Archive of SID

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۱۷
پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳

فصلنامهٔ مدیریت نظامی
سال نوزدهم، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸
ص‌ص ۱۳۳- ۱۶۷

الگویی برای برنامه‌ریزی اعزام و استقرار تحرکات نیروهای نظامی زمینی بر اساس شدت بحران‌های رخ داده

غلامحسین سلیمانی[۱] سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی[۲] مقصود امیری[۳] محسن مرادیان[۴]

چکیده

امروزه یکی از الزامات در جنگ‌های نوین، توان جابه‌جایی سریع و هدفمند نیروهای رزمی است. با توجه به شکل‌گیری پدیده جدید جنگ‌های ترکیبی و تغییر شدید صحنه‌های نبرد کنونی و لزوم ورود به رویکرد جدید عملیاتی، تحرک، چابکی، چالاکی و جابه‌جایی سریع یگان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین واحدهایی که در شرایط مساوی دارای تحرک بالاتری هستند، کارآمدتر خواهند بود. ازاین‌رو پژوهش پیش رو به ارائه یک الگو برای تحرکات نظامی بر پایه مبانی تحقیق در عملیات پرداخته است. در این مطالعه سناریوهای مختلف برای بروز جنگ و در پی آن تحرکات نظامی بررسی شده و برای دو سناریو مدل‌سازی ریاضی بر پایه زنجیره تامین توسعه شده است. در این مدل‌های ریاضی چند هدفه، هدف اصلی، رسیدن به مقصد با کمترین تأخیر و هدف جانبی کمینه کردن هزینه‌های کل می‌باشد. مسئله پیش رو با استفاده از نرم افزار حل مسائل تحقیق در عملیات به نام GAMS حل و درستی عملکرد آن اثبات شد. در پایان، با استفاده از یک مثال، نتایج محاسباتی این مسئله مورد ارزیابی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تحرک، بحران، تخصیص، نیروی نظامی، زنجیره تامین

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران(نویسندهٔ مسئول *a.khatami@atu.ac.ir*)
۳. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۴. استادیار دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

همان‌طور که از عنوان پژوهش مشخص است، برنامه‌ریزی اعزام و استقرار تحرکات زمینی به معنی بارگیری تجهیزات، ادوات نظامی و نیروهای انسانی از پایگاه‌های نظامی و ارسال آنها به سمت نقاط بحرانی و استقرار آنها در این نقاط می‌باشد. این تحرکات بر اساس مطالعات پیشین به ۳ بخش تقسیم می‌شوند: تاکتیکی، عملیاتی، استراتژیکی. تحرک تاکتیکی معمولا به عنوان توانایی حرکت یگان نظامی در زیر آتش دشمن تعریف می‌شود. تحرک عملیاتی به عنوان توانایی حرکت و جابه‌جایی نیروها و تجهیزات و مواد به نقطه نهایی نبرد (خط مقدم) تعریف می‌شود. تحرک استراتژیک، توانایی حرکت ارتش به منطقه عملیات است.

هرمان در سال ۱۹۷۲ در کتاب «بحران‌های بین‌المللی»، با لحاظ کردن سه عامل «شدت تهدید»، «تداوم زمانی» و «درجه آگاهی»، بحران‌ها را به ۱- بحران‌های شدید، ۲- بحران‌های نوظهور بدعتی؛ ۳- بحران‌های کند (بطئی)؛ ۴- بحران‌های ویژه (موردی)؛ ۵- بحران‌های انعکاسی، ۶- بحران‌های برنامه‌ای (عمدی)؛ ۷- بحران‌های عادی؛ و ۸- بحران‌های اداری تقسیم و طبقه‌بندی نموده است. در جدول یک، این نوع بحران‌ها، نوع تهدید، زمان، و درجه آگاهی آن به نمایش گذاشته شده است.

جدول ۱: تقسیم‌بندیِ نوع بحران بر اساس نوع تهدید، زمان تصمیم‌گیری و درجه آگاهی

نوع بحران	تهدید	زمان تصمیم‌گیری	درجه آگاهی
۱- بحران شدید	شدید	کم	غافلگیری
۲- بحران‌های نوظهور بدعتی	شدید	طولانی	غافلگیری
۳- بحران‌های کند (بطئی)	خفیف	کم	غافلگیری
۴- بحران‌های ویژه (موردی)	خفیف	کم	غافلگیری
۵- بحران‌های انعکاسی	شدید	کم	پیش‌بینی شده
۶- بحران‌های برنامه‌ای (عمدی)	شدید	طولانی	پیش‌بینی شده
۷- بحران‌های عادی	خفیف	طولانی	پیش‌بینی شده
۸- بحران‌های اداری	خفیف	کم	پیش‌بینی شده

هر یک از این شرایط موجود در جدول۱ را می‌توان به عنوان یک سناریو برای ساخت مدل‌های ریاضی یا مفهومی در نظر گرفت. با توجه به ویژگی‌های موجود در هر یک از شرایط بحرانی بایستی برای تصمیم‌گیری روش مخصوص به خودش را در نظر گرفت. در این مطالعه ما دو **وضعیت**

www.SID.ir

Archive of SID

انعکاسی و **وضعیت بحرانی شدید**، به منزله دو سناریوی متفاوت برای رخ داد بحران‌ها در نظر گرفته شده است. تفاوت این دو وضعیت در قابل پیش‌بینی بودن حادثه و یا غافلگیر کردن آن است. با استناد به این ویژگی و شرایط پیش آمده در پی آن، برای هر یک از این دو وضعیت مدل ریاضی طراحی و ساخته شده است که در ادامه به تفصیل به شرح آن خواهیم پرداخت.

مرور ادبیات

موسوی در سال ۱۳۹۲ در تحقیقی با عنوان «تعیین نزدیک‌ترین مسیر حمل و نقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از جی‌ای اس» با نگاه به موضوع لجستیک در نیروهای مسلح از زوایای مختلف، بازتاب‌های گوناگونی دارد، یکی از اهدافی که می‌شود برای لجستیک در نظر گرفت و همه دانشمندان و دولت‌ها به طور خاص و عام آن را پذیرفته‌اند، پشتیبانی عمومی و اختصاصی از سازمان است. یک سازمان برای بقای خود قاعدتاً باید به مدیریت لجستیک خود نگاه کند. مجموعه نیازهای عمومی و اختصاصی به پشتیبانی در نیروهای مسلح نیز از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. تعریف حفظ آمادگی سازمان هم در اذهان مختلف متفاوت است ولی نوعاً نگاه لجستیک به آمادگی سازمان، بهنگام بودن و آماده بودن همه سیستم‌ها(سامانه‌ها) در حد نیاز برای اجرای عملیات است.

مهمترین مسئله در امر لجستیک نیروهای نظامی، داشتن سرعت عمل در ارسال و تدارک آنها در منطقه عملیات است. در این پژوهش که به مورد مطالعاتی ما نیز نزدیک می‌باشد، به بررسی حمل و نقل یگان‌های نظامی پرداخته شده است؛ با این تفاوت که در پژوهش آنها از مدل تاپسیس و استفاده از ترکیب داده‌های نظامی و جزئیات مسیر با علم سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است، در صورتی که در این پژوهش تکیه بیشتر بر روش‌های سنتی و روی زمان و کوتاهی مسیر است.

جعفری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان «طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون»، با طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون مرکب از ابعاد مشتری‌مداری، انعطاف پذیری، واکنش سریع و فناوری می‌باشد. که در شکل ۱، ساختار آن نشان داده شده است.

---

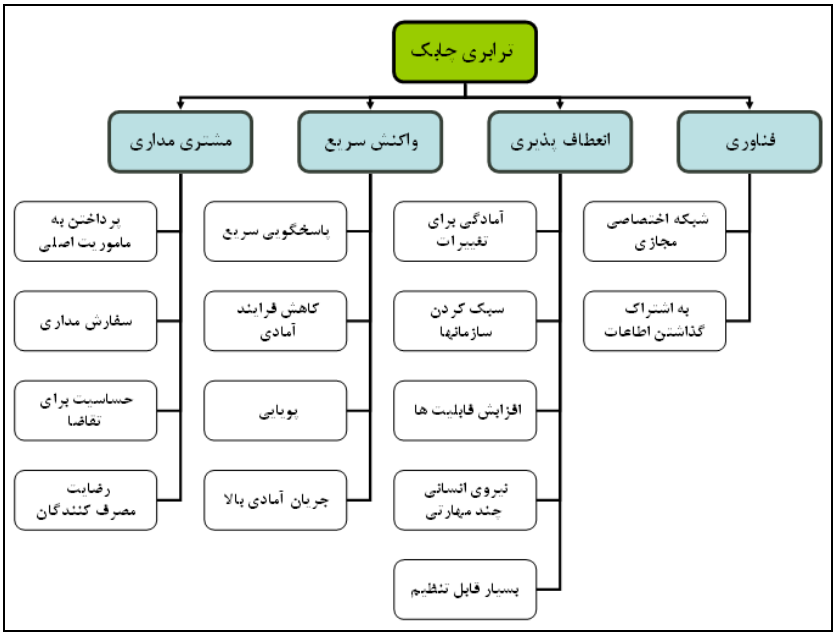
[1]. Geographic Information System

www.SID.ir

Archive of SID

نصرت پناه (۱۳۹۳) در تحقیقی با عنوان «طراحی و تبیین الگوی راهبردی نظام فرماندهی ترابری و تحرک جاده‌ای در سپاه پاسداران»، با دست‌یابی به کارایی اولویت اول، دست‌یابی به اثربخشی در تحقق اهداف ترابری کالا اولویت دوم و در اولویت سوم دست‌یابی به رضایت مندی ذینفعان راهبردی سازمان و خدمات گیرندگان خاص و عام سازمانی از خدمات ترابری سازمان قرار دارد.

الگوی نظام فرماندهی و مدیریت ترابری کالا در سازمان مرکب از ابعاد، ورودی‌های نرم و سخت، فرایندهای نظام شامل فرایندهای مدیریتی، فرایندهای پشتیبانی نرم و سخت، فرایندهای اصلی و محوری و ماموریتی ترابری شامل بارگیری و تحویل کالا در پایانه‌های مبادی کالا، ترابری و جابه‌جایی کالا در طول مسیر تعیین شده با کوتاه‌ترین راه و ایمن‌ترین شرایط و تحویل و تخلیه کالا در پایانه‌های مقاصد کالا، با زیر نظام خروجی‌ها، دست‌یابی و تامین کارایی، اثربخشی و رضایت مندی ذینفعان و خدمات گیرندگان خاص و عام می‌باشد.



شکل ۱: الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون(جعفری،۱۳۹۲)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲: اهم مقالات فارسی در حوزه تحرکات نظامی

ردیف	عنوان	محققان و مجلات
۱	متحـــرک‌سازی اقلام نظامی نیروی زمینی	ویژه نامه تخصصی سازمان تحقیقات وجهاد خودکفایی نزسا ۱۳۸۹
۲	متحـــرک‌سازی اقلام غیر سرمایه ای	ویژه نامه تخصصی سازمان تحقیقات وجهاد خودکفایی نزسا ۱۳۸۹
۳	تعیین نزدیک‌ترین مسیر حمل ونقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از GIS با نگاه به موضوع لجستیک در نیروهای مسلح	سید مصطفی موسوی ۱۳۹۲
۴	طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون، با طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون مرکب	احمد جعفری ۱۳۹۲
۵	طراحی و تبیین الگوی راهبردی نظام فرماندهی ترابری و تحرک جاده‌ای در سپاه پاسداران	سیاوش نصرت پناه ۱۳۹۳
۶	ارتقای تحرک خودروهای چرخدار نزاجا	منصور کرباسی ۱۳۹۳
۷	بررسی رویه تحرک نوین مبتنی بر نیاز عملیاتی و مقدورات آمادی	منصور کرباسی ۱۳۹۳
۸	آسیب‌شناسی تحرک یگان‌های نیروی زمینی و راهبردهای ارتقای تحرک نزاجا	کیومرث حیدری در سال ۱۳۹۴

شانک[۱] و همکاران (۱۹۹۱) و مـک کینـزی و بـارنس[۲] (۲۰۰۳) تعـدادی از مـدل‌های حمل‌ونقـل نظامی را مرور کرده‌اند. هر دو بر این نکته تأکید می‌کنند که مسئله اصلیِ مغفول مانده در ایـن مدل‌ها استفاده از روش‌های پیشرفته بهینه‌سازی برای تخمینِ زمانِ عملِ اعزام و استقرار نیروها است. همچنین، الگوریتم‌های بهینه‌سازی قدیمی بی‌اثر بوده و عمدتاً از روش‌های ساده و بی‌اثـر برای پیدا کردن راه‌حل استفاده می‌شود. نمونه‌ای دیگر از این مطالعات مروری بر اسـتراتژی‌های

۱. Schank
۲. McKinzie and Barnes

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های تحرک و تحلیل آن‌ها به بررسی سیستم پیچیده انتقال نیروهای نظامی از ایالات متحده آمریکا به محل نبرد و نحوه حمایت از این یگان‌ها پرداختند. شانک و همکارانش در تحقیقات خود به این موضوع اشاره کرده‌اند که در حال حاضر سیستم‌های موجود در ایالات متحده امریکا دچار مشکل در فرایند فهمیدن این مدل‌ها هستند. مدل‌های ارائه شده توسط آن‌ها از نظر زمانی به سه دسته تقسیم می‌شود:

۱. مدل‌های بلندمدت که به تامین منابع لازم برای جابه‌جایی یک یگان می‌پردازد
۲. مدل‌های تعمدی که در میان‌مدت که شامل توسعه و تحلیل برنامه زمان‌بندی هستند.
۳. مدل‌های بحران که در کوتاه‌مدت و در زمان وقوع بحران قابل انجام هستند.

آن‌ها در پژوهش خود، مدل‌های نوع اول را که مربوط به تامین منابع برای برنامه‌ریزی دراز مدت است مورد بررسی قرار دادند. از نظر آن‌ها مهم‌ترین محدودیت‌های مطالعات انجام شده در زمینه جابه‌جایی نیروهای نظامی مربوط به تابع هدف است؛ زیرا تابع هدف تنها می‌تواند نقش هزینه را ببیند و تبدیل زمان به هزینه در همه جا نتیجه مناسبی نمی‌دهد. مدل پیشنهادی آن‌ها شامل مراحل مختلفی است که مهم‌ترین این مراحل عبارتند از: ترکیب اطلاعات داده‌های ورودی شامل محموله‌ها، بنادر، شناسایی مسیرها بین دو نقطه، شبیه‌سازی حرکت خروجی داده‌ها به صورت متن و تصویر، ترکیب اطلاعات ورودی، جمع‌آوری اطلاعات سیستم‌های حمل و نقل، انتخاب شیوه‌های سفر برنامه زمان‌بندی برای محموله‌ها، اولویت‌بندی داده‌های محموله‌ها و تصحیح.

مطالعه‌ای دیگر مربوط به فرایند یک‌پارچه‌سازی اقدام برای جابه‌جایی بین گروه‌های مختلف و همچنین نحوه حرکت، شرح وظایف گروه‌های درگیر در جابه‌جایی، اقدامات پیش‌از اعزام و پیش از بازگشت نیروها و مروری بر اعزام و بازگشت نیروها است. در این گزارش که مربوط به عملیات اعزام و بازگشت نیروهای نظامی ایالات متحده امریکا است، سعی شده تا اصول برنامه‌ریزی و اجرای عملیات استقرار و نقل و انتقال فراهم شود. بحث هماهنگی و شرح وظایف گروه‌های مختلف در هنگام اجرای عملیات مهم‌ترین هدف این مطالعه است. در این مطالعه مدل یا اقداماتی برای جابه‌جایی نیروها معرفی نشده است و تنها به دید امکان‌سنجی انجام

www.SID.ir

Archive of SID

جابه‌جایی پرداخته شده است (استاکر[۱] و همکاران،۱۹۹۳).

مطالعه اکگون و تنسل[۲] یکی از معدود مطالعاتی که در آن مدل پیشنهادی ارائه شده است. هدف آن‌ها جابه‌جایی یگان‌های نظامی در زمان صلح با کمترین هزینه است. ویژگی مدل پیشنهادی در این مطالعه این است که همزمان با حل مسئله تخصیص ترافیک به بررسی مسئله اعزام و استقرار پرداخت شده است. انجام همزمان این دو مسئله باعث افزایش پیچیدگی‌های این مسئله گردیده است. به علت پیچیدگی‌های مسئله، محققان برای حل مسئله بهینه‌سازی از روش شاخه و کرانه استفاده نمودند که این روش باعث افزایش زمان حل می‌شود.

همچنین جون[۳](۲۰۰۴) از الگوریتم مورچگان ترکیبی مسیریابی برای لجستیک نظامی استفاده کرده است. با هدف غلبه بر معایب پیچیدگی زمانی در مورد الگوریتم مورچه‌ها، این مطالعه در نظر داشته الگوریتم مختلط مورچه‌ها را برای حل مساله مسیریابی و توزیع تدارکات که می‌تواند راه حل برای بار دوم بهینه‌سازی کند و در عمل راه حلی مناسب داشته باشد، استفاده کند .این الگوریتم برای حل مساله ی مورد نظر موثر عمل می‌کند و توسط تعدادی آزمایش ارائه شده در این مطالعه به اثبات رسیده است.

جیان جون[۴] (۲۰۱۱) مسیریابی بهینه‌سازی برای توزیع فیزیکی بر اساس الگوریتم کلونی مورچه با کاربرد نظامی مورد بررسی قرارداده است. به منظور بهبود بهره‌وری بهینه‌سازی مسیریابی توزیع فیزیکی، الگوریتم کلونی مورچه برای الگوریتم توزیع لجستیک و بهینه‌سازی مسیریابی ارائه شده است. در مرحله اول، مدل ریاضی بهینه‌سازی مسیریابی توزیع فیزیکی ساخته شده است و سپس از الگوریتم کلونی مورچه برای حل این مدل ریاضی استفاده شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم کلونی مورچه‌ها دارای توانایی بالا در پیدا کردن پاسخ جهانی است و سرعت جستجوی آن نیز زیاد است.

در سال‌های اخیر نیز مقالاتی چند از این دست پژوهش ارائه شده است. کو[۵] و مون[۶]

---

۱ Stucker
۲ Akgun and Tansel
۳ jone
٤ Jean jon
٥ Koo
٦ Moon

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۰۱۸) یک مدل ترکیبیِ خطیِ عدد صحیح برای کاهش زمان‌بندیِ مکان‌یابی مجدد واحدهای نظامی به منظور از سرگیریِ تامین نیروها تجهیزات و کالاهای نظامی و مکان‌یابیِ ایمن برای نیروهای حمایت‌کننده در زمان جنگ ارائه شده است. مدل ارائه شده توسط آنها کل ریسک حمل و نقل در زنجیره تامین نظامی را کمینه می‌کند. کل ریسک جابه‌جایی در زمان جنگ به شکل تقاضای برطرف نشده، مخاطات موجود در مکان‌های تحت حمایت و تعداد مکان‌یابی مجدد پایگاه‌ها و تسهیلات، تعریف شده است. روش حل ارائه شده توسط آنها نیز برپایه الگوریتم ژنتیک و با توسعه عملگرهای تقاطع و جهش برای حل بهتر مدل و رسیدن به جواب‌های بهینه یا نزدیک به بهینه، می‌باشد.

پژوهش دیگری در سال ۲۰۱۸ توسط فلچر[۱]عرضه شده است. فلچر در این پژوهش به ارائه و حل یک مدل ریاضی برای زنجیره تأمین نظامی برپایه برنامه‌ریزی خطی پرداخته است، که در آن سعی در بیشینه کردنِ برآورده شدن تمام تقاضاها، بازگشت به پایگاه اولیه و استفاده از تمام ظرفیت‌های کاروان ارسالی، داشته است. در مقابل سعی شده تا فاصله قابل پیمایش، ریسک در معرض خطر بودن سربازان و تعداد کاروان‌های ارسالی و همچنین هزینه‌های کل سفر نیز کمینه شوند.

مقاله دیگری توسط لی[۲]و کیم[۳]در سال ۲۰۱۸ تدوین شده است، که در آن مدلی به منظور پیش‌گویی تقاضا در سیستم لجستیک نظامی ارائه کرده‌اند. در مدل ارائه شده آنها از تکنیک‌های داده‌کاوی و استخراج متن برای پیش‌گویی تقاضا استفاده، شده است. از انتها با به نمایش گذاشتن جواب‌های به‌دست آمده از مدلشان، نشان دادند که روش ارائه شده‌ی آنها برای پیش‌گویی تقاضا، کارایی بیشتری از روش‌های فعلی موجود دارد.

جدول۳: اهم مقالات خارجی در حوزه تحرکات نظامی

ردیف	عنوان	محقق
۱	بررسی مدل‌های تحرک استراتژیک و تحلیل آنها	جان شنگ و همکاران(۱۹۹۱)

۱. Fletcher
۲. Lee
۳. Kim

www.SID.ir

Archive of SID

۲	تجربیات ارتش در طراحی آرایش قشون در عملیات سپر صحرا (جنگ خلیج فارس)	جیمز پی استاکر و همکاران (۱۹۹۳)
۳	مدلسازی و بهینه‌سازی تحلیل حمل‌ونقل: مطالعات بر روی نیازهای بهینه‌سازی	فان یانگ و همکاران (۱۹۹۶)
۴	مروری بر سیستم‌های حمل‌ونقل دفاعی تحت مدل‌های استراتژیک حرکت	کی مکنزی و جی دبلو بارنیکس(۲۰۰۴)
۵	بهینه‌سازیِ ملزوماتِ حمل‌ونقل در اعزام و آرایش واحدهای (یگان‌های) نظامی	ابراهیم اگن و همکاران (۲۰۰۷)
۶	مدلِ شبیه‌سازی برای موضع‌گیری و آرایش نیروهای نظامی	اگور یلدریم (۲۰۰۷)
۷	طراحی روش آزمایش برای مشکل برنامه‌ریزی استقرار (آرایش) نظامی	اگور یلدریم و همکاران (۲۰۰۸)
۸	یک مدل حرکتی جدید برای عملیات ارتشی با ردیابی‌های واقعی	هیون سو و همکاران(۲۰۱۰)
۹	عملیات آرایش قشون و استقرار مجدد نیروها	ژنرال کرتیس ام (۲۰۱۳)
۱۰	استراتژی تحرک روسیه در سال ۲۰۲۰	روگر ان مک درمون(۲۰۱۳)

جدول۴: اهم مقالات داخلی در حوزه تحرکات نظامی

ردیف	عنوان	محققین و مجلات
۱	متحرک‌سازی اقلام نظامی نیروی زمینی	ویژه نامه تخصصی سازمان تحقیقات وجهاد خودکفایی نزسا ۱۳۸۹
۲	متحرک‌سازی اقلام غیر سرمایه ای	ویژه نامه تخصصی سازمان تحقیقات وجهاد خودکفایی نزسا ۱۳۸۹
۳	تعیین نزدیک‌ترین مسیر حمل و نقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از GIS با نگاه به موضوع لجستیک در نیروهای مسلح	سید مصطفی موسوی ۱۳۹۲
۴	طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون، با طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون مرکب	احمد جعفری ۱۳۹۲
۵	طراحی و تبیین الگوی راهبردی نظام فرماندهی ترابری و	سیاوش نصرت پناه ۱۳۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

	تحرک جاده‌ای در سپاه پاسداران	
۶	ارتقای تحرک خودروهای چرخدار نزاجا	منصور کرباسی ۱۳۹۳
۷	بررسی رویه تحرک نوین مبتنی بر نیاز عملیاتی و مقدورات آمادی	منصور کرباسی ۱۳۹۳
۸	آسیب‌شناسی تحرک یگانهای نیروی زمینی و راهبردهای ارتقای تحرک نزاجا	کیومرث حیدری در سال ۱۳۹۴

روش پژوهش

سناریوی اول

با توجه به جدول ۱، وضعیت انعکاسی که در آن تهدیدات شدید زمان‌ها کوتاه و حوادث قابل پیش‌بینی هستند؛ در این وضعیت هنوز جنگ یا تعرضی به خاک میهن رخ نداده است. در چنین حالتی تصمیم‌گیران باید از قبل، خودشان را برای مواجهه با چنین بحرانی آماده کرده باشند تا بتوانند در زمان کوتاه تصمیم‌های لازم را بگیرند. این سناریو به این صورت است تعدادی پایگاه اولیه به عنوان محل نگهداری نیروها و تجهیزات نظامی در سرتاسر منطقهٔ مد نظر قرار دارند و در مواقع بحرانی و وابسته به میزان نیروی مورد نیاز برای رفع بحران و توانایی برطرف کردن آن توسط پایگاه‌های اولیه، نیروها پس از بارگیری به سمت نقاط بحرانی حرکت می‌کنند. نیروها، تجهیزات و جنگ افزارها پس از ارسال از پایگاه‌های اولیه و قبل از حمله به نیروهای دشمن بایستی در یک سری نقاط در نزدیکی بحران مستقر شوند که به این نقاط پایگاه‌های بحرانی گفته می‌شود. بعد از استقرار حرکت نیروها به سمت خط مقدم بحران برای مقابله اصلی با دشمن آغاز می‌شود. در طول این فرآیند زمان‌های بارگیری، پیمایش مسیرها و استقرار نیروها و تجهیزات به عنوان هدف اصلی و هزینه‌های این تحرک به عنوان هدف جانبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای این سناریو دو حالت از سه حالت تحرکات زمینی نیروهای نظامی در نظر گرفته شده است. در شکل ۲ شمای کلی از مسئله برای سناریوی اول به نمایش گذاشته شده است.

شدت بحران در سناریوی اول

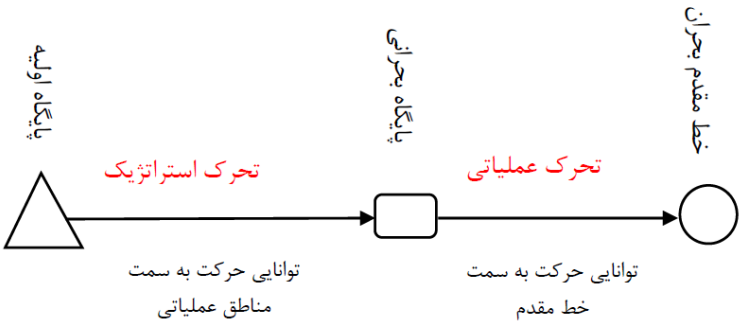
در این پژوهش مفهومی به اسم شدت بحران برای نقاط بحرانی تعریف شده است. در سناریوی اول، شدت بحران مد نظر به عواملی چون احتمال بروز جنگ در نقاط مورد بررسی، جمعیت ساکن در محل‌هایی که احتمال وقوع جنگ در آن منطقه وجود دارد و تعداد تسهیلات

www.SID.ir

Archive of SID

زیرساختی مهم موجود در محل مورد تاثیر بحران، بستگی دارد. برای محاسبه این معیار رابطه زیر در نظر گرفته شده است. در فرمول زیر که نمایانگر میزان شدت بحران در سناریوی اول مسئله است، war_r احتمال بروز جنگ یا بحران در نقطه r، pop_r میزان جمعیت ساکن در منطقه بحرانی و fac_r زیرساخت‌های مهم منطقه بحرانی r می‌باشد. حاصل‌ضرب احتمال بروز بحران در مجموع موزون جمعیت موجود و تسهیلات زیرساختی موجود در محل مورد تاثیر بحران احتمالی را شدت بحران می‌نامیم. برای وزن دهی هر یک از پارامترهای جمعیت و زیرساخت از نظرات خبره بهره می‌گیریم. با توجه به رابطه ۱، با افزایش جمعیت ساکن در منطقه بحرانی، زیرساخت‌های مهم آن منطقه و احتمال بروز حادثه در این منطقه شدت بحران در آن منطقه نیز افزایش خواهد یافت.

(۱)
$$\delta_r = war_r(\alpha pop_r + \beta fac_r)$$



شکل۲: جریان حرکت نیروها تا رسیدن به خط مقدم در سناریوی اول

۲) مجموعه‌ها و پارامترهای مسئله

مجموعه‌ها

مجموعه گره‌های پایگاه‌های اولیه	$s \in \{1,\ldots,S\}$
مجموعه پایگاه‌های بحرانی	$n \in \{1,\ldots,N\}$
مجموعه نقاط خط مقدم بحران	$r \in \{1,\ldots,R\}$

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه یگان‌های نظامی $p \in \{1,\ldots,P\}$

مجموعه دوره‌های زمانی $t \in \{1,\ldots,T\}$

مجموعه تمامی گره‌ها w

$s,n,r,i,j,k \in w$

پارامترها

cap_s^{pt}	تعداد نیروهای نوع p موجود در پایگاه اولیه s در دوره t
cam_n^{pt}	ظرفیت نگهداری نیروی نوع p در پایگاه بحرانی n در دوره t
d_r^{pt}	میزان تقاضای خط مقدم بحران r از نیروی نوع p در دوره t
TU_i^{pt}	زمان بارگیری نیروی نوع p در گره i در دوره t
TR_{ij}^{pt}	زمان سفر نیروی نوع p از گره i به گره j در دوره t
TD_j^{pt}	زمان تخلیه و استقرار نیروی نوع p در گره j در دوره t
UT_j^{pt}	بیشترین زمان رسیدن نیروی نوع p به گره j در دوره t که بعد از آن تاخیر رخ می‌دهد
OT_j^{pt}	حد بالای مجاز برای رسیدن نیروی نوع p به گره j در دوره t
CM_j^{pt}	هزینه نگهداری نیروی نوع p در گره j و در دوره t
CR_j^{pt}	هزینه ثابت جابه‌جایی و سفر نیروی نوع p به گره i در دوره t
CT_{ij}^{pt}	هزینه جابه‌جایی و استقرار نیروی نوع p بین گره‌های i و j در دوره t
α,β	اوزان جمعیت موجود در منطقه بحرانی و زیرساخت اساسی محل بحرانی
pop_j	میزان جمعیت در معرض خطر جنگ در نقطه j
fac_j	میزان تسهیلات و زیرساخت‌های اساسی در معرض خطر جنگ در نقطه j
war_j	احتمال بروز جنگ در نقطه j
M	یک عدد بزرگ
متغیرهای تصمیم	
X_{ij}^{pt}	تعداد نیروی نوع p که از گره i به گرهj در دوره t انتقال می‌یابد

www.SID.ir

Archive of SID

Y_{ij}^{pt}	نیروی نوع p که به گره j در دوره t تخصیص می‌یابد
IN_i^{pt}	تعداد نیروی نوع p که در دوره t در گره گره i باقی می‌مانند و نگهداری می‌شوند.

مدل ریاضی سناریوی اول

(۲

$$Z_1 = Min \sum_{i=1|i\neq j}^{w} \sum_{j=1|i\neq j}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} Y_{ij}^{pt} \left[\left(war_j \left(\alpha pop_j + \beta fac_j \right) \right) \times \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} - UT_j^{pt} \right) \right]$$

(۳

$$Z_2 = Min \sum_{i=1|i\neq j}^{w} \sum_{j=1|i\neq j}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} Y_{ij}^{pt} \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} \right)$$

(٤

$$Z_3 = Min \sum_{i=1}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} \left(IN_i^{pt} \times CM_i^{pt} \right) + \sum_{i=1|i\neq j}^{w} \sum_{j=1|i\neq j}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} \left(X_{ij}^{pt} \times CT_{ij}^{pt} \right) + \sum_{i=1|i\neq j}^{w} \sum_{j=1|i\neq j}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} \left(Y_{ij}^{pt} \times CR_j^{pt} \right)$$

www.SID.ir

Archive of SID

(۵

$$IN_j^{pt} = IN_j^{p(t-1)} + \sum_{i=1}^{w} X_{ij}^{pt} - \sum_{k=1}^{F} X_{jk}^{pt} \; ; \qquad \forall j \epsilon n, p, t$$

(۶

$$IN_j^{pt} \leq cam_j^{pt} \; ; \qquad \forall \; j \epsilon n, p, t$$

(۷

$$\sum_{j=1}^{w} X_{ij}^{pt} \leq cap_i^{pt} \; ; \qquad \forall \; i \epsilon s, p, t$$

(۸

$$\sum_{i=1}^{w} X_{ij}^{pt} = d_j^{pt} \qquad \forall \; j \epsilon r, p, t$$

(۹

$$\sum_{i=1}^{w} Y_{ij}^{pt} \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} \right) \leq OT_j^{pt} \quad ; \quad \forall \; j \epsilon r, p, t$$

(۱۰

$$X_{ij}^{pt} \leq M \times Y_{ij}^{pt} \qquad ; \qquad \forall \; i \epsilon w, j \epsilon w, p, t$$

(۱۱

$$\sum_{i=1 | i \neq j}^{w} \sum_{i=1 | i \neq j}^{w} \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} \right) \geq \sum_{j=1}^{w} UT_j^{pt} \quad ; \quad \forall \; i \epsilon w, j \epsilon w, p, t$$

(۱۲

$$X_{ij}^{pt}, IN_j^{pt} \geq 0 \qquad \forall \; i \epsilon w, j \epsilon w, p, t$$

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۳

$$Y_{ij}^{pt} \in \{۰,۱\} \qquad \forall i \epsilon w, j \epsilon w, p, t$$

تفسیر توابع هدف و محدودیت‌ها سناریوی اول

در مدل ارائه شده در این پژوهش، در رابطه شماره ۲ تابع هدف اول تاثیر تاخیر روی شدت بحران را کمینه می‌کند. تابع هدف ۳، زمان کل رسیدن را کمینه می‌کند. تابع هدف سوم، ۴ نیز هزینه کل جابه‌جایی و استقرار نیروهای نظامی را کمینه می‌کند. در محدودیت‌ها نیز محدودیت شماره ۵ میزان نیروهای نگهداری شده در یک دوره در پایگاه بحرانی را نمایش می‌دهد. محدودیت شماره ۶ تضمین می‌کند که میزان نیروهای نگهداری شده در پایگاه‌های بحرانی نباید از مقدار ظرفیت آن پایگاه‌ها بیشتر باشد. محدودیت شماره ۷ خاطر نشان می‌کند، میزان ظرفیت ارسال نیرو از طرف پایگاه اولیه به سمت نقاط بحرانی نباید بیشتر از ظرفیت آن پایگاه باشد. در محدودیت شماره ۸ میزان تقاضای نیرو توسط پایگاه بحرانی از پایگاه اولیه مشخص شده است. محدودیت شماره ۹ میزان حد بالا یا پنجره زمانی برای رسیدن نیروها به نقاط خط مقدم بحران مشخص می‌کند. محدودیت شماره ۱۰ نیز محدودیت تخصیص نیروها می‌باشد و بیان می‌کند زمانی که نیرو به مناطق بحرانی تخصیص یافت نیروها به تعداد مورد نیاز به آن نقطه ارسال گردد. محدودیت ۱۱ بیانگر این نکته است که بهترین حالت برای بهینه شدن مدل این است که میزان زمان رسیدن با میزان بیشترین زمان قبل از بروز تاخیر برابر باشد و در غیر این صورت تاخیر داشته باشیم. محدودیت‌های ۱۲ و ۱۳ نیز محدودیت‌های علامت مدل ارائه شده می‌باشند.

ویژگی‌ها و فرضیات مدل سناریوی اول

۱. مدل پیشنهادی یک مدل عدد صحیح خطی (MILP) است.
۲. پایگاه‌های اولیه محل استقرار اولیه نیروهای نظامی در نقاط غیر بحرانی است.
۳. پایگاه‌های بحرانی، پایگاه‌ها یا نقاط نزدیک به خط مقدم و حضور دشمن است و محل حضور و استقرار نیروها قبل از نبرد در خط مقدم هستند.
۴. خط مقدم بحران نقطه اصلی نبرد با دشمن متجاوز است.

www.SID.ir

Archive of SID

۵. محل شروع سفر در این سناریو پایگاه‌های اولیه و محل پایان یافتن سفرها نقاط خط مقدم بحران است.

۶. هر پایگاه نظامی با توجه به ظرفیت خود می‌تواند به چندین پایگاه بحرانی و خط مقدم بحران نیرو ارسال کند.

۷. در مسئله مورد مطالعه امکان ارسال چند نوع نیروی نظامی از یک پایگاه با اندازه‌های مختلف و سرعت‌های متفاوت در رسیدن به مقاصد متفاوت با توجه به ظرفیت موجود در هر پایگاه، وجود دارد.

۸. امکان نگهداری نیرو و تجهیزات نظامی در پایگاه‌های به منظور پشتیبانی و آمادگی بهتر برای دوره بعد وجود دارد.

۹. حد بالایی برای زمان رسیدن به پایگاه و خط مقدم وجود دارد؛ بدین منظور که نیروها تا حدی چابکی خود را افزایش دهند که از زمان جابه‌جایی آنها از حدی فراتر نرود.

۱۰. در دوره زمانی صفر در پایگاه‌های بحرانی نیرویی وجود ندارد.

۱۱. حرکت نیروها همواره به ترتیب از پایگاه اولیه به پایگاه بحرانی به خط مقدم است و حرکت مستقیم از پایگاه اولیه به خط مقدم یا بازگشت نیرو و بطور کلی تحرک غیر از سیستم ارائه شده در مدل مجاز نیست.

۱۲. در این سناریو نیروها اگر بعد از زمان مشخصی به محل بحرانی برسند، تاخیر در رسیدن صورت گرفته است.

۱۳. در این مطالعه با افزایش تاخیر در رسیدن به خط مقدم بحران، شدت بحران نیز افزایش پیدا می‌کند که به آن تاثیر تاخیر در شدت بحران می‌گوییم و به عنوان یک هدف در مسئله به کار رفته است.

۱۴. در این پژوهش مراحل ارسال نیرو به ترتیب: بارگیری، سفر بین گره‌ها و استقرار در گره‌ها می‌باشد.

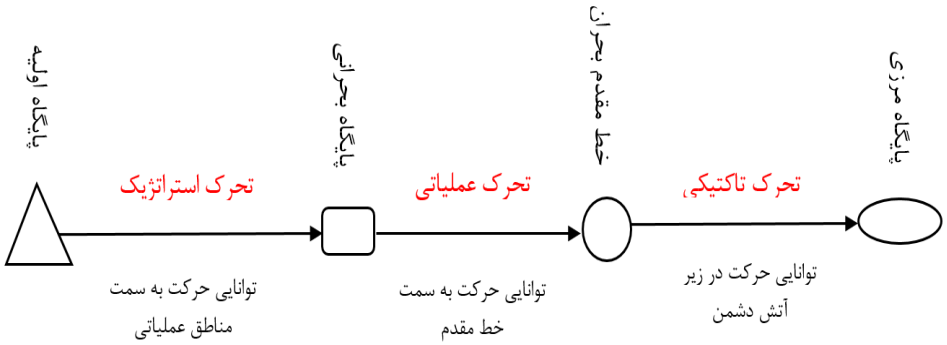
۱۵. میزان تقاضا برای ارسال نیروها و برآورد زمان بارگیری، سفر و استقرار نیروها در نقاط نیز با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری توسط خبره که در این مورد منظور از خبره، فرماندهان ارشد نیروی زمینی هستند، تعیین می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

سناریوی دوم

وضعیت کاملا بحرانی به عنوان سناریوی دوم مورد ارزیابی قرار گرفت که در آن تهدیدات شدید، زمان کوتاه و غافلگیری موجود است. مدیریت در چنین حالتی بیش از هر چیز به تجربه، مهارت، سرعت، هوشمندی، خلاقیت و موقعیت سنجی نیاز دارد. در این وضعیت، دیگر وقوع بحران را پیش‌بینی نمی‌کنیم؛ چرا که در این حالت بحران رخ داده است و با غافلگیری روبرو شده‌ایم. شکل مسئله و فرضیات آن تا جایی شبیه به سناریوی اول است ولی تفاوت‌های عمده‌ای هم در آن رخ داده است. اولین اتفاق، شدت بحران است که با دانستن محل‌های بحرانی و تعداد نیروهای دشمن که وارد مرزها شده‌اند، دیگر از روش احتمال بروز بحران استفاده نخواهیم کرد. یک سطح دیگر در این سناریو به نام پایگاه‌های مرزی به مدل اضافه شده است. نیروهای خودی تمامی فعالیت‌ها را طبق روش سناریوی اول پیموده و به منطقه خط مقدم بحران می‌رسند. وظیفه بعدی نیروها در خط مقدم، عقب راندن دشمن به سمت پایگاه‌های مرزی کشور به منظور خارج کردن آنها از خاک کشور است که طی این پیشروی زیر آتش دشمن، تعداد نیروها و تجهیزات هر کدام بسته به نوع درگیری و میزان نیروهای دشمن، با نرخ مشخصی در حال کاهش هستند. در این سناریو هر ۳ نوع تحرکات نظامی (تحرک استراتژیک، تحرک عملیاتی و تحرک تاکتیکی) در نظر گرفته شده است. شمای کلی تحرکات در بین سطوح سناریوی دوم در شکل ۳ قابل مشاهده است.



شکل۳. شبکه جریان تحرکات بین پایگاه ها و خط مقدم

www.SID.ir

Archive of SID

شدت بحران در سناریوی دوم

در این سناریو، چون از مرحله پیش‌بینی وقوع حادثه گذر کرده‌ایم و حادثه رخ داده است، پس روش سناریوی اول برای محاسبه شدت بحران در این سناریو کارساز نیست. در این وضعیت که بحران رخ داده است و ما از میزان نیروهای دشمن و نقاطی که در آن بحران رخ داده است آگاه هستیم. بنابراین مهم‌ترین عاملی که شدت بحران به آن بستگی دارد، میزان قوای دشمن EN_r یا میزان نیروهای وارد شده دشمن به مرزهای کشور است. از عوامل دیگر همچون سناریوی اول میزان جمعیت ساکن در محل منطقه بحرانی و زیرساخت‌های اساسی در این نقاط می‌تواند عوامل مهم موثر در میزان شدت بحران در نظر گرفته شود. جمع موزون این پارامترها به عنوان شدت بحران سناریو دوم در نظر گرفته شده است.

$$\delta'_f = \left(\alpha pop_r + \beta fac_r + \gamma EN_r\right) \qquad (۱۴$$

مجموعه‌ها و پارامترهای مسئله

مجموعه‌ها

مجموعه گره‌های پایگاه‌های اویله	$s \in \{1,\ldots,S\}$
مجموعه پایگاه‌های بحرانی	$n \in \{1,\ldots,N\}$
مجموعه نقاط خط مقدم بحران	$r \in \{1,\ldots,R\}$
مجموعه پایگاه‌های مرزی	$b \in \{1,\ldots,B\}$
مجموعه یگان‌های نظامی	$p \in \{1,\ldots,P\}$
مجموعه دوره‌های زمانی	$t \in \{1,\ldots,T\}$
مجموعه تمامی گره‌ها	w
	$s,n,r,i,j,k \in w$

پارامترها

تعداد نیروهای نوع p موجود در پایگاه اولیه s	cap_s^{pt}

www.SID.ir

Archive of SID

	در دوره t
cam_n^{pt}	ظرفیت نگهداری نیروی نوع p در پایگاه بحرانی n در دوره t
d_r^{pt}	میزان تقاضای خط مقدم بحران r از نیروی نوع p در دوره t
TU_i^{pt}	زمان بارگیری نیروی نوع p در گره i در دوره t
TR_{ij}^{pt}	زمان سفر نیروی نوع p از گره i به گره j در دوره t
TD_j^{pt}	زمان تخلیه و استقرار نیروی نوع p در گره j در دوره t
UT_j^{pt}	بیشترین زمان رسیدن نیروی نوع p به گره j در دوره t که بعد از آن تاخیر رخ می‌دهد
OT_j^{pt}	حد بالای مجاز برای رسیدن نیروی نوع p به گره j در دوره t
CM_j^{pt}	هزینه نگهداری نیروی نوع p در گره j و در دوره t
CR_j^{pt}	هزینه ثابت جابه‌جایی و سفر نیروی نوع p به گره i در دوره t
CT_{ij}^{pt}	هزینه جابه‌جایی استقرار نیروی نوع p بین گره‌های i و j و در دوره t
pop_j	میزان جمعیت در معرض خطر جنگ در نقطه j
fac_j	میزان تسهیلات و زیرساخت‌های اساسی در معرض خطر جنگ در نقطه j
EN_j	تعداد نیروها متخاصم دشمن در نقطه j
α, β, γ	اوزان جمعیت موجود در منطقه بحرانی، زیرساخت‌های اساسی محل بحرانی و تعداد نیروهای

www.SID.ir

Archive of SID

دشمن	
درصد نیروهای نوع p که بعد از جنگ با دشمن و بیرون راندن دشمن در نقطه j و دوره زمانی t باقی می‌ماند	a_j^{pt}
یک عدد بزرگ	M
متغیرهای تصمیم	
تعداد نیروی نوع p که از گره i به گرهj در دوره t انتقال می‌یابد	X_{ij}^{pt}
نیروی نوع p که به گره j در دوره t تخصیص می‌یابد	Y_{ij}^{pt}
تعداد نیروی نوع p که در دوره t در گره گره i باقی می‌مانند و نگهداری می‌شوند	IN_i^{pt}
میزان نیروی p باقی مانده پس از نبرد در گره j و در دوره t	g_j^{pt}

مدل ریاضی سناریوی دوم

(۱۵

$$Z_1 = Min \sum_{i=1|i\neq j}^{w} \sum_{j=1|i\neq j}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} Y_{ij}^{pt} \left[\left(EN_j + \alpha pop_j + \beta fac_j \right) \times \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} - UT_j^{pt} \right) \right]$$

(۱۶

$$Z_2 = Min \sum_{i=1|i\neq j}^{w} \sum_{j=1|i\neq j}^{w} \sum_{p=1}^{P} \sum_{t=1}^{T} Y_{ij}^{pt} \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} \right)$$

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۷

$$Z_{۲} = Min \sum_{i=۱}^{w} \sum_{p=۱}^{P} \sum_{t=۱}^{T} \left(IN_i^{pt} \times CM_i^{pt} \right) + \sum_{i=۱|i\neq j}^{w} \sum_{j=۱|i\neq j}^{w} \sum_{p=۱}^{P} \sum_{t=۱}^{T} \left(X_{ij}^{pt} \times CT_{ij}^{pt} \right) + \sum_{i=۱|i\neq j}^{w} \sum_{j=۱|i\neq j}^{w} \sum_{p=۱}^{P} \sum_{t=۱}^{T} \left(Y_{ij}^{pt} \times CR_j^{pt} \right)$$

(۱۸

$$IN_j^{pt} = IN_j^{p(t-۱)} + \sum_{i=۱}^{w} X_{ij}^{pt} - \sum_{k=۱}^{F} X_{jk}^{pt} \; ; \qquad \forall j \epsilon n, p, t$$

(۱۹

$$IN_j^{pt} \leq cam_j^{pt} \; ; \qquad \forall j \epsilon n, p, t$$

(۲۰

$$\sum_{j=۱}^{w} X_{ij}^{pt} \leq cap_i^{pt} \; ; \qquad \forall i \epsilon s, p, t$$

(۲۱

$$\sum_{i=۱}^{w} X_{ij}^{pt} = d_j^{pt} \qquad \forall j \epsilon r, p, t$$

(۲۲

$$\sum_{i=۱}^{w} Y_{ij}^{pt} \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} \right) \leq OT_j^{pt} \quad ; \quad \forall j \epsilon r, p, t$$

(۲۳

$$X_{ij}^{pt} \leq M \times Y_{ij}^{pt} \quad ; \quad \forall i \epsilon w, j \epsilon w, p, t$$

(۲۴

$$\sum_{i=۱|i\neq j}^{w} \sum_{i=۱|i\neq j}^{w} \left(TU_i^{pt} + TR_{ij}^{pt} + TD_j^{pt} \right) \geq \sum_{j=۱}^{w} UT_j^{pt} \quad ; \quad \forall i \epsilon w, j \epsilon w, p, t$$

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۵
$$\sum_{j=1}^{B\epsilon w} Y_{ij}^{pt} = 1 \quad ; \quad \forall j\epsilon r, p, t$$
(۲۶
$$g_j^{pt} = \sum_{i=1}^{w} Y_{ij}^{pt} \times d_i^{pt} \times a_j^{pt} \quad \forall j\epsilon b, p, t$$
(۲۷
$$\sum_{i=1}^{w} X_{ij}^{pt} = g_j^{pt} \quad \forall j\epsilon b, p, t$$
(۲۸
$$X_{ij}^{pt}, IN_j^{pt} \geq 0 \quad \forall i\epsilon w, j\epsilon w, p, t$$
(۲۹
$$Y_{ij}^{pt} \in \{0,1\} \quad \forall i\epsilon w, j\epsilon w, p, t$$

تفسیر توابع هدف و محدودیت‌ها سناریوی دوم

در مدل ارائه شده برای سناریوی دوم، در رابطه شماره ۱۵ تابع هدف اول تاثیر تاخیر روی شدت بحران را کمینه می‌کند؛ با این تفاوت که شدت بحران در این سناریو با توجه به رخ دادن حمله از حالت پیش‌بینی بروز حمله خارج شده و طبق تعریف جدید ارائه شده برای شدت بحران در سناریوی دوم محاسبه می‌شود. تابع هدف ۱۶ زمان کل رسیدن را کمینه می‌کند. تابع هدف سوم، ۱۷ نیز هزینه کل جابه‌جایی و استقرار نیروهای نظامی را کمینه می‌کند. محدودیت‌های ۱۸ الی ۲۴ همانند مدل سناریوی اول عمل می‌کنند. محدودیت ۲۵ رسیدن نیروها به گره‌های پایانی یعنی پایگاه‌های مرزی را تضمین می‌کند. محدودیت ۲۶ و ۲۷ نشانگر میزان نیروی باقی مانده پس از نبرد در گره پایگاه بحرانی است. محدودیت ۲۸ و ۲۹ نیز محدودیت‌های علامت مدل در سناریوی دوم هستند.

ویژگی‌ها و فرضیات مدل سناریوی دوم

۱. ویژگی‌های ۱ تا ۱۵ سناریوی اول برای سناریوی دوم نیز صدق می‌کند.
۲. هنگام رسیدن نیروها به خط مقدم بحران، نیروها با دشمن به نبرد می‌پردازند تا آنها را پایگاه‌های مرزی عقب رانند.
۳. در حین جنگ و حرکت زیر آتش دشمن برای عقب راندن آنها نیروهای خودی با نرخ مشخصی در حال کم شدن هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

۴. حرکت نیروها همواره به ترتیب از پایگاه اولیه به پایگاه بحرانی به خط مقدم و در نهایت به پایگاه مرزی است و حرکت مستقیم از پایگاه اولیه به خط مقدم یا بازگشت نیرو و به‌طور کلی تحرک غیر از سیستم ارائه شده در مدل مجاز نیست.
۵. حرکت همه یگان‌ها از یک پایگاه اولیه یا پایگاه بحرانی شروع شده و به یک پایگاه مرزی ختم می‌شود.
۶. میزان نرخ کاهش نیروها یا تلفات در هنگام جنگ با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و توسط خبره تعیین می‌شود.

یافته‌های پژوهش

این بخش از پژوهش به منظور مشاهده و بررسی عملکرد مدل در مثال‌های واقعی ارائه شده است. ازین‌رو برای هر یک از سناریوها مسئله‌ای در نظر گرفته و نتایج آن پس از حل، به‌صورت کامل تحلیل خواهد شد. برای سناریوی اول یک مسئله‌ای که در آن به بررسی پیش‌بینی حمله توسط نیروهای دشمن در نقاط مختلف، با توجه به میزان شدت بحران در آن نقاط و میزان نیروهای موجود در پایگاه به منظور رسیدگی به نقاط بحرانی، مسئله حل شده است. در سناریوی دوم نیز یک مثال نزدیک به واقعیت از یک نمونه از تجاوزها به خاک میهن ارائه شده و پاسخ مدل حل شده به این مثال ارائه شده و با شرایط آن زمان مقایسه می‌شود. در ادامه این بخش به توضیح مثال‌ها و مشاهده و تفسیر نتایج خواهیم پرداخت.
برای مدل ریاضی چند هدفه، خطی عدد صحیح (MILP) ساخته شده برای سناریوی اول این پژوهش، که به اصطلاح به آن وضعیت انعکاسی گفته می‌شود، یک مثال با پارامترهای نزدیک به واقعیت ساخته شده است. در این وضعیت تهدید شدید، زمان کوتاه و بحران پیش‌بینی شده است.

در این وضعیت بحران رخ نداده است، اما نیروهای نظامی بایستی آمادگی خود را برای بحران‌های احتمالی حفظ کند. ازین‌رو با توجه به احتمال حمله در نقاط مختلف کشور بایستی نقاطی که در آن احتمال حمله توسط نیروهای دشمن وجود دارد، شناسایی و شدت آن نیز بررسی شود. انتخاب نقاط پیش‌بینی شده برای حمله دشمن و بروز بحران تماما توسط متخصصان و خبرگان این زمینه که همان فرماندهان ارشد نیروهای نظامی هستند، با انجام فرآیند تصمیم‌گیری در روش‌های نوین تصمیم‌گیری انجام می‌شود. در این بخش مثالی مطرح

www.SID.ir

Archive of SID

شده است که در این مثال ۵ نقطه در سراسر کشور مشخص شده است که احتمال بروز بحران با شدت متفاوت در این نقاط وجود دارد. ۱۰ پایگاه اولیه برای ارسال نیرو در نقاط مختلف مشخص شده است. این پایگاه‌های اولیه یک سری از تیپ‌های نیروی زمینی هستند که در حال حاضر در کشور وجود دارد. به ترتیب نام این تیپ‌ها به شرح زیر هستند:

۱. تیپ ۲۵ تکاور
۲. تیپ ۴۵ نیروهای واکنش سریع
۳. تیپ ۵۵ هوابرد
۴. تیپ ۶۵ نیروهای ویژه هوابرد
۵. تیپ مستقل ۲۱۶ مکانیزه زرهی
۶. تیپ مستقل زرهی ۳۱۶
۷. تیپ ۱۲۳ تکاور
۸. تیپ ۱۵۸ تکاور
۹. تیپ ۱۸۸ زرهی
۱۰. تیپ ۳۷۷ پیاده

هر یک از این تیپ‌ها به ترتیب با S1 تا S10 نمایش داده می‌شود. تعداد ۱۲ پایگاه بحرانی در اطراف نقاط بحرانی مد نظر قرار گرفته شده است که با N1 تا N12 نامگذاری شده است. تعداد بحران‌های موجود هم ۵ بحران مجزا به صورت پراکنده در نقاط مختلف اطراف مرزها می‌باشند. محل قرارگیری پایگاه‌ها و نقاط بحرانی در شکل ۴ آمده است:

هدف مدل این است که بهترین راه برای ارسال نیروهای نظامی را از مناسب‌ترین پایگاه اولیه با کمترین زمان تاخیر و زمان رسیدن و کمترین هزینه ارسال کند.

پارامترهای ورودی مثال سناریوی اول

پارامترهای مسافت بین پایگاه‌های اولیه و پایگاه‌های بحرانی و در ادامه خط مقدم بحران‌ها در جداول زیر آورده شده است. مقادیر زمان‌های رسیدن و هزینه‌های جابه‌جایی با توجه به مسافت بین دو پایگاه یا نقاط بحرانی محاسبه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴: بیشترین زمان طی کردن نیروها تا رسیدن به مناطق بحرانی قبل از اینکه تاخیر رخ دهد در سناریوی اول

مسافت بین پایگاه اولیه و پایگاه بحرانی(کیلومتر)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
N1	۱۵۶	۱۰۱۰	۱۴۵۲	۵۰۱	۲۹۳	۳۴۲	۴۰۹	۱۰۱۳	۱۹۱۵	۱۴۲۱
N2	۱۹۴	۶۵۰	۱۲۶۴	۵۸۳	۳۱۵	۲۵۱	۴۸۳	۹۸۲	۱۹۳۵	۱۴۳۶
N3	۳۱۲	۵۱۰	۱۰۹۵	۵۲۱	۳۶۷	۳۲۹	۴۳۰	۱۰۴۹	۱۹۶۳	۱۴۵۲
N4	۸۱۳	۲۱۸	۷۵۹	۷۷۴	۸۶۹	۵۳۱	۶۵۳	۱۲۸۴	۱۸۵۹	۱۷۹۸
N5	۱۰۴۹	۹۴	۶۹۴	۸۱۵	۹۰۶	۶۱۵	۷۲۰	۱۳۵۲	۱۸۹۲	۱۸۱۱
N6	۱۱۱۲	۱۱۷	۸۳۷	۸۳۱	۹۳۲	۶۹۵	۷۳۵	۱۳۹۹	۱۹۸۲	۱۹۲۱
N7	۱۳۴۹	۱۷۶	۶۵۴	۹۹۴	۱۰۱۸	۷۲۰	۸۵۲	۱۴۱۷	۱۹۶۶	۱۹۳۲
N8	۲۰۰۹	۱۸۱۴	۱۴۲۵	۱۵۶۹	۱۷۲۴	۱۷۳۶	۱۶۵۷	۹۶۷	۵۰۸	۴۵۳
N9	۲۰۸۹	۱۴۲۴	۱۲۹۱	۱۴۸۴	۱۶۹۲	۱۶۹۴	۱۵۹۰	۹۱۵	۴۹۶	۴۳۹
N10	۲۱۱۵	۱۷۵۰	۱۱۸۹	۱۶۱۵	۱۸۹۲	۱۷۲۳	۱۷۲۹	۱۲۷۰	۸۱	۹۵۱
N11	۲۳۱۰	۱۹۶۴	۱۳۰۷	۱۷۷۳	۲۰۶۲	۱۷۸۱	۱۸۰۳	۱۳۸۳	۱۱۵	۱۱۱۵
N12	۲۵۱۹	۱۷۸۲	۱۴۲۶	۱۸۰۴	۲۱۱۹	۱۸۲۱	۱۸۶۹	۱۴۰۹	۱۲۷	۱۱۳۲

جدول۵: مسافت قابل پیمایش از گره‌های پایگاه بحرانی تا گره‌های خط مقدم بحران در سناریوی اول

مسافت بین پایگاه بحرانی و خط مقدم بحران (کیلومتر)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
R1	۳۵	۲۶	۳۱	۴۶۰	۵۱۱	۶۸۶	۷۱۱	۱۶۲۰	۱۶۸۹	۱۷۱۵	۲۱۴۰	۲۲۰۵
R2	۵۶۹	۵۳۱	۵۱۹	۲۹	۱۷	۸۹۲	۳۶۷	۱۷۵۴	۱۷۹۱	۱۹۰۳	۱۹۸۷	۲۰۳۴
R3	۹۶۰	۸۶۳	۷۱۲	۱۷۵	۱۴۰	۳۹	۳۱	۱۳۱۵	۱۲۷۲	۱۴۲۰	۱۴۹۵	۱۵۲۳
R4	۲۵۲۰	۲۳۹۳	۲۳۱۳	۱۸۵۹	۱۸۱۰	۱۷۵۳	۱۶۷۲	۴۱۲	۳۵۶	۸۹	۳۲	۱۹
R5	۱۴۱۷	۱۳۸۱	۱۴۳۹	۱۰۸۵	۱۲۹۳	۱۳۰۴	۱۲۴۶	۲۶	۳۱	۲۴۰	۶۹۱	۷۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶: مقدار نیروهای مورد نیاز برای مقابله با هر بحران در سناریوی اول

مقدار نیروهای آماده به اعزام در هر پایگاه اولیه (نفر، فروند)	R1	R2	R3	R4	R5
P1	۷۰۰۰	۸۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱۰۰۰۰
P2	۵۰	۵۵	۷۰	۶۰	۶۵

جدول۷: مقدار نیروی آماده به اعزام برای برطرف کردن بحران‌ها درسناریوی اول

مقدار نیروهای آماده به اعزام در هر پایگاه اولیه (نفر، فروند)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
P1	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۹۰۰۰	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۶۰۰۰	۵۰۰۰
P2	۳۶	۳۰	۴۱	۴۷	۳۵	۴۹	۷۲	۲۳	۳۷	۴۱

جدول۸: پارامترهای احتمال بروز جنگ، جمعیت در معرض خطر و ارزش زیرساخت‌های منطقه برای سناریوی اول

پارامترهای ورودی شدت بحران	R1	R2	R3	R4	R5
war	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۳
pop	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۷۰۰۰۰
fac	۱۵۰۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۲۰۰۰۰

جدول۹: بیشترین زمان رسیدن نیروها به مناطق بحرانی قبل ازینکه تاخیر رخ دهد در سناریوی اول

زمان رسیدن به بحران قبل ازبروز تاخیر (ساعت)	R1	R2	R3	R4	R5
P1	۱۷	۱۶	۱۵	۱۶	۱۵
P2	۱۵	۱۷	۱۷	۱۶	۱۶

نتایج به دست آمده بعد از حل مثال سناریوی اول

پس از کد نویسی و حل مسئله سناریوی اول در گمز، نتایج به‌دست آمده تخصیص هر پایگاه اولیه به پایگاه‌ها و نقاط بحرانی و همچنین تعداد و نوع نیروهای ارسالی استخراج شده و در جدول زیر ارائه شده است. توابع هدف مسئله نیز پس از حل مشخص شد که در آن تاثیر تاخیر

www.SID.ir

Archive of SID

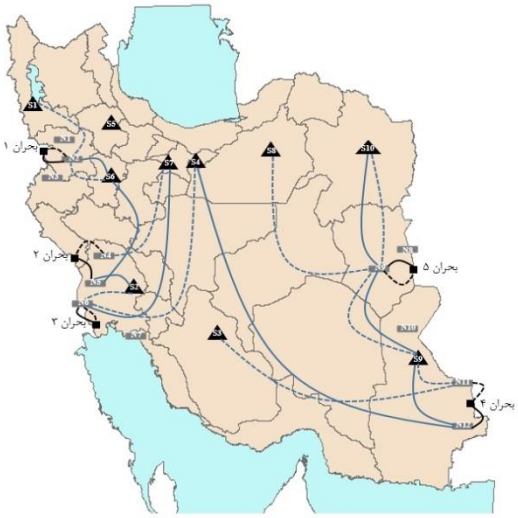
در شدت بحران ۳۹۲۳۲۳۱۰۰۰ واحد، زمان رسیدن کل نیروها ۲۵۳ ساعت و هزینه کل نیز ۵۱۲۸۳۲۰۰۰۰۰ واحد پولی به‌دست آمده است. شکل ۴-۲ نیز شکل حرکت و تخصیص هر یک از نیروها را روی نقشه به نمایش گذاشته است.

جدول۱۰. تخصیص پایگاه‌ها و مقدار نیروی ارسالی آنها به نقاط بحرانی بر اساس نتایج به‌دست آمده از حل مثال سناریوی اول

مقدار نیروی ارسالی از پایگاه اولیه به پایگاه بحرانی و سپس خط مقدم بحران	مقدار نیروی ارسالی	
	P1	P2
$S1 \rightarrow N2$	۵۰۰۰	۳۶
$S2 \rightarrow N5$		۳۰
$S2 \rightarrow N6$	۶۰۰۰	
$S3 \rightarrow N11$	۸۰۰۰	
$S4 \rightarrow N6$	۹۰۰۰	
$S4 \rightarrow N12$		۴۷
$S6 \rightarrow N2$	۲۰۰۰	۱۴
$S6 \rightarrow N5$		۲۵
$S7 \rightarrow N4$	۸۰۰۰	
$S7 \rightarrow N6$		۷۰
$S8 \rightarrow N9$	۴۰۰۰	
$S9 \rightarrow N9$	۱۰۰۰	۲۴
$S9 \rightarrow N11$	۵۰۰۰	
$S9 \rightarrow N12$		۱۳
$S10 \rightarrow N9$	۵۰۰۰	۴۱
$N2 \rightarrow R1$	۷۰۰۰	۵۰
$N4 \rightarrow R2$	۸۰۰۰	
$N5 \rightarrow R2$		۵۵
$N6 \rightarrow R3$	۱۵۰۰۰	۷۰
$N9 \rightarrow R5$	۱۰۰۰۰	۶۵
$N11 \rightarrow R4$	۱۳۰۰۰	
$N12 \rightarrow R4$		۶۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: تخصیص نیروهای نظامی از پایگاه‌های اولیه به پایگاه‌های بحرانی و نقاط خط مقدم بحران

مثال عددی سناریوی دوم

برای مثال دوم که به منظور آزمایش روی مدل ریاضی سناریوی دوم انجام گرفت؛ چون باید جنگ صورت گرفته باشد و تعداد نیروهای دشمن شناسایی شده باشد، سپس تصمیم‌گیری صورت گیرد و به دلیل غیر ممکن بودن تست مدل در این شرایط، بر آن شدیم تا یک مسئله شبیه به یکی از تجاوزات سال‌های گذشته به میهن را به عنوان یک مثال شبیه به دنیای واقعی در نظر گرفته و مدل ریاضی خود را با آن به چالش بکشیم. ازین‌رو شروع حمله متجاوزانه عراق به نقاط مختلف خاک ایران را به عنوان بحران و رسیدگی و برطرف کردن این بحران توسط نیروی زمینی ارتش را به منظور تصمیم مدل در نظر خواهیم گرفت. به همین سبب به شرح قسمتی از وقایع حمله عراق به عنوان تعریف صورت مسئله خواهیم پرداخت:

ارتش عراق به‌منظور دسته‌بندی قوای زمینی ارتش برای شروع پیشروی در خاک ایران، نیروی خود را به سه جبهه شمالی، میانی و جنوبی تقسیم کرده بود. در اوایل انقلاب ارتش ایران با تغییراتی به کار خود ادامه داد تعداد نیروهای نیروی زمینی نیز در قالب چند لشکر و تیپ‌های پیاده، تکاور و مکانیزه در نقاط مختلف کشور حضور داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

نقاط مورد نظر برای پایگاه‌های اولیه با S1 تا S9 نشان داده شده است. نقاط پایگاه‌های بحرانی با N1 تا N10 نمایش داده شده‌اند. خط مقدم بحران نیز برای جبهه‌های شمالی، میانی و جنوبی به ترتیب با R1 تا R3 نمایش داده می‌شوند. نقاطی تحت عنوان پایگاه‌های مرزی نیز وجود دارند که نیروها نظامی بعد از بیرون راندن دشمن از آن نقطه در آنجا مستقر می‌شوند که این نقاط را با B1 تا B6 در مثال نشان داده شده است. شمایی از حضور پایگاه‌ها و نقاط بحرانی روی نقشه در شکل ۱، دیده می‌شود.

پارامترهای ورودی مثال سناریوی دوم

جدول۱۱: مسافت قابل پیمایش از گره‌های پایگاه اولیه تا گره‌های پایگاه بحرانی در سناریوی دوم

مسافت بین پایگاه اولیه و پایگاه بحرانی	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
N1	۶۵	۲۱۶	۵۳۶	۱۷۲	۱۰۸۰	۱۱۵۰	۵۹۱	۹۸۴	۴۱۱
N2	۷۱	۲۳۶	۵۴۳	۱۶۷	۱۰۲۰	۱۱۰۲	۵۸۲	۹۲۱	۴۵۲
N3	۹۶	۳۸۷	۵۸۹	۹۱	۹۴۵	۱۰۶۰	۶۱۹	۸۴۵	۴۸۱
N4	۲۸۶	۴۱۵	۶۱۳	۱۱۳	۷۴۹	۱۱۰۵	۶۵۷	۷۱۰	۵۸۴
N5	۳۱۶	۴۹۷	۶۵۲	۱۵۹	۶۸۶	۱۰۷۴	۷۴۰	۵۹۴	۵۶۱
N6	۳۷۵	۵۲۹	۷۱۱	۱۹۰	۴۶۲	۹۵۷	۸۰۵	۴۰۶	۵۱۰
N7	۴۶۲	۸۸۵	۸۲۱	۳۰۶	۱۶۰	۸۵۲	۹۱۵	۱۸۲	۹۱۴
N8	۸۱۲	۱۰۱۰	۹۶۷	۵۲۷	۱۲۰	۵۲۱	۱۰۲۶	۱۴۵	۱۱۲۰
N9	۸۶۱	۱۰۹۶	۹۹۴	۵۸۹	۹۶	۴۹۷	۱۰۷۰	۱۱۵	۱۱۶۳
N10	۱۱۰۶	۱۱۳۸	۱۰۲۳	۶۱۴	۱۱۷	۴۶۰	۱۱۰۹	۱۲۱	۱۲۴۹

جدول۱۲: مسافت قابل پیمایش از گره‌های پایگاه بحرانی تا گره‌های خط مقدم بحران در سناریوی دوم

مسافت بین پایگاه بحرانی و خط مقدم بحران	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
R1	۳۱	۲۵	۱۹	۲۵۲	۲۷۱	۳۲۶	۴۱۹	۶۲۴	۷۶۲	۸۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

R2	۲۶۰	۲۱۵	۱۸۹	۱۶	۲۱	۳۰	۱۸۵	۴۵۹	۴۸۲	۵۱۴
R3	۸۰۲	۷۶۵	۶۱۷	۵۳۹	۲۷۰	۲۳۲	۱۱۶	۴۰	۲۹	۲۳

جدول۱۳: مسافت قابل پیمایش از گره‌های خط مقدم بحران تا گره‌های پایگاه پایگاه مرزی، در سناریوی دوم

مسافت بین خط مقدم بحران و خط پایگاه‌های مرزی	R1	R2	R3
B1	۱۰	۴۵۹	۶۱۸
B2	۱۵	۲۷۰	۵۹۱
B3	۲۸۶	۱۷	۴۰۹
B4	۴۱۶	۲۴	۳۶۵
B5	۵۶۲	۳۲۵	۴۰
B6	۷۳۲	۳۸۲	۳۴

جدول۱۴: مقدار نیروی آماده به اعزام برای برطرف کردن بحران‌ها درسناریوی اول

مقدار نیروهای آماده به اعزام در هر پایگاه اولیه	R1	R2	R3
P1	۳۰۰۰۰	۴۵۰۰۰	۷۰۰۰۰
P2	۷۰	۹۵	۱۳۰

جدول۱۵: مقدار نیروی آماده به اعزام برای برطرف کردن بحران‌ها درسناریوی اول

مقدار نیروهای آماده به اعزام در هر پایگاه اولیه	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	۲۱۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۹۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۹۰۰۰	۲۶۰۰۰	۱۵۰۰۰
P2	۳۷	۲۳	۴۲	۴۹	۳۵	۳۷	۳۱	۳۰	۳۶

جدول۱۶: پارامترهای تعداد نیروهای دشمن، جمعیت در معرض خطر و ارزش زیرساخت‌های منطقه برای سناریوی دوم

پارامترهای ورودی شدت بحران	R1	R2	R3
En	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۰۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

pop	۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰
fac	۷۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰

جدول۱۷: بیشترین زمان رسیدن نیروها به مناطق بحرانی قبل ازینکه تاخیر رخ دهد در سناریوی دوم

زمان رسیدن به بحران قبل ازبروز تاخیر (ساعت)	R1	R2	R3
P1	۵	۵	۳
P2	۲	۳	۳

نتایج به دست آمده بعد از حل مثال سناریوی دوم

با حل مثال سناریوی دوم نیز میزان نیروهای ارسالی از هر پایگاه اولیه به هر پایگاه بحرانی مشخص شده است که نتایج حاصل شده را در جدول زیر می‌توان مشاهده کرد. توابع هدف مسئله نیز با حل مسئله به‌دست آمده است که میزان تاثیر تاخیر در شدت بحران، زمان کل و هزینه کل به ترتیب برابر ۸۸۰۵۱۰۱۰۰۰ واحد، ۱۹۳ ساعت و ۷۳۷۷۸۲۰۰۰۰۰۰۰ واحد پولی محاسبه شده است. شکل ۵ نیز تخصیص این نیروها را روی نقشه نشان می‌دهد که در آن خط چین نشان‌دهنده نیروی P1 و خط ممتد نشان‌دهنده نیروی P2 است.

جدول۱۸: تخصیص پایگاه‌ها و مقدار نیروی ارسالی آنها به نقاط بحرانی بر اساس نتایج به‌دست آمده از حل مثال سناریوی دوم

مقدار نیروی ارسالی از پایگاه اولیه به پایگاه بحرانی و سپس خط مقدم بحران و در نهایت بیرون راندن دشمن از پایگاه‌های مرزی	مقدار نیروی ارسالی		مقدار نیروی باقی مانده	
	P1	P2	P1	P2
$S1 \rightarrow N1$	۲۱۰۰۰			
$S1 \rightarrow N2$		۳۷		
$S2 \rightarrow N1$	۱۴۰۰۰			
$S3 \rightarrow N2$		۴۲		
$S3 \rightarrow N7$	۱۸۰۰۰			
$S4 \rightarrow N2$		۲۱		

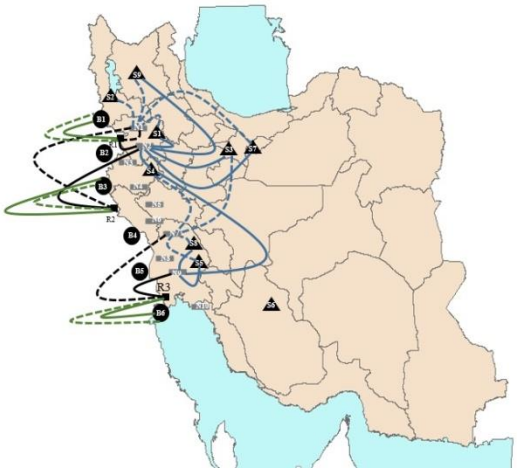
www.SID.ir

Archive of SID

$S4 \rightarrow N7$	۱۵۰۰۰			
$S4 \rightarrow N9$		۲۸		
$S5 \rightarrow N7$	۱۱۰۰۰			
$S5 \rightarrow N9$		۳۵		
$S6 \rightarrow N9$		۳۷		
$S7 \rightarrow N1$	۲۵۰۰۰			
$S7 \rightarrow N2$		۲۹		
$S8 \rightarrow N7$	۲۶۰۰۰			
$S8 \rightarrow N9$		۳۰		
$S9 \rightarrow N1$	۱۵۰۰۰			
$S9 \rightarrow N2$		۳۶		
$N1 \rightarrow R1$	۳۰۰۰۰			
$N1 \rightarrow R2$	۴۵۰۰۰			
$N2 \rightarrow R1$		۷۰		
$N2 \rightarrow R2$		۹۵		
$N7 \rightarrow R3$	۷۰۰۰			
$N9 \rightarrow R3$		۱۳۰		
$R1 \rightarrow B1$			۲۴۰۰۰	۵۹
$R2 \rightarrow B3$			۸۶۲۵۰	۱۳۵

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵: مسیر حرکت نیروها و پایگاه‌های تخصیص یافته پس از حل مثال سناریوی دوم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش تلاش گردید تا الگویی برای برنامه‌ریزی اعزام و استقرار تحرکات زمینی نیروی‌های نظامی در مواقع بروز بحران در نقاط مختلف کشور به خصوص در هنگام جنگ و تجاوز نیروهای متخاصم دشمن به مرزها و خاک میهن ارائه شود. در این مسیر ابتدا به تعاریف کلی در زمینه‌های تحرکات نظامی پرداخته شد. سپس بحران‌ها و شرایطی که در آن وضعیت بحران‌ها به وجود می‌آیند، به طور کامل شرح داده شد. در ادامه به مرور ادبیات تحقیقات پیشین در داخل کشور و کشورهای دارای نیروهای پیشرفته نظامی دنیا پرداخته شد. روش‌های موجود برای مسئله، اعم از چگونگی ساخت مسئله، فرضیات و محدوده مسئله در پژوهش محققان دیگر بررسی و نتایج آنها نیز مشاهده شد. در ادامه این پژوهش با توجه به بررسی مطالعات پیشین یک روش موثر برای جابه‌جایی و استقرار تحرکات نظامی انتخاب شد. روش انتخابی یکی از شاخه‌های علم تحقیق در عملیات، یعنی مسئله زنجیره تامین است. مسئله زنجیره تامین که با رویکرد نظامی در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، وظیفه تعیین پایگاه اولیه برای ارسال نیرو به نقاط بحرانی و همچنین مشخص کردن تعداد و نوع نیرو و تجهیزات نظامی مورد تقاضا برای ارسال از هر پایگاه را بر عهده دارد. این مقدار با توجه به کمینه کردن تاثیر تاخیر در شدت بحران، کاهش کل زمان رسیدن و استقرار نیروها و کاهش هزینه‌های کل می‌باشد. در این مسیر یک پارامتر مهم به نام شدت بحران تعریف شد. بروز بحران به میزان نیروهای دشمن پس از

www.SID.ir

Archive of SID

حمله، جمعیت در معرض خطر و زیرساخت‌های اساسی در منطقه بحرانی بستگی دارد. با توجه به نکات ذکر شده و مدل ارائه شده، مثال‌هایی برای ارزیابی عملکرد و درستی مدل تهیه شد و نتایج به دست آمده پس از حل مثال‌ها تحلیل گردید و قوت‌ها و ضعف‌های آن تشریح شد. برای تحقیقات آتی نیز پیشنهادهایی مطرح است؛ برای مثال اگر پیشروی دشمن تا مناطق زیادی داخل مرز باشد، بایستی باز پس‌گیری و پاکسازی شهرها به صورت شهر به شهر انجام گیرد و نمی‌توان هر شهر را بصورت جدا به سمت پایگاه مرزی ارسال کرد. با در نظر گرفتن این فرض بایستی ابتدا شهر داخلی‌تر را پس گرفت و سپس نیروها را به سمت شهرهای نزدیک به مرز ارسال کرد.

منابع

جعفری، احمد؛ نصرت‌پناه، سیاوش؛ سهیلی ارشدی، افشین (۱۳۹۲). طراحی الگوی راهبردی ترابری چابک در جنگ ناهمگون. راهبرد دفاعی. دوره ۱۱، شماره ۴۲، ص ۱۳۴- ۱۰۳.

موسوی، سید مصطفی (۱۳۹۲). تعیین نزدیک‌ترین مسیر حمل و نقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از GIS. دانشگاه امام حسین (ع).

نصرت‌پناه، سیاوش؛ نادری خورشیدی، علیرضا؛ فرجی، مرتضی و کریم، کاشانیان (۱۳۹۳). طراحی و تبیین الگوی راهبردی نظام فرماندهی ترابری و تحرک جاده‌ای در سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، فصلنامه راهبرد دفاعی.

Akgüna; I. and B. Ç. Tansel (2007). "Optimization of transportation requirements in the deployment of military units." Computers & Operations Research.

Fletcher, TaLena, "Optimal Supply Delivery Under Military Specific Constraints" . Electronic Theses and Dissertations. 1782., 2018

Hermann. CF, International crises; insights from behavioral research., (1972)., *Free Press*.

Jian-jun, C. H. E. N. "Study on Routing Optimization for Physical Distribution Based on Ant Colony Algorithm." Computer Simulation 2 (2011).

Jun, Wu Jianjun Liu. "MIXED ANTS ALGORITHM OF ROUTING PROBLEM FOR LOGISTICS DISTRIBUTGION." China Civil Engineering Journal 8 (2004).

Koo, H., and Moon, I., Wartime logistics model for multi-support unit location–allocation problem with frontline changes,. INTERNATIONAL TRANSACTIONS INOPERATIONAL RESEARCH., pp:1-25,. 2018.

www.SID.ir

Archive of SID

Lee, H., and Kim, M., A Predictive Model for Forecasting Spare Parts Demand in Military Logistics., Proceedings of the 2018 IEEE IEEM., pp; 1106-1۱۱۰., ۲۰۱۸.

McKinzie K, Barnes JW. (2003) A review of strategic mobility models supporting the defense transportation system.

Schank;, J., M. Mattock; And G. Summer; (1991). A Review Of Strategic Mobility Models And Analysis, Rand.

Stucker;, J. And I. Kameny (1993). "Army Experience With Deployment Planning In Operation Desert Shield." National Defense Research Institute.

YıldırımUğur Ziya.(2009).A MULTI-MODAL DISCRETE-EVENT SIMULATIO N MODE FOR MILITAY DEPLOYMENT (PhD Thesis). BİLKENT UNIVERSITY.

Yıldırım;, U. Z., İ. Sabuncuoğlu;, B. Tansel; and A. Balcıoğlu (2008). "A DESIGN OF EXPERIMENTS APPROACH TO MILITARY DEPLOYMENT PLANNING PROBLEM." Simulation Conference: 8.

www.SID.ir