ارائه الگویی برای تصمیم‌گیری لجستیک در زمان بحران

امیرحسین عبدالعلی‌پور*

استادیار گروه مدیریت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی. ایران.
*نویسنده مسول مکاتبات: abdolalipour@iaukhoy.ac.ir
(دریافت مقاله: ۹۵/۶/۱۷ پذیرش نهایی: ۹۵/۹/۲۶)

چکیده

در این مطالعه هدف جابجایی نیروهای انسانی و تجهیزات نظامی در زمان وقوع بحران، با صرف حداقل زمان ممکن است. بدین‌منظور، ابتدا با بررسی مطالعات موجود در زمینه جایجایی نیروهای نظامی ابتدا عوامل تأثیرگذار در مدل‌سازی این مسئله استخراج گردیدند. اولویت‌بندی و انتخاب یگان منتخب اعزام و استقرار به نقطه بحرانی، با طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، با توجه به شاخص‌هایی نظیر مشتری‌مداری، واکنش سریع، سوابق عملکرد، انعطاف‌پذیری، فناوری و مسافت، جهت رتبه‌بندی و اوزان فازی، از بین یگان‌های در دسترس میسر می‌شود. با ملاحظه نظر کارشناسی خبرگان نظامی، تعیین نزدیک‌ترین مسیر حمل‌ونقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اجرا شده است. با طراحی یک مدل برنامه‌ریزی تخصیص خطی، تک‌تک عناصر یگان به امکانات حمل‌ونقل در دسترس تخصیص می‌یابند، به نحوی‌که هزینه فرصت کمینه گردد. درنهایت، شبکه پروژه اعزام و استقرار افراد و ادوات یگان یا یگان‌های منتخب توسط زمان‌های مربوط به امکانات حمل‌ونقل تخصیص‌یافته طراحی گردید، که براساس آن زمان کل پروژه اعزام و استقرار نیروها و ادوات یگان یا یگان‌های منتخب محاسبه و مسیر بحرانی پروژه مذکور قابل شناسایی، کنترل و مدیریت است. بررسی نتایج برای یگان منتخب نشان می‌دهد که برای جابجایی و لجستیک یگان منتخب از مبدأ فرضی به مقصد فرضی وقوع بحران، با توجه به زمان سفرهای موجود در کوتاه‌ترین مسیر و زمان‌های خارج وسیله نقلیه، ۶۰ ساعت از لحظه ابلاغ دستور برای جابجایی و لجستیک کل یگان منتخب است.

واژگان کلیدی: بهینه‌سازی، بحران، کوتاه‌ترین مسیر، لجستیک.

۱. مقدمه

منطق آمادی اشاره می‌کند که کالا یا خدمات را باید در زمان درست، در مکان درست و با هزینه قابل‌قبول به مشتری ارائه کرد (Dublin, 2004). در هنگام وقوع بحران، به‌خصوص زمانی که کشور مورد تهاجم قرار گرفته باشد، عامل زمان از اهمیّت بسیار ویژه‌ای برخوردار است، زیرا که نیاز است تا واحدهای نظامی در کوتاه‌ترین زمان ممکن خود را به منطقه مورد تهاجم برسانند و از گسترش احتمالی بحران جلوگیری نمایند. ترابری نظامی عبارت است از؛ انتقال و جابه‌جایی کارکنان، تجهیزات و ادوات پشتیبانی به‌منظور پشتیبانی کردن از اجرای عملیات که شامل طرح‌ریزی مرتبط، درخواست آماد و پیگیری و نظارت آن نیز می‌گردد.

دیگر عاملی که در زمان بحران خصوصاً زمانی که بحران از نظر زمانی در بازه‌ای طولانی اتفاق بیفتد اهمیت دارد، انتخاب مسیر مناسب برای انجام جابجایی نیروها به ناحیه بحرانی است. علاوه بر آن، شیوه‌های جابجایی هم اهمّیت دارد. هر شیوه جابجایی ملزومات خود را دارد (Schank *et al*, 1991). شیوه‌های مختلفی برای جابجایی یگان‌های نظامی از محل اصلی یگان به محل وقوع بحران وجود دارد که از

متعارف‌ترین این شیوه‌ها می‌توان به روش‌های زمینی، هوایی و ریلی اشاره نمود.

یکی دیگر از جنبه‌هایی که می‌توان مسئله جابجایی یک یگان نظامی را در زمان بحران ارزیابی نمود، بحث نحوه جابجایی است. یک یگان نظامی را می‌توان در داخل یک صحنه نبرد جابجا نمود و در حال دیگر می‌توان این یگان را از یک صحنه نبرد به صحنه نبردی دیگر جابجا نمود.

هدف این مطالعه، مدل‌سازی تصمیم‌گیری بحران شناسایی یک یگان از میان یگان‌های در دسترس و انتخاب مسیری (از جنبه زمان) برای انتقال آن یگان (یا استعدادی از یگان) با استفاده از یک یا ترکیبی از شیوه‌های زمینی، هوایی و ریلی به محل وقوع بحران است به‌گونه‌ای که کمترین زمان را برای مجموع نیروها و تجهیزات داشته باشد. در همین راستا، پژوهش حاضر با طراحی مدلی به‌منظور تصمیم‌گیری در زمان بحران جهت عکس‌العمل سریع، جلوگیری از گسترش بحران و کاهش هزینه‌های ناشی از وقوع بحران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲. پیشینه پژوهش

بررسی مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که از لحاظ زمانی مطالعات برای جابجایی یک واحد نظامی را می‌توان به دو دسته جابجایی در زمان صلح و جابجایی در زمان بحران دسته‌بندی نمود (Stucker & Kameny, 1993). مهم‌ترین تفاوت در این دو دسته در هزینه جابجایی است که سعی می‌شود تا با استفاده از مدل‌سازی مقدار آن کمینه شود. مهم‌ترین هزینه در زمان صلح هزینه مالی است. از سوی دیگر در زمان بحران مهم‌ترین هزینه، زمان است.

مطالعه آکگون و تنسل[1] (۲۰۰۷) یکی از معدود مطالعاتی که در آن مدل پیشنهادی ارائه شده است. هدف آن‌ها جابجایی 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 نیروهای نظامی پرداخت‌شده است. انجام همزمان این دو مسئله باعث افزایش پیچیدگی‌های این مسئله گردیده است. به علت پیچیدگی‌های مسئله، محققین برای حل مسئله بهینه‌سازی از روش شاخه و کرانه[2] استفاده نمودند که این روش باعث افزایش زمان حل می‌شود.

مقدم (۱۳۸۷) جهت مسیریابی وسایل نقلیه استفاده از الگوریتم تبرید[3] را پیشنهاد کرده است. نتایج شبیه‌سازی با نتایج نرم‌افزار لینگو[4] مقایسه شده و با رسیدن به درصد خطای زیر درصد این نتیجه گرفته‌شده که این الگوریتم کارایی لازم برای مسیریابی را داراست. همچنین با افزایش ابعاد مسئله زمان لازم برای حل مسئله در لینگو به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد حال آنکه برای الگوریتم پیشنهادی این افزایش زمان با رشد بسیار کمتری رخ می‌دهد.

الگوریتم کلونی مورچگان برای بهینه‌سازی مسئله‌ی مسیریابی لجستیک نظامی توسط یو[5] (۲۰۰٤) مورد استفاده قرار گرفته است. یک مدل ریاضی جدید مسیریابی لجستیک نظامی ساخته‌شده و الگوریتم بهبودیافته براساس الگوریتم کلونی مورچه اصلی پیشنهادشده و برای حل یک نوع از مسیریابی لجستیک، برخی از محدودیت‌های حل الگوریتم کلونی مورچه اصلی از بین رفته است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که الگوریتم مؤثر است. همچنین جون[6] (۲۰۰٤) 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 مسئله مسیریابی و توزیع تدارکات که می‌تواند راه‌حل برای بار دوم بهینه‌سازی

[1] . Akgun and Tansel
[2] .Branch & Bound
[3] .Simulated Annealing
[4] .Lingo
[5]. Yo
[6] .Joun

کند و در عمل راه‌حلی مناسب داشته باشد، استفاده کند. این الگوریتم برای حل مسئله‌ی موردنظر مؤثر عمل می‌کند و توسط تعدادی آزمایش ارائه شده در این مطالعه به اثبات رسیده است.

به‌منظور بررسی اینکه چه تعداد از انواع مختلف وسایل حمل‌ونقل از هر مدل به یک یگان اختصاص داده شود، می‌بایست ویژگی‌های تواناییِ حملِ بار از انواع مختلف وسایل حمل‌ونقل در نظر گرفته شود. بسته به نوع وسایل حمل‌ونقل، جایگاه، وزن، حجم و یا ظرفیت‌های عرضی و عبوری وسیله حمل‌ونقل در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر این، پتانسیل زیرساخت‌های حمل‌ونقل برای امکان حمل‌ونقل واحدهای حمل‌ونقل، مثل شاخصه‌های فیزیکی (عرض تونل – مقاومت پل‌ها)، مسائل امنیتی، استراتژی‌ها و ... نیز باید در نظر گرفته شود.

شانک[1] و همکاران (۱۹۹۱) در گزارشی با عنوان مروری بر استراتژی‌های مدل‌های تحرک و تحلیل آن‌ها به بررسی سیستم پیچیده انتقال نیروهای نظامی از ایالات‌متحده آمریکا به محل نبرد و نحوه حمایت از این یگان‌ها پرداختند که این سامانه‌ها معمولاً شامل ۳ مرحله انتخاب مسیر، انتخاب شیوه سفر و شبیه‌سازی حرکت هستند. از دید شانک و همکاران، مهم‌ترین محدودیت‌های مطالعات انجام‌شده در زمینه‌ی جابجایی نیروهای نظامی مربوط به تابع هدف می‌باشد، زیرا که تابع هدف تنها می‌تواند نقش هزینه را ببیند و تبدیل زمان به هزینه در همه‌جا نتیجه مناسبی نمی‌دهد. همچنین کار کردن با نرم‌افزارها و مدل‌های طراحی‌شده نیازمند افرادی است که توانایی در زمینهٔ مدل‌سازی دارند.

یانگ[2] و همکاران در مطالعات خود اقدام به بررسی و مقایسه نرم‌افزارها و مدل‌های مختلف مورداستفاده ارتش ایالات متحده امریکا پرداخته‌اند. آن‌ها بر این باور هستند که الگوریتم‌ها و فرایندهای مورداستفاده در این نرم‌افزارها که برای شبیه‌سازی حمل‌ونقل مورداستفاده قرارگرفته‌اند شبیه به یکدیگر هستند. این مدل‌ها همچنین از ورودی‌های مشابه استفاده می‌کنند و خروجی‌هایی که فراهم می‌کنند نیز مشابه یکدیگر است. مدل‌های مورد استفاده در این نرم‌افزارها از نوع مدل‌های معین[3] است. ازنظر یانگ و همکاران مهم‌ترین ایراداتی که در این نرم‌افزارها وجود دارد عدم وجود جواب‌های بهینه است. همچنین از دید آن‌ها این نرم‌افزارها همه یک‌سویه هستند بدین معنا که یک گروه از داده‌های مشخص را می‌گیرند و خروجی‌های مشابه را ارائه می‌دهند.

یانگ و همکاران در زمینهٔ حمل و نقل هوایی نیروهای نظامی مطالعاتی انجام دادند. آن‌ها در روش مطالعه خود که گزارشی به بررسی این شیوه در نیروهای هوایی امریکا پرداخته بودند. آن‌ها در این مطالعه اثرات برنامه زمان‌بندی و مسیریابی با قیدهای زمانی را در نظر گرفته بودند. سؤال اصلی که یانگ و همکاران درصدد پاسخ به آن بودند این بود که چه تعداد و چه نوع از ادوات حمل‌ونقل برای جابجایی یک محموله با ویژگی‌های از پیش مشخص نیاز است به‌صورتی که مطابق با برنامه زمان‌بندی از پیش تعیین‌شده مطلوب باشد.

شانک و همکاران (۱۹۹۱)، تعدادی از مدل‌های حمل‌ونقل نظامی را مرور و تأکید می‌کنند که مسئله اصلیِ مغفول مانده در این مدل‌ها استفاده از روش‌های پیشرفته بهینه‌سازی برای تخمینِ زمانِ اعزام و استقرار نیروها است. همچنین، الگوریتم‌های بهینه‌سازی قدیمی بی‌اثر بوده و عمدتاً از روش‌های ساده و بی‌اثر برای پیدا کردن راه‌حل استفاده می‌شود.

[1] Schank
[2]. Yang
[3] .Deterministic

رستتال[1] و همکاران (۲۰۰۲) فقط رسته حمل‌ونقل هوایی را در نظر گرفته‌اند. در این مقاله یک مدل خطیِ مقیاس بزرگ پیشنهادشده که برای انتقال بار و سربازان از طریق یک شبکه مخصوصِ ناوگان هوایی با درنظرگرفتنِ محدودیت‌های سیاسی و فیزیکی استفاده می‌شود. این مدل جنبه‌های مختلف یک سیستم حمل‌ونقل هوایی را در اعزام و استقرار مثل سوخت‌رسانیِ هوایی، شاتل‌های هوایی نظامی و محدودیت‌های مربوط به آمادگی خلبانان را در نظر گرفته است.

بیکر۲ و همکاران (۲۰۰۲) مدلی به منظور ارائه راهکارهایی برای طراحی و عملیاتی کردن یک سیستم حمل‌ونقل هوایی پیشنهاد کردند. اختصاص منابع به‌منظور کنترل پروسه‌ی ظرفیت هواپیماها، ارزیابی کارکرد استفاده‌ی ترکیبی از انواع هواپیما و بررسی تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری در هواپیماها مثال‌هایی از استفاده از این مدل هستند که توسط نویسندگان مذکور پیشنهادشده است.

یییلدریم[3] و همکاران (۲۰۰۹) در انجام فرآیند مدل‌سازی برای جابجایی نیروهای نظامی در کشور ترکیه از طریق دریایی و زمینی براساس مطالعات گذشته اقدام به در نظر گرفتن موارد متعددی کردند.

در مطالعاتی که ارتش ایالات‌متحده آمریکا منتشر نموده است، زمان لازم برای جابجایی یک واحد نظامی تابعی از عوامل مختلف معرفی کرده است[4]. این زمان تنها وابسته به زمان سفر بین دو ناحیه نیست و مجموعه عواملی در این زمان تأثیرگذار هستند. برای انتقال یک واحد نظامی از امریکا به نقطه‌ای دیگر در خارج از ایالات‌متحده مجموعه‌ای از عوامل زمان نظیر زمان تخلیه، زمان بارگیری، زمان انتقال از بندر به مقصد نهایی، زمان انتقال از مبدأ به بندرگاه و زمان اماده‌سازی واحدها را در نظر می‌گیرند.

پیچیدگی حمل‌ونقل نظامی و مدل‌های آرایش نیرو نیازمند استفاده از مدل‌های کامپیوتری پیشرفته برای تحلیل و آنالیز در آن است. در ۲۰ سال گذشته تلاش هماهنگ و موزون برای بهبود صحت این مدل‌ها دیده شده است. به مبحث استراتژی تحرک جست‌وجوی اولیه در رابطه با نوشتارهایی که حائز عنوان مسیریابی بودند نشان داد که سرآغاز جدی این مباحث به دهه ۵۰ م. بازمی‌گردد و به‌قرار ذیل تا به امروز امتداد یافته است.

گلی (۱۳۹۳)، طی مطالعه‌ای به مکان‌یابی، تخصیص و مسیریابی به‌منظور تأسیس مراکز موقت امداد و ارسال کالاهای امدادی در شرایط بحران با رویکرد تور پوششی در شرایط عدم قطعیت پرداخته است .گلی یک مدل ریاضی پیشنهادی در مورد مسیریابی تجهیزات امدادی با رویکرد تور پوششی و با هدف کمینه کردن زمان رسیدن به آخرین نقطه و پس از آن پارامتر تقاضا در مدل ریاضی به‌صورت یک عدد فازی مثلثی لحاظ کرده و از همچنین الگوریتم جستجوی هارمونی و فراابتکاری به‌منظور بهینه‌سازی مسئله استفاده شده است.

مسیریابی وسایط نقلیه وابسته به زمان سبز با در نظر گرفتن گراف چند آلترناتیوی در پژوهشی توسط نادری‌پور (۱۳۹۳) مورد مطالعه قرار گرفته است. مسئله مسیریابی بهینه با در نظر گرفتن حداقل آلودگی است. به‌منظور بررسی توانایی مدل در دنیای واقعی و الگوریتم کرم شب‌تاب، پیشنهاد داده‌شده توسط یک شرکت توزیع‌کننده کالا در شهر اصفهان مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. طبق مطالعه‌ی صورت گرفته عملکرد این الگوریتم برای مسیریابی چندان مناسب نیست.

بادلی (۱۳۹۲) مدلی برای حل مسئله انتخاب مسیر و وسیله نقلیه در حالت وجود پنجره زمانی با ناوگان ناهمگون

[1].Rcental
[2] .Baker
[3].Yıldırım
[4] .CBO(2005)

ارائه داده است. در این تحقیق یک مسئله دوهدفه مسیریابی با ناوگان حمل‌ونقل ناهمگون با هدف کمینه نمودن مجموع زمان سفر و زمان‌های تأخیر و کمینه کردن هزینه نگهداری صورت پذیرفته است. این مسئله با استفاده از الگوریتم ژنتیک مرتب‌سازی نامغلوب و الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات چندهدفه حل‌شده و نتایج آن‌ها ارائه و نتایج دو الگوریتم با یکدیگر مقایسه شده است، که در نتیجه الگوریتم ژنتیک کارکرد مناسب‌تری داشته است.

به دلیل اهمیت زیاد و پیچیدگی‌ها موجود در مسئله جابجایی نیروهای نظامی در بسیاری از گزارش‌ها و مطالعات انجام‌شده محققین مدل‌های پیشنهادی خود را ارائه نمی‌کنند و فقط اقدام به بررسی کلیات آن‌ها می‌کنند.

مسیریابی بهینه‌سازی برای توزیع فیزیکی بر اساس الگوریتم کلونی مورچه با کاربرد نظامی توسط جون[1] (۲۰۱۱) موردبررسی قرارگرفته است. به‌منظور 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 ساخته‌شده است و سپس از الگوریتم کلونی مورچه برای حل این مدل ریاضی استفاده‌شده 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.

۳. روش تحقیق

در مرحله اول، با استفاده از مدل تصمیم‌گیری تاپسیس فازی گروهی و با کمک زبان برنامه‌نویسی متلب، با توجه به شاخص‌های به‌دست‌آمده و اوزان فازی، از بین یگان‌های در دسترس، بهترین یگان یا یگان‌ها جهت اعزام و استقرار به منطقه بحرانی را انتخاب می‌گردد.

جهت انتخاب یگان، بسته به نوع و شرایط بحران می‌توان از شاخص‌های مختلفی مانند، مشتری‌مداری (مانند پرداختن به مأموریت اصلی ویژه بحران)، اتکا به سوابق عملکرد (با توجه به عملکرد یگان‌ها در تمرینات فن‌های رزم شبانه، عملکرد آن‌ها در تک‌تیراندازی و از همه مهم‌تر عملکرد آن‌ها در تمرینات جنگ متقارن و نامتقارن)، واکنش سریع (مانند جریان آمادی بالا، افزایش تحرکات به حداکثر ممکن خود و جامه عمل پوشاندن به اصل غافل‌گیری دشمن، کوتاه کردن فرایندهای پشتیبانی و پاسخگویی سریع)، انعطاف‌پذیری (مانند داشتن دامنه وسیعی از مهارت‌ها یا توانمندی‌ها، نیروی انسانی چندمهارتی، تازش و هلی برن‌های خاص و آمادگی برای تغییرات)، فناوری (مانند دارا بودن شبکه اختصاصی مجازی و استفاده از شبکه اختصاصی مجازی در فرایندهای ترابری) و مسافت و مسیریابی از محل یگان‌ها تا مکان بحران با توجه به شرایط بحران و شرایط و امکانات یگان‌ها ... بهره گرفت.

تعیین نزدیک‌ترین مسیر حمل‌ونقل زمینی در لجستیک عملیات نظامی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی یکی از کارآمدترین روش‌ها است که در این تحقیق هم از آن روش بهره برده می‌شود.

جابجایی تجهیزات نظامی در میدان‌ها جنگ یکی از مهم‌ترین دغدغه فرماندهان نظامی محسوب می‌شود. در مرحله سوم، با در نظر گرفتن نظر کارشناسی خبرگان نظامی، با طراحی یک مدل برنامه‌ریزی تخصیص خطی، تک‌تک عناصر یگان به امکانات حمل‌ونقل در دسترس تخصیص می‌یابند به نحوی که هزینه فرصت کمینه گردد.

شایان ذکر است این هزینه فرصت (زمان) با عنوان زمان سفر داخل وسیله نقلیه در ادبیات مهندسی حمل‌ونقل مطرح است و نیاز به اصلاح دارد که در مرحله دوم این پژوهش، از زمان‌های اصلاحی استفاده می‌شود.

[1] .Juun

به‌طور مثال باید به زمان سفر اتوبوس که سربازان را جابجا می‌کند زمانی را برای آماده شدن سربازها و دسترسی سربازها به اتوبوس، پیاده شدن آن‌ها از اتوبوس و زمان دسترسی به محل بحران را اضافه نمود. در مثال دیگر، برای سوار کردن تانک بر قطار نیاز است تا زمان دسترسی تانک به ایستگاه بارگیری قطار، زمان بارگیری و زمان پیاده‌گرد تانک از قطار و زمان رسیدن از ایستگاه قطار به محل بحران اضافه گردد.

در مرحله چهارم، پس از مشخص شدن هزینه فرصت (زمان) تخصیص هر یک از عناصر (دسته عناصر) اصلی یگان به امکانات در دسترس حمل‌ونقل، شبکه پروژه اعزام و استقرار افراد و ادوات یگان یا یگان‌های منتخب توسط زمان‌های مربوط به امکانات حمل‌ونقل تخصیص‌یافته –با در نظر گرفتن نظر کارشناسی خبرگان نظامی– طراحی می‌شود، که براساس آن زمان کل پروژه اعزام و استقرار نیروها و ادوات یگان یا یگان‌های منتخب محاسبه و مسیر بحرانی پروژه مذکور قابل شناسایی، کنترل و مدیریت است. پس از تعیین شبکه، سایر جزئیات این بخش می‌تواند توسط یکی از نرم‌افزارهای کنترل پروژه اجرا گردد.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

٤-١. مورد کاوی

در این پژوهش، متغیرهای گفتاری برای اهمیت وزن‌های اهداف به‌صورت خیلی زیاد (VH)، زیاد (H)، تا حدودی زیاد (MH)، بی‌تفاوت (M)، تا حدودی کم (ML)، کم (L) و خیلی کم (VL) بوده و همچنین متغیرهای گفتاری برای نرخ‌های معیارهای هر گزینه به‌صورت خیلی خوب (VG) ، خوب (G)، تا حدودی خوب (MG)، بی‌تفاوت (F)، تا حدودی ضعیف (MP)، ضعیف (P) و خیلی ضعیف (VP)هست. در میان انواع گوناگون اعداد فازی، اعداد فازی ذوزنقه‌ای از کاربرد بیشتری برخوردار هستند. بدین منظور داده‌های مورد نیاز روش پیشنهادی به‌صورت ذوزنقه‌ای فرض شده است.

جدول۱: تبدیل وزن شاخص‌ها و نسبت‌های عوامل به اعداد فازی ذوزنقه‌ای

اعداد فازی مثلثی	عبارت‌های بیانی	اعداد فازی مثلثی
وزن معیارها		**نسبت ارجحیت گزینه‌ها**
(۰/۲، ۰/۱، ۰، ۰)	بسیار کم	(۲، ۱، ۰، ۰)
(۰/۳، ۰/۲، ۰/۲، ۰/۱)	کم	(۳، ۲، ۲، ۱)
(۰/۵، ۰/٤، ۰/۳، ۰/۲)	نسبتاً کم	(۵، ٤، ۳، ۲)
(۰/٦، ۰/۵، ۰/۵، ۰/٤)	متوسط	(٦، ۵، ۵، ٤)
(۰/۸، ۰/۷، ۰/٦، ۰/۵)	نسبتاً زیاد	(۸، ۷، ٦، ۵)
(۰/۹، ۰/۸، ۰/۸، ۰/۷)	زیاد	(۹، ۸، ۸، ۷)
(۱، ۱، ۰/۹، ۰/۸)	بسیار زیاد	(۱۰، ۱۰، ۹، ۸)

مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری براساس روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه نظیر؛ تاپسیس و بونیسون به‌وسیله تشکیل ماتریس تصمیم انجام می‌پذیرد. گزینه‌های ماتریس تصمیم پژوهش، یگان‌های در دسترس هستند که قابلیت ابتدایی برای حضور در منطقه عملیاتی بحرانی را دارا باشند. اطلاعات مربوط به ماتریس تصمیم، براساس پرسش‌نامه‌ها گردآوری می‌شود. قبل از اجرای مراحل محاسباتی روش‌های ساو و تاپسیس براساس روش پژوهش، ابتدا ضرایب اهمیت شاخص‌ها تعیین می‌گردد. به‌منظور حل این مدل ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری به کمک نرم اقلیدسی به ماتریس بی‌مقیاس تبدیل شد و سپس براساس ضرایب اهمیت به‌دست‌آمده شاخص‌ها، ماتریس بی‌مقیاس موزون (V) به دست‌آمده است. سپس راه‌حل‌های ایده‌آل منفی (A^-)ها و راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت (A^+)ها به‌صورت جدول شماره ۲، تعیین گردید.

جدول شماره ۲: راه‌حل‌های ایده‌آل منفی (A^-)ها و راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت (A^+)ها

شاخص‌ها	مجموعه A_i^-	مجموعه A_i^+
عوامل مشتری مداری	(۰، ۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱، ۱)
عوامل واکنش سریع	(۰، ۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱، ۱)
عوامل سوابق عملکرد	(۰، ۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱، ۱)
عوامل انعطاف‌پذیری	(۰، ۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱، ۱)
عوامل فناوری	(۰، ۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱، ۱)
عوامل مسافت	(۰، ۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱، ۱)

پس از این مرحله، فاصلهٔ هر یک از گزینه‌ها از راه‌حل ایده‌آل مثبت (d_i^+) و راه‌حل ایده‌آل منفی (d_i^-) تعیین و شاخص نزدیکی نسبی استخراج و مطابق جدول شمارهٔ ۳ تعیین گردید. براساس مبانی نظری روش تاپسیس، نحوهٔ تعریف شاخص نزدیکی نسبی(C_i^+) به‌گونه‌ای است که از نوع مثبت خواهد بود. به‌عبارت دیگر بهترین گزینه، گزینه‌ای است که دارای بیشترین مقدار (C_i^+) باشد.

جدول شمارهٔ ۳: شاخص نزدیکی نسبی روش تاپسیس

گزینه‌ها	۱	۲	۳	٤	٥	٦
C_i^+	۰/٤٦٩٧	۰/٤٥٩٨	۰/٤٧٣۰	۰/٤٧٩٤	۰/٤٧٨۰	۰/٤٤٩٢
رتبه	٤	٥	۳	۱	۲	٦

بدین ترتیب، یگان شماره ٤، یگان شماره ٥، یگان شماره ۳، یگان شماره ۱، یگان شماره ۲ و یگان شماره ٦ رتبه‌های چابکی ۱ تا ٦ را براساس اولویت‌بندی تکنیک تاپسیس جهت اعزام به منطقه بحرانی فرضی در جنوب کشور کسب می‌کنند.

با استفاده از ورودی‌های به‌دست‌آمده از پیشینه پژوهش درزمینه‌ی اصلاح زمان سفر و همچنین ویژگی‌های یگان نظامی، اقدام به مدل‌سازی مسئله تخصیص عناصر اصلی یگان منتخب به امکانات چابک حمل‌ونقل مسئله می‌گردد.

از محل یگان منتخب تا مقصد بحرانی فرضی، مسیر جاده‌ای حدوداً ۹۸۷ کیلومتر و مسیر مستقیم حدوداً ۷۱۲ کیلومتر مفروض است. سرعت قطارهای ایران با توجه به شرایط خط و ناوگان موجود، حدود ٦۰ km/h در نظر گرفته‌شده است. همچنین با دستورالعمل‌های موجود در راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، با استفاده از ترکیب‌های مختلف لوکوموتیو امکان کشیدن بارهای سنگین در شبکه ریلی وجود دارد. ظرفیت هر واگن مسافری حدود ٤۰ نفر و طرفیت حمل بار هر واگن باری معادل ٦۳ تن است.

بالگرد ترابری با حداکثر سرعت ۳۱٥ km/h گنجایش کافی برای حمل ۳۳ تا ٥٥ سرباز با ظرفیت ۱۲۷۷۰۰ کیلوگرم بار را دارد. بنابراین، در مدل تخصیص نیاز به تأمین همزمان ۳٥ بالگرد از این نوع است. ضمناً در مدل ، متوسط سرعت بالگرد ۳۰۰ km/h در نظر گرفته‌شده است.

جدول ٤: ماتریس نهایی تخصیص

وسایل لجستیک / امکانات یگان	قطار یک	تانک بر	بالگرد ترابری	قطار دو
نیروی انسانی و محموله‌های جنگی	۰	$M-9.87$	۰	۰
تانک	۰	۰	$M-2.37$	۰
نفربر	۰	۰	$M-2.37$	۰
خودروهای سبک و سنگین	۰	$M-9.87$	$M-2.37$	۰

بر مبنای اطلاعات به‌دست‌آمده از جدول نهایی تخصیص (جدول ٤)، بهتر است بالگرد ترابری برای لجستیک نیروی انسانی و محموله‌های جنگی، تانکبر برای لجستیک تانک‌ها، قطار شماره ۱ برای لجستیک نفربر و قطار شماره ۲ برای لجستیک خودروهای سبک و سنگین تخصیص داده شود تا در کمترین زمان تمام موارد با امکانات حمل‌ونقل موجود به مقصد ارسال گردند. ضمناً همان‌گونه که در جداول فوق مشهود است نمونه مسئله حل‌شده فوق دارای جواب بهینه چندگانه است. شایان ذکر است این هزینه فرصت (زمان) با عنوان زمان سفر داخل وسیله نقلیه در ادبیات مهندسی حمل‌ونقل مطرح است و نیاز به اصلاح دارد، که در مرحله چهارم این پژوهش، از زمان‌های اصلاحی در طراحی شبکه اعزام و استقرار استفاده شده است. به‌طور مثال باید به زمان سفر اتوبوس که سربازان را جابجا می‌کند، زمانی را برای آماده شدن سربازها و دسترسی سربازها به اتوبوس، پیاده شدن آن‌ها از اتوبوس و زمان دسترسی به محل بحران را اضافه نمود. در مثال دیگر، برای سوار کردن تانک بر قطار نیاز است تا زمان دسترسی تانک به ایستگاه بارگیری قطار، زمان بارگیری و زمان پیاده‌گرد تانک از قطار و زمان رسیدن از ایستگاه قطار به محل بحران اضافه گردد. میزان زمان اضافی برای هر شیوه سفر در جدول شماره ارائه ۵ شده است. بر مبنای پیشینه پژوهش، زمان‌های اصلاحی برای شیوه‌های سفر نیز باید در نظر گرفته شوند. اعداد ارائه‌شده در جدول ٦ زمان سفرهایی است که به‌عنوان ورودی مدل برنامه‌ریزی شبکه پروژه اعزام و استقرار استفاده خواهد شد.

جدول ۵: میزان زمان اضافی برای هر شیوه سفر

نام شیوه سفر	نوع زمان اصلاحی	میزان زمان (ساعت)
هوایی	زمان بارگیری	٤
هوایی	زمان تخلیه بار	۳
هوایی	زمان ترانزیت	۲
هوایی	زمان امادهشدن	٤
ریلی	زمان بارگیری	٦
ریلی	زمان تخلیه بار	٦
ریلی	زمان ترانزیت	۲
ریلی	زمان امادهشدن	۱۰
ریلی	زمان توقف	۲
زمینی	زمان بارگیری	۲
زمینی	زمان تخلیه بار	۲
زمینی	زمان ترانزیت	۱
زمینی	زمان امادهشدن	۲
زمینی	زمان توقف	۲

جدول ٦: پروژه اعزام و استقرار نظامی

فعالیت	توضیح	پیش‌نیاز	زمان (ساعت)
A	آماده‌سازی برای بارگیری محموله‌های جنگی بروش هوایی	-	+٤
B	آماده‌سازی برای بارگیری تانک روی تانک بر	-	+٢
C	آماده‌سازی برای بارگیری نفربر بروش ریلی	-	+١٠
D	آماده‌سازی برای بارگیری خودروهای سبک و سنگین بروش ریلی	-	+١٠
E	بارگیری محموله‌های جنگی بروش هوایی	A	+٤
F	بارگیری تانک‌ها روی تانک بر	B	+٢
G	بارگیری نفربرها بروش ریلی	C	+٦
H	بارگیری خودروهای سبک و سنگین بروش ریلی	D	+٦
I	آماده‌سازی برای بارگیری نیروهای انسانی و اپراتورها بروش هوایی	E,F,G,H	+٤
J	بارگیری نیروهای انسانی و اپراتورها بروش هوایی	I	+٤
K	ترانزیت نیروهای انسانی و اپراتورها بروش هوایی	J	٢/٣٧ساعت+ ٢
L	ترانزیت محموله‌های جنگی بروش هوایی	K,E	٢/٣٧ساعت+ ٢
M	ترانزیت تانک‌ها روی تانک بر	F,K	٩/٨٧ساعت+١
N	ترانزیت نفربرها بروش ریلی	G,K	٢١/٦٦ساعت+ ٢
O	ترانزیت خودروهای سبک و سنگین بروش ریلی	H,K	٢١/٦٦ساعت+ ٢
P	تخلیه خودروهای سبک و سنگین از روی واگن‌ها	O	+٦
Q	تخلیه نیروهای انسانی و اپراتورها از بالگردها	K	+٣
R	تخلیه محموله‌های جنگی از بالگردها	L	+٣
S	بارگیری نیروهای انسانی و اپراتورها بر روی خودروهای سبک و سنگین	P,K	+٢
T	تخلیه تانک‌ها از روی تانک برها	M	+٢
U	تخلیه نفربرها از روی واگن‌ها	N	+٦
V	تخلیه و استقرار نیروهای انسانی از خودروهای سبک و سنگین	Q	+٢
W	توقف و مستقر کردن محموله‌های جنگی در مکان مناسب	R	+٢
X	توقف و استقرار تانک‌ها در مکان مناسب	T	+٢
Y	توقف و استقرار نفربرها در مکان مناسب	U	+٢
Z	توقف و استقرار خودروهای سبک و سنگین در مکان مناسب	V	+٢

جدول شماره ۷: محاسبه زمان شناوری فعالیت‌های پروژه اعزام و استقرار نظامی بروش مسیر بحرانی

فعالیت	زودترین زمان شروع	زودترین زمان اتمام	دیرترین زمان اتمام	دیرترین زمان اتمام	زمان شناوری
A	۰	٤	۱۲	۸	٤
B	۰	۲	۱٤	۱۲	۲
C	۰	۱۰	۱۰	۰	–
D	۰	۱۰	۱۰	۰	–
E	٤	۸	۱٦	۱۲	٤
F	۲	٤	۱٦	۱٤	۲
G	۱۰	۱٦	۱٦	۱۰	٦
H	۱۰	۱٦	۱٦	۱۰	٦
I	۱٦	۲۰	۲۰	۱٦	٤
J	۲۰	۲٤	۲٤	۲۰	٤
K	۲٤	۲۸/۳٤	۲۸/۳۷	۲٤	٤/۳٤
L	۲۸/۳۷	۳۲/۷۵	۵۵	٤۵/۱۳	٤/۳۷
M	۲۸/۳۷	۳۹/۱۳	۵٦	۵۸	۱۰/۸۷
N	۲۸/۳۷	۵۲	۵۲	۲۸/۳۷	۲۳/٦٦
O	۲۸/۳۷	۵۲	۵۲	۲۸/۳۷	۲۳/٦٦
P	۵۲	۵۸	۵۸	۵۲	٦
Q	۲۸/۳۷	۳۱/۳۷	۵٦	۵۳	۳
R	۳۲/۷۵	۳۵/۷۵	۵۸	۵۳	۳
S	۵۸	٦۰	٦۰	۵۸	۲
T	۳۹/۱۳	٤۱/۱۳	٦۰	۵۸	۲
U	۵۲	۵۸	۵۸	۵۲	٤
V	۳۱/۳۷	۳۳/۳۷	۵۸	۵٦	۲
W	۳۵/۷۵	۳۷/۷۵	٦۰	۵۸	۲
X	٤۱/۱۳	٤۳/۱۳	٦۰	۵۸	۲
Y	۵۸	٦۰	٦۰	۵۸	۲
Z	۳۵/۷۵	۳۵/۷۵	٦۰	۵۸	–

برای یگان نظامی منتخب و با توجه به ویژگی‌های آن‌ها مدل تخصیص و مدل شبکه اعزام و استقرار حل شد. بررسی نتایج برای یگان منتخب نشان می‌دهد که برای جابجایی این یگان از منجیل به محل فرضی وقوع بحران (خرمشهر) با توجه به زمان سفرهای موجود در کوتاه‌ترین مسیر و زمان‌های خارج وسیله نقلیه، ٦۰ ساعت از لحظه ابلاغ دستور برای جابجایی و لجستیک کل این یگان نظامی نیاز است.

۵. نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نتایجی که از بررسی راه‌حل پیشنهادی و مورد کاوی انجام‌شده می‌توان به آن رسید از قرار زیر است:

در این پژوهش با بررسی ادبیات پژوهش، شاخص‌هایی چون مشتری‌مداری، واکنش سریع، سوابق عملکرد، انعطاف‌پذیری، فناوری و مسافت جهت رتبه‌بندی یگان‌های منتخب استفاده شده است و می‌توان با استفاده از روش‌های رتبه‌بندی اثربخش و شناسایی شاخص‌های مؤثر به رتبه‌بندی یگان‌های منتخب جهت اعزام و استقرار در مواقع بحرانی پرداخت و سپس با

بهره‌جویی از مدل‌های برنامه‌ریزی تخصیص، اجزا یگان به امکانات حمل‌ونقلی تخصیص یافته‌اند تا در کمترین زمان ممکن به اعزام و استقرار اقدام گردد. همچنین، می‌توان اعزام و استقرار یگان نظامی منتخب را به‌صورت یک طرح پروژه‌ای کنترل و مدیریت کرد. این وضعیت به فرماندهان اجازه کنترل وضعیت اعزام و شناسایی کل زمان اعزام و استقرار یگان منتخب را می‌دهد.

منابع

- کاظمی، علی‌اصغر. (۱۳٦٦). مدیریت بحران‌های بین‌المللی، تهران: دفتر مطالعات سیاسی و بین‌المللی، ۲۵.
- 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 Tansel, B. Ç. (2007). "Optimization of transportation requirements in the deployment of military units. "Computers & Operations Research, 34: 19.
- Jun, Wu Jianjun Liu. (2004). "Mixed Ants Algorithm of Routing Problem for Logistics Distribution". China Civil Engineering Journal. 8: 017.
- Jun Chow, Y.J. (2010). Flexible Management of Transportation Networks under Uncertainty. (PhD Thesis). UNIVERSITY OF CALIFORNIA, IRVINE.
- McKinzie K, Barnes JW. (2003). A review of strategic mobility models supporting the defense transportation system. June. (http://www.me.utexas.edu/~barnes/research/files/update_06_2003/RSMMSDTS.pdf).
- Stucker. J. And Kameny, I. (1993). "Army Experience with Deployment Planning In Operation Desert Shield." National Defense Research Institute.
- Schank, J., Mattock, M., Sumner, G., Greenberg, I., Rothenberg, J., Stucker, J.P. (1991). A review of strategic mobility models and analysis. Report R-3926-JS, RAND Corporation, Santa Monica, CA.
- Morton, D.P., Rosenthal, R.E., Weng, L.T. (1996). Optimization modeling for airlift mobility. Military Operations Research. 1. PP:49–68.
- Yang, F., Rodin, E., and Amin. A. "Modeling and Optimization of MobilityAnalysis: Optimal Requirement Studies." Center for Optimization and Semantic Control: 26.
- Zhang, Z. (2014). TIME DEPENDENT VEHICLE ROUTING IN A LARGE ROAD NETWORK. (MS Thesis). Southern Illinois University.
- YıldırımUğur., Z. (2009). A multy-modal discrete-event simulation model for militay deployment. (PHD thesis). Bilkent university.

Providing Logistic Model for Decision-Making in Times of Crisis

Abdolalipour, A. H.*

* Department of Management, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy. Iran.
*Corresponding author's email: abdolalipour@iaukhoy.ac.ir
(Received: 2016/9/7, Accepted: 2016/12/16)

Abstract

The aim of this research is to find an optimum way for the movement of manpower and military equipment in times of crisis by spending the possible least time. To this end, beginning with a review of existing studies in the field of moving troops which were effective factors in the modeling were extracted. Prioritization and selection of units deployable to crisis point, with the design of a fuzzy multi-criteria decision-making models is done according to metrics such as customer orientation, fast response, records of performance, flexibility, and distance technology to improve the ranking and fuzzy weights of the units. Considering opinions of military experts, to determine the nearest route ground transport logistics in military operations using geographic information system was implemented. By designing a linear allocation programming model, every unit of available transport facilities allocated in such a way that opportunity - cost become minimal. Finally, network of deployment projects and people and equipment unit or units selected by the related time of transportation facilities allocated was designed that enables the total deployable forces and equipment of the unit or units and calculation of the critical path of the project identifyable, control and management. The results showed that for selected units to move and logistics units to the hypothetical assumption of the origin of the crisis, regarding to taking time out of vehicle trips on the shortest route and times, 60 hours will take from the moment of notification of the order for handling and logistics of the entire selected units.

Keywords: Optimization, Crisis, Shortest path, Logistics.