دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۱۱
پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۱۰

فصلنامهٔ مدیریت نظامی
سال هجدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۷
ص‌ص ۱۵۹-۱۸۱

مکان‌یابی، استقرار و ضد استقرار یگان‌ها در رزمایش‌های نظامی با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی دوسطحی

علی عباسی‌رائی[۱]، حمید فرورش[۲]، عیسی نخعی کمال‌آبادی[۳]

چکیده

نیروهای مسلح هر کشور، همواره باید آمادگی مقابله با تهاجم احتمالی دشمن را داشته باشند. به همین دلیل آنها باید با انجام تمرین‌های نظامی مداوم، همواره آمادگی رزمی خود را حفظ کنند. برگزاری رزمایش‌های نظامی بهترین نوع تمرین نظامی برای مواجهه با شرایط جنگی است که سالانه توسط بخش‌های مختلف نیروهای مسلح به صورت تک‌نیرویی یا مشترک برگزار می‌شود. یک رزمایش نظامی طی فرآیندی مشخص و با حضور یگان‌های نظامی مختلف در یک محدوده سرزمینی خاص برگزار می‌شود. هدف از برگزاری رزمایش، دستیابی به اهداف آموزشی با حضور حداکثری انواع نیروهای نظامی است. در این پژوهش به مسئله مکان‌یابی یگان‌های نظامی در زمین برگزاری رزمایش و مسئله حمل‌ونقل استقرار و ضداستقرار آنها در قالب برنامه‌ریزی ریاضی دوسطحی پرداخته شده است. در این پژوهش قرارگاه منطقه‌ای به عنوان سطح اول (رهبر) و یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش به عنوان سطح دوم (پیرو) در نظر گرفته می‌شوند که با توجه به این که یقیناً بیش از یک یگان در رزمایش شرکت می‌کند، با مسئله چند پیرویی سر و کار داریم. نتایج حاصل از مدل‌سازی و حل مدل نشان داد که در صورت استفاده از اصول مطرح شده در این مقاله، انتخاب مکان مناسب برای رزمایش و انتخاب مکان مناسب برای هر یگان شرکت‌کننده در رزمایش به شکل مطلوب‌تر و علمی‌تری انجام گرفته و همچنین استقرار و ضداستقرار عِده‌ها و عُده‌ها با کنترل بهتر و مدیریت زمان و در صورت لزوم با برونسپاری صورت خواهد گرفت. لذا استفاده از راهکارهای علمی در برنامه‌ریزی لجستیک رزمایش‌ها پیشنهاد می‌گردد

واژه‌های کلیدی: رزمایش، استقرار و ضد استقرار، برنامه‌ریزی ریاضی دوسطحی، عِدّه، عُدّه

---

۱ . دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه کردستان ، Abbasiali60@Gmail.Com
۲ . استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه کردستان
۳ . استاد گروه مهندسی صنایع دانشگاه کردستان(نویسنده‌ی مسئول)، nakhai.isa@gmail.com

کلیات و مبانی نظری تحقیق

چابک بودن و آماده بکار بودن همواره جزو ویژگی‌های شاخص یک واحد نظامی[1] است. برای این منظور واحدهای نظامی برای انجام مأموریت‌های خود مدام در حال تمرین و جابجایی هستند. برگزاری رزمایش، آزمایشات گردان، برگزاری اردوگاه‌های آموزشی مختلف در شرایط جوی و سرزمینی متفاوت و غیره جزو مأموریت‌های یگان‌های نظامی برای حفظ آمادگی رزمی آنها است.

رَزمایش یا مانور نظامی به یک تمرین نظامی در مقیاس بزرگ گفته می‌شود که در آن مانورهای گوناگون رزمی اجرا و شبیه‌سازی می‌شوند. رزمایش در اصل شبیه‌سازی یک شرایط جنگی است و هدف از آن آزمودن و همچنین آموختن شگردهای جنگی یا آزمایش سلاح‌های جدید است. شیوه‌های مؤثر هماهنگی و ساماندهی نیروهای رزمنده نیز از دیگر موارد آزمایش در یک رزمایش است. منظور از برگزاری رزمایش نظامی، آموزش افراد، در درجه اول به عنوان یک سرباز و سپس جزئی از یک یگان کوچک، آموزش یگان‌های کوچک به عنوان جزئی از یک یگان بزرگتر و بالاخره آموزش فعالیت‌های هماهنگ دیگر یگان‌های رزمی، پشتیبانی رزمی و پشتیبانی خدمات رزمی به یگان‌های بزرگتر است. رزمایش می‌تواند در سطح یک نیرو یا بیش از یک نیرو (زمینی، هوایی و دریایی) برگزار شود (عباسی‌رائی، ۱۳۹۵).

برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌های لجستیکی یکی از ارکان اصلی موفقیت یک رزمایش خواهد بود. مکان‌یابی انواع مختلف یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش، انتقال نیروها، انتقال سلاح و مهمات به منطقه مأموریت و تامین آماد و تدارکات نیروها مهم‌ترین فعالیت‌های لجستیکی در برگزاری یک تمرین نظامی هستند.

تعاریف و اصطلاحات نظامی مرتبط با رزمایش

❖ **عِدّه:** در ادبیات نظامی به نیروهای انسانی شرکت‌کننده در یک عملیات رزمی یا آموزشی عِدّه گفته می‌شود (عباسی‌رائی، ۱۳۹۵).

❖ **عُدّه:** واژه‌ای عربی به معنای تجهیزات، ابزار و ادوات است. در ادبیات نظامی به تجهیزات و ادوات نظامی عُدّه گفته می‌شود. علت این نامگذاری هم‌آوایی آن با کلمه عِدّه به معنی نیروهای نظامی است (عباسی‌رائی، ۱۳۹۵).

---

1. military units

❖ **استقرار**: در ادبیات نظامی به استقرار یگان‌ها در محل برگزاری رزمایش استقرار گفته می‌شود.

❖ **ضد استقرار:** در ادبیات نظامی به تخلیه محل رزمایش و یا به عبارتی بازگشت یگان‌ها از منطقه عملیاتی یا آموزشی به جایگاه قبلی خود، ضد استقرار گفته می‌شود.

❖ **رزمایش مشترک:** رزمایشی که با حضور بیش از یک نیرو برگزار می‌گردد. به عنوان مثال رزمایش با حضور نیروهای هوایی و زمینی ارتش یا رزمایش با حضور یگان‌هایی از سپاه و ارتش.

❖ **رزمایش تک نیرو:** رزمایشی که با حضور تنها یک نیروی نظامی برگزار می‌گردد. به عنوان مثال رزمایش‌هایی که فقط نیروی زمینی ارتش در آن حضور دارد یک نوع رزمایش تک نیرویی است (مستندات داخلی معاونت عملیات نزاجا، ۱۳۹۴).

❖ **پیشرو**[1]: تصمیم‌گیرنده سطح اول در برنامه‌ریزی چندسطحی که در این مسئله قرارگاه منطقه‌ای[2] است.

❖ **پیرو**[3]: تصمیم‌گیرنده سطح دوم در برنامه‌ریزی دوسطحی که در این مسئله یگان‌ها (تیپ‌های) شرکت‌کننده در رزمایش هستند.

اهداف رزمایش نظامی

رزمایش اهداف مختلفی را دنبال می‌کند. به طور کلی مهم‌ترین اهداف برگزاری یک رزمایش را می‌توان در قالب موارد زیر خلاصه کرد (مستندات داخلی معاونت عملیات نزاجا، ۱۳۹۴):

۱- ارزیابی توان رزمی یگان‌های عملیاتی برای بکارگیری در شرایط مختلف جوی و پی بردن به نارسایی‌های آموزشی و عملیاتی

۲- حصول اطمینان از انجام به موقع اقدامات ستادی خصوصاً تهیه برآوردها و انجام طرح‌ریزی‌ها

---

1. Leader

۲. قرارگاه منطقه‌ای از سلسله مراتب نظامی و یگان نظامی عمده‌ای است که یگان‌های مستقر در محدوده سرزمینی آن تحت نظر آن فعالیت می‌کنند. به عنوان مثال یگان‌های ارتشی حاضر در جنوب غرب کشور تحت نظر قرارگاه منطقه‌ای جنوب غرب (واقع در اهواز) فعالیت می‌کنند.

3. follower

۳- ارزیابی فرماندهان و ارکان ستاد قرارگاه منطقه‌ای و رده‌ی رزمایش‌کننده در حین انجام وظیفه در مشاغل مربوطه

۴- ارزیابی، طرح‌ریزی و نحوه هدایت یگان‌ها توسط فرماندهی و ستاد یگان و پی بردن به نارسایی‌های آموزشی و عملیاتی

۵- ارزیابی عملکرد قرارگاه منطقه‌ای در بکارگیری امکانات، نیروی انسانی و تجهیزات در مقابله با تهدیدات

۶- ارزیابی عکس‌العمل سریع و منطقی فرماندهی و ارکان ستاد قرارگاه در برابر وضعیت-های غیرمترقبه

۷- آشنایی مسؤولین با مقررات و مسؤولیت‌های موجود و نحوه همکاری رسته‌ها

۸- شناخت نقاط ضعف در سیستم ارتباطی و در مراحل مختلف تمرین

۹- نمایش اقتدار و آمادگی و توان نیروهای مسلح در راستای بازدارندگی

مراحل برگزاری یک رزمایش

مراحل مختلف برگزاری یک رزمایش نظامی به شرح زیر است (عباسی‌رائی، ۱۳۹۶):

۱- تصمیم‌گیری در خصوص زمان و مکان برگزاری رزمایش در سطوح بالای فرماندهی نیروهای مسلح

۲- طرح‌ریزی رزمایش و تصویب طرح رزمایش

۳- اطلاع‌رسانی و تعیین پنجره زمانی برگزاری رزمایش و ابلاغ آن به یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش

۴- مکان‌یابی یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش در محدوده سرزمینی برگزاری رزمایش

۵- انتقال عِدّه‌ها (نیروها) و عُدّه‌های (تجهیزات نظامی) یگان‌های مختلف شرکت‌کننده در رزمایش‌ها به محل برگزاری رزمایش در زمان مناسب

۶- زمانبندی فعالیت‌های رزمایش[1]

۷- توزیع آماد و تدارکات مورد نیاز یگان‌های شرکت‌کننده به بهترین شیوه

۸- برقراری ارتباط مخابراتی بین یگان‌های مختلف شرکت‌کننده در رزمایش

۹- انجام تمرینات مختلف نظامی طبق برنامه زمانبندی طرح مصوب رزمایش

---

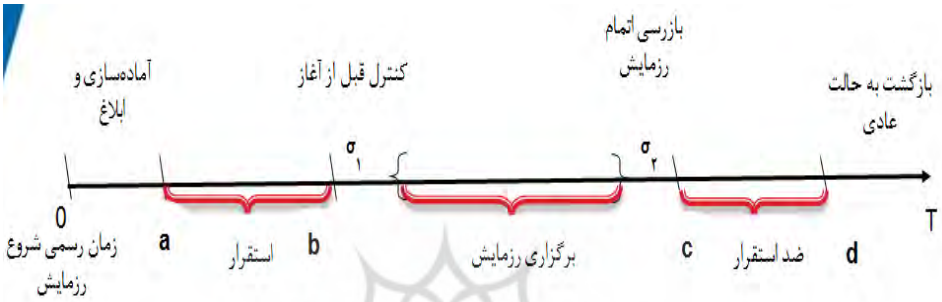
1. scheduling

۱۰- ارزیابی و نظارت رزمایشات

۱۱- بازرسی اتمام رزمایش

۱۲- تخلیه (ضداستقرار) یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش از منطقه برگزاری به پادگان‌های خود

در شکل ۱ مراحل برگزاری و پنجره زمانی برگزاری رزمایش مشخص شده است.



شکل۱: پنجره زمانی و مراحل برگزاری رزمایشات نظامی (عباسی‌رائی، ۱۳۹۵)

تشریح مسئله تحقیق

همانطور که گفته شد مسئله این تحقیق بر برگزاری یک رزمایش تک نیرویی در سطح نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران (نزاجا) تمرکز دارد. در مسئله این تحقیق فقط یک قرارگاه منطقه‌ای از ۵ قرارگاه منطقه‌ای نزاجا[۱] درگیر برگزاری رزمایش می‌شود. این قرارگاه منطقه‌ای دستورات لازم را از سطوح بالاتر خود اخذ و با هماهنگی کامل با معاونت عملیات نزاجا (رده بالاتر خود) به تیپ‌های مستقر در محدوده سرزمینی خود ابلاغ می‌کند که طبق پنجره زمانی برگزاری رزمایش در منطقه مستقر شوند.

معمولا در یک رزمایش همه یگان‌های نظامی که در محدوده قرارگاه منطقه‌ای هستند با تخصص‌های مختلف شرکت می‌کنند. در این پژوهش یگان‌های نظامی مختلف شرکت‌کننده به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

---

۱. این ۵ قرارگاه عبارتند از: قرارگاه منطقه‌ای جنوب غرب- قرارگاه منطقه‌ای جنوب شرق- قرارگاه منطقه ای شمال شرق- قرارگاه منطقه ای شمال غرب- قرارگاه منطقه ای غرب

- **تیپ پیاده** که معمولا شامل: ۳ گردان پیاده، یک گردان توپخانه و یک گردان پشتیبانی[۱] است.
- **تیپ زرهی** که معمولا شامل: ۲ گردان زرهی، یک گردان پیاده مکانیزه، یک گردان توپخانه و گردان پشتیبانی است.
- **گروه توپخانه** که معمولا شامل: ۴ گردان توپخانه با کالیبرهای مختلف، یک گردان پدافند هوایی و گردان پشتیبانی است.
- **یگان‌های مکمل:** هر یگانی که در سه دسته فوق قرار نگیرد در این دسته قرار می‌گیرد. از جمله پشتیبانی مناطق[۲]، سامانه فرماندهی و ...

نکته اینکه یک قرارگاه منطقه‌ای می‌تواند همه یگان‌های محدوده سرزمینی خود را در یک رزمایش شرکت دهد یا فقط چند مورد از آنها را درگیر کند.

عوامل مهم در انتخاب مکان برگزاری رزمایش و پهنه‌بندی آن

منطقه (مکان) برگزاری رزمایش در مرحله نخست بستگی به محور تهدید و در مرحله دوم بر اساس گنجایش، تناسب زمین و عوارض آن با نوع و تعداد یگان‌هایی که قرار است در رزمایش شرکت کنند، انتخاب می‌شود.

پهنه‌بندی (مکان‌یابی) زمین برگزاری رزمایش با توجه به موارد زیر انجام می‌شود:

- نوع (تخصص) یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش
- شرایط زمین شامل: عارضه‌های زمین، محورهای و معابر حساس[۳]
- مقدورات و توانمندی‌های هر یگان
- طوری که قرارگاه منطقه‌ای بتواند تسهیلات را به بهترین شکل اختصاص دهد.
- بیشترین ارتباط و تجانس بین یگان‌ها برقرار شود.
- اهداف عملکردی و تناسب کارکردهای هر واحد با مکان انتخابی حداکثر شود.

---

۱. یگانهای غیر از پیاده، زرهی و توپخانه از جمله آماد، ترابری، فاوا، شناسایی و تامین و ...

۲. نزاجا دارای ۵ پشتیبانی منطقه است که یگانهای محدوده سرزمینی را از نظر آمادی و لجستیکی، پشتیبانی می‌کنند.

۳ . عوارضی که در اختیار گرفتن آنها مزیت قابل ملاحظه‌ای برای یگان ایجاد می‌کند، حساس گفته می شود. مانند ارتفاعات و جاده های مواصلاتی.

به عنوان مثال جاهای دارای پستی و بلندی به تیپ پیاده و جاده‌های دشت به تیپ های زرهی اختصاص می‌یابد و جایی که مشرف به کل منطقه باشد به پاسگاه فرماندهی (ستاد فرماندهی برگزاری رزمایش) اختصاص می یابد.

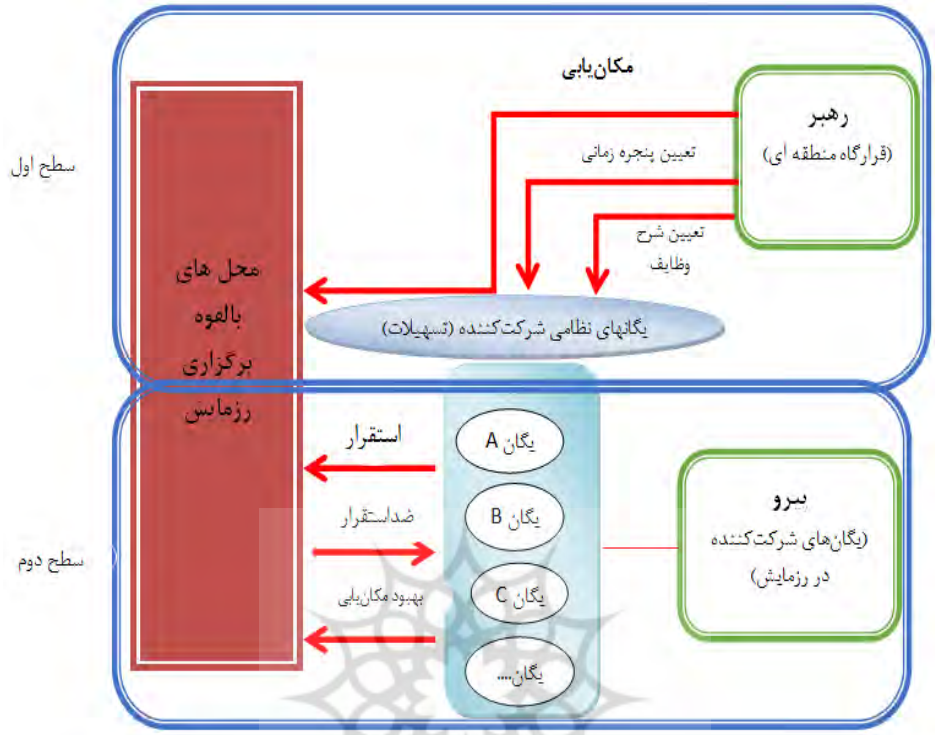
رهبر و پیروی مسئله و وظایف آنها

در مسئله برنامه‌ریزی دوسطحی این پژوهش، قرارگاه منطقه‌ای به عنوان سطح اول برنامه‌ریزی (رهبر) و یگان‌های مختلف شرکت‌کننده در رزمایش به عنوان سطح دوم برنامه‌ریزی (پیروها) در نظر گرفته می‌شوند (با مسئله چند پیروی[1] روبرو هستیم اما پیروها مستقل از هم هستند). تابع هدف رهبر عبارتست از مکان‌یابی یگان‌های مختلف شرکت‌کننده در رزمایش به گونه‌ای که بهترین عملکرد را داشته باشند و تابع هدف پیروها عبارتست از مسئله حمل و نقل استقرار و ضداستقرار عِدّه‌ها و عُدّه‌ها به گونه‌ای که کمترین هزینه‌های حمل‌ونقل در پنجره زمانی تعیین‌شده را متحمل شوند.

در شکل ۲ مسئله پژوهش به صورت شماتیک تبیین شده است:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 . multi follower



شکل۲: چارچوب فعالیت‌ها و جریانات پژوهش

وظایف تفصیلی قرارگاه منطقه‌ای (رهبر) به شرح زیر است:

- تعیین یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش
- اختصاص فضاهای مختلف به یگان‌های مختلف (مکان‌یابی یگان‌های مختلف شرکت‌کننده در رزمایش)
- تنظیم سناریوی رزمایش با هماهنگی و تعامل با رده بالا
- هماهنگی با مبادی ذیربط (مسوولین محلی و کشوری)
- هماهنگی‌های پشتیبانی نزدیک هوایی (هواپیمای شکاری و هوانیروز) و پشتیبانی آمادی
- کنترل جدول برگزاری رزمایش

وظایف تفصیلی یگان‌ها (تیپ‌های) شرکت‌کننده در رزمایش به شرح زیر است:

- انتقال عِدّه‌ها و عُدّه‌ها به محل برگزاری با تجهیزات خود تیپ و یا با کمک گرفتن از منابع بیرونی

- برگرداندن عِدّه‌ها و عُدّه‌ها از محل برگزاری (ضد استقرار)
- نحوه آرایش عِدّه‌ها و عُدّه‌ها در محل در اختیار تیپ‌هاست.
- نحوه تقسیم آمادی (خوراک و پوشاک) در اختیار تیپ است.
- موضوعات لجستیکی در اختیار تیپ‌هاست.
- انجام تمرینات مختلف نظامی

در مسئله این پژوهش قرار است از بین چندین زمین کاندیدا برای برگزاری رزمایش، یک زمین انتخاب شود. معیار انتخاب زمین مناسب بودن آن برای یگان‌های مختلف شرکت‌کننده در رزمایش است. زمین به بخش‌های مختلف تقسیم شده و قسمت‌های مناسب هر یگان مشخص می‌شود (یگان پیاده، زرهی، توپخانه و یگان‌های مکمل).

با توجه به شرایط یگان‌ها (تیپ‌ها) شرکت‌کننده در رزمایش، در نهایت زمین برگزاری رزمایش مشخص می‌شود. به یگان‌هایی که باید در رزمایش شرکت کنند ابلاغ می‌شود که در بازه زمانی معین در محل استقرار یابند.

یگان‌های شرکت‌کننده به منظور انجام بهتر و دقیق‌تر مأموریت با تمام توان خود شرکت می‌کنند و عِدّه‌ها و عُدّه‌های خود را با وسایل نقلیه متناسب به منطقه اعزام می‌کنند.

مسئله مورد بررسی، برنامه‌ریزی برای انتخاب مکان مناسب رزمایش، تیپ‌های (یگان‌های) شرکت‌کننده در رزمایش و تعداد گردان‌های شرکت‌کننده از هر نوع است. انتخاب مکان رزمایش و تیپ‌های شرکت‌کننده در آن، توسط قرارگاه منطقه‌ای انجام می‌شود. هرکدام از یگان‌های بالقوه برای شرکت در رزمایش، می‌توانند درباره تعداد گردانی که به رزمایش اعزام می‌کنند تصمیم بگیرند. این تصمیم وابسته به ظرفیت حمل‌ونقل هر یگان و هزینه‌های برونسپاری حمل‌ونقل است. چرا که هر تیپ در ابتدا از ظرفیت وسایل نقلیه خود برای انتقال عِدّه‌ها و عُدّه‌های خود استفاده می‌کند ولی چنانچه با کمبود مواجه بود از پشتیبانی منطقه یا سایر یگان‌های همجوار تأمین می‌کند یا از پیمانکاران غیرنظامی اجاره می‌کند.

مرور ادبیات

موضوع لجستیک رزمایش‌های نظامی تاکنون به این شیوه در هیچ پژوهش علمی مورد بررسی قرار نگرفته است؛ اما در خصوص کاربرد روش برنامه‌ریزی ریاضی دوسطحی در لجستیک،

تاکنون پژوهش‌های مختلفی انجام گرفته شده است. برنامه‌ریزی دوسطحی ابزاری برای تصمیم‌گیری مسائل برنامه‌ریزی غیرمتمرکز است (Ying et al, 2017). در برنامه‌ریزی دوسطحی (BLP) که تصمیم‌گیرنده سطح یک آن را رهبر و سطح دو آن را پیرو می‌گوییم هر تصمیم‌گیرنده تلاش می‌کند تابع هدف خود را بدون توجه به تابع هدف دیگری بهینه کند، اما تصمیم هر کدام بر مقدار تابع هدف و فضای تصمیم‌گیری سطح دیگر اثر می‌گذارد (Sadeghian Sharif et al, 2018). شکل کلی برنامه‌ریزی دوسطحی به صورت زیر است (Bard, 1998).

$$
\begin{aligned}
&\min_{x \in X} F(x, y) \\
&\text{s.t.} \\
&\quad G(x, y) \leq 0 \\
&\quad \min_{y \in Y} f(x, y) \\
&\quad \text{s.t.} \\
&\quad\quad g(x, y) \leq 0 \\
&\quad\quad x, y \geq 0
\end{aligned}
$$

در ادامه به برخی از مسائلی که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی دوسطحی بهینه شده‌اند، اشاره می‌شود.

سان و همکاران[1] (۲۰۰۸) به ارائه مدل برنامه‌ریزی دوسطحی و الگوریتم حل آن برای مکان‌یابی مراکز توزیع لجستیکی پرداختند. چیو[2] (۲۰۰۹) یک مدل برنامه‌ریزی دوسطحی برای طراحی شبکه لجستیکی با جریان‌های بهینه شده سیستم پرداخت. هولمبرگ[3] (۲۰۱۲) روش حل دقیق برای مسئله مکان‌یابی تسهیلات کم ظرفیت را مورد بررسی قرار داد که در آن هزینه‌های حمل و نقل غیرخطی بود. یک مدل برنامه‌ریزی صحیح برای مکان‌یابی کارخانه

1. Sun et al
2. Chiou
3. Holmberg

توسط باراهونا و جنسن[۱] (۲۰۱۱) ارائه شد. در این مدل نه تنها هزینه‌های ثابت و هزینه‌های حمل و نقل، بلکه هزینه‌های موجودی نیز با استفاده از روش تجزیه دانتزیگ- ولف[۲] مورد بررسی قرار گرفته است. اوون و داسکین[۳] (۲۰۰۸) طبیعت پویایی مسائل مکان‌یابی تسهیلات و طبیعت تصادفی تقاضای مشتریان را در نظر گرفتند و مدل‌های مکان‌یابی پویا و تصادفی ساده را توسعه دادند.

کلوزه و درکسل[۴] (۲۰۰۹) برخی از نوآوری‌ها را در وضعیت فعلی مدل‌های مکان‌یابی تسهیلات برای سیستم توزیع را مورد بررسی قرار دادند. ژو و همکاران[۵] (۲۰۰۷) تخصیص متوازن مشتریان را به مراکز توزیع چندگانه با یک رویکرد الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار دادند. سیام[۶] (۲۰۰۶) یک مدل و متدولوژی برای مساله مکان‌یابی با اجزای لجستیک مورد بررسی قرار داده است. لو و بستل[۷] (۲۰۱۳) یک مدل مکان‌یابی تسهیلات برای سیستم‌های لجستیکی از جمله جریان های معکوس ارائه دادند. گرچه میلر و همکاران[۸] (۲۰۱۴) با استفاده از مدل‌ها و الگوریتم‌های دقیق و محدودکننده مساله مکان‌یابی مراکز توزیع لجستیکی را مورد مطالعه قرار دادند، آنها تنها مدل‌های تک سطحی بودند که نمی‌توانست مزایایی برای هر دوی طراحان و مشتریان به همرا داشته باشد. الیشبرگ و استینبرگ[۹] (۲۰۱۴) یک زنجیره تامین دو عضوی با فعالیتهای تولید و توزیع محصول را با استفاده از برنامه‌ریزی دوسطحی مورد مطالعه قرار داده و سیاست‌های بهینه قیمت‌گذاری و موجودی را تعیین نموده‌اند. همچنین مطالعاتی درادبیات موضوع به تعیین سیاست‌های قیمت‌گذاری و تبلیغات بطور همزمان پرداخته‌اند. هی و

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 . Barahona and Jensen

2 Dantzig-Wolfe

3. Daskin and Owen

4. Klose and Drexl

5. Zhou et al

6. Syam

7. Lu and bostel

8 . Miller et al

9 . Eliashberg & Steinberg

همکاران[1] (۲۰۰۹) یک مسئله تبلیغات مشارکتی احتمالی را در قالب یک بازی استکلبرگ تفاضلی مدل‌سازی نموده است. سمرکوفسکی و ژانگ[2] (۲۰۱۶) نیز موضوع قیمت‌گذاری و تعیین سیاست تبلیغات را در یک زنجیره تامین دو سطحی مورد مطالعه قرار داده‌اند که در آن تقاضا به قیمت خرده‌فروشی و هزینه تبلیغات وابسته است.

مدل ریاضی مسئله

جدول۱: مجموعه‌ها

نماد	توضیحات
J	مجموعه زمین‌های بالقوه برای برگزاری رزمایش
I	مجموعه یگان‌های بالقوه برای شرکت در رزمایش
G	مجموعه انواع گردان {پیاده، زرهی؛ توپخانه، مکمل}
F	مجموعه تمام وسایل نقلیه
W	مجموعه انواع عِدّه و عُدّه
F_{iw}	مجموعه وسایل نقلیه مناسب برای حمل عِدّه یا عُدّه نوع $w \in W$ متعلق به

جدول۲: پارامترها

نماد	توضیحات
V_f	سرعت وسیله نقلیه $f \in F$
C_f	ظرفیت وسیله نقلیه $f \in F$
$\mathrm{d_{ij}}$	مسافت مکان یگان $\mathrm{i \in I}$ از زمین $\mathrm{j \in J}$
$\pi_{ijf} = \frac{\mathrm{d_{ij}}}{\mathrm{V_f}}$	زمان موردنیاز برای طی مسافت بین یگان $\mathrm{i \in I}$ و زمین $\mathrm{j \in J}$ با وسیله نقلیه $\mathrm{f \in F}$
$\mathrm{te_f}$	زمان مؤثری که وسیله نقلیه $\mathrm{f \in F}$ در شبانه‌روز می‌تواند حرکت کند.

1. He et al
2. Szmerekovsky & Zhang

$[Es, Ls]$	پنجره زمانی استقرار
$Ts = Ls - Es$	طول مدت مجاز استقرار
$[Ed, Ld]$	پنجره زمانی ضداستقرار
$Td = Ld - Ed$	طول مدت مجاز ضداستقرار
$\emptyset s_{ijf} = \left\lfloor \frac{te_f Ts}{2\pi_{ijf}} \right\rfloor$	تعداد سفر در دسترس بین محل رزمایش و یگان در مرحله استقرار برای وسیله نقلیه $f \in F$ از یگان$i \in I$ به زمین [۱] $j \in J$
$\emptyset d_{ijf} = \left\lfloor \frac{te_f Td}{2\pi_{ijf}} \right\rfloor$	تعداد سفر در دسترس بین محل رزمایش و یگان در مرحله ضداستقرار برای وسیله نقلیه $f \in F$ از یگان$i \in I$ به زمین [۲] $j \in J$
θ_g	حداقل تعداد از گردان نوع $g \in G$ که باید در رزمایش حضور داشته باشند.
α	حداقل تعداد یگان (تیپ) شرکت‌کننده در رزمایش
β	حداکثر تعداد یگان (تیپ) شرکت‌کننده در رزمایش
δ_{ig}	تعداد گردان نوع $g \in G$ که یگان$i \in I$ در اختیار دارد.
N_{igw}	تعداد عِدّه یا عُدّه نوع $w \in W$ از گردان $g \in G$ یگان$i \in I$ در اختیار دارد.

[۱]. همانطور که در بالا شرح داده شد، te_f زمان مؤثری است که وسیله نقلیه در یک شبانه روز می‌تواند حرکت کند. مقیاس این پارامتر ساعت است. Ts کل زمان مجاز استقرار در مقیاس شبانه‌روز است. بنابراین صورت این کسر تعداد روزهای استقرار ضرب در زمان مفید حرکت است که برابر است با کل زمان مفید حرکت یک وسیله نقلیه در طی مدت مجاز استقرار برحسب ساعت. برای مثال اگر زمان مجاز استقرار ۵ روز باشد و وسیله نقلیه‌ای ۱۰ ساعت زمان مفید حرکت داشته باشد در مجموع ۵۰ ساعت زمان مفید حرکت در طی مدت مجاز استقرار در دسترس است. π_{ijf} زمان مورد نیاز برای طی فاصله بین یگان i و زمین j برحسب ساعت است. ازآنجاکه هر وسیله نقلیه یک بار رفت و یک بار برگشت دارد، مخرج کسر برابر است با دوبرابر زمان مورد نیاز برای طی فاصله بین گردان i و زمین j برحسب ساعت. بنابراین نتیجه کسر برابر است با کل زمان در دسترس تقسیم بر زمان مورد نیاز هربار رفت و آمد. به پایین گرد کردن به این دلیل است که تعداد مثلا ۲٫۵ سفر بی‌معنی است و عملاً تنها ۲ سفر در دسترس خواهد بود. لازم به ذکر است که از زمان مورد نیاز برای بارگیری و تخلیه هم صرف نظر شده است و این مقدار هنگام محاسبه زمان مفید حرکت وسیله نقلیه در شبانه‌روز (te_f) محاسبه شده است.

[۲]. مشابه توضیحی که برای $\emptyset s_{ijf}$ داده شد این فرمول قابل توجیه است.

U_{jg}	درجه مطلوبیت زمین $j \in J$ برای گردان $g \in G$
ρ_{jg}	ظرفیت زمین $j \in J$ برای گردان $g \in G$
λ	هزنیه هر واحد برونسپاری حمل‌ونقل برای یگان‌ها

جدول۳: متغیرهای مسئله

نماد	توضیحات
Z_j	متغیر باینری نشانگر انتخاب یا عدم انتخاب زمین $j \in J$ برای رزمایش
X_i	متغیر باینری نشانگر شرکت یا عدم شرکت یگان$i \in I$ در رزمایش
Y_{ig}	متغیر عددصحیح نشانگر تعداد گردان‌های $g \in G$ که یگان $i \in I$ به رزمایش اعـزام می‌کند.
R_{iw}	متغیر عددصحیح نشانگر تعداد عِدّه یا عُدّه نوع $w \in W$ کـه یگـان $i \in I$ از طریـق ناوگان اجاره‌ای به رزمایش اعزام می‌کند.

مدل ریاضی

$$Max \sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\sum_{g\in G} U_{jg}\, Z_j Y_{ig} \qquad (۱)$$

$$\alpha \le \sum_{i\in I} X_i \le \beta \qquad (۲)$$

$$\sum_{j\in J} Z_j = 1 \qquad \forall\, g \in G \qquad (۳)$$

$$\sum_{i\in I} Y_{ig} \le \rho_{jg} Z_j \qquad \forall\, g \in G, j \in J \qquad (۴)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$\sum_{i\in I} Y_{ig} \geq \theta_g \qquad \forall\, g \in G \qquad (۵)$$

$$max \sum_{w\in W}\sum_{g\in G} N_{igw}Y_{ig} - \sum_{w\in W} \lambda R_{iw} \qquad \forall\ i \in I \qquad (۶)$$

$$Y_{ig} \leq \delta_{ig} \qquad \forall\ i \in I\ \ g \in G \qquad (۷)$$

$$\sum_{g\in G} N_{igw}Y_{ig} \leq \sum_{f\in F_{iw}} C_f \emptyset s_{ijf} + R_{iw} \qquad \forall\ i \in I\,, w \in W \qquad (۸)$$

$$\sum_{g\in G} N_{igw}Y_{ig} \leq \sum_{f\in F_{iw}} C_f \emptyset d_{ijf} + R_{iw} \qquad \forall\ i \in I\,, w \in W \qquad (۹)$$

$$X_i \in \{0,1\} \qquad \forall\ i \in I \qquad (۱۰)$$

$$Z_j \in \{0,1\} \qquad \forall\ j \in J \qquad (۱۱)$$

$$Y_{ig} \in Z^+ \qquad \forall\ i \in I\,, g \in G \qquad (۱۲)$$

$$R_{iw} \in Z^+ \qquad \forall\ i \in I\,, w \in W \qquad (۱۳)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

توضیحات مدل

معادله (۱) تابع هدف پیشرو است. این رابطه معادل مجموع مطلوبیت زمین $j \in J$ برای گردان‌هایی است که در آن مستقر می‌شوند. ازآنجاکه از بین زمین‌ها تنها یک زمین باید انتخاب

شود، نیاز است که تابع هدف شامل جمله Z_j باشد تا محاسبات تنها برای زمین انتخاب‌شده صورت بگیرد؛ بنابراین مدل یک مدل غیرخطی است. محدودیت (۲) محدودیت کران بالا و پائین برای تعداد یگان شرکت‌کننده در رزمایش است. محدودیت (۳) تضمین می‌کند که تنها یک زمین برای رزمایش انتخاب می‌شود. هر زمین به $|G|$ قطعه (تعداد انواع گرادن‌ها) تقسیم می‌شود که هر قطعه مناسب یک نوع گردان است. هر کدام از این قطعات خود به قطعات کوچک‌تری تقسیم می‌شوند و ظرفیت خاصی دارند. ρ_{jg} نشانگر این ظرفیت است. پس مجموع تمام گردان‌های نوع g که در رزمایش شرکت می‌کنند باید کمتر از ρ_{jg} باشد. معادله (۴) این محدودیت را نشان می‌دهد. محدودیت (۵) نشان می‌دهد که مجموع تعدد گردان‌های نوع $g \in G$ که در رزمایش شرکت می‌کنند باید از حد پائین θ_g که قرارگاه عملیاتی تعیین می‌کند؛ بیشتر باشد.

معادله (۶) تابع هدف پیروها (یگان‌ها) را نشان می‌دهد. هدف یگان‌های شرکت‌کننده بیشینه کردن عِدّه و عُدّه‌ای است که به رزمایش اعزام می‌کنند؛ اما به دلیل محدودیتی که در ظرفیت ناوگان حمل‌ونقل دارند، به‌ازای برونسپاری حمل‌ونقل، مجبور به پرداخت هزینه هستند. این هزینه به‌صورت $\sum_{w\in W} \lambda R_{iw}$ در معادله ظاهر شده است. هر یگان از هر نوع گردان یک تعداد خاص در اختیار دارد (δ_{ig}) و بیشتر از این تعداد نمی‌تواند به رزمایش اعزام کند. محدودیت (۷) تضمین‌کننده این محدودیت است. تعداد عِدّه و عُدّه‌ای که به رزمایش اعزام می‌شود، برابر مجموع ظرفیت ناوگان حمل‌ونقل یگان و تعداد عِدّه و عُدّه‌ای است که با استفاده از ناوگان اجاره‌ای اعزام می‌شوند (R_{iw}) است. محدودیت (۸) این شرایط را برای حالت استقرار و محدودیت (۹) برای حالت ضد استقرار تضمین می‌کند. ظرفیت ناوگان حمل‌ونقل یگان در حالت استقرار و ضداستقرار ($C_f \emptyset d_{if}$ و $C_f \emptyset s_{ijf}$) وابسته به زمان استقرار و ضداستقرار و تعداد سفری است که هر وسیله نقلیه می‌تواند در این زمان انجام دهد. عِدّه و عُدّه‌ای که با استفاده از ظرفیت اجاره‌ای به محل رزمایش اعزام می‌شود (R_{iw})، متغیر تصمیم است و مقدار آن باتوجه به این دو محدودیت و تابع هدف تعیین می‌شود. روابط (۱۰ تا ۱۳) محدودیت علامت متغیرها هستند.

روش حل و نتایج عددی

باتوجه به دوسطحی بودن مسئله، نمی‌توان مستقیماً از سالورهای معمول حل مسائل خطی و غیرخطی برای حل این مسئله استفاده کرد. در ادامه یک الگوریتم شمارشی که خاص این مسئله توسعه داده شده است، معرفی می‌شود. در این روش حل، برای تمام یگان‌ها، مدل پیرو (معادلات: (۶، ۷، ۸، ۹)) با استفاده از سالور CPLEX حل می‌شود. به ازای تمام زمین‌های $j \in J$ ، تمام حالت‌های موجه از لحاظ تعداد یگان شرکت‌کننده (محدودیت ۲ مدل ریاضی) شمرده می‌شود؛ سپس برای هرکدام از حالت‌ها، موجه بودن جواب از لحاظ تعداد گردان شرکت‌کننده از هر نوع سنجیده می‌شود. در پایان برای تمام حالت‌های موجه، مقدار تابع هدف پیشرو محاسبه شده و در پایان جوابی که از لحاظ تابع هدف پیشرو و پیروها بهتر باشد، انتخاب می‌شود. مراحل الگوریتم به ترتیب زیر است:

۱- حل مدل پیرو برای یگان‌های $i \in I$ به ازای تمام زمین‌های $j \in J$

۲- شمارش تمام حالت‌های ممکن برای شرکت یگان‌ها.

توضیح: باتوجه به حد بالا و پائینی که برای تعداد یگان شرکت‌کننده وجود دارد، ترکیبات مختلفی از یگان‌های شرکت‌کننده ممکن است وجود داشته باشد. مثلاً اگر۶ یگان در مسئله حضور داشته باشند و حد پائین (α) برابر ۳ و حد بالا (β) برابر ۵ باشد، به ازای هر زمین کاندید به تعداد زیر حالت بالقوه برای ترکیب یگان‌های شرکت‌کننده وجود دارد:

$$\binom{6}{3} + \binom{6}{4} + \binom{6}{5} = 20 + 15 + 6 = 41$$

۳- محاسبه مجموع تمام گردان‌های شرکت‌کننده که از حل مدل پیرو برای یگان‌ها در هر کدام از حالت‌های قدم ۲، به دست آمده‌اند. این عدد باید کوچکتر و مساوی ظرفیت زمین و بزرگتر و مساوی محدودیت قرارگاه منطقه‌ای در تعداد گردان باشد. یعنی محدودیت‌های (۴) و (۵). اگر جوابی این شرایط را داشته باشد پذیرفته می‌شود.

۴- جواب‌هایی که در مرحله قبل پذیرفته شده‌اند درنظر گرفته شده و با استفاده از آنها مقدار تابع هدف پیشرو به ازای تمام زمین‌های بالقوه، محاسبه می‌شود.

۵- با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تابع هدف پیشرو، بهترین جواب انتخاب می‌شود.

شبه‌کد روش حل در ادامه آورده شده است.

شبه کد الگوریتم حل

پیش از ارائه شبه‌کد، واژه‌های به‌کار رفته در آن در ادامه توضیح داده می‌شود.

q	هرکدام از مجموعه‌های ترکیب شرکت یگان‌ها در رزمایش
F	مدل پیرو (معادلات (۶،۷،۸،۹))
Solve	حل مدل پیرو با حل‌کننده CPLEX
YY_{ig}^{j}	میزان متغیر Y_{ig} در صورت انتخاب زمین $j \in J$
Fob_{ij}	مقدار تابع هدف یگان $i \in I$ در صورت انتخاب زمین $j \in J$
Lob_{qj}	مقدار تابع هدف رهبر در حالت شرکت ترکیب q در صورت انتخاب زمین $j \in J$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شبه‌کد

For all $i \in I$
{
Solve followerModel(i)
Save $(F_{OBJ}(\mathrm{i}) = \sum_{g\in G} Y_{ig} - \sum_{w\in W} \lambda R_{iw})$
}
For all **Xi_case**:1 to **Card_Xi_case**
{
Calculate $\sum_{i\in I} Y_{ig}$
if$\left(\theta_g \le \left(\sum_{i\in I} Y_{ig}\right) \le \rho_{jg} \right)$
Accept solution;
Else
continue;
If (Accept solution)
For all $j \in J$
{
Calculate $(L_{OBJ}(\mathrm{j,Xi_case}) = \sum_{i\in I}\sum_{g\in G} \mathrm{U}_{jg}\mathrm{Y}_{ig})$
}
}
Sort all L_{OBJ}
Sort all F_{OBJ}
Select best solution

نتایج عددی

به‌منظور اعتبارسنجی مدل و الگوریتم حل، نمونه‌مسائل عددی با درنظر گرفتن شرایط واقعی رزمایش‌های برگزار شده در ایران، طراحی شدند. الگوریتم ارائه‌شده در محیط GAMS

کدنویسی شده و با کمک حل‌کننده CPLEX 12.7 اجرا شد. کامپیوتر مورد استفاده در اجرای نمونه‌مسائل، یک کامپیوتر با CPU 4 GZ و RAM 8GB است. در جدول ۵ نتایج آزمایش‌های عددی ارائه شده است. در این جدول ستون N شماره نمونه مسئله، ستون NJ تعداد زمین‌های بالقوه برای برگزاری رزمایش و ستون NI تعداد یگان‌های کاندید برای شرکت در رزمایش است. ستون‌های α و β حد پائین و بالا برای تعداد یگان‌های شرکت‌کننده در رزمایش هستند. ستون NS تعداد جواب‌های مناسب و غیرارجح برای پیشرو است. ستون‌های NC و NF به ترتیب تعداد کل حالت‌های ممکن و حالت‌های موجه از نظر تعداد یگان شرکت‌کننده (محدودیت ۲) و تعداد گردان‌های شرکت‌کننده (نامعادلات ۴،۵) هستند. ستون BL_{obj} بهترین مقدار برای تابع هدف پیشرو است. T زمان حل مسئله برحسب ثانیه است.

در مواردی که بیش از یک جواب بهینه برای پیشرو به‌دست آمده است، می‌توان با توجه به مقدار تابع هدف پیروها در این حالت بهترین جواب ممکن را انتخاب کرد.

جدول ۴: نتایج آزمایش‌های عددی

N	NJ	NI			NC	NF	NS	BL_{obj}	T
۱	۵	۶	۳	۵	۳۱۵	۲۰۵	۲	۸۹	۲۳
۲	۵	۸	۳	۵	۱۲۷۵	۹۱۰	۱	۹۶	۱۸۲
۳	۵	۸	۳	۵	۱۲۷۵	۹۱۰	۱	۱۱۴	۱۸۱
۴	۶	۱۰	۳	۷	۶۱۳۸	۵۴۷۲	۳	۱۴۱	۱۷۳۴
۵	۷	۱۰	۳	۸	۷۱۶۱	۶۶۹۹	۴	۱۴۹	۲۰۵۹

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش مسئله مکان‌یابی و برنامه‌ریزی رزمایش‌های تک‌نیرویی مورد مطالعه قرار گرفت. در این مسئله دو نوع تصمیم‌گیرنده نقش دارند: قرارگاه عملیاتی و یگان‌های شرکت‌کننده. هدف قرارگاه عملیاتی بیشینه کردن مطلوبیت زمین انتخاب شده با توجه به انواع گردان شرکت‌کننده است. با توجه به محدودیت‌ها ممکن است همه یگان‌ها نتوانند در رزمایش حضور داشته باشند. یگان‌های شرکت‌کننده در صدد بیشینه کردن تعداد گردانی هستند که به رزمایش اعزام می‌کنند اما در این میان با محدودیت ظرفیت ناوگان حمل‌ونقل مواجه هستند.

برای جبران این محدودیت می‌توانند بخشی از حمل‌ونقل را برونسپاری کنند؛ بنابراین تصمیم‌گیری درباره انتخاب زمین و یگان‌های شرکت‌کننده به عهده قرارگاه عملیاتی و تصمیم‌گیری درباره تعداد گردان شرکت‌کننده به عهده یگان‌ها است. در این پژوهش برای مسئله یک مدل برنامه‌ریزی دوسطحی با پیروهای چندگانه ارائه شده و برای حل آن یک الگوریتم مبتنی بر شمارش تمام حالات موجه، توسعه داده شده است. نتایج آزمایش‌های عددی نشان از مناسب بودن روش حل برای نمونه‌مسئله‌های با ابعاد واقعی در زمان حل مناسب دارند. برای مثال بزرگترین مسئله که ۱۰ یگان شرکت‌کننده و ۷ زمین بالقوه برای انجام رزمایش را شامل می‌شود، در کمتر از یک ساعت به جواب رسیده است.

نتایج حاصل از مدل‌سازی و حل مدل نشان داد که در صورت استفاده از اصول مطرح شده در این مقاله، انتخاب مکان مناسب برای رزمایش و انتخاب مکان مناسب برای هر یگان شرکت‌کننده در رزمایش به شکل مطلوب‌تر و علمی‌تری انجام گرفته و همچنین استقرار و ضداستقرار عِده‌ها و عُده‌ها با کنترل بهتر و مدیریت زمان و در صورت لزوم از طریق برونسپاری صورت خواهد گرفت. لذا به نظر می‌رسد استفاده از اصول و راهکارهای علمی در برنامه‌ریزی رزمایش‌ها و سایر مسائل لجستیکی نزاجا و نیروهای مسلح با در نظر گرفتن مطلوبیت‌ها و محدودیت‌های تمام ذی‌نفعان به بهبود شرایط لجستیکی نیروهای مسلح کمک می‌کند. از دیگر دست‌آوردهای این تحقیق ارائه یک نمونه از لجستیک اقتضایی، مدل‌سازی و حل آن در حوزه نظامی است. بدیهی است که باتوجه به جدید بودن مبحث لجستیک اقتضایی، ارائه یک تحقیق مرتبط با یک نمونه واقعی از آن کمک زیادی به توسعه و شناخت بیشتر این شاخه از لجستیک خواهد کرد.

در تحقیقات آتی می‌توان زمانبندی استقرار و ضداستقرار را به مدل بهینه‌سازی اضافه کرد. در نظر گرفتن برنامه‌ریزی حمل‌ونقل برای یگان‌های شرکت‌کننده از دیگر پیشنهادات برای تحقیقات آتی است. در تحقیق حاظر مسئله به صورت تک نیرویی و تنها با شرکت یک قرارگاه منطقه‌ای درنظر گرفته شده است. اگر فرض رزمایش مشترک و یا حضور بیش از یک قرارگاه منطقه‌ای درنظر گرفته شود، تعداد تصمیم‌گیرنده‌های مسئله افزایش می‌یابد. بررسی مسئله در این شرایط از دیگر پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده است. همچنین می‌توان با وارد کردن رده‌ی بالاتر از قرارگاه منطقه‌ای، مساله را به صورت سه سطحی درآورد.

فهرست منابع

عباسی‌رائی، علی. (۱۳۹۵) " مکان‌یابی، استقرار و ضد استقرار در لجستیک اقتضایی واحدهای نظامی با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی دوسطحی". پروپوزال رساله دکتری مهندسی صنایع. دانشگاه کردستان.

عباسی‌رائی، علی. نخعی کمال‌آبادی، عیسی. (۱۳۹۶) "آشنایی با لجستیک اقتضایی". انتشارات دانشگاه کردستان.

Bard J.F. (1998). Practical bilevel optimization. Algorithms and applications. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher.

Barahona,F. and Jensen, D. (2011). "Plant location with minimum inventory", Math. Program. 83 101–111.

Eliashberg, J., & Steinberg, R. (2014). Marketing-production decisions in an industrial channel of distribution. Management science, 33(8), 981-1000 .

He, X., Prasad, A., & Sethi, S. P. (2009). Cooperative advertising and pricing in a dynamic stochastic supply chain: Feedback Stackelberg strategies. Production and Operations Management, 18(1), 78-94 .

Holmberg, K. (2012). "Exact solution methods for uncapacitated location problem with convex transportation cost"s, Eur. J. Oper. Res. 114 127–140.

Klose, A. and Drexl, A. (2009). "Facility location models for distribution system design", Eur. J. Oper. Res. 162 4–29.

Lu, Z.Q. and Bostel, N. (2013). "A facility location model for logistics systems including reverse flows: the case of remanufacturing activities". Comput. Oper. Res. 34 299–323.

Miller, T.C and Friesz, T.L. and Tobin, R.L. (2014). "quilibrium Facility Location on Networks, Springer.

Owen,S.H. and Daskin, M.S. (2008). "strategic facility location: a review", Eur. J. Oper. Res. 111 423–447.

Sadeghian Sharif,. Nastaran. et.al (2018). "A bi-level programming approach to joint network design and pricing problem in the municipal solid waste management system: A case study". Resources, Conservation and Recycling. Volume 131, April 2018, Pages 17-40.

Syam, S.S. (2006). "A model and methodologies for the location problem with logistical components". Comput. Oper. Res. 29 1173–1193.

Yugang, Y., Liang, L & ,.Huang, G. Q. (2006). Leader–follower game in vendor-managed inventory system with limited production capacity considering wholesale and retail prices. International Journal of Logistics: Research and Applications, 9(4), 335-350 .

Ying, Li. Pengwei, Zhang. Yifan, Wu. (2017). "Public recharging infrastructure location strategy for promoting electric vehicles: A bi-level programming approach". Journal of Cleaner Production. Volume 172, 20 January 2018, Pages 2720-2734.

Zhou, G. and Min, H. and Gen, M. (2007). "The balanced allocation of customers to multiple distribution centers in the supply chain network: a genetic algorithm approach". Comput. Ind. Eng. 43 .251–261.

Zmerekovsky, J. G., & Zhang, J. (2016). Pricing and two-tier advertising with one manufacturer and one retailer. European Journal of Operational Research, 192(3), 904-917

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی