نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــریت تولیـــد

شمـــاره ۱، جلـــد ۲۲، بهـــار ۱۳۹۰
صفحـــه ۶۶-۷۶

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید
دانشگاه علم و صنعت ایران

ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

ارائه مدل برنامه‌ریزی امکانی چندهدفه برای مساله لجستیک امداد

محمدسعید جبل‌عاملی*، علی بزرگی امیری و مهدی حیدری

کلمات کلیدی

لجستیک امداد بلایا،
سیستم توزیع امداد،
برنامه‌ریزی امکانی،
بهینه‌سازی چندهدفه

چکیده:

لجستیک امداد بلایا یکی از فعالیت‌های اصلی مدیریت بلایا می‌باشد. اهمیت درنظر گرفتن عدم قطعیت در این مبحث، سبب ایجاد انگیزه جهت توسعه ابزارهای تصمیم‌گیری مناسب برای غلبه بر پارامترهای غیرقطعی و نادقیق در مساله طراحی سیستم لجستیک امداد شده است. این مقاله یک رویکرد جدید برنامه‌ریزی امکانی چندهدفه را برای مدل‌سازی مساله سیستم توزیع امداد با تقاضاها و عرضه‌های نادقیق، هزینه‌های راه‌اندازی و هزینه‌های حمل و نقل نادقیق ارائه می‌دهد. مدل ارائه شده شامل دو هدف می‌باشد. هدف اول کمینه‌سازی مجموع هزینه‌ها (شامل هزینه‌های راه‌اندازی، هزینه حمل و نقل و هزینه‌های کمبود) و هدف دوم بیشینه نمودن رضایت‌مندی نقاط آسیب‌دیده است. برای حل مدل برنامه‌ریزی امکانی چندهدفه ارائه شده، یک رویکرد حل برنامه‌ریزی فازی تعاملی دومرحله‌ای پیشنهاد شده است. نتایج محاسباتی، اهمیت و کارایی مدل امکانی پیشنهادی بعلاوه سودمندی رویکرد حل ارائه شده را برای مسائل تصمیم گیری واقعی نشان می‌دهند.

۱. مقدمه

هر ساله بلایای طبیعی همانند زلزله، سیل، طوفان و خشکسالی قسمت‌های مختلفی از جهان را گرفتار می‌کند. وقوع این حوادث طبیعی اغلب با صدمه به جان و مال انسان‌ها همراه است. از آنجایی که به دلیل عواملی نظیر رشد جمعیت، تغییرات شرایط جوی، یکپارچگی سامانه‌ها[۲] بحران‌های طبیعی در حال افزایش می‌باشد، پیش‌بینی می‌شود که امدادهای فعلی ناکافی باشند[۱]. از طرفی ماهیت بحران‌های طبیعی به گونه‌ای است که پاسخگویی به آنها باید در زمان اندک صورت پذیرد. ماهیت تصادفی بودن و غیر قابل پیش‌بینی بودن بحران‌های طبیعی ایجاب می‌نماید که طرح‌های بحرانی جامعی جهت کاهش و تسکین خطرات و نتایج ناشی از بحران ارائه شود. برنامه‌ریزی جهت رویارویی با این قبیل پیامدها و آگاهی عمومی‌مردم موجب کاهش مرگ و کاهش ازدست رفتن دارایی‌ها و مصدومیت‌ها شده است که این امر رویکرد اصلی در واکنش‌های امدادی می‌باشد[۲]. در چنین شرایط اضطراری و پیچیده، تصمیم‌گیرنده باید با سرعت و به‌صورت موثر به مشکلات لجستیکی پاسخ دهد و افراد آسیب‌دیده را از نقاط آسیب به مراکز مستقر شده مورد نظر انتقال دهد. در راستای نیل به این اهداف، پشتیبانی و امدادرسانی حوزه‌ای است که بهبود در آن می‌تواند نتایج اثربخشی را حاصل کند. در واقع قسمت اعظم مدیریت بحران، چیزی جز مدیریت لجستیک نیست[۳]. علاوه براین لجستیک موجب هماهنگی بیشتر در تحویل کالاها و ارتباطات شده و موجب افزایش سرعت تحویل و پاسخگویی می‌گردد[۴و۵].

یکی از راهبردهای لجستیکی ممکن جهت کاهش زمان تاخیر، مکان‌یابی از پیش و ذخیره‌سازی موجودی در نزدیکی مکان آسیب دیده می‌باشد[۴]. این استراتژی لجستیکی از عملیات‌های نظامی‌که در جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار گرفته اقتباس شده است. بنابراین بطور کلی می‌توان گفت جهت نیل به اهداف مدیریت بحران، لجستیک به عنوان حوزه‌ای است که می‌تواند بهبود زیادی ایجاد کند. و مکان‌یابی از پیش انبارهای موجودی از استراتژی‌های مخصوص لجستیکی، جهت حرکت به سوی پاسخگویی سریع‌تر و

تاریخ وصول: ۸۹/۳/۲۲
تاریخ تصویب: ۸۹/۸/۵

***نویسنده مسئول مقاله: دکتر محمدسعید جبل‌عاملی**، عضو هیات علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران jabal@iust.ac.ir

علی بزرگی امیری، دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، alibozorgi@iust.ac.ir

دکتر مهدی حیدری، عضو هیات علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران Mheydari@ iust.ac.ir

[۲] - *Global Connectivity*

Archive of SID

www.SID.ir

بهتر می‌باشد. مکان‌یابی انبارهای از پیش، مکان‌یابی را از بعد جغرافیایی با توجه به فاکتورهایی نظیر هزینه، عدالت و زمان پاسخ در متن لجستیک امداد بلایا مورد بررسی قرار می‌دهد. این بحث بیشتر در فاز قبل از بحران (فاز آمادگی) جهت تعیین مکان انبارها برای از پیش ذخیره سازی کالاهای امدادی مورد توجه جدی قرار می گیرد[۶].

در مقطع کنونی بحث استفاده و کاربرد تحقیق در عملیات در مسائل مدیریت بحران بسیار مورد توجه قرار گرفته است[۷]. بسیاری از تصمیم‌گیری در زمان بحران فی البداهه و غیراصولی است[۸]. پژوهشگران و دست‌اندرکاران امر مدیریت بحران به شدت بدنبال این هستند تا در تصمیم‌گیری‌ها به صورت علمی عمل نمایند تا بتوانند عملکرد کل سیستم را تا حد ممکن بهبود بخشند. کاربردهای که برای مکان‌یابی در مساله لجستیک امداد قابل تصوراست می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مکان مراکز مدیریت بحران در سطح شهر یا استان و تخصیص کالاهای اضطراری نظیر آب، بسته‌های غذایی و چادر از این مراکز به مناطق آسیب‌دیده.
- مکان‌یابی انبارهای هلال احمر (در سطح استانی و همینطور در سطح بین استانی) و بحث تخصیص این انبارها به شهرها و استان‌های آسیب‌دیده در زمان بحران‌های طبیعی یا حتی در شرایط وقوع جنگ.
- مکان‌یابی پایگاه‌های آمبولانس در سطح شهری یا بین شهری و استانی.

باکلی و اسمیت در سال۱۹۹۶ مدل تخصیص منابع در شبکه‌های تخلیه اضطراری دریک ایالت و استان را ارائه نمودند[۹]. آکیهال در سال ۲۰۰۶ به ارائه یک مدل جهت مکان‌یابی مراکز مدیریت بحران جهت مدیریت کالاهای امدادی پرداخته است[۲]. جیا و همکاران در سال ۲۰۰۷ مدل‌های مکان‌یابی تسهیلات را برای موقعیت‌های اضطراری با مقیاس بزرگ مرور نمودند و آن را به سه بخش تقسیم نمودند: مدل‌های پوشش، مدل‌های مکان‌یابی میانه و مدل‌های مکان‌یابی مرکز. همچنین آنها روش‌های هیوریستیک ارائه دادند[۱۰].

یی و کومار در سال ۲۰۰۷ به ارائه یک الگوریتم متاهیورستیک (الگوریتم بهینه‌سازی مورچگان) جهت حل مسئله لجستیک در اقدامات امدادی به هنگام بحران پرداخته اند[۱۱]. تزنگ و همکارانش در سال ۲۰۰۷ یک مدل قطعی چند معیاره برای توزیع کالاهای اضطراری به مناطق آسیب‌دیده با درنظرگرفتن هزینه، زمان پاسخ و رضایت مندی مشتریان ارائه داده و آن را به کمک روش برنامه‌ریزی چندهدفه فازی حل نمودند[۱۲]. شئو در سال ۲۰۰۷ به ارائه یک رویکرد خوشه‌بندی فازی جهت دسته‌بندی مناطق آسیب‌دیده و عملیات لجستیک اضطراری به هنگام پاسخ به نیازهای امدادی اضطراری در دوره‌های نجات مربوط به بحران پرداخته است[۱۳]. بالکیک و بیمون در سال ۲۰۰۸ تصمیمات مکان‌یابی تسهیلات در زنجیره امداد را برای پاسخ‌دهی به بلایای ناگهانی در نظر گرفته‌اند[۴]. اگر چه مکان‌یابی و تعیین ظرفیت تسهیلات در مدیریت بلایا جزء مباحث کلیدی هستند ولی تحقیقات کمی در این زمینه به عنوان برنامه‌ریزی از پیش، متمرکز شده است[۱۴]. از سوی دیگر، یکی از مشخصه‌های اصلی زنجیره امداد حضور ذینفعان با اهداف و ارجحیت‌های متفاوت و گاهاً متضاد است که منجر به تضادهای بالقوه و ناکارایی در عمل می‌شوند که در تحقیقات گذشته کم‌تر بدان پرداخته شده است. اهدافی نظیر کاهش هزینه‌های لجستیکی، کاهش زمان انتقال کالا، افزایش سطح رضایت‌مندی مناطق آسیب‌دیده، افزایش قابلیت اطمینان سفر، کاهش ریسک و ....

به جهت اهمیت عدم قطعیت در مبحث مدیریت بلایا، تعدادی از محققین بحث بهینه سازی تصادفی در برنامه ریزی امداد بلایا را مورد توجه قرار دادند[۱۵-۱۷]. باربارا سوگولو و آردا در سال ۲۰۰۴ به انجام تحقیق جهت مدل‌سازی عدم اطمینان در پاسخگویی‌های امدادی پرداخته‌اند. آنها به توسعه یک چهارچوب برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای جهت برنامه‌ریزی حمل و نقل در پاسخگویی‌ها به هنگام بحران پرداخته‌اند[۱۵]. چانک و همکارانش در سال ۲۰۰۷ جهت مساعدت آژانس های دولتی دو مدل برنامه‌ریزی تصادفی جهت تعیین مراکز انبارهای منابع نجات و مقدار تجهیزات نجات مورد نیاز در آنها و توزیع تجهیزات نجات ارائه داده‌اند، بطوری که در مدل اول هدف کمینه‌کردن فاصله از تجهیزات نجات و در مدل دوم هدف کمینه‌کردن هزینه‌های استقرار و متوسط هزینه تجهیزات نجات می‌باشد[۱۶]. برادلی و برونی در سال ۲۰۰۹یک مدل احتمالی برای تعیین مکان بهینه تسهیلات اضطراری در یک محیط غیرقطعی ارائه داند. آنها برنامه ریزی با محدودیت های شانسی را درون یک مدل برنامه ریزی تصادفی ادغام نمودند[۱۷]. مته و زبینسکی در سال ۲۰۱۰ یک مدل بهینه سازی تصادفی جهت برنامه ریزی برای انبارش و توزیع اقلام پزشکی در شرایط اضطراری ارائه دادند[۱۸]. بهرحال دو ایراد اساسی در استفاده از رویکرد بهینه‌سازی تصادفی وجود دارد: (۱) در بسیاری از مسائل واقعی داده‌های تاریخی کافی برای پارامترهای دارای عدم قطعیت وجود ندارد، بنابراین به ندرت می‌توان توزیع درست و واقعی پارامترهای نامعین را بدست آورد. (۲) در بیشتر کارهای گذشته در زمینه طراحی لجستیک امداد تحت شرایط عدم قطعیت، عدم قطعیت پارامترها، از طریق برنامه‌ریزی تصادفی مبتنی بر سناریو مدل‌سازی شده است. در این حالت، تعداد زیاد سناریوها جهت بیان عدم قطعیت می‌تواند منجربه مشکلات و چالش‌های محاسباتی شود[۱۹]. بعنوان یک گزینه، نظریه مجموعه‌های فازی قادر است چارچوبی را برای مهار انواع مختلف عدم قطعیت شامل ضرایب فازی به جهت کمبود دانش بهمراه انعطاف‌پذیری در محدودیت‌ها و اهداف (بطور همزمان) ارائه می‌دهد[۲۰]. با توجه بهترین تحقیقات صورت گرفته، هیچ کار

Archive of SID
www.SID.ir

مطالعاتی که رویکرد بهینه‌سازی فازی را در متن طراحی برنامه‌ریزی لجستیک امداد بکار گرفته باشد، مشاهده نشده است.

هدف اصلی این مقاله، ارائه یک مدل برنامه‌ریزی امکانی[1] چندهدفه برای مسائل تصمیم‌گیری لجستیک امداد در سطوح استراتژیک و عملیاتی می‌باشد که شامل مکان‌یابی مراکز توزیع امداد و تخصیص این مراکز به نواحی آسیب‌دیده در زمان بحران است. در مدل پیشنهادی، تعداد بهینه تسهیلات، مکان بهینه تسهیلات و ظرفیت مورد نیاز هر مکان بعنوان یک مرکز توزیع امداد[2] (RDC) تعیین خواهد شد تا از این طریق بتوان کالاهای اضطراری را با کمترین هزینه و بالاترین سطح سرویس (رضایت مندی) به نقاط و افراد آسیب‌دیده ارسال نمود. برخلاف رویکردهای گذشته، مدل پیشنهادی، عدم قطعیت را از طریق مدل برنامه‌ریزی امکانی در نظر می‌گیرد و تلاش می‌کند تا عدم قطعیت و مقادیر غیر قطعی پارامترها نظیر تقاضای نقاط آسیب‌دیده، عرضه و هزینه‌ها را برحسب مجموعه‌های فازی ارائه دهد. نوآوری مدل ارائه شده که آن را با ادبیات موجود متمایز می‌نماید را می‌توان در موارد ذیل بیان نمود:

۱- ارائه یک مدل یکپارچه که مباحث برنامه‌ریزی راهبردی (مکانیابی) را با برنامه‌ریزی عملیاتی (تخصیص منابع امداد به مراکز آسیب) ترکیب می‌کند.

۲- درنظر گرفتن مساله لجستیک امداد با دو هدف هزینه‌های لجستیکی و رضایت‌مندی مناطق یا عدالت در توزیع کالا بین مناطق آسیب‌دیده.

۳- پیشنهاد یک مدل برنامه‌ریزی امکانی چندهدفه که منابع مختلف عدم قطعیت را که روی ساختار زنجیره امداد تاثیرگذار است، در نظر می‌گیرد.

در ادامه، این مقاله بصورت زیر سازماندهی شده است: در بخش دوم، مفاهیم و مباحث مرتبط به بحث برنامه چندهدفه امکانی به عنوان ابزاری جهت مدل سازی عدم قطعیت آورده شده است. در بخش سوم، مساله لجستیک امداد و فرمولاسیون آن تشریح شده است. در بخش چهارم، روش حل بکار گرفته برای مدل پیشنهادی بیان شده است. در بخش پنجم، یک مطالعه موردی برای بحران‌های بالقوه در چندین شهر ایران ارائه شده است. در نهایت، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات در بخش ششم آمده است.

۲. رویکرد دو مرحله‌ای برنامه‌ریزی خطی امکانی چندهدفه[3] (MOPLP)

امروزه با توجه به این‌که پارامترهای زیادی در فرآیند تصمیم‌گیری وارد می‌شوند، از هدف‌های چندگانه برای نیل به مطلوبیت مورد نظر استفاده می‌شود. همچنین با وجود عدم قطعیت حاکم بر شرایط تصمیم‌گیری، به‌کار بردن اعداد فازی رویکرد مناسبی جهت رسیدن به فضای واقعی می‌باشد. در این راستا برنامه‌ریزی خطی چندهدفه امکانی، شیوه‌ای برای حل مسائل فازی چندهدفه با اعداد فازی مثلثی می‌باشد. در این مقاله یک رویکرد برنامه‌ریزی خطی امکانی چندهدفه دو مرحله‌ای برای مدل‌سازی و حل به‌کار گرفته می‌شود که در این بخش به توضیح این روش خواهیم پرداخت.

۲-۱. مرحله ۱

در مرحله اول یک مساله برنامه‌ریزی خطی امکانی(PLP)که شامل ضرایب فازی مثلثی می‌باشد به یک مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه(MOLP) تبدیل شده و پس از آن از طریق روش زیمرمن این مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه (MOLP) با استفاده از یک عملگر max-min به یک مدل برنامه‌ریزی خطی تک هدفه(LP) تبدیل می‌شود[۲۰] :

$$Max \ \sum_{i=1}^{n} \tilde{c}_i . x_i$$
$$s.t. \ x \in X = \left\{ x \,\middle|\, Ax \le \tilde{b} \text{ and } x \ge 0 \right\} \quad (۱)$$

که $\tilde{c}_i = (c_i^p, c_i^m, c_i^o)$ و در آن، c_i^m اگر نرمالیزه باشد امکان آن برابر۱، c_i^p بیشترین مقدار بدبینانه و c_i^o بیشترین مقدار خوش‌بینانه می‌باشد. بنابراین تابع هدف به صورت زیر درمی‌آید..

$$Max \ ((c^p)^T . x, (c^m)^T . x, (c^o)^T . x) \quad (۲)$$

مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه (MOLP) جهت حل معادله ۲ می‌تواند به صورت زیر فرموله گردد[۲۱]:

$$\begin{aligned} &Min \ f_1 = (c^m - c^p)^T . x \\ &Max \ f_2 = (c^m)^T . x \\ &Max \ f_3 = (c^m - c^o)^T . x \\ &s.t. \ x \in X \end{aligned} \quad (۳)$$

حال با استفاده از روش مجموعه‌های فازی زیمرمن[۲۰] مساله دنبال می‌شود به طوری که:

$$\begin{aligned} &Max \ Z = [c_1 x, c_2 x, ..., c_l x]^T \\ &Min \ W = [c_1 x, c_2 x, ..., c_r x]^T \\ &s.t. \ Ax \le b \ ; x \ge 0 \end{aligned} \quad (۴)$$

---

[1] - *Possibilistic Programming*
2- *Relief distribution center (RDC)*
3- *Multi-objective possibilistic linear programming (MOPLP)*

Archive of SID
www.SID.ir

توابع عضویت برای اهداف به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\mu_k(Z_k) = (Z_k(x) - Z_k^{NIS}) / (Z_k^{PIS} - Z_k^{NIS}) \quad k = 1..l$$
$$\mu_s(W_s) = (W_s^{NIS} - W_s(x)) / (W_s^{NIS} - W_s^{PIS}) \quad s = 1..r \qquad (۵)$$

که Z_k^{PIS} و W_s^{PIS} جواب‌های ایده‌آل مثبت(PIS)[1] و Z_k^{NIS} و W_s^{NIS} جواب‌های ایده‌آل منفی(NIS)[2] می‌باشند. اکنون با استفاده از عملگر max-min و درجه مطلوبیت، مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه (MOLP) به عنوان یک مساله برنامه‌ریزی تک هدفه(LP) به صورت زیر نوشته می‌شود :

$$Max \ \lambda^{(1)}$$
$$st. \ \lambda^{(1)} \le (Z_k(x) - Z_k^{NIS}) / (Z_k^{PIS} - Z_k^{NIS}) \quad k = 1..l$$
$$\lambda^{(1)} \le (W_s^{NIS} - W_s(x)) / (W_s^{NIS} - W_s^{PIS}) \quad s = 1..r \qquad (۶)$$
$$x \in X \ ; \ \lambda \in [0,1]$$

چون جواب به‌دست آمده از مرحله ۱، همواره نمایان‌گر بهترین جواب ممکن نیست، لذا در صورت وجود جواب بهتر از مرحله ۲ به عنوان یک عملگر جبران‌کننده برای بهبود آن استفاده می‌کنیم.

۲-۲. مرحله ۲

در این مرحله درجه مطلوبیت مرحله ۱ به عنوان یک محدودیت در مرحله ۲ در نظر گرفته می‌شود و عملگر میانگین حسابی $\lambda_{k,s}^{(2)}$ به عنوان میانگین $\lambda^{(2)}$ های هر محدودیت جهت ماکزیمم‌شدن در تابع هدف قرار می‌گیرد[۲۲].

$$Max \ \lambda_{k,s}^{(2)} = \frac{1}{l+r} . \sum_{i=1}^{l+r} \lambda_i$$
$$st. \ \lambda^{(1)} \le \lambda_k^{(2)} \le (Z_k(x) - Z_k^{NIS}) / (Z_k^{PIS} - Z_k^{NIS}) \quad k = 1..l \qquad (۷)$$
$$\lambda^{(1)} \le \lambda_s^{(2)} \le (W_s^{NIS} - W_s(x)) / (W_s^{NIS} - W_s^{PIS}) \quad s = 1..r$$
$$x \in X \ ; \ \lambda \in [0,1]$$

۳. مدل‌سازی مساله سیستم توزیع امداد تحت شرایط عدم قطعیت

قبل از ارائه مدل برنامه‌ریزی امکانی چندهدفه، در این بخش فرضیات، شناساگرها، پارامترها و متغیرهای مدل معرفی می‌گردند.

۳-۱. بیان مساله و فرضیات مدل

سیستم توزیع امداد شامل سه بخش اصلی می‌باشد (شکل ۱) که عبارتند از : تامین کنندگان، مراکز توزیع امداد و نقاط آسیب دیده (نقاط تقاضا). تامین کنندگان کالاهای امدادی نقش اساسی را در زنجیره امدادمان بازی می‌کنند و اجناس امدادی مورد نیاز را برای افرادی که در نقاط آسیب دیده قرار دارند، تامین می‌کنند. تامین دارای عدم قطعیت فرض شده است.

بطور کلی، N گره، M نوع کالای امدادی، I تامین‌کننده و K نقطه آسیب‌پذیر وجود دارد. هدف بررسی J نقطه کاندید بعنوان مراکز توزیع امداد است تا اینکه کارایی و اثربخشی مدل مورد بررسی قرار گیرد و سیستم توزیع بهینه شناسایی شود. برای انتخاب محل انبارش از یک مجموعه مرکز توزیع امداد کاندید، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

الف) میزان گنجایش انبار؛

ب) نزدیکی به افراد آسیب‌دیده جهت کاهش هزینه‌های حمل و نقل؛ قبل از مدل سازی، فرضیات اصلی مساله به شرح ذیل عنوان می‌گردند:

۱- چندین گره جهت تامین کالاهای امدادی در شبکه وجود دارد.

۲- میزان تقاضای کالاهای امدادیتوام با عدم قطعیت است که در اینجا با تقاضای فازی مواجه می‌باشیم.

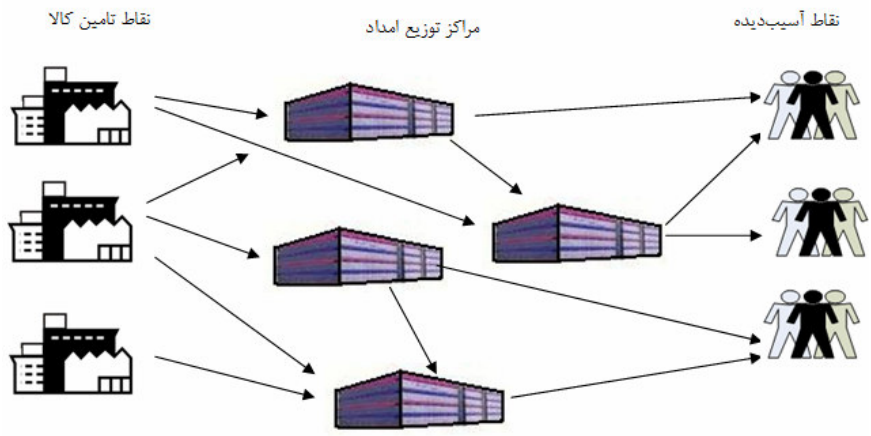
۳- سه نوع کالای امدادی (چادر، آب و نوشیدنی و بسته‌های غذایی) در نظر گرفته شده است.

۴- فقط نواحی آسیب‌دیده ای در نظر گرفته می‌شوند که امکان دسترسی از طریق شبکه حمل و نقل جاری میسر باشد.

۵- ناوگان حمل و نقل جهت ارسال کالا محدودیت خاصی ندارد.

[1] - Positive Ideal Solution (PIS)
[2] - Negative Ideal Solution (NIS)

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. طرح کلی زنجیره توزیع امداد

۳-۲. شناساگرهای مدل

با توجه به فرضیات مطرح شده،شناساگرهای مدل عبارتند از :

I : مجموعه نقاط تامین (نقاط تجمیع امداد)

J : مجموعه مراکز توزیع امداد

K : مجموعه نقاط آسیب‌پذیر

M : مجموعه کالاهای امدادی

i : شناساگر مربوط به نقاط تامین (نقاط تجمیع امداد)

j : شناساگر مربوط به مراکز توزیع امداد

k : شناساگر مربوط به نقاط آسیب‌پذیر

m : شناساگر مربوط به کالای امدادی

۳-۳. پارامترها

پارمترهای مدل[1] عبارتند از:

$\tilde{f}_j$: هزینه برپاسازی مرکز توزیع امداد j.

$\tilde{d}_{mk}$: مقدار کالای امدادی مورد نیاز نوع m در نقطه آسیب‌دیده k.

$\tilde{s}_{mi}$: مقدار کالای جمع شده نوع m در نقطه تامین(تجمیع امداد) i.

X_{mij}: مقدار کالای نوع m منتقل شده از نقطه تامین(تجمیع امداد) i به مرکز توزیع امداد j.

Y_{mjk}: مقدار کالای نوع m منتقل شده از مرکز توزیع امداد j به ناحیه آسیب‌دیده k.

$\tilde{c}_{ij}$: هزینه انتقال هر واحد کالا از نقطه تامین(تجمیع امداد) i به مرکز توزیع امداد j.

$\tilde{c}_{jk}$: هزینه انتقال هر واحد کالا از مرکز توزیع امداد j به نقطه آسیب‌دیده k

π_k: هزینه کمبود هر واحد کالا در نقطه آسیب‌دیده k

Z_j: اگر مرکز توزیع امداد jجهت باز شدن انتخاب شود برابر ۱ و درغیر این صورت برابر ۰ می‌باشد.

۳-۴. توابع هدف و محدودیت‌ها

$$Min\ \tilde{F}_1 = \sum_j \tilde{f}_j Z_j + \sum_{m,i,j} \tilde{c}_{ij} X_{mij} + \sum_{m,j,k} \tilde{c}_{jk} Y_{mjk} + \sum_{m,k} \pi_k (\tilde{d}_{mk} - \sum_j Y_{mjk}) \quad (۸)$$

$$Max\ \tilde{F}_2 = \sum_m Min_k \left\{ \frac{\sum_j Y_{mjk}}{\tilde{d}_{mk}} \right\} \quad (۹)$$

s.t:

$$\sum_{j,k} Y_{mjk} \le \min \left\{ \sum_k \tilde{d}_{mk} , \sum_i \tilde{s}_{mi} \right\} \qquad \forall m \quad (۱۰)$$

$$\sum_i X_{mij} = \sum_k Y_{mjk} \qquad \forall m , j \quad (۱۱)$$

$$\sum_j X_{mij} \le \tilde{s}_{mi} \qquad \forall m , i \quad (۱۲)$$

$$\sum_j Y_{mjk} \le \tilde{d}_{mk} \qquad \forall m , k \quad (۱۳)$$

$$X_{mij} \le M . Z_j \qquad \forall m , i , j \quad (۱۴)$$

$$Y_{mjk} \le M . Z_j \qquad \forall m , j , k \quad (۱۵)$$

$$X_{mij} \ge 0 \qquad \forall m , i , j \quad (۱۶)$$

$$Y_{mjk} \ge 0 \qquad \forall m , j , k \quad (۱۷)$$

$$Z_j \in \{0,1\} \qquad \forall j \quad (۱۸)$$

هدف ۱: حداقل کردن مجموع هزینه‌های راه‌اندازی، هزینه‌های حمل و نقل از نقاط تامین(تجمیع امداد) به مراکز توزیع امداد و هزینه حمل و نقل از مراکز توزیع امداد به نقاط آسیب‌دیده.

1- کلیه پارامترهایی که به صورت $\tilde{}$ نشان داده شده‌اند، اعداد فازی مثلثی می باشند $\tilde{y} = (l, m, u)$.

Archive of SID
www.SID.ir

هدف ۲: بیشینه‌کردن رضایت‌مندی در نقاط آسیب‌دیده ازطریق بیشینه‌کردن مجموع کمترین درصد پوشش در نقاط آسیب‌دیده؛ هدف دوم بوضوح غیرخطی است. مدل خطی معادل می‌تواند بصورت ذیل نوشته شود:

$$Max\ \tilde{F}_2 = \sum_m W_m \qquad (۱۹)$$

s.t.:

$$W_m \le \frac{\sum_j Y_{mjk}}{\tilde{d}_{mk}} \qquad \forall m,k \qquad (۲۰)$$

$$W_m \qquad \forall m \qquad (۲۱)$$

محدودیت (۱۰) به این معناست که کالاها اجازه داده نمی‌شوند که بیکار باشند و می‌بایست ارسال شوند و همچنین نمی‌توان کالایی که وجود ندارد را فرستاد. محدودیت (۱۱) معادله تعادل جریان برای هر کالا در هر مرکز توزیع امداد را نشان می‌دهد و تضمین می‌کند که کل کالاهایی که به یک مرکز توزیع امداد وارد می‌شوند، از آن خارج خواهند شد. محدودیت (۱۲) بدین معناست که کل کالاهای در دسترس در نقاط تامین، قابل ارسال به مراکز توزیع امداد هستند. محدودیت (۱۳) از ارسال کالاهای امدادی اضافی به نقاط آسیب‌دیده جلوگیری می‌کند.

محدودیت (۱۴) و (۱۵) از ورود و خروج کالا به مرکز توزیع امدادی که راه‌اندازی نشده‌اند، جلوگیری می‌کند. محدودیت‌های (۱۶) تا (۱۸)، محدودیت‌های غیرمنفی بودن، صفر و یک و عددصحیح بودن متغیرهاست.

۴. رویکرد حل

با توجه به توابع هدف و محدودیت‌های اشاره شده در بخش قبل، ما با یک مدل برنامه‌ریزی خطی امکانی چندهدفه (MOPLP) مواجهیم. برای حل این مساله، ما رویکرد دومرحله‌ای توضیح داده شده در بخش دوم را بکار می‌گیریم. در مرحله اول، مساله اصلی به یک مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه(MOLP) معادل تبدیل شده و از طریق روش زیمرمن با استفاده از یک عملگر *max-min* به یک مدل برنامه‌ریزی خطی تک‌هدفه تبدیل می‌شود. سپس، در مرحله دوم، درجه مطلوبیت مرحله ۱ به عنوان محدودیت در مرحله ۲ در نظر گرفته می‌شود و عملگر میانگین حسابی جهت ماکزیمم‌شدن در تابع هدف قرار می‌گیرد.

۴-۱. تبدیل تابع هدف هزینه کل نادقیق و محدودیت‌های نادقیق

در این مرحله تابع هدف اول مساله برنامه‌ریزی خطی امکانی (رابطه ۸) که شامل ضرایب فازی مثلثی می‌باشند، به کمک رابطه (۳) به یک مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه تبدیل می‌شوند. لذا خواهیم داشت:

$$Max\ F_{11} = (F_{11}^m - F_{11}^l) = \sum_j (f_j^m - f_j^l).Z_j + \sum_{m,i,j} (c_{ij}^m - c_{ij}^l).X_{mij} + \sum_{m,j,k} (c_{jk}^m - c_{jk}^l)Y_{mjk} + \sum_{m,k} \pi_k.((d_{mk}^m - d_{mk}^l) - \sum_j Y_{mjk}) \qquad (۲۲\text{-}۱)$$

$$Min\ F_{12} = F_{12}^m = \sum_j f_j^m.Z_j + \sum_{m,i,j} c_{ij}^m.X_{mij} + \sum_{m,j,k} c_{jk}^m Y_{mjk} + \sum_{m,k} \pi_k.(d_{mk}^m - \sum_j Y_{mjk}) \qquad (۲۲\text{-}۲)$$

$$Min\ F_{13} = (F_{13}^u - F_{13}^m) = \sum_j (f_j^u - f_j^m).Z_j + \sum_{m,i,j} (c_{ij}^u - c_{ij}^m).X_{mij} + \sum_{m,j,k} (c_{jk}^u - c_{jk}^m)Y_{mjk} + \sum_{m,k} \pi_k.((d_{mk}^u - d_{mk}^m) - \sum_j Y_{mjk}) \qquad (۲۲\text{-}۳)$$

محدودیت‌های فازی مدل (محدودیت‌های ۱۰، ۱۲، ۱۳و۲۰) نیز با روش "مرکز ناحیه" بصورت زیر فازی‌زدایی می‌شوند[۲۰].

$$\sum_{j,k} Y_{mjk} \le \min\left\{ \sum_k \frac{(d_{mk}^u - d_{mk}^l) + (d_{mk}^m - d_{mk}^l)}{3} + d_{mk}^l, \sum_i \frac{(s_{mi}^u - s_{mi}^l) - (s_{mi}^m - s_{mi}^l)}{3} + s_{mi}^l \right\} \qquad \forall m \qquad (۲۳)$$

$$\sum_j X_{mij} \le \frac{(s_{mi}^u - s_{mi}^l) - (s_{mi}^m - s_{mi}^l)}{3} + s_{mi}^l \qquad \forall m,i \qquad (۲۴)$$

$$\sum_j Y_{mjk} \le \frac{(d_{mk}^u - d_{mk}^l) + (d_{mk}^m - d_{mk}^l)}{3} + d_{mk}^l \qquad \forall m,k \qquad (۲۵)$$

$$W_m \le \frac{\sum_j Y_{mjk}}{\frac{(d_{mk}^u - d_{mk}^l) + (d_{mk}^m - d_{mk}^l)}{3} + d_{mk}^l} \qquad \forall m,k \qquad (۲۶)$$

Archive of SID
www.SID.ir

محدودیت‌های دیگر (محدودیت‌های ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸و ۲۱) که غیرفازی هستند به همان شکل باقی می‌مانند. بدین ترتیب، یک مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه قطعی بصورت زیر حاصل می‌شود:

MOLP:

$$Min\ Z=\left[-F_{11},F_{12},F_{13},-F_{2}\right] \quad (۲۷)$$

$$s.t.\ (۱۱),\ (۱۴)\text{-}(۱۸),\ (۲۱),(۲۳)\text{-}(۲۶)$$

۴-۲. روش حل برنامه‌ریزی فازی پیشنهادی

برای حل مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه ایجاد شده(معادله ۲۷)، به کمک روش مجموعه‌های فازی زیمرمن (روابط ۴ و ۵)، توابع عضویت برای هدف‌های مساله به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\mu_{F_{11}}=\begin{cases}1 & F_{11}\succ F_{11}^{PIS}\\ \dfrac{F_{11}-F_{11}^{NIS}}{F_{11}^{PIS}-F_{11}^{NIS}}; & F_{11}^{NIS}\le F_{11}\le F_{11}^{PIS}\\ 0 & F_{11}\prec F_{11}^{NIS}\end{cases} \quad (۲۸)$$

$$\mu_{F_{12}}=\begin{cases}1 & F_{12}\prec F_{12}^{PIS}\\ \dfrac{F_{12}^{NIS}-F_{12}}{F_{12}^{NIS}-F_{12}^{PIS}}; & F_{12}^{PIS}\le F_{12}\le F_{12}^{NIS}\\ 0 & F_{12}\succ F_{12}^{NIS}\end{cases} \quad (۲۹)$$

البته $\mu_{F_{13}}$ همانند $\mu_{F_{12}}$ می‌باشد. حال کافیست تا جواب‌های ایده آل مثبت(PIS) و منفی(NIS) مربوط به هر تابع هدف به صورت زیر تعیین گردند:

$$F_{11}^{PIS}=Max\,(F_{11}^{m}-F_{11}^{l}),\ F_{11}^{NIS}=Min(F_{11}^{m}-F_{11}^{l}) \quad (۳۰\text{-}۱)$$

$$F_{12}^{PIS}=Min\ F_{12}^{m},\ F_{12}^{NIS}=Max\ F_{12}^{m} \quad (۳۰\text{-}۲)$$

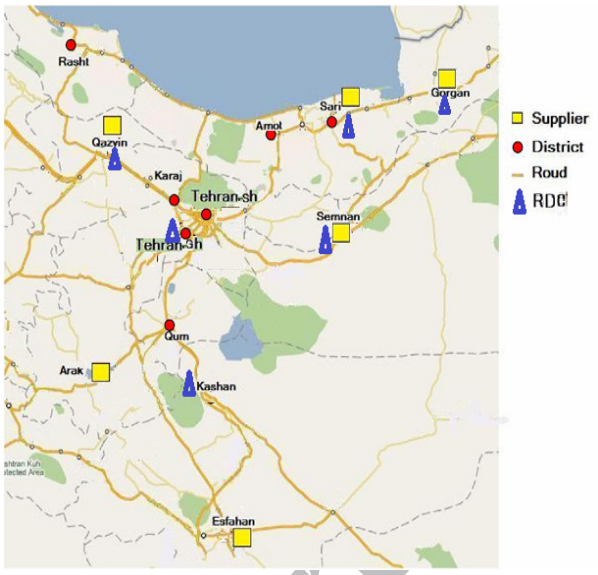
$$F_{13}^{PIS}=Min(F_{13}^{u}-F_{11}^{m}),\ F_{13}^{NIS}=Max\,(F_{13}^{u}-F_{13}^{m}) \quad (۳۰\text{-}۳)$$

اکنون با استفاده از یک عملگر max-min، مساله مساله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه به کمک رابطه (۶) به یک مساله برنامه‌ریزی خطی تک‌هدفه تبدیل می‌شود. سپس، از مرحله ۲ به عنوان یک عملگر جبران‌کننده برای بهبود جواب به‌دست آمده از مرحله ۱ استفاده می‌کنیم.

۵. مثال عددی

۵-۱. تشریح مثال

درشکل ۲، نواحی که ممکن است تحت تاثیر بحران آسیب ببینند، مشخص شده‌اند. طبق شکل ۲، شش نقطه تامین (مرکز تجمیع امداد)، شش نقطه کاندید جهت راه اندازی مراکز توزیع امداد و هفت نقطه آسیب‌پذیر بر روی نقشه در نظر گرفته شده است. سه نوع کالای امدادی آب، بسته غذایی و چادر در نظرگرفته شده که مقادیر آن‌ها با یکدیگر برابر است. ظرفیت شش نقطه تامین برای هر کالای امدادی در جدول ۱ نشان داده شده است. جدول ۲، میزان تقاضای کالاهای متفاوت را برای هر نقطه آسیب‌پذیر نشان می‌دهد. تقاضای کالاهای مختلف، یکسان در نظر گرفته شده‌اند.



شکل ۲. نقشه مطالعه موردی: نقاط تامین، مراکز توزیع امداد و نقاط آسیب‌پذیر

هزینه راه‌اندازی مراکز توزیع امداد شهرهای گرگان، ساری، قزوین، سمنان، تهران-غرب و کاشان برابر عددفازی مثلثی (۱۲۰۰۰۰۰ , ۱۰۰۰۰۰۰ , ۹۰۰۰۰۰) فرض شده است.

در جداول ۳ و ۴، هزینه حمل و نقل بین دو نقطه (مبتنی برفاصله بینابین دو نقطه) آمده است. هزینه جریمه نیز برابر ۰/۳۵ تخمین زده شده است. مدل ارائه شده تلاش می‌کند تا به کمک یک مدل برنامه‌ریزی خطی امکانی چندهدفه، همزمان، بیشترین مقدار محتمل هزینه‌های کل نادقیق را کمینه نماید، احتمال کسب هزینه‌های کل پایین‌تر را بیشینه نماید و ریسک بدست آوردن هزینه‌های کل بالاتر را کمینه نماید.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. مقدار هر نوع کالا موجود در هریک از نقاط تامین (1000*)

تامین(s)	گرگان	ساری	قزوین	سمنان	اراک	اصفهان
$s(s_p, s_m, s_o)$	(340,400,500)	(382,450,562)	(510,600,750)	(425,500,625)	(595,700,875)	(595,700,875)

جدول ۲. مقدار تقاضای هر نوع کالا در هریک از نقاط آسیب‌دیده (1000*)

تقاضا(d)	ساری	آمل	رشت	تهران-غرب	تهران-شرق	کرج	قم
$d(d_p,d_m,d_o)$	(225,270,315)	(170,212,255)	(250,300,320)	(1215,1485,1710)	(880,1080,1280)	(350,437,525)	(330,405,480)

جدول ۳. هزینه انتقال هر واحد کالا از نقاط تامین به مراکز توزیع امداد (10^{-2}*)

مراکز توزیع / نقاط تامین	گرگان			ساری			قزوین			سمنان			تهران-غرب			کاشان		
گرگان	(0	0	0)	(30	50	62)	(137	150	160)	(60	70	90)	(97	110	125)	(166	180	207)
ساری	(33	50	70)	(0	0	0)	(85	90	102)	(55	70	80)	(63	80	89)	(108	120	142)
قزوین	(140	150	180)	(85	90	102)	(0	0	0)	(55	70	87)	(28	40	65)	(63	70	79)
سمنان	(67	80	92)	(67	75	86)	(71	85	97)	(0	5	13)	(42	50	64)	(105	120	144)
اراک	(236	250	261)	(118	130	155)	(48	60	81)	(136	150	176)	(35	50	65)	(43	70	85)
اصفهان	(260	280	305)	(158	170	197)	(204	220	230)	(111	130	152)	(68	90	112)	(55	60	70)

جدول ۴. هزینه انتقال هر واحد کالا از مراکز توزیع امداد به نقاط آسیب‌دیده (10^{-2}*)

نقاط آسیب / مراکز توزیع	ساری			آمل			رشت			تهران غرب			تهران شرق			کرج			قم		
گرگان	(35	50	77)	(52	70	95)	(190	200	222)	(111	130	148)	(118	135	152)	(122	140	168)	(132	150	171)
ساری	(0	5	19)	(7	15	25)	(107	120	145)	(63	80	89)	(55	65	79)	(95	110	138)	(128	140	160)
قزوین	(85	90	102)	(72	90	114)	(26	40	62)	(28	40	68)	(19	35	51)	(4	20	39)	(31	45	56)
سمنان	(67	75	86)	(60	80	103)	(147	160	183)	(42	50	64)	(32	45	58)	(44	60	79)	(87	100	117)
تهران غرب	(63	80	89)	(67	85	98)	(98	110	136)	(0	5	8)	(4	10	12)	(10	15	33)	(21	35	55)
کاشان	(108	120	142)	(113	130	156)	(148	160	171)	(51	70	91)	(57	75	86)	(39	55	82)	(19	35	60)

۵-۲. گام‌های حل

رویه حل برای مساله برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی در گام‌های زیر بیان شده است:

گام اول: مدل‌سازی مساله برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی نادقیق به کمک توابع هدف چندگانه و محدودیت‌ها مطابق معادلات (۱) تا (۲۱).

گام دوم: تعیین داده‌های نادقیق از ضرایب تابع هدف و مقادیر سمت راست با توزیع امکان مثلثی (جداول ۱ تا ۴)

گام سوم: تبدیل هر تابع هدف نادقیق به سه تابع هدف قطعی جدید مطابق معادلات (۱-۲۲) تا (۳-۲۲).

گام چهارم: تبدیل محدودیت‌های نادقیق به محدودیت‌های قطعی جدید مطابق معادله (۲۳) تا (۲۶).

گام پنجم: حل انفرادی هریک از توابع هدف مساله چندهدفه دقیق با محدودیت‌های دقیق بعنوان یک مساله تک هدفه و محاسبه جواب ایده‌آل مثبت و منفی هر تابع هدف کمکی(جدول ۵). برای حل، نرم‌افزار بهینه‌سازی لینگو۸ مورد استفاده قرار گرفته است.

گام ششم: یافتن تابع عضویت توابع هدف کمکی، مطابق معادلات (۲۸) و (۲۹).

گام هفتم: ساخت یک مدل تک هدفه به کمک توابع عضویت و محاسبه درجه رضایت بهینه ($\lambda^{(1)}$) فاز۱ (مطابق معادله ۶).

گام هشتم: گرفتن نتایج بهینه گام هفتم و اضافه کردن آن به رویکرد فاز۲ بعنوان محدودیت و حل فاز۲ (مطابق معادله ۷) و محاسبه درجه رضایت بهینه ($\lambda^{(2)}$) فاز ۲.

گام نهم: افزایش $\lambda^{(1)}$ به اندازه‌ی درجه قابل قبول و چک‌کردن درجه رضایت‌مندی همه $\lambda^{(2)}_{k,s}$. اگر هریک از $\lambda^{(2)}_{k,s}$ و نتایج z پذیرفته شده‌اند، افزایش ادامه می‌یابد، در غیراین‌صورت گام به گام مقادیر جواب ایده‌آل مثبت و منفی کاهش داده می‌شود تا یک جواب قابل قبول حاصل گردد.

www.SID.ir

جدول ۵. مقادیر ایده آل مثبت و منفی چهارتابع کمکی

		Z_1	Z_2	Z_3
Test1	PIS	5051250	4373250	2927800
	NIS	3904100	40201750	7093375
Test2	PIS	5200000	4200000	2800000
	NIS	3400000	45000000	7800000

۵-۳. نتایج و یافته‌ها

در این بخش، نتایج محاسباتی و یافته‌ها ارائه شده است. مساله مورد نظر با استفاده از نرم افزار LINGO 8 بر روی کامپیوتری با مشخصات PC Pentium IV-3 GHz and 1GB RAM DDR2 under win vista اجرا شد. نتایج حل مدل در جداول ۶ و۷ آورده شده است.

جدول ۶. مراکز توزیع امداد احداث شده

مراکز توزیع امداد (**Test1**)	ساری		تهران-غرب	کاشان
مراکز توزیع امداد (**Test2**)	ساری	قزوین	تهران-غرب	کاشان

جدول ۷. جواب‌های فاز اول و فاز دوم بهبود یافته برای درجه‌های مختلف تصمیم‌گیر

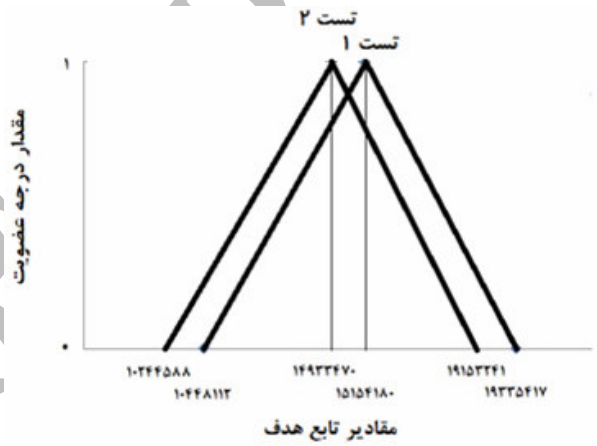
	گرگان	ساری	قزوین	سمنان	تهران-غرب	کاشان	آمل	رشت	تهران-شرق	کرج	قم
Test1											
Phase1											
X		1305192			3636966	2240344					
Y		810000			1305192		637500	870000	3240000		319810
$\lambda^{(1)} = 0.6990$						$\tilde{F}_1 = (10448112, 15154180, 19335417)$, $(F_2 = 13.67754)$					
Test1											
Phase2											
X		1305192			3636966	2240344					
Y		810000			1305192		637500	870000	3240000		319810
$\lambda^{(1)} = 0.6990$			$\lambda^{(2)}_{k,s} = 0.6990$			$\tilde{F}_1 = (10448112, 15154180, 19335417)$, $(F_2 = 13.67754)$					
Test2											
Phase1											
X		1240000	2087852		1958371	2170000					
Y		810000			1240000		637500	290000	3114204	872852	1215000
$\lambda^{(1)} = 0.7160$						$\tilde{F}_1 = (10224588, 14933470, 19153241)$, $(F_2 = 14.32092)$					
Test2											
Phase2											
X		1240000	2090000		1958442	2170000					
Y		810000			1240000		637500	290000	3114275	875000	1215000
$\lambda^{(1)} = 0.7160$			$\lambda^{(2)}_{k,s} = 0.7218$			$\tilde{F}_1 = (10226400, 14935200, 19154903)$, $(F_2 = 14.32580)$					

همانطور که از نتایج بدست آمده در جدول ۷ مشخص است، کالاهای فرستاده شده به مراکز توزیع امداد با توجه به میزان تقاضای بالای نقاط تهران-غرب، تهران-شرق و کرج بیشتر به تهران-غرب و کاشان برده شده است، همچنین با توجه به تقاضای بیشتر تهران-شرق و تهران-غرب نسبت به کرج و هزینه انتقال کالای کمتر از تهران-غرب به تهران-شرق و تهران-غرب تا کرج کاملا مبرهن است که هیچ کالایی به کرج فرستاده نشود. اما در تست دوم با بهبود مقادیر ایده‌آل مثبت و منفی توسط تصمیم‌گیرنده که تنها جهت بررسی و آزمودن جواب‌های حاصله از تست اول صورت گرفته است، آشکار گردید که با افزوده شدن به تعداد مراکز توزیع (قزوین) و همچنین هزینه‌های انتقال کالا از آن شهر، کالا به آخرین نقطه آسیب که هیچ کالایی به آن فرستاده نمی‌شد (کرج)، نیز فرستاده شده که با توجه به داده‌های مساله، نیاز هر یک از نقاط آسیب به اندازه‌ی مطلوب آن برآورده شده است.

در تست اول، مقادیر درجه‌ی رضایت‌مندی بدست آمده از دو مرحله حل، برابر هم شدند که این مطلب موید این نکته است که، کارآمدی فاز اول مناسب بوده و فاز دوم بهبودی در آن حاصل نکرده است. اما تست دوم که مقادیر NIS و PIS در آن بهبود داده شدند نشان می‌دهد، درجه رضایت‌مندی قابل قبول تصمیم‌گیر در مرحله اول روش حل، $\lambda^{(1)}$، برابر ۰/۷۱۶۰ شده است. سپس، در مرحله دوم، درجه رضایت تصمیم‌گیر از طریق اضافه‌کردن یک حد پایین بهبود یافت. در نتیجه تغییر فوق، درجه رضایت‌مندی به ۰/۷۲۱۸ افزایش یافت و تمامی توابع هدف نیز بهبود یافتند. رویکرد برنامه-ریزی امکانی پیشنهاد شده، درجه رضایت‌مندی تصمیم‌گیر را تحت

www.SID.ir

استراتژی کمینه‌کردن با محتمل‌ترین مقدار و ریسک بدست آوردن هزینه کل بالاتر و همچنین بیشینه‌کردن احتمال بدست آوردن هزینه کل پائین‌تر، فراهم می‌کند. چنانچه مقدار $\lambda = 1$ باشد، آنگاه همه اهداف بطور کامل ارضا شده است، اگر $0 \prec \lambda \prec 1$ باشد، آنگاه همه‌ی اهداف در مرحله‌ی λ برآورده می‌شوند و اگر $\lambda = 0$ باشد آنگاه هیچکدام از اهداف برآورده نمی‌شوند. درجه‌ی رضایت تصمیم-گیر با مقدار اهداف (۱۹۳۳۵۴۱۷, ۱۵۱۵۴۱۸۰, ۱۰۴۴۸۱۱۲) برابر ۰/۶۹۹۰ بدست آمد. در ادامه، پس از اجرای مرحله دوم، مقدار هدف هریک از توابع، در صورت امکان بهبود (در تست اول این مثال امکان بهبود وجود نداشت) تغییر یافته و بهبود حاصل شد. این نتایج بهبود یافته در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل۳. توزیع احتمالی مقادیر بهینه تابع هدف

مقایسه‌ی جواب‌های تست اول و دوم نیز تصریح می‌کند که تغییرات در PIS و NIS بر مقدار λ و توابع هدف تاثیر می‌گذارد. مقدار λ از ۰/۶۹۹۰ به ۰/۷۱۶۰ افزایش یافت. مقدار افزایش کم، نشان‌گر این مطلب است که در شرایط عددی این مدل، امکان تغییرات چشمگیر در مقادیر امدادرسانی و همچنین افزایش رضایت‌مندی به میزان زیاد وجود ندارد. اما همین تغییر اندک نیز نشان می‌دهد که مقادیر تابع هدف در حالت تست اول (۱۹۳۳۵۴۱۷, ۱۵۱۵۴۱۸۰, ۱۰۴۴۸۱۱۲)، پس از حل مدل در حالت دوم به مقادیر (۱۹۱۵۳۲۴۱, ۱۴۹۳۳۴۷۰, ۱۰۲۴۴۵۸۸) کاهش یافت. این موضوع تلویحا موید این مطلب است که تصمیم‌گیر باید یک مجموعه‌ی مناسب از PIS و NIS توابع هدف را برای تصمیم‌گیری تعیین کند.

۶. نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی

در این تحقیق، یک مدل برنامه‌ریزی امکانی چندهدفه برای سیستم لجستیک امداد بلایا توسعه داده شد. مدل چندهدفه شامل مینیمم کردن هزینه کل و ماکزیمم‌کردن رضایت‌مندی افراد آسیب‌دیده بود. مدل فرضیات اساسی زیر را در نظر گرفته بود: عدم قطعیت در تقاضا و عرضه برای هر نوع کالا، عدم قطعیت در برخی پارامترهای هزینه‌ای، حالت چندکالایی و ساختار سه سطحی زنجیره امداد. در ادامه، مدل پیشنهادی با بکارگیری روش زیمرمن، بعنوان یک مساله برنامه‌ریزی خطی تک‌هدفه فرموله شد. در نهایت برای نشان دادن کارایی مدل، یک مطالعه موردی ارائه شد. با توجه به نتایج محاسباتی، اعتقاد بر این است که مدل ارائه شده می‌تواند متدولوژی کارا و معتبری برای مدیریت توزیع امداد در یک محیط عدم قطعیت عرضه کند.

از جمله مواردی که می‌توان برای تحقیقات آتی منظور نمود، در نظر گرفتن تابع جریمه برای زمانی که توزیع کالاهای امدادی به نقاط آسیب‌دیده با تاخیر انجام گیرد، می‌باشد. همچنین هیچ شکلی برای بیان پاداش، زمانی که کالاهای امدادی زودتر از موعد برسند، وجود ندارد. یکی از مشخصه‌های اصلی زنجیره امداد بلایا حضور اهداف و ارجحیت های مختلف است. می‌توان علاوه بر اهداف در نظر گرفته شده در این مقاله، توابع هدف دیگر نظیر کمینه‌سازی زمان حمل و نقل را نیز در نظر گرفت. می‌توان غیر از محدودیت‌های مربوط به ظرفیت مراکز تامین و توزیع، محدودیتهای دیگری مانند محدودیت در تجهیزات حمل و نقل و محدودیت در ظرفیت کمان جهت ارسال کالاهای امدادی را نیز در نظر گرفت.

یک بلا و بحران طبیعی خیلی پیچیده‌تر و گسترده‌تر از محدوده مطالعه حاضر خواهد بود، لذا رویکردی که قلمرو لجستیک اضطراری بین‌المللی را نیز در نظر بگیرد، کارایی و اثربخشی بیشتر مدل‌ها را تضمین خواهد کرد.

مراجع

[1] Aslanzadeh, M., Rostami, E.A., Kardar, L., "*Logistics Management and SCM in Disasters*; in book: *Supply Chain and Logistics in National, International and Governmental Environment: Concepts and Models*", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, pp. 221-252.

[2] Akkihal, A., "*Inventory Pre-positioning for Humanitarian Operations*", Thesis for Degree of Master of Engineering in Logistics, MIT CTL, 2006.

[3] Douglas, L., "*Logistics for Disaster Relief*", IIE Solutions, 1997, pp. 26-29.

[4] Balcik, B., Beamon, B.M., "*Facility Location in Humanitarian Relief*", International Journal of Logistics, Research and Applications, Vol. 11, No. 2, 2008, pp. 101-121.

[5] Thomas, A., "*Humanitarian Logistics: Enabling Disaster Response*", the Fritz Institute, 2003. Available http://www.fritzinstitute.org

[6] Brotcorne, L., Laporte, G., Semet, F., "*Ambulance Location and Relocation Models*", European Journal Operational Research, Vol. 147, No. 3, 2003, pp. 451-463.

[7] Van Wassenhove, L.N., Martinez, A.J.P., "*Using OR to Adapt Supply Chain Management to Humanitarian*

Archive of SID
www.SID.ir

Logistics", International Transactions in Operational Research– ITOR, DOI: 10.1111/ j.1475-3995.2010.00792.x, 2011.

[8] Altay, N., Green, W.G., "*OR/MS Research in Disaster Operations Management*", European Journal Operational Research, Vol. 175, No.1, 2006, pp. 475-493.

[9] Bakuli, D.L., Smith, J.M. "*Resource Allocation in State-Dependent Emergency Evacuation Networks*", European Journal of Operational Research, Vol. 89, No. 3, 1996, pp. 543-555.

[10] Jia, H., Ordonez, F., Dessouky, M., "*A Modeling Framework for Facility Location of Medical Services for Large-Scale Emergencies*", IIE Transactions, Vol. 39, No. 1, 2007a, pp. 41-55.

[11] Yi, W., Kumar, A., "*Ant Colony Optimization for Disaster Relief Operations*", Transportation Research Part E, Vol. 43, 2007, pp. 660–672.

[12] Tzeng, G.H., Cheng, H.J., Huang, T.D., "*Multi-Objective Optimal Planning for Designing Relief Delivery Systems*", Transportation Research Part E, Vol. 43, No. 6, 2007, pp. 673-686.

[13] Sheu, J.B., "*An Emergency Logistics Distribution Approach for Quick Response to Urgent Relief Demand in Disasters*", Transport Research part E, Vol. 43, No. 6, 2007, pp. 687-709.

[14] Rawls, C.G., Trunquist, M.A., "*Pre-Positioning of Emergency Supplies for Disaster Response",* Transportation research part B: Methodological, Vol. 44, No.4, 2010, pp. 521-534.

[15] Barbarosoglu, G., Arda Y., "*A Two-Stage Stochastic Programming Framework for Transportation Planning in Disaster Response",* Journal of the Operational Research Society, Vol. 55, 2004, pp. 43-53.

[16] Chang, M.S, Tseng, Y.L., Chen, J.W., "*A Scenario Planning Approach for the Flood Emergency Logistics Preparation Problem Under Uncertainty*", Transportation Research Part E, Vol. 43, No. 6, 2007, pp. 737–754.

[17] Beraldi, P., Bruni, M.E., "*A Probabilistic Model Applied to Emergency Service Vehicle Location*", European Journal of Operational Research, Vol. 196, No. 1, 2009, pp. 323-331.

[18] Mete, O. H., Zabinsky, Z.B., "*Stochastic Optimization of Medical Supply Location and Distribution in Disaster Management*", International Journal of Production Economics, Vol. 126, No. 1, 2010, pp. 76-84.

[19] Pishvaee, M.S., Torabi, S.A., "*A Possibilistic Programming Approach for Closed-Loop Supply Chain Network Design Under Uncertainty*", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 161, No.20, 2010, pp. 2668-2683.

[20] Zimmermann, H.J., "*Fuzzy Programming and Linear Programming with Several Objective Functions"*, Fuzzy sets and Systems, Vol. 1, 1978, pp. 45–55.

[21] Lai, Y., Hwang, C., "*A New Approach to Some Possibilistic Linear Programming Problems*", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 49, 1992, pp.121–133.

[22] Ozgen, D., Onut, S., Gulsun, B., Tuzkaya, U.R., Tuzkaya, G., "*A Two-Phase Possibilistic Linear Programming Methodology for Multi-Objective Supplier Evaluation and Order Allocation Problems"*, Information Sciences, Vol. 178, 2008, pp. 485-500

Archive of SID

www.SID.ir