحلی را می‌تواند اجرا کند که در پس آن‌هم به بیشترین فایده و هم به کمترین هزینه برسد؟ مسائل اقتصادی در تصمیمات طرفین چه نقشی دارد؟ آیا آب‌وهوا در به‌کارگیری تجهیزات اثرگذار است؟ جغرافیا چقدر اثرگذار است؟ و سؤالات بی‌شماری که در ذهن ما و فرماندهان ایجاد می‌شود. حال فرض کنیم در موقع تصمیمی گیری مسئولین باید از بین تعداد زیادی راه‌حل بهترین را انتخاب کنند. حال با توجه به معلومات و مجهولات متعدد، حل مسئله بسیار سخت می‌باشد، آن‌هم در شرایطی که بخشی از آن‌ها کمی و بخشی دیگر کیفی است.

در اینجا نظریه بازی‌ها به کمک ما می‌آید و ابزارهایی برای تخمین و پیش‌بینی آن‌هم نه به‌صورت تک‌مرحله‌ای بلکه به‌صورت گام‌به‌گام برای ما ترسیم می‌نماید. اگرچه احصاء تمامی اقدامات طرفین امکان‌پذیر نیست لیکن اقدامات با درجه اهمیت بالا و احتمال وقوع زیاد می‌تواند از ابهامات مسئله کم وبر شفافیت آن اضافه نماید.

از رهگذر این تحقیق برای مسئولین مشخص خواهد شد که رقبا از طریق چه راهکارهایی قصد پیروزی در جنگ فرماندهی و کنترل رادارند؛ بنابراین، برای جلوگیری از این آسیب در زمان جنگ واقعی می‌توان تمهیدات لازم را اندیشید.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

انتخاب راه‌حلی که احتمالاً دشمن و یا خودی در آینده به سمت آن حرکت می‌کند می‌تواند ما را برای آینده‌ای نه‌چندان دور آماده کند. این نوع اطلاعات عمدتاً در سیاست‌گذاری‌ها، بودجه‌بندی‌ها و رویکردها تأثیر مضاعف دارد. به‌عنوان‌مثال اهمیت موضوع ناوبری و یا **GPS** در سرنوشت جنگ اهمیت دارد. وابستگی دشمن به این ابزار و نیز وابستگی کمتر خودی به این ابزار شاید بتواند موازنه را تغییر دهد. چرایی و چگونگی آن در ادامه تحقیق به‌تفصیل بیان‌شده است.

۳. پیشینه تحقیق

این موضوع تحقیق از گذشته موردعلاقه محققان بوده است و هرکدام به‌صورت مسئله محور و با یک مدل خاص از نظریه بازی‌ها به آن پرداخته‌اند. دانش نظریه بازی‌ها در این سال‌ها پیشرفت فراوانی داشته است. در مقالات ذیل به روش‌هایی که نظریه بازی‌ها را ترویج کرده‌اند می‌پردازیم.

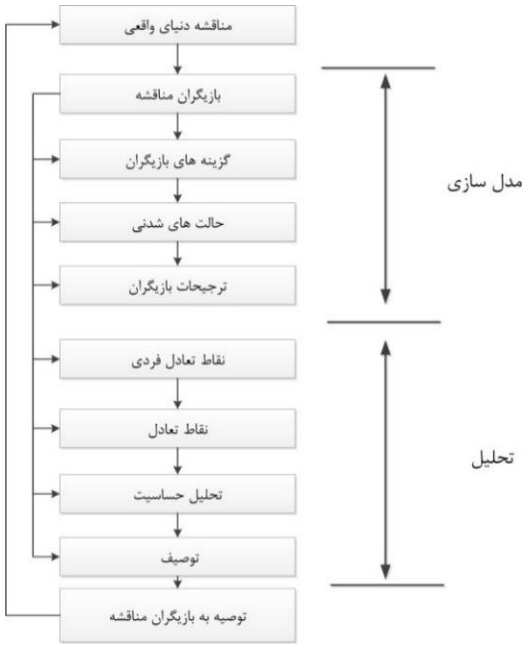
فنگ٤ و همکاران در ۱۹۹۳ م مدل گراف برای حل مناقشه را ارائه کردند. این مدل یک متدولوژی منعطف و توانمند برای مطالعه مناقشات راهبردی در دنیای واقعی است. کارایی این مدل که از فن‌های نظریه بازی در حالت غیر همکارانه است، زمانی بیشتر خود را نشان می‌دهد که بیان مطلوبیت بازیگران با اعداد کمّی و مقداری ممکن نباشد [10]

یک مناقشه راهبردی به فعل‌وانفعال متقابل دو یا چند بازیگر گفته می‌شود. هرکدام تصمیماتی را اتخاذ می‌کنند که روی‌هم‌رفته مشخص می‌کند حالت مناقشه چگونه از کار درمی‌آید و نیز هرکدام، برای خود ترجیحاتی در میان حالت‌های ممکن (به‌عنوان راه‌حل نهایی) دارند. لذا، یک مناقشه راهبردی، یک مسئله و مشکل تصمیم تعاملی است که در آن دو یا چند تصمیم‌ساز وجود دارند، هر بازیگر انتخابی دارد (دو یا چند گزینه) و برای هر تصمیم‌ساز، اصالتاً انتخاب‌های دیگران دارای اهمیت است [10]. به‌طور دقیق‌تر، هر بازیگر از تصمیمات سایر بازیگران، منتفع یا متضرر می‌شود. واضح است که مناقشات راهبردی در تعاملات فی‌مابینی و در همه سطوح از قبیل شخصی، خانوادگی، شغلی، ملیتی و بین‌المللی، بسیار معمول و رایج است.

مدل گراف برای حل مناقشات، یک متدولوژی مدل‌سازی و تحلیل مناقشات راهبردی ارائه می‌کند و به‌آسانی قابل‌استفاده و منعطف است و درک خوبی برای تصمیم سازان درباره اینکه چگونه آنچه باید انجام دهند را انتخاب کنند، فراهم می‌کند. البته سامانه‌های جایگزین برای مدل‌سازی و تحلیل مناقشات راهبردی که مجزا و متمایز از «تئوری بازی غیر همکارانه» باشند، وجود دارد که از آن جمله می‌توان روش‌های تحلیل متاگیم توسط هاوارد در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۸۷ م [13] **و**[12]، تحلیل مناقشه توسط فریزر و هایپل در ۱۹۸٤ م [11]، بازی خرد آگاه**5** توسط تاکاهاشی**6** و همکاران [6] ، تئوری درام۷ توسط هاوارد در سال ۱۹۹٤ [14] ، تئوری حرکات۸ توسط برامز۹ و متلی ۱۰ [4] نام برد. تمرکز اصلی و مشخصِ این مقاله استفاده از مدل گراف برای حل مناقشات است. باورمان این است که مدل مذکور منعطف‌تر، دارای حوزه وسیع‌تر و کاربرد آسان‌تر نسبت به روش‌های جایگزین خود است**.** این مدل هنر خود را در تحلیل مسائل پیچیده دنیای واقعی به‌خوبی نشان داده است [10]. به‌عنوان نمونه، این مدل به‌منظور پیش‌بینی محتمل‌ترین نتایج مورد انتظار در مناقشه هسته‌ای ایران توسط شیخ محمدی و همکاران در سال ۲۰۰۹ [9] و منازعه قدرت‌های منطقه‌ای و بین‌المللی در سوریه مجدداً توسط شیخ محمدی و همکاران در سال ۲۰۱۳ [8] به کار گرفته‌شده است. شکل ۱ فرایند به‌کارگیری مدل گراف برای حل مناقشه را برای مدل‌سازی و تحلیل مناقشات پیچیده دنیای واقعی به‌خوبی نمایش می‌دهد.

2. Fang
5. hyper game
6 Takahashi
7 drama theory
8 theory of move
9. Brams
10 Mattli

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]



شکل ۱. مدل گراف برای حل مناقشه [۲]

در مقاله‌ای که آقای زیمینگ در سال ۲۰۱۸ چاپ کرده رویکرد جدیدی را در نظریه بازی‌ها اختصاص داده است او در این مقاله یک مسئله واقعی که در سال ۲۰۱٤ برای اکتشاف نفت در دریای چین جنوبی رخ‌داده است را موردمطالعه قرار داده است. در این مقاله او اثبات می‌کند که حالت‌های تعادل مرسوم یا کلاسیک با ائتلاف‌هایی که رخ می‌دهد می‌تواند ناپایدار گردد؛ اما ائتلافی که او پیشنهاد می‌دهد ائتلاف پرتو نام دارد. ائتلافی که با الهام از ویلفردو پرتو می‌خواهد به تخصیص بهینه منابع کمک کند. رویکرد جدید به تحلیل ائتلاف و لذا باعث تغییراتی در بازتولید مفاهیمی مانند **NASH – SMR -GMR** و **SEQ** خواهد شد

رویکرد جدید می‌تواند نشان دهد که ائتلاف چگونه می‌تواند نقطه تعادل غیر همکارانه را برهم بزند در این مقاله تعریف ائتلاف را به‌صورت گسترده‌تری تعمیم می‌دهد؛ و پیشرفت‌های ائتلاف کلاسیک را به پیشرفت‌های ائتلاف پارتو تعمیم می‌دهد. در حقیقت به ما نشان می‌دهد که یک تعادل کلاسیک ممکن است یک عدم همکاری را در پیش داشته باشد و در عمل پایداری رخ ندهد درحالی‌که در تعادل‌هایی داریم که بدون همکاری ناپایدار می‌ماند. [15]

همچنین مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۹ توسط خانم جینگ منتشر شد، نشان داد می‌توان راه‌هایی را برای تصمیم بین ترجیحات ناشناخته و مبهم پیدا کرد. او یک‌راه حل ترکیبی را پیشنهاد داده که با استفاده از ٤ فرم مخصوص، آستانه‌های راضی‌کننده در مسائل فازی بتوان مسائل پیچیده و مهم را نیز حل کرد این موضوع برای حالت‌های خیلی پیچیده که می‌تواند جنبه راهبردی هم داشته باشد مفید است و برای مثال مناقشه چین را موردتوجه قرار داده است. در این روش ٤ فرم مخصوص برای بیان نیاز فازی مطرح می‌شود. در حقیقت با ایجاد یک آستانه راضی‌کننده برای منطق فازی تصمیمات بازیگران را به این حالت‌ها محدود می‌نماید.[16]

تاریخچه تحقیقات پیرامون این موضوع نشان می‌دهد که تحقیقات گذشته تفاوت عمده‌ای با موضوع ما دارند و البته شباهت‌هایی نیز دارند که به آن‌ها اشاره خواهد شد. به‌صورت کلی می‌توان اشاره کرد که هم در جنبه وسعت نگاه به میدان جنگ الکترونیک و هم استفاده از ابزار تحلیل مناقشات کیفی و چندمرحله‌ای نظریه بازی‌ها تفاوت عمده‌ای با تحقیق ما دارند.

مقاله [17] انتخاب بین **ECM** و **ECCM** را با استفاده از نظریه بازی‌ها تحت دو سناریو استراتژی مخلوط[11] و استراتژی خالص[12] بررسی و مطرح می‌کند. روش‌های مختلف نظریه بازی‌ها در مقاله [18] به‌صورت مفصل بحث شده است. مقاله [19] بهترین زمان برای استفاده از فریب در تقابل با موشک، تابع هزینه برای حمله‌کننده، احتمال شکست دشمن و احتمال گمراه کردن موشک در اثر فریب را تشریح می‌کند.

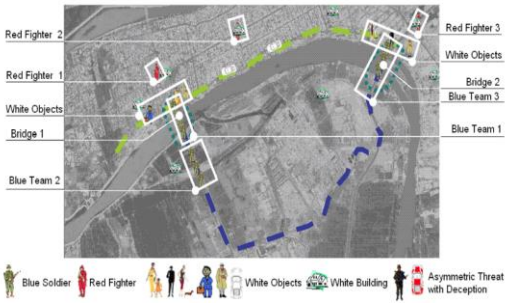
مقاله ای دیگر [20] نشان می‌دهد که ما می‌توانیم در تحلیل مسائلی که متغیرهای مختلفی دارند از نظریه بازی‌ها استفاده کنیم، مخصوصاً در شبکه‌های مخابراتی که کنترل توان در سیستم‌های **CDMA** یکی از کاربردهای آن می‌باشد. استفاده هم‌زمان از الگوریتم فازی و نظریه بازی‌ها در مقاله ای [21] برای تعیین مؤثر توان در سیستم‌های **EA** مطرح می‌شود. مقاله ای کاربردی [22] در مورد آسیب‌پذیری ارتباطات بیسیم مسافران هواپیماها به‌وسیله جمینگ بحث می‌کند و طبق آن پروفایل جمینگ استخراج می‌گردد. مقاله [23]موضوع‌هایی که جنبه

[11] Mix Strategy

[12] Pure Strategy

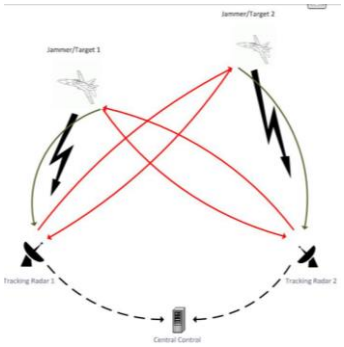
[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

استراتژی دارد را بیان می‌کند و ٤ مدل اطلاعات مختلف را بیان می‌دارد. در این مدل مخصوصاً در مواقعی که فقط یک روش مقابله در برابر خودداریم عملکرد را افزایش می‌دهد. در حقیقت این کار برای افزایش احتمال پیش‌بینی حرکات دشمن است و به‌عبارت‌دیگر بحث ارزیابی تهدید را بررسی می‌کند. در سال ۲۰۰۷ مقاله با رویکرد تلفیقی اطلاعات و استفاده هم‌زمان آن در شبکه فرماندهی و کنترل و اثرگذاری نظریه بازی‌ها در بلوک چهارم آن ارائه گردید.[24] این مقاله به سفارش ارتش آمریکا تهیه گردیده است. در این بازی با تعریف سه بازیکن: گروه قرمز (نیروی دشمن)، گروه آبی (نیروی خودی) و گروه سفید (نیروهای بی‌طرف) کار را شروع کرده و در ادامه کاربرد اصلی نظریه بازی‌ها را در پیش‌بینی تهدید و آگاهی وضعیتی مدل‌سازی کرده است. سپس با توسعه این موضوع از یک فضای هوایی به یک فضای زمینی مطابق شکل فوق درگیری شهری نیروهای امنیتی و تروریستی در حضور مردم بی‌طرف را شبیه‌سازی کرده و با استفاده از نظریه بازی‌ها پیش‌بینی مدنظر را انجام داده است. استخراج توابع **Payoff** برای کمی سازی با استفاده از مدل مارکوف از نقاط برجسته این تحقیق می‌باشد.



شکل ۳. وضعیت چینش نیروهای خودی، دشمن و بی‌طرف [24]

در سال ۲۰۱٦ مقاله‌ای در مورد کاربرد نظریه بازی‌ها در تقابل یک شبکه راداری (با ۲ رادار و ۲ جمر) و تعدادی از جمرها چاپ گردید.[25] در این مقاله در مورد نحوه شکل‌دهی پترن آنتن رادار متناسب با سیگنال دریافتی شروطی بیان می‌کند و همچنین شرایط هوشمندی جمرها را نیز اضافه می‌نماید. هدف از شبکه راداری در این موضوع کم کردن میزان تشعشات غیرضروری رادارها می‌باشد و بازی مناسب برای اختصاص قدرت بهینه را تعریف می‌نماید. در این بازی نقش دوری و نزدیک هدف لحاظ گردیده است.



شکل ۲. حضور ۲ رادار و ۲ جمر درصحنه عملیات[25]

۳-۱. جنبه‌های نوآورانه

همان‌طور که مشاهده گردید، تحقیقات پیشین درزمینه نظریه بازی‌ها و تلفیق آن با دانش جنگ الکترونیک دارای وجوه اشتراک و افتراقی با تحقیق حاضر می‌باشد که به‌صورت ذیل می‌توان جمع‌بندی نمود:

نقطه مشترک این تحقیق و تحقیقات گذشته مربوط به استفاده از ابزار نظریه بازی‌ها جهت کاربردهای جنگ الکترونیک بوده است. منتها نگاه کلان به صحنه نبرد جنگ الکترونیک کمتر به آن پرداخته‌شده است و همچنین تنوع در تحلیل مختلفی که می‌توان از نظریه بازی‌ها انتظار داشت کمتر به چشم می‌خورد. موارد برجسته این تحقیق و تفاوتان با تحقیقات قبلی را می‌توان در موارد ذیل برشمرد:

پیشینه تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که اکثر این تحقیقات به‌صورت تک‌بعدی به بررسی مسئله پرداخته است. به‌عنوان‌مثال مطالعات گذشته عمدتاً حول‌وحوش رادار متقابل یک یا دو رادار در حضور اختلال‌گر بوده است درحالی‌که صحنه نبرد ۲ کشور یا دولت متخاصم بسیار پیچیده‌تر و متنوع‌تر از حالت‌هایی است که در مقالات فرض شده است. پس یکی از اصلی‌ترین تفاوت‌ها متوجه نوع نگاه ما به مسئله نبرد هست. به عبارت دقیق‌تر مقالات گذشته گوشه‌ای از نبرد بین دو ابزار را بررسی می‌کنند درحالی‌که برای ما سرنوشت جنگ مهم می‌باشد و حتی مسائل روانی و افکار عمومی هم برای ما مهم است و فقط به مسائل فنی توجه نمی‌کنیم.

تفاوت دومی که در این تحقیق برجسته‌تر از سایر تحقیقات مطرح می‌شود، مدل‌سازی مرتبط با نظریه بازی‌ها می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، در تحقیقات گذشته عمدتاً حل مسئله به‌وسیله

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

نظریه بازی‌ها با مدل‌سازی ساده "جان نش" انجام می‌شد. درحالی‌که دشمن یا رقیب در برابر هر تصمیم ما تصمیمی متقابل می‌گیرد که می‌تواند سرنوشت جنگ را تحت تأثیر قرار دهد. پس ما نیاز به‌نوعی از مدل‌سازی در نظریه بازی‌ها داریم که بتوانیم به‌صورت رفت و برگشتی، عمل و عکس‌العمل‌های رقیب را پیش‌بینی کنیم. چه‌بسا ما حرکتی می‌کنیم درحالی‌که عکس‌العمل رقیب، ما را در وضعیت به‌مراتب بدتر از وضعیت فعلی قرار دهد. پس ما باید از آن حرکت خودداری کنیم.

هر حرکت از ما یا رقیب باید دارای پشتوانه عقلی باشد و ما فقط حرکت‌هایی را انجام می‌دهیم که عاقلانه باشد درحالی‌که در مقالات گذشته این نکته که حرکت فعلی، نهایتاً ما را به نقطه بدتر نبرد مورد غفلت واقع‌شده بود.

نکته آخر، تفاوت این تحقیق با سایر تحقیقات در استفاده از ابزارهای کیفی بجای کمی می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، ما همیشه نمی‌توانیم با اختصاص یک عدد به مطلوبیت بازیگران تمام حرکت‌ها را مدل کنیم و فقط می‌توانیم ترجیحات بازیگران روی وضعیت‌های مختلف را به‌صورت ترتیبی مشخص کنیم. نوع طراحی ما این نوع مسائل را پشتیبانی می‌کند و ما می‌توانیم بازی‌های بیشتری را طراحی کنیم.

این جنبه‌های نوآورانه به‌صورت جدی‌تر این تحقیق را از سایر تحقیقات مشابه متمایز کرده و کاربرد آن را در سیاست‌گذاری‌های عمومی بیشتر و واقعی‌تر می‌نماید

٤. جنگ فرماندهی و کنترل

عمده‌ترین محورها در جنگ فرماندهی و کنترل عبارت است از استفاده یکپارچه از امنیت عملیات، جنگ الکترونیک و تخریب فیزیکی و هدف این است که توانایی فرماندهی و کنترل کشور رقیب تحت تأثیر قرار گیرد یا کاهش داده‌شده و یا نابود شود و در مقابل حریف بتواند فرماندهی و کنترل نیروهای خود را در مقابل چنین فعالیت‌هایی محافظت نماید. در این جنگ کشورهای متخاصم به‌منظور دسترسی به زیرساخت فرماندهی و کنترل رقیب اقدام به نفوذ مستقیم به منطقه هوایی، زمینی و نواحی ساحلی کشور مقابل می‌نماید. جنگ‌افزارها توسط سامانه‌های نقل‌وانتقال هوایی، فضایی، دریایی و زمینی منتقل می‌شوند و از جنگ فرماندهی و کنترل حالتی متظاهر و متجاوز به وجود میاورد.

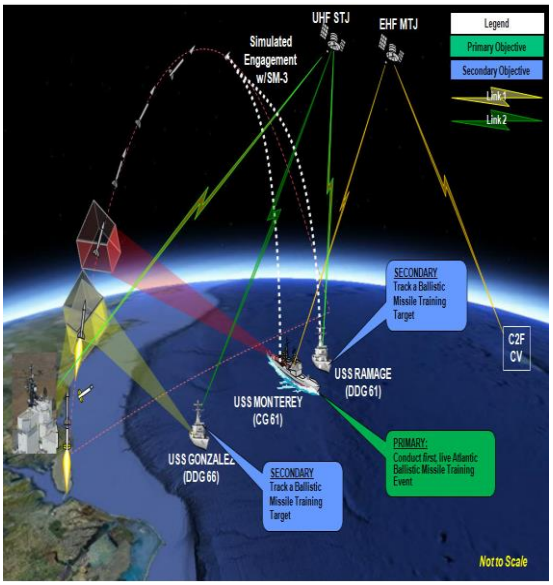
جنگ فرماندهی و کنترل روش‌هایی را برای حمله فیزیکی و اطلاعاتی به کار می‌گیرد تا حلقه عملکردی مشاهده و جمع‌آوری اطلاعات تا اقدام (**OODA13**) سامانه‌های فرماندهی و کنترل را تضعیف و یا نابود کند و تأثیر کنترل ادراکی رهبری نظامی و پاسخ فرماندهی را کاهش دهد. جنگ الکترونیک و تخریب فیزیکی به‌صورت تهاجمی مورداستفاده قرار می‌گیرد و ابعاد دیگر جنگ، مکمل این فرآیند می‌باشند.

جنگ‌های سال‌های اخیر که توسط کشور قرمز طراحی و اجراشده است، تجربیات عملی مناسبی را در اختیار محققین این مقاله قرار می‌دهد. این کشور عملیات تجسسی، مراقبت و شناسایی و استفاده از جنگ الکترونیک را به‌صورت یکپارچه در قالب جنگ فرماندهی و کنترل بکار برده است. در این جنگ‌ها اصول جنگ فرماندهی کنترل به‌دقت رعایت شده است. از آن جمله می‌توان به حمله با دقت و سرعت به همراه عمق زیرساخت بالا و کنترل بر شبکه‌ای از نیروهای مخفی و علنی اشاره کرد.

برای آشنایی بیشتر با اصول این مدل جنگ، کتاب جنگ اطلاعات **[۱]** مراحلی از یک جنگ فرماندهی و کنترل شبه واقعی را ترسیم کرده است. در این جنگ کشور فرضی **A** به کشور فرضی **B** حمله می‌کند. این سناریوی عملیاتی با حملات رایانه‌ای به وزارت خارجه و پست‌های الکترونیکی آن آغاز می‌شود. جنگ شبکه‌ای علیه زیرساخت‌های حساس علیه کشور **B** توسعه می‌یابد. با آغاز عملیات شناسایی توسط هواپیماهای بدون سرنشین کشور قرمز ایجاد اختلال در رادارهای این هواپیما از طرف کشور **B** نیز شروع می‌شود. کشورهای درگیر هر دو سعی در ایجاد اختلال در سامانه‌های ارتباطی و مخابراتی و ناوبری یکدیگر دارند.

13. observe-orient-decide-act

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]



شکل ٤. نمایی از جنگ فرماندهی و کنترل [۳]

در ادامه این جنگ فرماندهی و کنترل، کشور **A** با استفاده از بمب‌های گرافیتی و پخش مواد فیبر کربنی در اطراف شبکه‌های برق فشارقوی سعی در از کار انداختن نیروگاه‌های برق کشور **B** را دارد. با قطع برق و درهم‌ریختگی شرایط کشور **B**، حملات سازمان‌یافته به سایر اجزای شبکه نیز ادامه میابد. با گسترش حجم حملات، حملات هوایی علیه مراکز فرماندهی و کنترل کشور **B** آغاز می‌شود. کشور **B** نیز به‌موازات اقدامات کشور **A** سامانه‌های اختلال خود را به میدان میاورد. ایجاد برتری هوایی، بمباران دقیق مراکز تصمیم‌گیری کشور **B** و ایجاد اختلال در سامانه موقعیت‌یاب جهانی از اهداف اصلی کشور **A** محسوب می‌شود. کشور مهاجم با تمام توان سعی در ایجاد اختلال در اطلاعات و نحوه تصمیم‌گیری کشور قرمز دارد. همچنین کشور **A** با ایجاد پروازهای مصنوعی برای به کار انداختن سامانه‌های "سام" و به‌وسیله آن شناخت مکان رادارها را در برنامه اصلی خود قرار می‌دهد. سناریوی فوق بخشی از یک عملیات در جنگ فرماندهی و کنترل محسوب می‌شود که می‌تواند در مدل‌سازی مسئله ما نقشی اساسی ایفا نماید.

۵. روش‌شناسی تحقیق

۵-۱. نوع تحقیق:

این تحقیق به لحاظ نوع، ازجمله تحقیقات کاربردی محسوب می‌گردد. چراکه اولاً نیاز میدانی فرماندهان و مدیران را می‌تواند برطرف نماید و از طرفی با ایجاد ارتباط بین اطلاعات بین‌رشته‌ای مانند جنگ الکترونیک و نظریه بازی‌ها می‌تواند درزمینه تصمیم سازی این دانش را توسعه دهد. دانش جنگ الکترونیک شامل اطلاعاتی از قبیل سیگنال‌شناسی، آشنایی با انواع حسگرها و سامانه‌های اختلال و فریب، آشنایی با تاکتیک‌های میدانی، آشنایی با نحوه مدیریت نبرد، سامانه‌ها شناسایی، حفاظت و حمله الکترونیکی می‌باشد. داشتن این دانش‌ها برای تصمیم‌گیری دقیق درصحنه رزم به‌تنهایی کافی نمی‌باشد و در حقیقت زمانی کاربردی می‌شود که در ترکیب با دانش دیگری به نام نظریه بازی‌ها بتواند تصمیمات حیاتی را برای فرماندهان پیش‌بینی نماید. فلذا از جهت نوع تحقیق یک تحقیق کاربردی می‌باشد.

۵-۲. نحوه گردآوری اطلاعات:

خبرگان رشته جنگ الکترونیک یکی از اصلی‌ترین منابع اطلاعاتی ما برای جمع‌آوری و تائید اطلاعات بودند، ازآنجایی‌که در بخش‌های پیش رو از لفظ خبرگان بیشتر استفاده می‌گردد، ابتدا به معرفی این خبرگان می‌پردازیم:

مشخصات خبرگان جنگ الکترونیک:

این خبرگان افرادی هستند که اکثراً دارای تحصیلات کارشناسی و کارشناسی ارشد در رشته مخابرات و الکترونیک می‌باشند و حداقل ۱۲ سال در این زمینه با نیروهای مسلح همکاری کرده‌اند. تعداد این افراد در رشته‌های مختلف مجموعاً به ۱۵ نفر می‌رسید. این افراد توانسته دوره‌های عرضی و توجیهی مرسوم در نیروهای مسلح را با موفقیت طی کرده و در رسته مخابرات و جنگ الکترونیک مشغول بکار شوند. ازآنجایی‌که جنگ الکترونیک دارای سامانه‌های متنوعی می‌باشد، تخصص‌های فرعی آن‌ها شامل: متخصص شنود و آشکارسازی مخابراتی، متخصص اختلال و فریب مخابراتی، متخصص شنود و آشکارسازی راداری، متخصص اختلال و فریب راداری و متخصص طراحی الگوریتم و پردازش سیگنال می‌باشد. عمده این افراد در اکثر مانورهای عملیاتی شرکت کرده‌اند و با نقاط

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

قوت و ضعف سامانه‌های تولید داخل آشنایی کامل دارند. همچنین بخشی از این افراد با حضور در کشورهای تولیدکننده سامانه‌های مخابراتی مانند اتحادیه اروپا، تأییدیه‌های مربوطه را جهت اپراتوری سامانه‌های خرید خارج کسب کرده‌اند. ازآنجایی‌که انس گرفتن اپراتور با سامانه‌های جنگ الکترونیک تأثیر شگرفی در به‌کارگیری صحیح این سامانه‌ها دارند. این افراد عموماً تغییر رسته نداده‌اند و می‌توان گفت در آشنایی با سامانه‌ها در تخصص خود حرف اول را می‌زنند. همچنین ازآنجایی‌که این افراد عمدتاً به‌عنوان ناظر و سفارش‌دهنده سامانه‌های جنگ الکترونیک از طرف یگان مربوطه انتخاب می‌شدند، می‌بایست آشنایی کاملی با تجهیزات و سامانه‌های کشورهای رقیب نیز کسب می‌کردند تا با تکیه بر آن اطلاعات بتوانند سامانه‌های ضد آن را در داخل تولید کنند، به‌عبارت‌دیگر تسلط مناسبی بر سامانه‌های جنگ الکترونیک رقیب دارند.

اگر به‌صورت خلاصه بخواهیم انواع داده‌های موردنیاز و نحوه جمع‌آوری آن‌ها را مرور نماییم می‌توان گفت که ما در این تحقیق به ٤ دسته اطلاعات کاربردی برای طراحی و حل مسئله نیاز داشتیم:

در اولین دسته، اطلاعاتی پیرامون فضای جنگ فرماندهی و کنترل نیاز داشتیم که مشخص گردید این جنگ دارای ابعاد مختلفی مانند جنگ ناوبری، جنگ سایبری و جنگ الکترونیک می‌باشد. ما پس از بررسی ابعاد و تنوع مسئله جنگ الکترونیک را انتخاب کردیم. روش ما در انتخاب این موضوع بر اساس مطالعات میدانی و خصوصاً مستندات قیدشده در مراجع و به‌ویژه کتاب "جنگ اطلاعات" بوده است. البته تخصص اصلی محققان که در حوزه سامانه‌های مخابراتی بوده نیز مزید بر علت برای انتخاب این حوزه گردید.

در دومین دسته از اطلاعات نیاز به داده‌هایی در حوزه جنگ الکترونیک داشتیم. جنگ الکترونیک دنیایی از اطلاعات و سامانه‌های مختلف و با کاربردهای مختلف را دل خود جای‌داده است. ما دراین‌باره باید تحقیق می‌کردیم که کدام ابزارها و روش‌های شناسایی، مراقبت، هشدار دهی و مقابله در عمل بکار گرفته می‌شود. روشی که دراین‌باره انتخاب کردیم استفاده از نتایج آینده‌پژوهی گروه‌های جنگ الکترونیک و خصوصاً تجربیات عملیاتی خبرگان این حوزه بود و بر اساس آن تجهیزات و سامانه‌ها را انتخاب کردیم.

همچنین توانستیم با انجام یک نظرسنجی از خبرگان جنگ الکترونیک به بخشی از تجهیزاتی که در جنگ‌های اخیر استفاده‌شده و یا احتمالاً در سبد تجهیزاتی آن‌ها وجود خواهد داشت دسترسی پیداکرده و اطلاعاتی را کسب نماییم. در این مسیر استفاده از تحقیق‌های مرتبط با آینده‌پژوهی نیز کمک شایان توجهی به این موضوع کرده است. به عبارت دقیق‌تر ما باید برای آینده طرحی را پیش‌بینی کنیم و صرفاً استفاده از تجربیات گذشته کارساز نمی‌باشد. همچنین توانستیم با استفاده از منابع آشکار مانند اینترنت، کاتالوگ‌های شرکت‌های سازنده تجهیزات جنگ الکترونیک و نیز تاریخچه جنگ‌هایی اخیر اطلاعاتی را در این زمینه به دست آوریم

در سومین دسته، نیاز به روشی برای پیش‌بینی و تخمین آینده با استفاده از اطلاعات فعلی بودیم که بتواند بین دو یا چند رقیب حالت تعادل را پیش‌بینی کند. در این زمینه بامطالعه انواع روش‌های پیش‌بینی آینده و نیز روش‌هایی مانند شبکه عصبی و هوش مصنوعی، بهترین روشی که می‌توانست اطلاعات کیفی را به‌عنوان ورودی بپذیرد را انتخاب کردیم. با توجه به پیشنهاد اساتید و مقالات مرتبط در این مورد نظریه بازی‌ها بهترین انتخاب بود.

در چهارمین دسته اطلاعات، بین انواع روش‌های مختلف نظریه بازی‌ها ما باید روشی که منطبق بر حل مسئله ما بود انتخاب می‌کردیم؛ پس از مطالعات مقالات مرتبط خصوصاً مقالات آقایان **Fraser** و **Hipel** [11]به این نتیجه رسیدیم که مدل حل مناقشات بهترین گزینه برای حل این مدل مسائل است که با توجه به پیچیدگی‌های مسئله در این پژوهش، رویکرد غیر کمی و غیر همکارانه را انتخاب کردیم.

۳-۵. نحوه تعریف سناریوها:

برای تعریف سناریوها در محیط‌های عملیاتی به تجربیات میدانی نیاز داریم. به‌منظور تعریف سناریوهای عملیاتی ابتدا باید اطلاعات در مورد عوامل اثرگذار بر محیط عملیاتی کسب

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

می‌کردیم. این اطلاعات را توانستیم با استفاده از منابع آشکار مانند اینترنت، تاریخچه جنگ‌هایی اخیر و نیز نظر خبرگان به دست آوریم؛ حال برای تعریف سناریو چه اطلاعاتی را باید کسب می‌کردیم؟

اول نیاز به شناخت گروه‌ها و امکانات آن‌ها داشتیم که این موضوع می‌تواند به رفتارشناسی رقبا کمک نماید.

دوم باید با جزئیات فنی سامانه‌ها خودی و رقیب و نیز نحوه کاربرد و مأموریت آن‌ها یک آشنایی دقیق را کسب می‌کردیم.

سوم باید راهبردها و پیامدهای آن‌ها را مشخص می‌کردیم.

چهارم باید با توجه به شناخت کامل از سبد تجهیزاتی نیروهای خودی و رقیب، میزان احتمال و تأثیر هرکدام از پیامدها را مشخص و سناریو را تکمیل می‌کردیم.

پس از تعریف سناریو و اجزای آن باید برای تصمیم‌گیری، این سناریو را به‌وسیله یک مدل از نظریه بازی‌ها مدل‌سازی کنیم.

برای ایجاد ارتباط بین سناریوها و نظریه بازی‌ها به‌نوعی از مدل‌سازی در نظریه بازی‌ها داشتیم که بتواند به‌صورت رفت و برگشتی، عمل و عکس‌العمل‌های رقیب را پیش‌بینی کند و پایداری ما را کمتر به خطر بیندازد. آز آنجا که هر حرکت از ما یا رقیب باید دارای پشتوانه عقلی باشد، ما فقط حرکت‌هایی را انجام می‌دهیم که عاقلانه باشد پس باید این مدل از تصورات غیرعاقلانه به پرهیزد.

همچنین باید بتواند از ابزارهای کیفی بجای کمی استفاده نماید. به‌عبارت‌دیگر، ما همیشه نمی‌توانیم با اختصاص یک عدد به مطلوبیت بازیگران تمام حرکت‌ها را مدل کنیم و فقط می‌توانیم ترجیحات بازیگران روی وضعیت‌های مختلف را به‌صورت ترتیبی مشخص کنیم.

و ازآنجایی‌که هر بازیگر تنها به منفعت خود می‌اندیشد و با رقبا همکاری نمی‌کند، بهبود یک‌جانبه را مدنظر قرار دهیم. همه این قیود ما را به مدل‌سازی با روش "مدل گراف برای رفع مناقشه"[14] رهنمون کرد و درنهایت این تحلیل را به این روش به انجام رساندیم.

[14] Graph Model Confilct Analysis

۵-٤. آزمون تحقیق:

یکی از نکات مهم پس از تحقیق آزمون نتایج آن است. در این تحقیق با دو روش این آزمون انجام گردید. اول با استفاده از سامانه‌های شبیه‌سازی که موجود می‌باشد میزان غلبه، هزینه و وابستگی هرکدام از تجهیزات بر دیگری را به دست آوردیم؛ و در حقیقت ترجیحات انتخابی در مراحل بازی به‌وسیله شبیه‌سازهای جنگ الکترونیک مورد تأیید قرار گرفت. دوم آزمون نتایج انتهایی پیش‌بینی بازی بود که این نتایج به خبرگان جنگ الکترونیک ارائه گردید و با تجربیات میدانی مورد تأیید قرار گرفت.

٦. تعاریف، مفاهیم و اصطلاحات تحقیق

نظریه بازی[15] شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی است که تلاش می‌کند رفتار حاکم بر یک موقعیت راهبردی (تضاد منافع) را مدل‌سازی کند. این موقعیت زمانی پدید می‌آید که موفقیت یک فرد وابسته به راهبردهایی است که دیگران انتخاب می‌کنند. هدف نهایی این دانش، یافتن راهبرد بهینه برای بازیکنان است **[۲]**. ازآنجایی‌که در این مقاله، جنگ فرماندهی و کنترل بین دو کشور متخاصم بانام‌های مستعار آبی و قرمز مدل‌سازی و تحلیل می‌شود. ضروری است مفاهیم پایه‌ای و اصلاحات نظریه بازی‌ها ارائه می‌گردد تا فهم آن برای سایر تحلیل گران هموار گردد.

٦-١. مؤلفه‌های بازی و دسته‌بندی آن‌ها

به‌طورکلی هر بازی یا یک مناقشه در نظریه بازی شامل موارد زیر است:

بازیگران.[16] یک فرد یا گروهی از افراد که در یک بازی به‌عنوان یک بازیگر می‌توانند نقش ایفا کنند.

[15]. game theory
[16]. players

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

اقدامات.**17** مجموعه‌ای از حرکت‌ها و یا تصمیم‌ها که بازیگر می‌تواند در یک رقابت انجام دهد.

راهبرد.۱۸ مجموعهٔ اقداماتی که بازیگر تصمیم می‌گیرد در مواجهه با رقبا و در راستای کسب منافع خود انجام دهد.

مناقشه راهبردی.۱۹ نتیجهٔ رویکرد غیر همکارانه بازیگران در تعارضات دنیای واقعی است.

پیامدها.۲۰ هرگونه ترکیبی از راهبردها که برای هر بازیگر عایدی و منفعتی دارد.

ترجیحات.۲۱ مرتب‌سازی پیامدها از سوی هر بازیگر متناسب با عایدی‌های کسب‌شده از هر پیامد.

دسته‌بندی بازی‌ها. در نظریه بازی برای نمایش وضعیت‌های مختلف می‌توان از حالت نرمال۲۲ یا حالت راهبردی، نمایش گسترده،۲۳ حالت گزینه‌ای۲٤ و نمایش گراف استفاده کرد که هرکدام مزیت‌ها و محدودیت‌هایی دارند.

با توجه به حالت همکاری بازیگران با یکدیگر، بازی‌های همکارانه یا غیر همکارانه داریم که در حالت غیر همکارانه هر بازیگر تنها به منفعت خود می‌اندیشد و با رقبا همکاری نمی‌کند و اینکه پیامدها و عایدی‌های بازی به چه صورت تقسیم شود به بازی‌های مجموع صفر و غیر صفر تقسیم می‌شود. بازی‌ها با توجه به میزان دسترسی بازیگران به حرکات قبلی بازیگران به بازی بااطلاع کامل و ناقص تقسیم می‌شود و همچنین درصورتی‌که بازیگران از مجموعه راهبردها و پیامدهای رقیب مطلع باشند بازی به بازی بااطلاع کامل، وگرنه، به بازی بااطلاع ناقص تقسیم‌بندی می‌شود. **[۲]**

با توجه به ماهیت و اهداف نظریه بازی، جهت بررسی وضعیت و سناریوهای مختلف بازی و نهایتاً استخراج وضعیت تعادل، راه‌حل‌های مختلف استخراج نقاط تعادل در ادامه بیان‌شده است:

وضعیت تعادل.۲۵ در یک بازی، تعادل به وضعیتی گفته می‌شود که در آن هیچ‌یک از بازیگران تمایلی به خروج از آن وضعیت نداشته باشند. اینکه یک بازیگر در یک وضعیت باقی می‌ماند یا به‌صورت یک‌جانبه آنجا را ترک می‌کند، به عوامل مختلفی همچون خطرپذیری یا خطر گریزی فرد، عمق بینش و درک او از رقیب بستگی دارد.

بر این مبنا، برای تعریف پایداری فردی،۲٦ راه‌حل‌های مختلفی ارائه‌شده است که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

پایداری نش.۲۷ معرّف وضعیتی است که یک بازیگر خاص نمی‌تواند با حرکتی یک‌جانبه (با فرض ثابت بودن راهبرد سایر بازیگران)، به موقعیت بهتری دست یابد (**Nash, 1951**).

ماورای عقلانیت عمومی.۲۸ در این روش، بازیگر علاوه بر بررسی وضعیت‌های بهبود یک‌طرفه۲۹ خود، رقیب را هم به‌حساب می‌آورد و تنها در صورتی تصمیم می‌گیرد که تغییر وضعیت دهد که بعد از حرکت خود، رقیب نتواند او را به وضعیت بدتری منتقل نماید [12].

ماورای عقلانیت متقارن.۳۰ در اینجا فرض بر این است که بازیگر پس از پاسخ رقبا می‌تواند حرکت دیگری هم داشته باشد. پایداری با مفهوم ماورای عقلانیت متقارن معرّف شرایطی است که یک بازیگر از هیچ‌یک از بهبودهای یک‌جانبه خود بهره‌مند نمی‌شود؛ زیرا تمام حرکت‌های او توسط رقبا مورد مجازات۳۱ قرار می‌گیرد و حرکت ثانویه او نیز شرایط را برای او بهتر نمی‌کند [12].

پایداری متوالی.۳۲ در این تعریف، بازیگر در زمان تغییر وضعیت، علاوه بر بررسی بهبود یک‌طرفه خود، رقیب را هم به‌عنوان یک بازیگر عاقل در نظر می‌گیرد. پایداری متوالی معرف

[17]. actions
[18]. strategies
[19]. strategic conflict
[20]. outcomes
[21]. preferences
[22]. normal form
[23]. extensive form
[24]. option form
[25] equilibrium
[26] individual stability
[27] Nash stability
[28] general meta-rationality (GMR)
[29] unilateral improvement (UI)
[30] symmetric meta-rationality (SMR)
[31] sanction
[32] sequential stability (SEQ)

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

وضعیتی است که در آن تمام بهبودهای یک‌جانبه فرد به‌وسیله حداقل یکی از بهبودهای یک‌جانبه سایر رقبا مجازات می‌شود [11].

پایداری حرکت محدود.[33] یک بازیگر به‌اندازه **h** قدم جلوتر از خود را می‌بیند. پارامتر **h** متغیر است. [7]

پایداری غیرکوته‌نظرانه.[34] حالت خاصی از پایداری حرکت محدود است که در آن پارامتر **h** به سمت بی‌نهایت میل می‌کند. درواقع، بازیگری که با مفهوم پایداری غیر کوته‌نظرانه تصمیم می‌گیرد، دارای افق دید بسیار وسیع است (**Brams & Wittman, 1981**).

در جدول ۱ مقایسه کیفی تعریف پایداری و سایر مشخصات آن آمده است.

جدول ۱. مقایسه کیفی پایداری غیر همکارانه[۲]

مفاهیم راه‌حل	ارائه‌دهنده ایده	دوراندیش	تنزل راهبردی[35]
پایداری نش **(R)**	**Nash,** (**1951**)	کم	هرگز
ماورای عقلانیت عمومی **(GMR)**	**Howard,** ([12])	متوسط	فقط برای رقبا
ماورای عقلانیت متقارن **(SMR)**	**Howard,** ([12])	متوسط	فقط برای رقبا
پایداری متوالی **(SEQ)**	**Fraser & Hipel,** ([11])	متوسط	هرگز
پایداری حرکت محدود **(Lh)**	**Zagare,** ([7])	متغیر	راهبردی
پایداری غیر	**Brams & Wittman,** ([5])	بالا	راهبردی
کوته‌نظرانه **(NM)**			

۷. مدل‌سازی

در این مرحله می‌خواهیم با استفاده از نظریه بازی‌ها یک سناریوی نمونه را در یک جنگ فرماندهی و کنترل بین کشورهای آبی و قرمز- با بهره‌گیری از تجربیات اخیر جنگ‌ها –مدل‌سازی و در ادامه پیش‌بینی کنیم که آینده جنگ به چه سمتی خواهد رفت.

همان‌طور که در بخش روش تحقیق معرفی گردید روش مدل‌سازی ما مبتنی "مدل گراف برای تجزیه‌وتحلیل مناقشات" می‌باشد که در مراحل ذیل به معرفی این روش مدل‌سازی می‌پردازیم:

الف- مزایای این مدل‌سازی به مدل‌سازی‌های کلاسیک:

نمایش بازی‌هایی که تعداد بازیگران آن بیش از دو نفر باشد به‌راحتی و به فرم گزینه‌ای صورت می‌گیرد.

هر بازیگر می‌تواند هر تعداد از گزینه‌های خود را هم‌زمان انتخاب کند (راهبرد هر بازیگر منحصر به یک اقدام نیست).

وضعیت‌های نشدنی[36] در مسائل دنیای واقعی به‌راحتی از وضعیت‌های ممکن متمایز شده حذف می‌گردند.

تعیین ارزش‌های عددی[37] به‌عنوان مطلوبیت بازیگران در وضعیت‌های مختلف ضرورتی ندارد (تنها بیان ترجیحات هر بازیگر روی وضعیت‌های مختلف به‌صورت ترتیبی کفایت می‌کند).

حرکت‌های برگشت‌ناپذیر[38] و ترجیحات غیر متعددی[39] را لحاظ می‌کند.

از مفاهیم حل[40] متفاوت برای تعیین پایداری فردی[41] و وضعیت‌های تعادل استفاده می‌کند.

ب- مؤلفه‌های مدل‌سازی:

[33] limited move stability
[34] non- myopic stability
[35] strategic dis-improvement
[36] infeasible state
[37] cardinal values
[38] irreversible moves
[39] intransitive preferences
[40] solution concepts
[41] individual stability

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

این مدل دارای چهار مؤلفه به شرح زیر است:

۱. مجموعه تصمیم‌گیرندگان که با $N=[1,2,\ldots,n]$ نشان داده می‌شود و $2 \leq |N| < \infty$

۲. مجموعه وضعیت‌های شدنی با S نشان داده می‌شود $2 \leq |S| < \infty$

۳. هر بازیگر دارای یک گراف است. رئوس این گراف معرّف وضعیت‌های شدنی مختلف و کمان‌های جهت‌دار بین برخی از رئوس معرّف این است که آن بازیگر می‌تواند به‌صورت یک‌جانبه مناقشه را از یک وضعیت به وضعیت دیگر سوق دهد.

٤. ترجیحات هر تصمیم‌گیرنده روی وضعیت‌های شدنی مختلف به‌صورت ترتیبی[42] مشخص است.

جمع‌بندی مدل‌سازی: برای مدل‌سازی سناریو ابتدا ما دو گروه قرمز و آبی را تشکیل می‌دهیم. سپس اقداماتی که هر طرف می‌تواند انجام دهد را لیست می‌کنیم؛ و در مرحله بعد به‌وسیله مدل گراف اثر این اقدامات و ترجیح طرفین را بررسی کرده و نهایتاً در یک بازی از مدل گراف پیاده‌سازی می‌کنیم.

۸. طراحی و پیاده‌سازی مسئله

ما در اینجا دو گروه آبی و قرمز را به‌عنوان رقبای حاضر در میدان جنگ تعریف می‌کنیم. هرکدام از رقبا تجهیزات و اقداماتی را با خود به همراه دارند که به شرح ذیل می‌باشد:

اقدامات بازیگران

برای انتخاب اقدامات بازیگران در این تحقیق، نیازمند به یک خبرگی کامل در علم مخابرات و الکترونیک و نیز تجربیات میدانی ناشی از آن بودیم. لذا برای انتخاب اقدامات و ابزارهای دو گروه آبی و قرمز با استفاده از خبرگی‌های موجود و منابع آزاد اقدام به جمع‌آوری آمار و اطلاعات لازم نمودیم.

معرفی اقدامات کشور قرمز: کشور قرمز در این جنگ از ابزارها و اقداماتی استفاده می‌کند که شامل موارد ذیل می‌شود:

بمب‌های گرافیتی:

تجربه جنگ دوم خلیج‌فارس نشان داد یکی از ابزارهای کشور قرمز جهت پیشبرد جنگ فرماندهی و کنترل قطع برق نیروگاه‌های برق و ایجاد مشکل برای تمام سامانه‌های وابسته به برق و ایجاد وحشت در مردم می‌باشد که این کار توسط بمب‌های گرافیتی و یا موشک‌های کروز کربنی انجام می‌شود.

حمله شبکه‌ای:

یکی از ابزارهای مهم کشور قرمز حمله شبکه‌ای برای از بین بردن سیستم فرماندهی و کنترل کشور آبی می‌باشد. ایجاد ویروس‌های مخرب، دست‌کاری اطلاعات، اختلالات شبکه، هک و نفوذ در سامانه‌های متصل به شبکه و قطع ارتباطات امن ازجمله اقدامات کشور قرمز می‌باشد که این حمله شبکه‌ای خود قابل مدل‌سازی به‌عنوان یک جنگ مستقل می‌باشد.

جنگ ناوبری و ایجاد اختلال در سامانه ناوبری جهانی (**GPS**):

جنگ ناوبری یکی از انواع جنگ الکترونیک است که به سامانه‌های ناوبری مثل رادیوهای تاکتیکی یا کمک ناوبری یا سامانه تعیین موقعیت جهانی (**GPS**) حمله می‌کند. هدف کشور قرمز از این جنگ این است که کشور آبی را از داشتن اطلاعات ناوبری به‌موقع و دقیق بازداشته و هم‌زمان ناوبری دقیقی را برای نیروهای کشور قرمز ایجاد نماید. اتکا جهانی (هر دو مورد نظامی و غیرنظامی) به سامانه موقعیت‌یاب جهانی در سال‌های گذشته باعث شده سامانه‌هایی برای مقابله با آن و اقدام متقابل طراحی شوند به‌نحوی‌که مانع دسترسی یک شخص یا یک منطقه به اطلاعات دقیق ناوبری شود.

حمله هوایی به مراکز فرماندهی و کنترل کشور آبی:

یکی از اقدامات کشور قرمز در این جنگ تأثیرگذاری بر فرماندهی و کنترل جنگ از طریق نابودی فیزیکی مراکز و درنتیجه نابودی نفرات و تجهیزات مستقر در مراکز می‌باشد. در این مرحله مراکز تصمیم‌گیری با تخریب بالایی همراه شده و ضربات سختی به کشور مقابل وارد می‌شود.

معرفی اقدامات کشور آبی: کشور آبی با توجه به راهکارهایی که بر اساس دکترین‌های نظامی خود آماده نموده می‌تواند اقدامات ذیل را در دستور کار قرار دهد.

اختلال در شبکه ویژه ارتباطی:

رگ حیاتی سامانه‌های کشور قرمز در سامانه جامع فرماندهی و کنترل، شبکه ویژه می‌باشد. از طریق اختلال در شبکه ویژه

[42] ordinal

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

می‌توان توانایی ارتباطی، پروازی و اقدامی این کشور را با مشکل مواجه کرد. خصوصاً در مواردی که پرنده‌ها باید تحت شبکه فعالیت کنند، این موضوع اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا می‌کند.

اختلال رادارهای پرنده:

برای این منظور کشور آبی از سامانه اختلال کننده رادار می‌تواند استفاده کند این سامانه در داخل خود سامانه‌های شنودی و ره‌گیری را دارد و می‌تواند به‌صورت تاکتیکی با شبکه داخلی خود عمل کند.

حمله هوایی به پست‌های فرماندهی و کنترل کشور قرمز:

این اقدام نیاز به مقدمات متعددی دارد به این معنا که ابتدا باید مکان پست‌های فرماندهی و کنترل استخراج شود که این موردنیاز به سامانه‌های مکان‌یاب و تلفیق آن‌ها دارد. در حقیقت اعمال این مورد از طرف کشور آبی بستگی به وجود موارد زیر دارد:

مکان‌یاب رادارهای کشور قرمز (**AOA-TDOA**)

مکان‌یاب سامانه‌های مخابراتی کشور قرمز

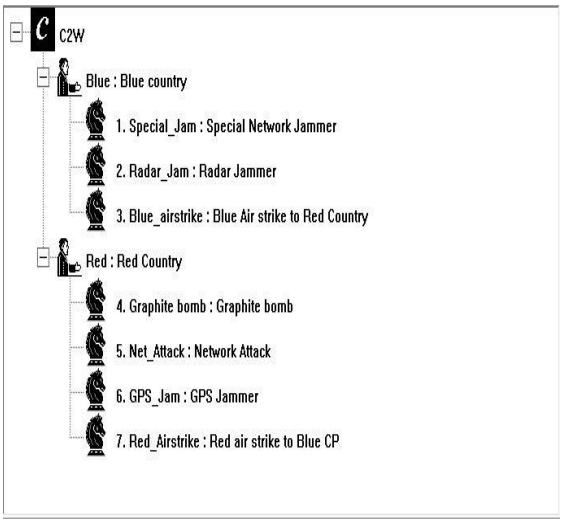
مکان‌یاب **IFF**

مکان‌یاب **WAIS**

مکان‌یاب متحرک منصوب بر **UAV** و شناور

سامانه جامع شبکه و تلفیق اطلاعات

حال با توجه به ٤ اقدام گروه قرمز و ۳ اقدام گروه آبی مجموع اقدامات بازیگران فوق ۷ مورد می‌باشد این اقدامات با توجه به نظر خبرگان جنگ الکترونیک و مقالات آینده‌پژوهی محتمل‌تر می‌باشند. با یک محاسبه ساده می‌توان فهمید که مجموعاً ۲۷ =۱۲۸ ترکیب متفاوت می‌توانیم در نظر بگیریم؛ یعنی اگر بخواهیم هرکدام از این اقدامات را به‌طور هم‌زمان فعال و یا غیرفعال کنیم ۱۲۷ حالت متنوع می‌توانیم فرض کنیم؛ به‌عبارت‌دیگر اگر ۷ اقدام داشته و برای هرکدام ۲ حالت روشن یا خاموش فرض کنیم، ۱۲۷ حالت از ترکیب روشن یا خاموش شدن می‌توان تشکیل داد.



شکل ۵. بازیگران و اقدامات آن‌ها

بخشی از این ۱۲۷ حالت به‌صورت هم‌زمان در عالم واقع اتفاق نمی‌افتد، به‌عنوان‌مثال نمی‌شود هم درب خانه بسته باشد و هم هم‌زمان میهمانان وارد خانه شوند. این دو اقدام درست است که مستقل از یکدیگرند ولی در تناقض با یکدیگر هستند و در عمل غیرممکن می‌شود. ما در بخش شرایط غیرممکن دلایل حذف این اقدامات را توضیح دادیم و مجموع ۳۳ اقدام شدنی باقی می‌ماند که باید مسئله را با این اقدامات طراحی و حل می‌کردیم این ۳۳ حالت در بخش ۸-۳ معرفی‌شده‌اند. برای انتخاب ترجیحات بر یکدیگر از نرم‌افزار شبیه‌ساز جنگ الکترونیک ساخت یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان استفاده گردید و آنجاهایی که این ابزارها پاسخگو نبود از نظرات خبرگان جهت انتخاب ترجیحات استفاده گردید. معیارهای مناسب برای انتخاب ترجیحات در بخش ۸-٤ بیان‌شده است. حال با توجه به این ترجیحات با استفاده از آموزش به نرم‌افزار**GMCR II** این مسئله را حل نمودیم. البته بدون نرم‌افزار و به‌صورت دستی نیز این امر امکان‌پذیر است ولی ممکن است زمان بیشتری از محققین بگیرد.

۸-۱. حالت‌های غیرممکن

بخشی از این ۱۲۷ حالت به‌صورت هم‌زمان در عالم واقع اتفاق نمی‌افتد، به‌عنوان‌مثال نمی‌شود هم درب خانه بسته باشد و هم هم‌زمان میهمانان وارد خانه شوند. این دو اقدام درست است که مستقل از یکدیگرند ولی در تناقض با یکدیگر هستند و در عمل غیرممکن می‌شود. یکی از بخش‌های مهم این مرحله حذف ترکیب‌های غیرممکن از بازی می‌باشد.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

این ترکیب‌های غیرممکن بیشتر مربوط به هم‌زمانی استفاده از دو اقدام چه در طرف کشور آبی و چه در طرف کشور قرمز می‌باشد. توضیح ترکیب‌های غیرممکن به شرح ذیل می‌باشد.

حالت ۱: عدم هم‌زمانی استفاده از اختلال کننده راداری و حمله هوایی از طرف کشور آبی:

با ایجاد محیطی ناامن برای رادارهای کشور قرمز، جنگنده‌های کشور آبی نیز ممکن است دچار اختلال و فریب شوند و با توجه به اینکه هم کشور آبی و هم کشور قرمز از جنگنده‌هایی مانند **F16** استفاده می‌کنند، اختلال‌گرهای کشور آبی باعث سقوط هواپیماهای خودش شوند.

حالت ۲: عدم هم‌زمانی اختلال‌گر شبکه ویژه کشور آبی و حمله هوایی کشور قرمز:

جنگنده‌های کشور قرمز به‌صورت گروهی با یکدیگر پرواز می‌کنند و همه تحت فرماندهی واحدی مرکزی منصوب بر یک پرنده غول‌پیکر برنامه خود را اجرا می‌کنند و چنانچه این ارتباطات توسط اختلال‌گر شبکه کشور آبی موردتهاجم قرار بگیرد، توانایی اجرای این مورد از آن‌ها سلب می‌شود.

حالت ۳: عدم هم‌زمانی اختلال‌گر شبکه کشور آبی و ریزش بمب گرافیتی کشور قرمز:

به دلیل ایجاد اختلال در شبکه کلی، هواپیماهای ریزش بمب هم که وابسته به شبکه فرماندهی و کنترل می‌باشند، توانایی اجرای مأموریت را از دست می‌دهند.

حالت ٤: اختلال‌گر راداری کشور آبی و حمله هوایی کشور قرمز: چنانچه اختلال‌گر راداری شروع بکار نماید رادارهای جنگنده‌ها دچار صفحه سفید و یا اهداف دروغین می‌شوند. به این دلیل از انجام مأموریت تا رفع مشکل، صرف‌نظر می‌کنند.

حالت ۵: حمله هوایی کشور آبی و حمله شبکه‌ای کشور قرمز:

چنانچه کشور قرمز حمله شبکه‌ای انجام دهد در این حالت ارتباط بین سایت‌های کشور آبی دچار مشکل می‌شود. لینک‌های ارتباطی قطع‌شده و ارتباط سامانه‌های راداری و مخابراتی دیگر امکان‌پذیر نمی‌باشد. از همه مهم‌تر شبکه فرماندهی و کنترل داخلی که وظیفه تلفیق اطلاعات را بر عهده دارد، دچار مشکل شده و فرمانده دیگر نمی‌تواند درک درستی از ترسیم صحنه نبرد داشته باشد. بدون دانستن وضعیت درست نبرد و ندانستن مکان پست‌های فرماندهی و کنترل کشور قرمز حملات هوایی کشور آبی کور خواهد بود و به دلیل همین ریسک بزرگ، امکان حمله هوایی از کشور آبی گرفته می‌شود.

حالت ٦: اختلال راداری توسط کشور آبی و ریزش بمب گرافیتی توسط کشور قرمز:

عدم هم‌زمانی این دو رویداد به این دلیل است که اگر رادارهای بمب‌افکن‌های کشور قرمز دچار اختلال شود، امکان انجام عملیات توسط این پرنده‌ها غیرممکن می‌گردد چراکه رادار چشم هواپیما می‌باشد و بدون آن دچار حادثه می‌شود.

حالت ۷: حمله هوایی کشور آبی و اختلال در سیستم ناوبری جهانی (**GPS**) توسط کشور قرمز:

چنانچه کشور قرمز در **GPS** های تجاری مورداستفاده کشور آبی، اختلال ایجاد کند و خودش از **GPS** های نظامی مخصوص خودش استفاده کند، کشور آبی از دو نظر دچار مشکل می‌شود. یکی اینکه سامانه‌های مکان‌یاب، خصوصاً منصوب بر پهپاد، کارایی خود را از دست می‌دهند و همچنین سایر روش‌های مکانی کشور آبی نیز دچار مشکل می‌شود و درنتیجه سامانه فرماندهی و کنترل نیز نمی‌تواند مکان دقیقی را برای هواپیماهای جنگنده گزارش دهد. مشکل دوم این است که پرواز خود هواپیماهایی که از **GPS** استفاده زیادی می‌کنند نیز دچار مشکل شده و کریدورهای خود را گم‌کرده و احتمال حادثه افزایش‌یافته و درنتیجه عدم هم‌زمانی این دو عمل را به وجود میاورد.

گفتیم بسته به اینکه هر بازیگر هرکدام از اقدامات ممکن خود را انتخاب کند یا نکند مجموعاً ۱۲۸ ترکیب انتزاعی ممکن است پدید آید. بعد از حذف ترکیب‌های غیرممکن که در بالا شرح داده شد، مجموعاً ۳۳ وضعیت ممکن است در این نبرد راهبردی به وجود آید:

۸-۲. حالت‌های ممکن:

حالت‌های ممکن به شرح زیر می‌باشد:

وضعیت ۱: هیچ کشوری هیچ اقدامی انجام ندهد.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

وضعیت ۲: کشور آبی با اختلال در ارتباط شبکه کشور قرمز موفق به تغییر مواضع جنگ به نفع خودش بشود و کشور قرمز اقدام مؤثری نمی‌کند.

وضعیت ۳: کشور آبی موفق به اختلال در رادارهای جنگنده‌های کشور قرمز شود.

وضعیت ٤: کشور آبی با استفاده از هر دو اختلال شبکه فرماندهی و کنترل و اختلال راداری به‌صورت هم‌زمان به اهداف خود می‌رسد.

وضعیت ٥: کشور آبی اقدام به حمله هوایی می‌کند و کشور قرمز اقدامی نمی‌کند.

وضعیت ٦: کشور آبی اقدام به اختلال در شبکه فرماندهی و کنترل می‌کند و حمله هوایی را هم به‌صورت هم‌زمان انجام می‌دهد.

وضعیت ۷: کشور قرمز تنها با بمب گرافیتی به اهداف خود می‌رسد و کشور آبی اقدام خاصی نمی‌کند.

وضعیت ۸: کشور آبی به سکوهای مهم کشور قرمز حمله هوایی می‌کند و کشور قرمز فقط از بمب گرافیتی استفاده می‌نماید.

وضعیت ۹: استفاده کشور قرمز از حمله شبکه‌ای و ناتوانی کشور آبی از پاسخ متقابل

وضعیت ۱۰: کشور آبی از اختلال‌گر لینک اختصاصی فرماندهی و کنترل استفاده می‌کند و کشور قرمز اقدام به حمله سایبری می‌نماید.

وضعیت ۱۱: کشور آبی اقدام به اختلال راداری جنگنده‌ها می‌نماید و کشور قرمز حمله سایبری انجام می‌دهد.

وضعیت ۱۲: کشور آبی اقدام به اختلال لینک اختصاصی و اختلال راداری به‌صورت هم‌زمان می‌نماید و کشور قرمز حمله سایبری می‌کند.

وضعیت ۱۳: کشور قرمز بمب گرافیتی و حمله سایبری را هم‌زمان استفاده می‌کند و کشور آبی اقدامی نمی‌کند.

وضعیت ١٤: کشور قرمز با اختلال در سامانه ناوبری به اهداف خود می‌رسد.

وضعیت ۱۵: کشور آبی اختلال در لینک اختصاصی ایجاد می‌کند و کشور قرمز اقدام به اختلال سامانه ناوبری می‌نماید.

وضعیت ١٦: کشور آبی اختلال راداری انجام داده و کشور قرمز اختلال ناوبری انجام می‌دهد.

وضعیت ۱۷: کشور آبی اختلال در شبکه لینک اختصاصی و شبکه راداری را به‌صورت هم‌زمان انجام می‌دهد و کشور قرمز فقط اختلال در سامانه ناوبری انجام می‌دهد.

وضعیت ۱۸: کشور قرمز بمب گرافیتی و اختلال ناوبری را به‌صورت هم‌زمان انجام می‌دهد و کشور آبی اقدامی انجام نمی‌دهد.

وضعیت ۱۹: کشور قرمز با استفاده هم‌زمان حمله شبکه‌ای و اختلال ناوبری به اهداف خود می‌رسد و کشور آبی اقدامی نمی‌تواند بکند.

وضعیت ۲۰: کشور آبی اختلال در لینک اختصاصی را انجام می‌دهد و کشور قرمز حمله سایبری و اختلال در ناوبری را انجام می‌دهد.

وضعیت ۲۱: کشور آبی اختلال راداری و کشور قرمز حمله سایبری و اختلال ناوبری را به‌صورت هم‌زمان انجام می‌دهد.

وضعیت ۲۲: کشور آبی اختلال لینک اختصاصی و اختلال راداری را به‌صورت هم‌زمان انجام می‌دهد و کشور قرمز حمله سایبری و اختلال ناوبری را انجام می‌دهد.

وضعیت ۲۳: کشور قرمز اقدام به اختلال ناوبری، حمله سایبری و بمب گرافیتی می‌نماید و کشور آبی اقدامی انجام نمی‌دهد.

وضعیت ٢٤: کشور قرمز حمله هوایی به مراکز حیاتی می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۲۵: کشور قرمز حمله هوایی به مراکز حیاتی می‌نماید و کشور آبی هم به پایگاه‌های منطقه‌ای حمله هوایی می‌کند.

وضعیت ٢٦: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و استفاده از بمب گرافیتی می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۲۷: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و استفاده از بمب گرافیتی می‌نماید و کشور آبی هم حمله هوایی می‌کند.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

وضعیت ۲۸: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و استفاده از حمله سایبری می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۲۹: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و استفاده از بمب گرافیتی و حمله سایبری می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۳۰: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و اختلال ناوبری می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۳۱: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و اختلال ناوبری و استفاده از بمب گرافیتی می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۳۲: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی و اختلال ناوبری و حمله سایبری می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

وضعیت ۳۳: کشور قرمز اقدام به حمله هوایی به مراکز حیاتی، اختلال ناوبری، حمله سایبری و استفاده از بمب گرافیتی می‌نماید و کشور آبی کاری نمی‌کند.

۸-۳. تعیین ترجیحات برای کشور آبی و کشور قرمز:

آخرین مرحله حل مسئله، انتخاب اولویت‌های طرفین است؛ یعنی بهترین تا بدترین حالتی که می‌تواند اتفاق بیفتد از دید بازیگران مختلف چه می‌تواند باشد. در انتخاب این اولویت‌ها، معیارهایی کلی به شرح ذیل مدنظر قرارگرفته شده است.

رقیب بتواند با کمترین هزینه و کوتاه‌ترین زمان به هدف خود که ایجاد ضربه به سیستم فرماندهی و کنترل حریف است، دست پیدا کند.

بین دو انتخاب یکسان آن‌که هزینه کمتری دارد، ارجح است.

بین دو انتخاب هم‌زمان آن‌که اثرش بیشتر است، ارجح است.

چون حملات هوایی ازلحاظ وجهه بین‌المللی مساعد نیست، سعی می‌شود کمتر از آن استفاده شود.

ترجیح بر این است که حریف در برابر اقدامات رقیب کاری نکند و اگر کرد کمترین آسیب به رقیب بخورد.

ترجیح بر این است که اگر رقیب نمی‌تواند کاری کند حریف کاری را انجام دهد که کمترین ضربه به رقیب وارد شود.

ترجیح بر این است که اگر رقیب نمی‌تواند اقدام مؤثری انجام دهد در دو اقدام مشابه آن را انتخاب کند که هزینه بیشتری برای حریف دارد.

با توجه به گزاره‌های فوق الاشاره، ترجیحات کشور آبی به‌صورت ترتیبی در اشکال ذیل آمده است:

DMs	Options	2	3	4	5	6	15	16	17	14	10	1
Blue	1. Special_Jam	Y	N	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y
	2. Radar_Jam	N	Y	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	Y
	3. Blue_airstrike	N	N	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	5. Net_Attack	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
	6. GPS_Jam	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N

شکل ٦. ترتیب اولویت‌های اول تا دهم کشور آبی

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود اولویت اول برای کشور آبی این است که این کشور با اختلال در ارتباط شبکه کشور قرمز موفق به تغییر مواضع جنگ به نفع خودش بشود. اولویت دوم این است که این بازیگر موفق به اختلال در رادارهای جنگنده‌های کشور قرمز شود. با توجه به هزینه سامانه‌ای مربوطه، حالت ۲ بهتر از حالت ۳ می‌باشد. اولویت بعدی حالت ٤ می‌باشد که ازلحاظ هزینه و تعمیرات مشکلات بیشتری نسبت ۲ و ۳ دارد ولی چون کشور قرمز هیچ کاری نتوانسته بکند، در اولویت این کشور قرار دارد. حالت‌های بعدی نیز توجیهات دقیقی دارد.

DMs	Options	12	22	20	11	21	8	25	27	1	9	1
Blue	1. Special_Jam	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N
	2. Radar_Jam	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N
	3. Blue_airstrike	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	N
	5. Net_Attack	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
	6. GPS_Jam	N	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N	Y

شکل ۷. ترتیب اولویت‌های یازدهم تا بیستم کشور آبی

به‌عنوان‌مثال حالت ۱۰ بهتر از ۱۲ است چراکه کشور آبی در حمله شبکه‌ای کشور قرمز هزینه کمتری متقبل می‌شود. حالت ۸ بدتر از ۲۱ است چراکه اثرات بمب گرافیتی برای کشور آبی مخرب‌تر از حمله شبکه و **GPS** است.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

DMs	Options	19	7	18	13	23	24	30	26	31	28	3
Blue	1. Special_Jam	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	2. Radar_Jam	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	3. Blue_airstrike	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N
	5. Net_Attack	Y	N	N	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
	6. GPS_Jam	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y

شکل ۸. ترتیب اولویت‌های بیست و یکم تا سی‌ام کشور آبی

مشاهده می‌کنیم که برای کشور آبی حالت ۱۹ بهتر از ۷ می‌باشد که در آن کشور قرمز از بمب گرافیتی استفاده می‌کند. همچنین عدم حمله هوایی برای کشور آبی بهتر از حمله هوایی می‌باشد.

DMs	Options	32	29	33
Blue	1. Special_Jam	N	N	N
	2. Radar_Jam	N	N	N
	3. Blue_airstrike	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	Y	Y
	5. Net_Attack	Y	Y	Y
	6. GPS_Jam	Y	N	Y

شکل ۹. ترتیب اولویت‌های سی و یکم تا سی و سوم کشور آبی

در شکل شماره ٦ مشاهده می‌کنیم که حالت ۳۲ بهتر از حالت ۲۹ است. این ترجیح به این دلیل است که اثر بمب گرافیتی برای کشور آبی سنگین‌تر است؛ و حمله **GPS** برای کشور آبی بهتر از حمله بمب گرافیتی است.

ترجیحات کشور قرمز نیز به‌تفصیل در اشکال ذیل آمده است:

DMs	Options	9	14	19	7	18	13	23	11	21	10	2
Blue	1. Special_Jam	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
	2. Radar_Jam	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N
	3. Blue_airstrike	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
	5. Net_Attack	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	6. GPS_Jam	N	Y	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y

شکل ۱۰. ترتیب ترجیحات اول تا دهم کشور قرمز

همان‌طور که در شکل فوق مشاهده می‌کنید بهترین حالت برای کشور قرمز استفاده از حمله شبکه‌ای می‌باشد که می‌تواند بیشترین ضرر را به کشور آبی بزند و خودش نیز کمترین هزینه لجستیکی را داشته باشد. حالت بعدی اختلال **GPS** تجاری مورداستفاده کشور آبی می‌باشد. این وضعیت از حالت ۷ که استفاده بمب گرافیتی است اثرگذارتر می‌تواند باشد. همچنین استفاده کشور آبی از اختلال‌گرها در درجه بعدی اهمیت قرار دارد.

DMs	Options	20	24	30	28	32	26	31	29	33	16	1
Blue	1. Special_Jam	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y
	2. Radar_Jam	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N
	3. Blue_airstrike	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N
	5. Net_Attack	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N
	6. GPS_Jam	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	Y	Y

شکل ۱۱. ترتیب اولویت‌های یازدهم تا بیستم کشور قرمز

در شکل شماره ۸ مشاهده می‌شود که اولویت کشور قرمز به نحوی است که حمله هوایی را کمتر مورداستفاده قرار دهد زیرا هم از منظر بعد روانی مظلوم‌نمایی در کشور آبی ایجاد می‌کند و هم به لحاظ اقتصادی، هزینه‌های سنگین دارد.

DMs	Options	15	12	22	17	27	25	8	1	4	2	3
Blue	1. Special_Jam	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	N
	2. Radar_Jam	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	N	Y
	3. Blue_airstrike	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N
Red	4. Graphite bomb	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N
	5. Net_Attack	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N
	6. GPS_Jam	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N

شکل ۱۲. ترتیب ترجیحات بیست و یکم تا سی‌ام کشور قرمز

در شکل شماره ۹ مشاهده می‌کنیم که هر چه کشور آبی کمتر بتواند از اقدامات مهم و مؤثر خود استفاده کند برای کشور قرمز بهتر است. حمله هوایی کشور آبی دارای هزینه برای کشور آبی و کشور قرمز می‌باشد.

DMs	Options	3	5	6
Blue	1. Special_Jam	N	N	Y
	2. Radar_Jam	Y	N	N
	3. Blue_airstrike	N	Y	Y
Red	4. Graphite bomb	N	N	N
	5. Net_Attack	N	N	N
	6. GPS_Jam	N	N	N

شکل ۱۳. ترتیب ترجیحات سی و یکم تا سی و سوم کشور قرمز

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنیم که حالتی که کشور آبی بهترین ابزارهای خود را به میدان بیاورد و کشور قرمز کاری نکند، بدترین حالت ممکن خواهد بود.

۹. تحلیل پایداری و تعادل در وضعیت‌های بازی

تحلیل نقاط پایداری اصلی‌ترین خروجی این تحقیق خواهد بود. چراکه این نوع تحلیل، قدرت پیش‌بینی اقدامات مؤثر و غیر مؤثر را به ما می‌دهد. در مورد اینکه نقاط تعادل یا پیش‌بینی‌ها چه خواصی دارند زیاد گفته‌شده است؛ اما اگر بخواهیم به‌صورت مختصر تعریف بکنیم باید اشاره‌کنیم که این نقاط، الزاماً بهترین نقطه برای طرف قرمز یا آبی نخواهد بود، چراکه در این بازی می‌خواستیم نتیجه را پیش‌بینی کنیم و یک بازی هنجاری تعریف نکرده بودیم که بخواهیم در آن پیروزی و یا شکست یک گروه را حتماً تضمین کنیم. بلکه به‌عنوان یک ناظر و محقق بی‌طرف می‌خواستیم بدانیم در وضعیت کنونی صحنه نبرد جنگ الکترونیک طرفین کدام اقدام را به‌عنوان بهینه‌ترین نقطه باید انتخاب نمایند.

۹-۱. تعیین وضعیت‌های پایدار[43]

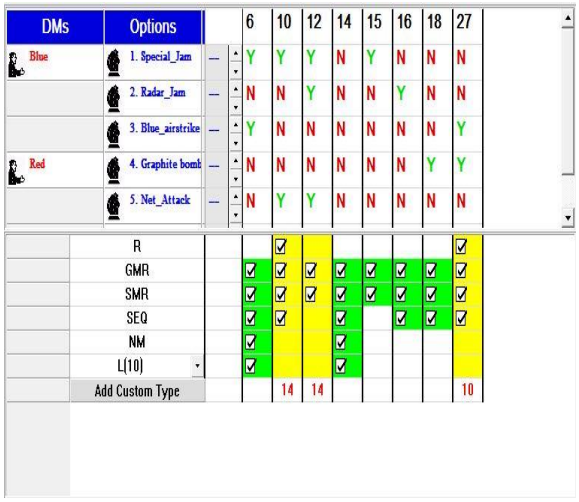
در این مرحله کار اصلی ما یعنی پردازش اطلاعات به‌وسیله نظریه بازی‌ها آغاز می‌شود. در این تحلیل تمام وضعیت‌های ممکن را موردبررسی قرار می‌دهیم تا وضعیت‌های پایدار را برای هر بازیگر تعیین کنیم. شکل ۱۱ پایداری یا عدم پایداری ۱۰ اولویت اول کشور قرمز را با راه‌حل‌های مختلف نشان می‌دهد:

شکل ۱۴. حالت‌های پایدار کشور قرمز در بین ۱۰ اولویت اول

به‌عنوان‌مثال شکل ۱۱ نشان می‌دهد که وضعیت ٦ برای کشور قرمز از دید تمام راه‌حل‌ها پایدار است، اما وضعیت ۷ برای این کشور صرفاً بر اساس **GMR**، **SMR**،**SEQ** و **L(2)** پایدار و بر اساس سایر راه‌حل‌ها ناپایدار است.

۹-۲. وضعیت‌های تعادل بازی

وضعیت تعادل موقعیتی است که هیچ‌کدام از بازیگران انگیزه‌ای برای خروج از آن نداشته باشند. به‌عبارت‌دیگر وضعیتی که برای همه بازیگران پایدار باشد، یک وضعیت تعادل است. در مرحله آخر با توجه به تحلیل‌های مختلف نتایج زیر به‌دست‌آمده است:



شکل ۱۵. نتایج نهایی تحلیل با راه‌حل‌های مختلف پایداری

[43] Stability

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

وضعیت‌های ٦ و ١٤ با تمام مفاهیم پایداری غیر از عقلانیت نش (**R**) وضعیت تعادل محسوب می‌شوند. منطق **SEQ** در بین سایر روش‌های سنجش پایداری از اعتبار بیشتری برخوردار است چون رقیب هم خودش و هم حریف را عاقل فرض می‌نماید و هم رقیب می‌تواند تا دو حرکت بعد را نیز پیش‌بینی نماید. با معیارهای فوق می‌توان وضعیت ٦ و ١٤ را به‌عنوان محتمل‌ترین وضعیت‌های بازی اعلام کرد. ذیلاً به توضیح اقدامات بازیگران در تمام وضعیت‌های تعادل می‌پردازیم:

١- حالت ٦: کشور آبی اختلال کننده شبکه ویژه را وارد جنگ می‌کند و با استفاده از این فرصت با حمله هوایی، پست‌های فرماندهی و کنترل کشور قرمز را که در محدوده‌ای نزدیک کشور آبی قرار دارند از کارمی اندازد.

٢- حالت ١٠: کشور آبی اختلال کننده شبکه ویژه را وارد جنگ می‌کند و کشور قرمز هم به‌وسیله حمله شبکه‌ای به اهداف خود می‌رسد. در این حالت هر دو رقیب ضرباتی را به یکدیگر وارد کرده‌اند و بخشی از توان رزم خود را ازدست‌داده‌اند.

٣- حالت ١٦: کشور آبی با واردکردن اختلال کننده رادار در میدان نبرد توانایی عملیات هوایی کشور قرمز را کاهش می‌دهد و کشور قرمز هم در مقابل با اختلال در **GPS** به اهداف خود می‌رسد. این حالت در وضعیت ضربه هم‌زمان قرار می‌گیرد و هر دو طرف به بخشی از اهداف خود می‌رسند.

٤- حالت ١٨: کشور قرمز از بمب گرافیتی و اختلال در **GPS** به‌صورت هم‌زمان استفاده می‌کند و در مقابل کشور آبی نمی‌تواند اقدام مناسبی انجام نمی‌دهد. چراکه اشکال در برق‌رسانی و عدم کارآمدی سامانه‌های ناوبری و مکان‌یابی نیاز به زمان بیشتری دارد تا کشور آبی توانمندی‌های خود را بازیابی نماید.

٥- حالت ٢٧: کشور آبی و کشور قرمز هر دو اقدام به حملات هوایی علیه مراکز فرماندهی و کنترل یکدیگر می‌کنند. درعین‌حال کشور قرمز از بمب‌های گرافیتی نیز استفاده می‌کند. در این حالت با توجه به تاکتیکی بودن فرماندهی جنگنده‌های کشور آبی می‌تواند بخشی از خسارات وارده بر کشور آبی را جبران و کشور قرمز را مجبور به توقف عملیات نماید.

٦- حالت ١٤: کشور قرمز با اختلال در **GPS** به اهداف خود می‌رسد درحالی‌که کشور آبی اقدام به حرکت مناسبی نمی‌کند. در این حالت بخشی از توانمندی‌های کشور آبی از کار میفتد ولی ازآنجاکه خسارت جبران‌ناپذیری بر کشور آبی وارد نشده و قابلیت ترمیم دارد و همچنین در سال‌های اخیر اقدام به سامانه‌های مستقل از **GPS** نموده می‌تواند قابل‌تحمل باشد. همچنین سایر سامانه‌های ناوبری مانند **Galileo**،**Beidou**،**GLONASS** می‌توانند در مواقع بحران بخشی از این خسارات را جبران نمایند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده همان‌طور که شکل ١٢ نشان می‌دهد، وضعیت‌های ٦ و ١٤ با تعداد بیشتری از مفاهیم پایداری به‌عنوان وضعیت تعادل شناخته می‌شوند؛ که با توجه به قرائن و شواهد می‌توان انتظار داشت که احتمال وقوع حالت ١٤ و ٦ از سایر وضعیت‌های تعادل بیشتر باشد.

١٠. نتیجه‌گیری

در پایان این تحقیق بررسی می‌کنیم که نتایج و خروجی‌های این تحقیق می‌تواند چه دستاوردها و نتایجی را نصیب کشور و جامعه بهر برداران گرداند:

١- یکی از اهداف این پژوهش این بود که ما بتوانیم رفتار گروه‌ها و دولت‌ها را در یک جنگ فرماندهی و کنترل تخمین بزنیم و با توجه به داده‌های مسئله و استفاده از

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

ابزار پیشرفته نظریه بازی‌ها اقدامات طرفین را حدس زده و پس از بررسی میزان اثرگذاری هرکدام از ترجیحات طرفین، اتفاقات هنگام درگیری را پیش‌بینی نماییم تا بتوانیم برای تصمیم سازان کشور تصویری از اقداماتی که از هم‌اکنون باید شروع نمایند را، ترسیم نماییم.. در حقیقت استفاده از نتایج این نوع تحقیقات تأثیر مستقیمی در طراحی سناریوهای مقابله با دشمن یا رقیب خواهد داشت.

نتایج این تحقیق در بخش کاربردی عملیات ها اثر گذار است. این تحقیق اهمیت کاربرد سامانه‌های اختلال‌گر برد بلند لینک‌های ارتباطی در جنگ‌های امروزی را به ما نشان داد. ساخت سامانه‌هایی از این جنس که بتواند در قدرت تصمیم‌گیری و انتقال اطلاعات آنلاین دشمن تأثیرگذار باشد، می‌تواند در زمان بحران اثری همانند سامانه‌های موشکی و ضد موشکی داشته باشد و دشمن به دلیل هزینه‌بر بودن جنگ از ادامه آن صرف‌نظر کند. همچنین استفاده هم‌زمان اختلال الکترونیک از طرف ما و حمله سایبری از طرف کشور رقیب می‌تواند بجای صرف هزینه‌های کلان و آوردن نیروها، زرم ناوها و ناوشکن‌های غول‌پیکر خود به منطقه و صرف میلیون‌ها دلار با استفاده از عملیات سایبری به اهداف خود دست پیدا کند. از دیگرنتایج این تحقیق این است که رادار همچنان به‌عنوان چشم بینای جنگنده‌های می‌تواند پاشنه آشیل دشمن باشد. ت علی‌رغم پیشرفت روزافزون رادارها و ایجاد پیچیدگی پالسی و روش متنوع ارسال سیگنال کماکان می‌توان اختلال‌گرهایی تولید کرد که عملکرد وحشیانه جنگنده‌های دشمن را با مشکل مواجه کند. نکته مهم هزینه بسیار پایین تولید این سامانه در مقایسه با خسارت وحشتناکی است این جنگنده‌های می‌توانند برای کشور ایجاد نمایند. اهمیت پدافند غیرعامل در ساخت نیروگاه‌های برق بسیار ضروری می‌باشد. استفاده از بمب‌های گرافیتی و انجام هم‌زمان اختلال در **GPS** می‌تواند یکی از گزینه‌های رقیب برای وادار کردن کشور آبی خواسته‌های خود باشد. همچنین از تحلیل وضعیت های تعادل میتوان فهمید که انتخاب گزینه کاملاً سخت همچنان یکی از گزینه‌های اصلی رقبا می‌باشد. به عبارتی هر دو رقیب تصمیم می‌گیرند مغزهای فرماندهی دو کشور را تخریب فیزیکی نمایند. با توجه به حضور تعداد بسیار زیاد جنگنده کشور قرمز در کنار کشور آبی جمع نقاط مثبت و منفی این روش، تحلیل نظری بازی دیگری می‌طلبد که محققین می‌تواند به آن بپردازند.یکی دیگر از نقاط تعادل اختلال در لینک‌های ناوبری مانند **GPS** می‌باشد. استفاده از این لینک‌ها در گروه آبی وابستگی زیادی ایجاد کرده و ازآنجایی‌که خدمات‌رسانی عمومی **GPS** تابه‌حال برقرار بوده است، اختلال آن در زمان جنگ می‌تواند معادلات را برهم بزند در پایان متذکر میشود ،یکی از محدودیت‌هایی که در این پژوهش وجود دارد، دسترسی به منابع محرمانه دولت‌های موردنظراست، چراکه ممکن است آن‌ها ابزارهایی را برای شرایط خاص تهیه‌کرده باشند ولی به‌صورت مقاله و یا محصول رونمایی نکرده باشند. این موضوع می‌تواند درنتیجه بحث‌ها و تحلیل‌ها اثرگذار باشد لذا می‌توان گفت با داشتن اطلاعات وسیع‌تر و کامل‌تر و نیز داشتن شبیه‌سازهای موردنیاز که از دیگر موانع این نوع تحقیقات است، می‌توان نتایج بهتر و دقیق‌تری را استنتاج کرد. لازم به ذکر است با ترکیب حالت‌های دیگر جنگ مانند جنگ شبکه‌ای یا جنگ الکترونیک می‌تواند نتایج متفاوت‌تری را در برداشته باشد.

۱۱. مراجع (References)

[۱] ادوارد والتز، جنگ اطلاعات و اصول عملیات، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع ۱۳۹٤

[۲] عباسی، م.شیخ محمدی، م.غیوری ثالث، م.(۱۳۹٦)، مدل‌سازی و تحلیل راهبردی مناقشه نویسندگان بدافزار و تحلیلگران سامانه‌های امنیتی با استفاده از نظریه بازی، فصلنامه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۷، شماره ۲۳

[۳] یادبروقی، ع؛ و یادبروقی م. **(1391)**، پارادایم‌های حاکم بر نبردهای نوین دریایی، اولین اجلاس ملی علوم، فناوری و سامانه‌های مدیریت نبرد دریایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

[4] Brams, S. J., & Mattli, W. 1993. “Theory of moves: overview and examples”. Conflict Management and Peace Science, 12 (2), 1-39.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]

[5] Brams, S. J., & Wittman, D. 1981. “Nonmyopic equilibria in 2× 2 games”. Conflict Management and Peace Science, 6(1), 39-62.

[6] Takahashi, M. A., Fraser, N. M., & Hipel, K. W. 1984. “A procedure for analyzing hypergames”. European Journal of Operational Research, 18(1), 111-122.

[7] Zagare, F. C. 1984. “Limited-move equilibria in 2× 2 games”. Theory and Decision, 16(1), 1-19

[8] Sheikhmohammady, M., Bitalebi, H., Moatti, A., & Hipel, K. W. 2013, “Formal Strategic Analysis of the Conflict over Syria”. Paper presented at the 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.

[9] Sheikhmohammady, M., Hipel, K. W., Asilahijani, H., & Kilgour, D. M. 2009. “Strategic analysis of the conflict over Iran's nuclear program”. Paper presented at the Systems, Man and Cybernetics, 2009. SMC 2009. IEEE International Conference on.

[10] Fang, L., Hipel, K. W., & Kilgour, D. M. 1993. Interactive decision making: The graph model for conflict resolution (Vol. 3): John Wiley & Sons.

[11] Fraser, N. M., & Hipel, K. W. 1984. Conflict analysis: models and resolutions (Vol. 11): North-Holland.

[12] Howard, N. 1971. “Paradoxes of Rationality: Theory of Metagames and Political Behavior”, MIT Press.

[13] Howard, N. 1987. “The present and future of metagame analysis”. European Journal of Operational Research, 32(1), 1-25.

[14] Howard, N. 1994. “Drama theory and its relation to game theory”. Part 1: dramatic resolution vs. rational solution. Group Decision and Negotiation, 3(2), 187-206.

[15] Ziming Zhu, D. Marc Kilgour, and Keith W. Hipel, Fellow, IEEE.2018“A New Approach to Coalition AnalysisWithin the Graph Model”. IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS: SYSTEMS. 2168-2216

[16] Jing Yu, Keith W. Hipel, Fellow, IEEE, D. Marc Kilgour, Liping Fang, Fellow, IEEE, and Kedong Yin.2019“Graph Model under Unknown and Fuzzy Preferences”. IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS. DOI 10.1109/TFUZZ.2019.2905222

[17] Neng-Jing, L., Yi-Ting, Z.: ‘A survey of radar ECM and ECCM’, IEEETrans. Aerosp. Electron. Syst., 1995, 31, (3), pp. 1110–1120

[18] Fu, L., Wang, X.: ‘The analysis of differential games theory and present status’. Int. Conf. on Intelligent Control and Information Processing Dalian China, August 2010, pp. 290–294

[19] Vakin, S.A., Shustov, L.N., Dunwell, R.H.: ‘Fundamentals of electronic warfare’ (Artech House, 2001).

[20] MacKenzie, A.B., Wicker, S.B.: ‘Game theory in communications motivation, explanation, and application to power control’. Global Telecommunications Conf. 2001, GLOBECOM ’01 IEEE, 25–29 November 2001, vol. 2, pp. 821–826.

[21] Smith, J.F.: ‘Decision support for rule and technique discovery in anuncertain environment’. ISIF, 2002, vol. 1, pp. 80–87

[22] Slater, D., Tague, P., Poovendran, R.: ‘A game-theoretic framework for jamming attacks and mitigation in commercial aircraft wireless networks’. AIAA Infotech@Aerospace Conf., 2006, pp. 1–8

[23] Jormakka, J., Mo¨lsa¨, J.V.E.: ‘Modeling information warfare as a gameJ. Inf. Warf., 2005, 4, (2), pp. 12–25.

[24] G. Chen, D. Shen, C. Kwan, J. B, C. Jr, “Game Theoretic Approach to Threat Prediction and Situation, JOURNAL OF ADVANCES IN INFORMATION FUSION VOL. 2, NO. 1 JUNE 2007.

[25] A. Deligiannis, G. Rossetti, A. Panoui, S. Lambotharan J. A. Chambers. 2016, “Power Allocation Game Between a Radar Network and Multiple Jammers”. 2016 IEEE Radar Conference (RadarConf), 978-1-5090-0863-6/16.

[Downloaded from mail.ic4i-journal.ir on 2026-06-23]