ارائه مدل جدید چندهدفه برای مکان‌یابی مراکز توزیع امداد در شرایط فازی

مصطفی کاظمی

دانشیار مدیریت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمد اسفندیار[1]

دانشجوی دکتری مدیریت تحقیق در عملیات، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین‌الملل، مشهد، ایران

حدیث نجاریان

کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

جغرافیای انسانی در دهه‌های اخیر دستخوش تحولات مهمی گردیده که این تغییرات نه‌تنها درروش بلکه در کارکرد ظهور یافته است. یکی از موضوعات بالقوه قدرتمندی که در تحقیقات میدانی جغرافیا در حال نشو و نما هست بر مسائل مربوط جغرافیای شهری، برنامه‌ریزی شهری و نقش آنان در سازمان‌دهی فضایی تأکید می‌ورزد. یکی از موضوع‌هایی که بیشتر شهرهای بزرگ جهان با آن دست‌به‌گریبان هستند، موضوع «حوادث طبیعی» است. با توجه به ماهیت غیرمترقبه بودن حوادث طبیعی و لزوم اتخاذ سریع و صحیح تصمیم‌ها و اجرای عملیات، مبانی نظری و بنیادی دانشی تحت عنوان «مدیریت بحران» به وجود آمده است یکی از اقداماتی که جهت مدیریت بحران صورت می‌گیرد اندیشیدن تدابیری جهت امدادرسانی پس از وقوع آن است. این موضوع لزوم مکان‌یابی مراکز توزیع امداد را به‌خوبی نمایان ساخته است. در این تحقیق رویکردی چندهدفه برای مراکز توزیع امداد طراحی‌شده است. مدل پیشنهادی یک مدل دو هدفه است. هدف اول کمینه‌سازی هزینه انتقال و هدف دوم، بیشنه سازی مطلوبیت مراکز توزیع هست. وجه تمایز این مدل نسبت به مدل‌های معرفی‌شده در این زمینه ارائه تابع هدف فازی به‌منظور تعیین مطلوبیت مراکز هست. همچنین برای حل این مدل روش LP توسعه‌یافته بکار رفته است.

واژگان کلیدی: مراکز توزیع امداد، تصمیم‌گیری چندهدفه، تحلیل سلسه مراتب فازی، روش LP

۱- محمد اسفندیار (نویسنده مسئول) Mohammad.esfandiar@yahoo.com

۱- مقدمه

جغرافیای انسانی در دهه‌های اخیر دستخوش تحولات مهمی گردیده که این تغییرات نه‌تنها درروش بلکه در کارکرد ظهور یافته است. یکی از موضوعات بالقوه قدرتمندی که در تحقیقات میدانی جغرافیا در حال نشو و نما هست بر مسائل مربوط جغرافیای شهری، برنامه‌ریزی شهری و نقش آنان در سازمان‌دهی فضایی تأکید می‌ورزد. با گسترش شهر و شهرنشینی و افزایش تدریجی تعداد شهرهای بزرگ در جهان به‌خصوص در کشورهای درحال‌توسعه ازجمله ایران، ازیک‌طرف توسعه شهرها تمرکز و تجمع جمعیت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی بر شهرها از طرف دیگر، ضمن توجه بیشتر به شهرها، منجر به پذیرش نقش‌ها و عملکردهای متعدد شده است. یکی از آسیب‌های شهرنشینی نوین، روبه‌رو شدن انبوه انسان‌ها با بلایای طبیعی است؛ این وضعیت، زمینه متأثر شدن جمعیت انسانی را به‌طور انبوه از پدیده‌های مختلف فراهم ساخته است. پیامدهای بحران ناشی از بلایای طبیعی، محدود به حوزه خاص خود نشده و در حیات اجتماعی، حوزه‌های دیگر را هم متأثر می‌سازد. شواهد نشان می‌دهند که بحران‌های فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی درنتیجه بحرانِ ناشی از بلایای طبیعی به‌سرعت شکل‌گرفته و بروز می‌کنند؛ با توجه به ماهیت غیرمترقبه بودن بلایای طبیعی و لزوم اتخاذ سریع و صحیح تصمیم‌ها و اجرای عملیات، مبانی نظری و بنیادی دانشی تحت عنوان «مدیریت بحران» به وجود آمده است. این دانش به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که قبل، حین و بعد از وقوع حوادث طبیعی، جهت کاهش اثرات این حوادث و کاهش آسیب‌پذیری انجام گیرد. این موضوع ارتباط خاصی با مباحث برنامه‌ریزی و مدیریت شهری و جغرافیا دارد.

برنامه‌ریزی پیش از وقوع بحران (بلایای طبیعی) از مسائل مهمی است که امروزه پیش روی مدیران شهری به‌ویژه در حوزه مدیریت بحران قرار دارد. هرساله بیش از ۵۰۰ بلای طبیعی روی زمین رخ می‌دهد که حدود ۷۵۰۰۰ کشته و ۲۰۰ میلیون مصدوم به‌جای می‌گذارد ((Wassenhove,2006, 475-489. زمین‌لرزه‌های مخرب، طوفان، سیل و شیوع بیماری در سال‌های اخیر به‌سرعت رو به رشد است و این حوادث مانعی بر سر راه توسعه پایدار و امنیت اجتماعی در سراسر جهان است ((Nishikawa,2003 ماهیت تصادفی بودن و غیرقابل‌پیش‌بینی 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 عمومی مردم موجب کاهش مرگ و کاهش از دست رفتن دارایی‌ها و مصدومیت‌ها شده است که این امر رویکرد اصلی در واکنش‌های امدادی هست (Sheu,2007, 655-659). در چنین شرایط اضطراری و پیچیده، تصمیم‌گیرنده باید با سرعت و به‌صورت مؤثر به مشکلات امدادی پاسخ دهد و افراد آسیب‌دیده را از نقاط آسیب به مراکز مستقرشده موردنظر انتقال دهد. در راستای نیل به این اهداف، پشتیبانی و امدادرسانی حوزه‌ای است که بهبود در آن می‌تواند نتایج اثربخشی را حاصل کند. علاوه براین لجستیک امداد موجب هماهنگی بیشتر در تحویل کالاها و ارتباطات شده و موجب افزایش سرعت تحویل پاسخگویی می‌گردد.

برای داشتن یک امدادرسانی مؤثر نیاز به سیستم چابک و مطلوب داریم، ازاین‌جهت انتخاب مکانی مناسب برای توزیع کالاهای امدادی یکی از تصمیمات و برنامه‌ریزی‌های پیش از وقوع بحران محسوب می‌شود تا انتقال کالاها و برآورده کردن نیازهای اولیه برای تداوم حیات افراد که از ابتدایی‌ترین و مهم‌ترین اقدامات پس از وقوع زلزله هست قابل‌اجرا باشد. یکی از راهبردهای لجستیکی ممکن جهت کاهش زمان تأخیر، مکان‌یابی از پیش و ذخیره‌سازی موجودی در نزدیکی مکان آسیب‌دیده هست.

هدف این تحقیق ارائه یک مدل ریاضی برای مکان‌یابی مراکز توزیع امداد از میان کاندیدهای نامزد برای پخش و توزیع مواد موردنیاز افراد در نقاط آسیب‌دیده جهت کاهش خسارات جانی افراد است. این مدل از انعطاف‌پذیری بالایی در اجرای مسائل واقعی برخوردار است و در تمامی بلایای طبیعی با شرایط خاص کاربرد دارد و حتی می‌توان مدل را با تغییرات جزئی در مفاهیم کلی مدل، برای انتقال افراد به پناهگاه‌ها و مراکز درمانی نیز بکار برد.

این مقاله در شش بخش ارائه‌شده است. در بخش دوم: مروری بر پژوهش‌های گذشته موضوع تحقیق و در بخش سوم: مروری بر ادبیات روش‌های مورداستفاده در این مسئله و در بخش چهارم: مسئله لجستیک امداد و مدل ریاضی آن تشریح شده است. در بخش پنجم: متدلوژی حل برای مدل تشریح شده است و بخش ششم: مطالعه موردی جهت اعتبار سنجی مدل ارائه‌شده است و درنهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهادها است. اعتبارسنجی مدل ارائه‌شده است. درنهایت، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها آتی آمده است.

۲- پیشینه تحقیق

باربارا سوگلو و همکاران (Barbarosoglu,et al,2002, 118-133) یک مدل برنامه‌ریزی سلسله مراتبی چند معیاره با تابع هدف کمینه کردن هزینه‌ها برای برنامه‌ریزی تدارکات پیشنهاد داده است. برای حل این مدل. تجزیه سلسله مراتبی دومرحله‌ای استفاده‌شده که دو مدل ریاضی عدد صحیح ترکیبی با دو تابع هدف متضاد را نتیجه می‌دهد.

اودماز و همکاران (Ozdamar,et al,2004, 217-245) مدل چند دوره‌ای برای شبکه‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی تدارکات کالا در واکنش به بلایای طبیعی ارائه کرده است. مدل پیشنهاد شده ابتدا مقدار کالا بین دو گره مجاور در شبکه حمل‌ونقل را تعیین کرده، سپس با الگوریتم دیگری با استفاده از این مقادیر مبدأ و مقصد از حمل‌ونقل کالا در شبکه را تعیین می‌کند.

تیزنگ تی اچ و همکاران (Tzeng,et al,2007, 673–686)با ارائه‌ی مدل چندهدفه با تابع هدف‌های کمینه کردن هزینه‌ی کل، زمان مسافت‌های پیموده شده، حداقل رضایت در طول دوره برنامه‌ریزی را افزایش داده و توزیع کمک‌های اضطراری، سیستم‌های تحویل کمک‌رسانی در زندگی واقعی را طراحی کرده‌اند.

در مطالعه‌ی دیگر توسط کومار و همکارانش (Kumar,et al,2007, 660-672) انجام‌شده که یک مدل برنامه‌ریزی برای اعزام کالاها از مراکز توزیع به مناطق آسیب‌دیده و برای حمل‌ونقل افراد مجروح از مناطق آسیب‌دیده به مراکز درمانی طراحی‌شده است. بالکیک و همکاران (Balcik,et al,2008, 51-63)مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی

ارائه دادند که برنامه‌ای برای تحویل وسایل نقلیه و تخصیص عادلانه منابع، باهدف به حداقل رساندن هزینه‌های حمل‌ونقل و به حداکثر رساندن منافع برای کمک به گیرندگان در نظر گرفته‌شده است.

ژان و لیو (Zhan & Lio,2011)یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی تصادفی با توجه به عدم اطمینان تقاضا، عرضه و در دسترس بودن مسیرهای حمل‌ونقل در شبکه اضطراری لجستیک که مسئولیت رسیدگی به آن را دارد ارائه داده‌اند. این مدل بر روی به حداقل رساندن زمان مسافت‌های پیموده شده و تقاضای برآورده نشده، با استفاده از محدودیت‌های احتمالی و برنامه‌ریزی سناریو متمرکز است.

لین باتا و رگرسون (Lin,et al,2011, 132-145)مدلی چند آیتمی(کالا)، چند خودرویی، چند دوره‌ای و چندهدفه برای تحویل مواد ضروری اولویت‌بندی شده در انجام عملیات امدادرسانی در عملیات کمک‌رسانی فاجعه پیشنهاد کرده است. این مدل شامل دو تابع هدف، کاهش کل تقاضاهای ناراضی و کل زمان سفرها برای همه تورها و تمام وسایل نقلیه است.

در تحقیق دیگر توسط ساسچا ولگیموت (Wohlgemuth,et al,2012, 261-271)یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی چندمرحله‌ای باهدف کمینه کردن زمان مسیرهای حمل‌ونقل و تعداد وسایل حمل‌ونقل استفاده‌شده ارائه‌شده که تقاضا و شرایط حمل‌ونقل، متغیر است. افشار و حقانی (Afshar & Haghani,2012)با توسعه یک مدل جامع که عملیات لجستیک یکپارچه را در پاسخ به بلایای طبیعی شرح می‌دهد یک مدل ریاضی با تابع هدف کمینه کردن مقدار تقاضای برآورده نشده با توجه به‌ضرورت (اولویت، اهمیت) تقاضا برای کنترل جریان چندین کالاهای امدادی در شبکه پاسخ پیشنهاد داده است.

جیان‌هو ژانآ و جین‌لی‌بی(Zhang,etal,2012, 11066-11071) مسئله تخصیص منابع اضطراری با محدودیت‌های متعدد منابع و بلایای ثانویه ممکن بیان‌شده و مدلی با منابع چندگانه و چند انبار اضطراری با توجه به حوادث ثانویه مختلف که با مدل ریاضی عدد صحیح تدوین و فرموله شده است. در مقاله‌ای دیگر توسط برکن (Berkoune,et al,2012, 23-32) به مدل حمل‌ونقل اشاره‌شده و ازآنجاکه راه‌حل‌های بهینه ممکن است تنها برای مسائلی با اندازه‌های کوچک به دست آید یک الگوریتم ژنتیکی توسعه داده‌شده برای مقابله با شرایط واقعی پیشنهاد دادند. اخیراً مسئله مسیریابی توسط لیان جیون کن همکاران بررسی‌شده است که هدف آن به حداقل رساندن زمان رسیدگی به نقاط تقاضا (مشتریان) بیان‌شده و روشی فرا ابتکاری دومرحله‌ای را برای حل مسئله پیشنهادشده است (Liangjun,et al,2013, 633-638). در مقالات بالا کمتر به موضوعات مطلوبیت مراکز توزیع امداد پرداخته‌شده و هیچ‌یک به ارائه مدلی مبنی بر مکان بهینه‌ی توزیع با در نظر گرفتن مطلوبیت مکان و هزینه آن باهم نپرداختند.

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱- روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

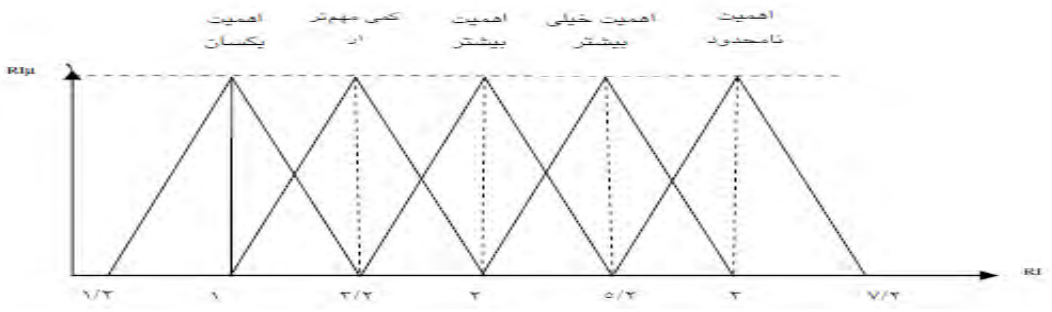
تئوری مجموعه‌های فازی که نخستین بار پرفسور لطفی زاده آن را ارائه کرد، در حل مسائلی که نمی‌توان پارامترها و کمیت‌ها را به‌طور دقیق بیان کرد، استفاده شد. فازی بودن به انواع مختلف ابهام و عدم اطمینان و به‌خصوص به

ابهامات مربوط به بیان زبانی و طرز فکر بشری بستگی دارد و با عدم اطمینانی که به‌وسیله نظریه احتمال بیان می‌شود، فرق دارد. رویکرد فازی ابزار بسیار مناسبی برای برخورد و کنار آمدن با عدم اطمینان و مدل‌سازی متغیرهای زبانی است.

منطق فازی هدفش این است که اساسی را برای استدلال گری تقریبی با استفاده از تئوری مجموعه فازی فراهم آورد. با توجه به اینکه تصمیم‌گیری انسان با مفاهیم نادقیق و مبهم همراه است، این مفاهیم بیشتر به‌صورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند. بر اساس منطق فازی این عناصر نادقیق عوامل مهمی در هوشمندی انسان به شمار می‌روند (Kwong, et al, 2002, 367-377).

متدلوژیFAHP با ترکیب AHP ساعتی و تئوری مجموعه فازی توسعه داده شد. این متدلوژی برای انتخاب یک گزینه و تصدیق مسائل به‌وسیله ادغام مفاهیم مجموعه فازی و تجزیه‌وتحلیل ساختار سلسله مراتبی طراحی شد. ایده‌ی اساسی درAHP گرفتن دانش خبرگان، نسبت به پدیده‌ی موردمطالعه است. کاربرد متدلوژی فازی به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد، داده‌های کمی و کیفی را در مدل تصمیم ادغام کند. باوجوداین باید گفت AHPسنتی قادر به انعکاس درست فرآیندها نیست؛ به‌ویژه در شرایطی که مسائل تعریف‌نشده‌اند یا حل آن مستلزم عدم اطمینان در داده است (Percin,2008,263-284). برای جبران این نقص، دو پژوهشگر هلندی به نام‌های لارهون و پدریک، روشی را برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی پیشنهاد کردند که بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا شده بود. تعداد محاسبات و پیچیدگی مراحل باعث شد، این روش چندان مورداستفاده قرار نگیرد. در سال ۱۹۹۶، روش دیگری تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای، توسط یک پژوهشگر چینی به نام یونگ-چانگ ارائه شد که اعداد این پژوهش اعداد فازی هستند (آذر، رجب‌زاده، ۱۳۸۹).

در این پژوهش از دیدگاه FAHP، مطابق با روش تجزیه وتحلیل توسعه ای چانگ برای ارائه‌ی قضاوت‌های تصمیم گیرندگان استفاده می‌شود تا عوامل مؤثر بر وفاداری الکترونیکی در سازمان‌های ارائه دهنده‌ی خدمات الکترونیک را اولویت‌بندی کنیم. دراین بررسی، مقایسات تصمیم‌گیرنده با واژه‌های زبان شناسی توصیف شده است و با اعداد فازی بیان می‌شود که در نمودار شماره (۱) نشان داده‌شده است.



نمودار ۱. مقیاس زبان شناسی اعداد مثلثی برای اهمیت نسبی (RI)

در ادامه خلاصه‌ی روش تحلیل توسعه ای چانگ ارائه می‌شود که منطبق بر اصول فازی به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. مراحل اجرای روش به‌صورت زیر است:

مرحله‌ی ۱: ترسیم درخت سلسله مراتبی: ابتدا ساختار سلسله مراتبی تصمیم با استفاده از سطوح هدف، معیار و زیرمعیار تشکیل داده می‌شود.

مرحله‌ی ۲: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی: ماتریس‌های توافقی را مطابق با درخت تصمیم و با استفاده از نظرات خبرگان تشکیل داده، نرخ ناسازگاری آن‌ها حساب می‌شود.

مرحله‌ی ۳: میانگین حسابی نظرات: میانگین حسابی نظرات تصمیمگیرندگان را محاسبه کرده تا ماتریس زیر حاصل شود.

$$\tilde{A}=\begin{bmatrix} 1 & \tilde{M}_{12} & ... & \tilde{M}_{1n} \\ \tilde{M}_{21} & 1 & ... & \tilde{M}_{2n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ \tilde{M}_{n1} & \tilde{M}_{n2} & & 1 \end{bmatrix}$$

میانگین حسابی نظرات تصمیم‌گیرندگان از رابطه‌ی (۱) به دست می‌آید.

$$sum=\sum_{1}^{N}A_{ij} \qquad i,j=1,2,....,n \qquad Mean=sum/n \qquad (1)$$

سپس با استفاده از اعداد مثلثی فازی حد بالا و پایین هر ستون ماتریس و معکوس آن را به دست می‌آوریم. فرض کنید $\tilde{A}_{ij}=\{\tilde{M}_{ij}\}$ یک ماتریس میانگین مقایسه زوجی فازی باشد که به‌صورت بالا تعریف می‌شود. آنگاه رابطه ی (۲) برقرار خواهد بود.

$$\tilde{M}_{ij}=1/\tilde{M}_{ij} \qquad (2)$$

مرحله‌ی ۴: استفاده از روش تحلیل توسعه ای ((EA برای بی مقیاس کردن:

حال برای حل مدل با روش EA، در هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، ارزش Sk که خود یک عدد فازی مثلثی به‌صورت ((li,mi,uiاست، مطابق رابطه‌ی (۱) محاسبه می‌شود که در آن، k بیانگر شماره سطر و i و j، به ترتیب نشان‌دهنده‌ی گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند.

$$k=\sum_{j=1}^{n}M_{kj}*\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}M_{ij}\right]^{-1} \qquad (3)$$

مرحله‌ی ۵: تعیین درجه احتمال بزرگ تر بودن: در این روش، پس از محاسبه‌یSk ها درجه بزرگی آن‌ها را نسبت به هم باید به دست آورد. به‌طورکلی، اگر M1 و M2 دو عدد فازی مثلثی باشند (طابق جدول شماره (۱)، روابط (۴)و (۵) درجه بزرگیM1 بر ۲M را نشان می‌دهد (با توجه به نمودار شماره (۲).

جدول ۱. مقیاس تبدیل مثلثی فازی

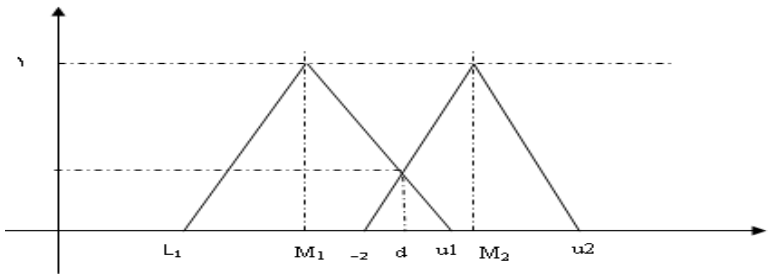
مقیاس معکوس مثلثی فازی	مقیاس مثلثی فازی	مقیاس شفاهی
(1,1,1)	(1,1,1)	تنها برابر
(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	برابری مهم
(1/2,2/3,1)	(1,3/2,2)	اهمیت کم
(1/3,2/5,1/2)	(3/2,5/2,3)	اهمیت زیاد
(1/3,2/5,1/2)	(2,5/2,3)	اهمیت خیلی زیاد
(2/7,1/3,2/5)	(5/2,3,7/2)	بیشترین درجه اهمیت

منبع: آذر، رجب‌زاده، ۱۳۸۹

$$v(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) \qquad v(M_1 \geq M_2) = 1, \ldots\ldots\ldots, M_1 \geq M_2 \qquad (4)$$

و گرنه داریم:

$$hgt(M_1 \geq M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)} \qquad (5)$$



نمودار ۲. اشتراک بین M1 و M2

مرحله‌ی ۶: محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها به‌صورت بی مقیاس شده: برای محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

برای محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی از رابطه‌ی (۶) استفاده می‌شود.

$$W'(X_i) = \min\{V(S_i \geq S_k)\} \qquad k = ۱, ۲, \ldots\ldots, n \; ; k \neq i \qquad (۶)$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها طبق رابطه‌ی (۷) خواهد بود.

$$W' = \left[W'(X_۱), W'(X_۲), \ldots, W'(X_n)\right]^t \qquad (۷)$$

که همان بردار ضرایب نابهنجار AHP فازی است. بر اساس رابطه‌ی $W_i = \frac{W_i'}{\sum w_i'}$ اوزان بهنجار شده شاخص‌ها به دست می‌آید (آذر، رجب‌زاده، ۱۳۸۹).

۲-۳- روش معیار جامع

از مناسب ترین روش‌های ارزیابی در حالت عدم کسب اطلاعات از تصمیم‌گیرنده، روش‌های خانواده LP متریک می‌باشند که با تغییر اوزان اهمیت اهداف، نیازی به کسب اطلاعات از تصمیم‌گیرنده ندارند. این روش‌ها برای تصمیم‌گیرنده ساده است ولی تحلیل گر باید مفروضاتی درباره ارجحیت‌های تصمیم‌گیرنده در نظر بگیرد. برای گنجاندن اوزان اهمیت اهداف در این روش از رویکرد زیر استفاده می‌شود.

$$L - P = \left\{ \sum_{k-۱}^{k} w_k \left[\frac{f_k(x^{*k}) -}{f_k(x^{*k}) - f_k(x_*^k)} \right]^p \right\}^p \qquad (۸)$$

مدل فوق را رویکرد معیار جهانی وزن دار استاندارد می‌نامند. چانکونگ و هیمز (Chankong& Haimes,1983) و مایتینن (Miettinen,1999) ثابت کردند که برای بهینگی پارتو، کمینه‌سازی معادله ۵ با در نظر گرفتن $\sum_{k=1}^{k} w_k = 1 \; , w \geq 0$

کافی است. برای هر نقطه بهینه پارتو xp یک بردار اوزان اهمیت معیارها W و یک مقدار عددی P وجود دارد، بطوری که xp جوابی برای رویکرد ۵ است. مقدار P حتی در صورت غیر محدب بودن فضای جواب، قابلیت ارائه همه نقاط بهینه پارتو را نشان می‌دهد.

در تحقیق (Messac ,et al,2000, 171-188) نشان داده‌شده که با افزایش مقدار P، اثربخشی روشWGC در رویکرد (۹) جهت ارائه مجموعه کاملی از نقاط بهینه پارتو افزایش خواهد یافت.

با استفاده از یک مقدار بزرگP ، مجموعه کاملی از نقاط بهینه پارتو راارائه می‌دهد. مدل مین ماکس وزن دار که مور د خاصی از روشWGC با $P = \infty$ است، به‌صورت مدل زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} &\min Y \\ &s.to: \\ &y \geq w_k \left[\frac{f_k(X^*) - f_k(x)}{f_k(X^*) - f_k(x_*)} \right] \quad ,\forall k = ۱,۲,...,k \\ &g_i(x) \leq b_i \quad ,\forall i = ۱,۲,...,i \\ &x \in E^n \quad ,y \geq ۰ \end{aligned} \tag{۹}$$

درروش‌های WGC هدف حداقل کردن انحراف توابع هدف یک مدل چندهدفه از راه حل ایده آل است. یو نقطه X* را یک نقطه ایده ال ایده آل می‌نامد. برای دستیابی به نقطه ایده آل، هر تابع هدف به‌طور مجزا و به ازای $x \in X$ بهینه می‌شود. یعنی راه حل ایده آل از حل k مسئله یک هدفه به‌صورت زیر حاصل می‌گردد:

$$\begin{aligned} &optimize: f_k(x) \quad ,\forall k = ۱,۲,...,k \\ &s.t: \quad g_i(x) \leq ۰ \quad \forall l = ۱,۲,...,l \\ &x \in E^n \end{aligned} \tag{۱۰}$$

مختصات نقطه ایده ال به‌صورت $\{f_1(X^{*1}), f_2(X^{*2}),..., f_k(X^{*k})\}$ بوده و X^{*i} هدف i ام را بهینه می‌سازد. از طرفی X_*^i بردار جواب ضد ایده ال است، بطوری که برای دسترسی به راه حل ضد ایده آل، می‌توان k مسئله به ازای هر تابع هدف در فضای جواب را در صورتی که ماکزیمم کردن اهداف مد نظر باشد کمینه نمود.

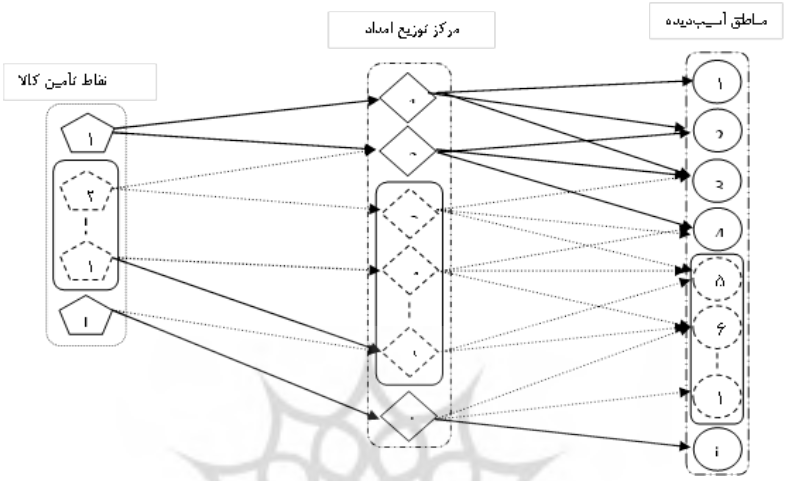
۴- مکان‌یابی مراکز توزیع با رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه در شرایط فازی

در طراحی سیستم‌های توزیع امداد از سه بخش اصلی استفاده‌شده است. نقاط تأمین اولین بخش این سیستم هست که نقش بسیار مهی در نگهداری کالاهای موردنیاز دارند. این نقاط معمولاً به‌صورت کمپ‌هایی از قبل در مکان‌های بسیار بزرگ و استراتژیک طراحی می‌گردد و اجناس امدادی موردنیاز

را برای افرادی که در نقاط آسیب‌دیده قرار دارند، تأمین می‌کند. بخش دوم بدنه این سیستم مراکز توزیع می‌باشند که حلقه واسطه نقاط آسیب‌دیده و مراکز تأمین هست. بخش نهائی این مدل نقاط آسیب‌دیده می‌باشند. در این سیستم g تا کالای امدادی، l نقطه تأمین، i مرکز توزیع و j نقطه آسیب‌پذیر موجود دارد. هدف مدل طراحی‌شده در این پژوهش این است که تعداد مراکز بهینه برای توزیع کالاهای امدادی انتخاب شود به‌طوری‌که بتواند نیازهای همگی نقاط را در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بالاترین مطلوبیت پوشش دهد.

۴-۱- فرضیات مدل

- کالاهای امدادی موردنیاز شبکه در این سیستم شامل ۳ نوع کالا اساسی است که این نوع کالاها نیاز به سردخانه یا وسیله حمل‌ونقل خاص نمی‌باشد.
- فقط نواحی آسیب‌دیده‌ای در نظر گرفته می‌شوند که امکان دسترسی از طریق شبکه حمل‌ونقل جاری میسر باشد.



شکل (۱). شبکه توزیع امداد

۴-۲- پارامترها و متغیرهای مدل

a_{ij} :مطلوبیت مرکز توزیع امداد i برای نقطه آسیب‌دیده j

c_{li} :هزینه انتقال هر واحد کالا از نقطه تأمین l به مرکز توزیع امداد i

c_{ij} :هزینه انتقال هر واحد کالا از مرکز توزیع امدادi به نقطه آسیب‌دیده j

x_{gli} :مقدار کالای نوعg منتقل‌شده از نقطه تأمین l به مرکز توزیع امداد i

y_{gij} :مقدار کالای نوعg منتقل‌شده از مرکز توزیع امداد i به نقطه آسیب‌دیده j

f_i :هزینه احداث مرکز توزیع امداد i

S_{gl} :مقدار کالای در دسترس gدر مرکز تأمین l

D_{gj} :مقدار کالای امدادی موردنیاز نوع g در نقطه آسیب‌دیده j

z_i :اگر مرکز توزیع امداد i برای توزیع انتخاب شود برابر است با ۱ و در غیر این صورت برابر ۰ هست

$a_{ij}^{c_k}$:مطلوبیت مرکز توزیع امداد i برای نقطه آسیب‌دیده j با در نظر گرفتن شاخص kام

w^{c_k} :وزن شاخص k ام برای k=1,2,3,…k

c_k :شاخص k ام برای k=1,2,3,…k

l :تعداد نقاط تأمین

i :تعداد مرکز توزیع امداد

j :تعداد نقاط آسیب‌دیده

g :تعداد کالای امدادی

۳-۴- مدل کلی تحقیق

$$\max \quad \sum\sum a_{ij} \times X_{ij} \qquad (1)$$

$$\min \quad \sum (f_i \times z_i) + \sum\sum C_{li} \times X_{gli+} \sum\sum C_{ij} \times Y_{gij} \qquad (2)$$

$$s.t:$$

$$\sum_i X_{g,li} = \sum_j Y_{g,ij} \qquad \forall g,i \qquad (3)$$

$$\sum_i \sum_j Y_{g,ij} \le \sum_j D_{gj} \qquad \forall g \qquad (4)$$

$$\sum_i \sum_j Y_{g,ij} \le \sum_j S_{gl} \qquad \forall g \qquad (5)$$

$$\sum_i Y_{g,ij} \le D_{gj} \qquad \forall g,j \qquad (6)$$

$$X_{g,li} \le M \times Z_i \qquad \forall g,l,i \qquad (7)$$

$$Y_{g,ij} \le M \times Z_i \qquad \forall g,i,j \qquad (8)$$

$$\sum_i X_{g,li} \le s_{g,l} \qquad \forall g,l \qquad (9)$$

$$X_{g,li} \in \{0,1,2,\ldots\} \qquad \forall g,l,i$$

$$Y_{g,ij} \in \{0,1,2,\ldots\} \qquad \forall g,l,j$$

$$Z_i \in \{0,1\} \qquad \forall i$$

هدف اول افزایش مطلوبیت مراکز توزیع امداد و هدف دوم حداقل کردن مجموع هزینه‌های راه‌اندازی، هزینه‌های حمل‌ونقل از نقاط تأمین به مراکز توزیع امداد و هزینه حمل‌ونقل از مراکز توزیع امداد به نقاط آسیب‌دیده هست. محدودیت (۳) معادله تعادل جریان برای هر کالا در هر مرکز توزیع امداد را نشان می‌دهد و تضمین می‌کند که کالاهایی که به یک مرکز توزیع امداد وارد می‌شوند، از آن خارج خواهند شد. محدودیت (۴) به این معناست که کالاها اجازه داده نمی‌شوند که بیکار باشند و می‌بایست ارسال شوند. محدودیت (۵) به این معناست که نمی‌توان کالایی که وجود ندارد را فرستاد.

محدودیت (۶) از ارسال کالاهای امدادی اضافی به نقاط آسیب‌دیده جلوگیری می‌کند. محدودیت (۷) و (۸) از ورود و خروج کالا به مرکز توزیع امدادی که راه‌اندازی نشده‌اند، جلوگیری می‌کند. محدودیت (۹) بدین معناست که کل کالاهای در دسترس در نقاط تأمین، قابل‌ارسال به مراکز توزیع امداد هستند. محدودیت‌های (۱۰) تا (۱۱)، محدودیت‌های غیر منفی بودن، صفر و یک و عدد صحیح بودن متغیرهاست.

۵- متدولوژی حل

۵-۱- الگوریتم حل

برای حل مدل مذکور لازم است ابتدا همه توابع به شکل بیشینه‌سازی درآمده و بردار تابع هدف به‌صورت زیر تعریف شود: (۱۱) $f(X)=[f_1(X), f_2(X))]$

حل مدل حاصل از محدودیت آن با هر یک از درایه‌های بردار F (x) به‌قصد بیشینه‌سازی جواب ایده آل زیر را حاصل می‌کند.

$$f(\tilde{X}) = [f_1(\tilde{X}_1), f_2(\tilde{X}_2)] \quad (۱۲)$$

با توجه به جواب ایده آل و توابع LP باارزش ۲= p تابع زیر حاصل می‌شود:

$$Min\ L-۲ = \sqrt{\sum_{k=۱}^{۲} \gamma_k \left[\frac{f_k(\bar{X}_k) - f_k(X)}{f_k(\bar{X}_k)}\right]^۲} \quad (۱۳)$$

با کمینه‌سازی دستگاه حاصل از محدودیت‌های مدل‌بالا و تابع هدف L2 جواب مؤثر حاصل خواهد شد.

اما قبل از دستیابی به جواب مؤثر باید γ k برای ۲، ۱ = K محاسبه شود.

روش‌های متعددی برای دستیابی به γ k وجود دارد. در اینجا روشی ارائه می‌شود که ضمن محاسبه γ k نقطه نظرات DM را به‌طور مستقیم در محاسبه L2 و انتخاب توابع هدف و وزن دهی به آن‌ها اعمال می‌نماید.

حل مدل حاصل از محدودیت و با هر یک از درایه‌های بردار F (x) به‌قصد کمینه‌سازی تابع هدف اگر جواب زیر را حاصل کند.

$$f_۱(\hat{X}_۱), f_۲(\hat{X}_۲)] \quad (۱۴)$$

در آن صورت بازه تغییرات تابع fk (x) به‌صورت زیر خواهد بود.

$$۰ \le \left(\frac{f_k(\tilde{x}_k) - f_k(x)}{f_k(\tilde{x}_k)}\right)^۲ \le \left(\frac{f_k(\tilde{x}_k) - f_k(\hat{x}_k)}{f_k(\tilde{x}_k)}\right)^۲, k = ۱,۲ \quad (۱۵)$$

تأثیر یا نقش هر تابع هدف k برای ۴،... ، ۲، ۱= K در فرمول L2 برابر $\left(\frac{f_k(\tilde{x}_k) - f_k(x)}{f_k(\tilde{x}_k)}\right)^2$ است که خود این عبارت بین صفرتا $\left(\frac{f_k(\tilde{x}_k) - f_k(\hat{x}_k)}{f_k(\tilde{x}_k)}\right)^۲$ در حال تغییر است. لذا می‌توان نقش تغییرات تابع fk (x) در تغییر تابع L2 را متناسب با محدوده بالا دانست.

$$d_k = \left(\frac{f_k(\tilde{x}_k) - f_k(\hat{x}_k)}{f_k(\tilde{x}_k)}\right)^۲, k = ۱,۲ \quad (۱۶)$$

مقادیر d_k دامنه تغییرات تابع هدف است.

می‌دانیم که DM هنگام تصمیم‌گیری در خصوص تعیین میزان اهمیت توابع فوق باید وزن‌هایی را تعیین کند. با این فرض که این وزن‌ها با اعدادی بین صفرتا صد بیان شوند، انتظار داریم تأثیری معادل وزن‌های تعیین‌شده در نزدیک کردن توابع هدف به مقادیر بهینه آن‌ها حادث شود. لذا باید γ k در به‌گونه‌ای تخمین زده شود که وزن‌های تعیین‌شده DM برای هر fk (x) با توجه به دامنه تغییرات تابع fk (x) یعنی dk تأثیری به‌اندازه وزن تعیین‌شده توسط DM روی تابع LPداشته باشد، لذا ابتدا dkها نرمال‌سازی می‌شوند.

$$u_k = \frac{d_k}{\sum_k d_k}, k = ۱,۲ \quad (۱۷)$$

UK که حداکثر درصد تأثیر هر یک از توابع هدف fk (x) را درLP نشان می‌دهد، مقدار نرمال شده d_k است.

اگر DM درصد ترجیحات خود را به‌صورت معادل Wk درصد برای هر یک از توابع ۴،... ، ۲، ۱ = K (x) fk تعریف کند، آنگاه خواهیم داشت:

$$\gamma_k = \frac{w_k}{u_k}, k = ۱,۲ \quad (۱۸)$$

اگر مقادیر به‌دست‌آمده k γ در تابع هدف L2 قرار داده شود عبارت زیر حاصل می‌گردد.

$$L۲ = \sqrt{\sum_{k=۱}^{۲} \frac{w_k}{u_k} [\frac{f_k(\tilde{x}_k) - f_k(x)}{f_k(\tilde{x}_k)}]^۲} \quad (۱۹)$$

حال با حل مدل فوق و با در نظر گرفتن ترجیهات DM، منتخب نهائی تعیین خواهد شد. در این قسمت الگوریتم حل به‌طور کامل تشریح می‌گردد. این الگوریتم شامل ۸ مرحله هست.

۲-۵- مراحل الگوریتم

مرحله ۱: مدل‌سازی مسئله انتخاب مراکز توزیع

در این مرحله برای مدل‌سازی انتخاب مراکز توزیع از رویکرد برنامه‌ریزی صفر و یک استفاده می‌گردد که یک تابع مطلوبیت به مدل ابتدائی مسئله اضافه‌شده است. این مرحله یکی از نقاط قوت این الگوریتم هست زیرا این انعطاف‌پذیری ان در مدل‌های گوناگون ارائه‌شده است.

مرحله ۲: تعیین شاخص برای مشخص نمودن مطلوبیت مراکز توزیع

برای تصمیم‌گیری در مورد این موضوع، باید شاخص‌ها تعریف گردد. فرض می‌شود تصمیم‌گیرنده kشاخص را تعیین نمود؛ بنابراین C_k نشان‌دهنده شاخص k ام است.

مرحله ۳: تعیین وزن شاخص‌ها

فرض می‌شود W^{C_k} وزن شاخص k ام باشد. ما از یک رویکرد توسعه‌یافته برای تعیین اوزان استفاده می‌کنیم.

مرحله ۴: تعیین میزان مطلوبیت هر یک از مراکز توزیع برای نقاط آسیب‌دیده با در نظر گرفتن شاخص‌ها

فرض می‌شود $a_{ij}^{C_k}$ مطلوبیت i امین مرکز توزیع برای j امین نقطه آسیب‌دیده با در نظر گرفتن شاخص kام هست.

جدول ۲

جدول ۲: میزان مطلوبیت با در نظر گرفتن شاخص‌ها

شاخص / مطلوبیت	C_1	C_2	C_3	...	C_k
$a_{ij}^{C_k}$	$a_{ij}^{C_1}$	$a_{ij}^{C_2}$	$a_{ij}^{C_3}$	...	$a_{ij}^{C_k}$

منبع: یافته‌های پژوهش

مرحله ۵: تعیین مطلوبیت مراکز توزیع امداد برای هر نقطه آسیب‌دیده

فرض می‌شود a_{ij} میزان مطلوبیت مراکز توزیع i ام برای نقطه آسیب‌دیده jام باشد، بنابراین برای تعیین a_{ij} از روش SAW استفاده‌شده است.

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^{q} w^{C_k} . a_{ij}^{C_k}$$

مرحله ۶: نوشتن تابع هدف مطلوبیت

تابع هدف برای این مسئله عبارت است از:

$$Utility\ Function: \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{s} a_{ij} X_{ij}$$

مرحله ۷: مدل‌سازی مسئله انتخاب مراکز توزیع امداد چندگانه

بعد از نوشتن تابه مطلوبیت، توابع هدف مسئله انتخاب مراکز توزیع امداد چندگانه به‌صورت زیر است:

مرحله ۸: حل مسئله انتخاب مراکز توزیع امداد چندهدفه

در این مرحله مسئله حل می‌گردد. توجه با این موضوع که تعداد تصمیم‌گیرنده و مقدار تخصیص‌یافته به هر یک از نقاط آسیب‌دیده توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود.

شکل متدولوژی تحقیق را نشان می‌دهد.

شکل (۲)- الگوریتم روش پیشنهادی

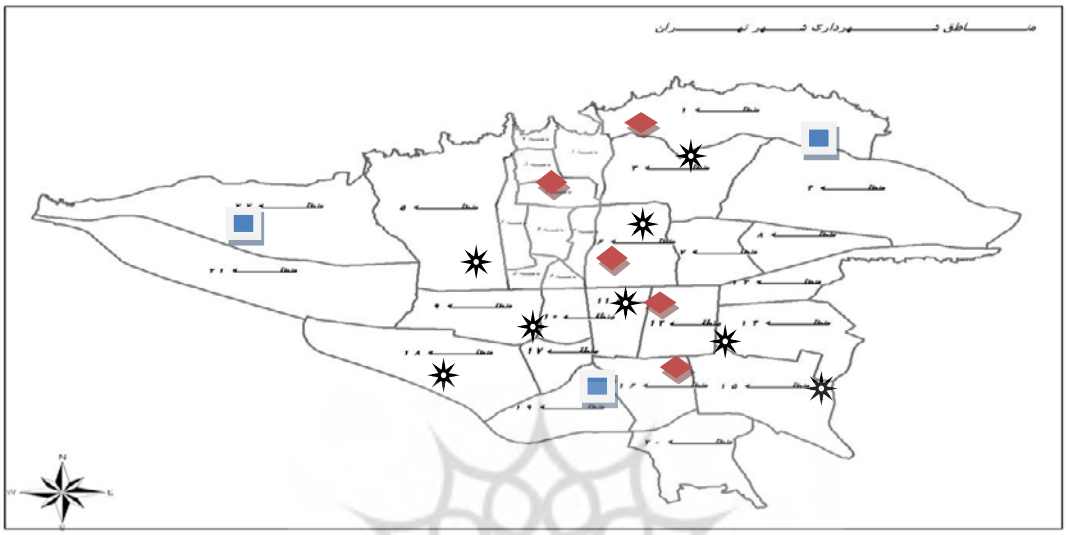
منبع: نگارندگان

۶- مطالعه موردی

منطقه موردبررسی برای پیاده‌سازی مدل فوق شهر تهران هست. در شکل، نواحی که ممکن است تحت تأثیر بحران آسیب ببینند، مشخص‌شده‌اند. ۳ نقطه تأمین، ۵ مرکز توزیع و ۸ نقطه آسیب‌پذیر در این مطالعه موردی در نظر گرفته‌شده است. کالاهای امدادی موردنیاز در این تحقیق شامل آب‌معدنی، چادر و کمپوت‌های غذاهای آماده هست. جدول نقاط تأمین، مراکز توزیع و نقاط آسیب‌دیده را نشان می‌دهد.

میزان ظرفیت ۳ نقطه تأمین برای هر کالای امدادی در جدول ۱ نشان داده‌شده است. میزان تقاضای کالاهای متفاوت را برای هر نقطه آسیب‌پذیر در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

هزینه راه‌اندازی مراکز توزیع امداد پارک لاله، پارک شهر، بوستان بعثت، پارک پردیسان و پارک ملت برابربا ۱۲۰۰۰۰۰۰۰ فرض شده است. هزینه حمل‌ونقل بین دونقطه برابر بافاصله بین نقاط در نظر گرفته شده است. هزینه جریمه نیز ۴۰٪ هست.



شکل (۳)-نقشه مطالعه موردی (شهر تهران): نقاط تأمین، مراکز توزیع امداد و نقاط آسیب‌پذیر منبع: سایت شهرداری تهران

جدول (۳): میزان ظرفیت ۳ کالا در نقاط تأمین

مقدار هر نوع کالا موجود در هریک از نقاط تأمین			
عرضه{s}	پارک چیتگر	بوستان ولایت	پارک لویزان
[g1, g2, g3]	[900,900,1000]	[1800, 2500,2200]	[1500,1 800,2900]

منبع: http://map. tehran. ir

جدول (۴): میزان تقاضا ۳ نوع کالا در نقاط آسیب‌دیده

مقدار هر نوع کالا موجود در هریک از نقاط تأمین								
منطقه ۱۸	منطقه ۱۵	منطق ۱۲	منطقه ۱۱	منطقه ۹	منطقه ۶	منطقه ۵	منطقه ۳
[170,170,300]	[220, 200,160]	[300, 140,200]	[100, 150,200	[130, 160,130]	[270, 140,250]	[220, 200,180]	[120, 180,150]

منبع: http://map. tehran. ir

جدول (۵): مسافت بین نقاط تأمین و مراکز توزیع

		مراکز توزیع امداد				
		پارک ملت	پارک پردیسان	بوستان بعثت	پارک شهر	پارک لاله
نقاط تأمین	بوستان ولایت	۲۲	۵ .۱۷	۷	۵ .۱۰	۱۳
	پارک لویزان	۱۵	۵ .۱۷	۲۰	۱۷	۵ .۱۶
	پارک چیتگر	۲۶	۵ .۲۰	۲۹	۵ .۲۳	۵ .۲۴

منبع: http://map. tehran. ir

جدول (۶): مسافت بین مراکز توزیع و نقاط آسیب‌دیده

		نقاط آسیب‌دیده							
		منطقه ۱۸	منطقه ۱۵	منطقه ۱۲	منطقه ۱۱	منطقه ۹	منطقه ۶	منطقه ۵	منطقه ۳
مراکز توزیع امداد	پارک لاله	۱۳	۱۷	۹	۳	۱۰	۶	۱۰	۷
	پارک شهر	۱۳	۱۲	۵ .۴	۵ .۲	۹	۵ .۶	۵ .۱۲	۵ .۹
	بوستان بعثت	۵ .۱۴	۹	۵ .۳	۸	۱۲	۱۲	۱۸	۵ .۱۳
	پارک پردیسان	۱۷	۲۴	۱۶	۱۰	۱۳	۵ .۹	۱۱	۵ .۷
	پارک ملت	۲۲	۲۲	۵ .۱۵	۱۱	۵ .۱۷	۵ .۸	۱۶	۵

منبع: http://map. tehran. ir

مراحل حل مدل

مرحله اول: بر اساس مدل طراحی‌شده داده‌های جمع‌آوری‌شده، مدل این مطالعه موردی نوشته می‌شود.

مرحله دوم: معیارهای کلی مکان‌یابی مراکز امداد عبارت‌اند از:۱. اثربخشی ۲. ایمنی ۳. مجهز بودن

اثربخشی: منظور از اثربخشی مراکز امداد و اسکان آن است که در این مراکز بتوانند با توجه به شرایط ایجادشده براثر سانحه، بیشترین امدادرسانی را به محیط پیرامون خود ارائه دهند.

ایمنی: منظور از ایمنی، امن بودن محل استقرار مراکز توزیع در مقابل خطرات ناشی از شرایط بحران است که می‌تواند در خود محل پایگاه حادث شود و یا در اثر وقوع آن‌ها، اطراف محل پایگاه را متأثر سازد.

مجهز بودن: به‌منظور تأمین نیازهای اولیه آسیب دیدگان، مراکز توزیع باید مجهز باشند (اسلامی، ۱۳۸۵)

	لاله	شهر	بعثت	پردیسان	ملت
پارک لاله	–	SMI	WMI	EI	WMI
پارک شهر		–	WMI	SMI	VSMI
بوستان بعثت			–	WMI	SMI
پارک پردیسان				–	EI
پارک ملت					–

	اثربخشی	ایمنی	مجهز بودن
اثربخشی	–	WMI	SMI
ایمنی		–	EI
مجهز بودن			–

	C1	C2	C3
$a_{1j}^{C_k}$	[0. 29,0. 31,0. 24,0. 03,0. 13]	[0. 34,0. 26,0. 13,0. 11,0. 16]	[0. 32,0. 15,0. 18,0. 20,0. 15]

مرحله سوم: در این مرحله با استفاده از نقطه نظرات تصمیم‌گیرنده وزن مربوط به شاخص‌ها تعیین می‌گردد. وزن شاخص‌های این تحقیق برابرند با:

مرحله چهارم: اکنون مطلوبیت $a_{ij}^{C_k}$، i امین مرکز توزیع امداد برای j امین نقطه آسیب‌دیده با در نظر گرفتن شاخص k محاسبه می‌شود. برای مثال از ماتریس زیر برای محاسبه مطلوبیت $a_{1j}^{C_1}$، i امین مرکز توزیع امداد برای 1 نقطه آسیب‌دیده با در نظر گرفتن شاخص ۱ بر اساس دیدگاه تصمیم‌گیرنده به دست می‌آید.

بعد از پیاده‌سازی روش AHP فازی میزان مطلوبیت برابر است با:

$$a_{1j}^{C_1} = (۰.۲۹,۰.۳۱,۰.۲۴,۰.۰۳,۰.۱۳)$$

بنابراین با توجه به نظر تصمیم‌گیرنده داریم:

$$a_{1j} = ۰.۵\times(0.29,0.31,0.24,0.03,0.13)+۰.۲۵\times(0.32,0.15,0.18,0.20,0.15)+۰.۲۵\times(0.34,0.26,0.13,0.11,0.16)$$
$$=(۰.۳۱,۰.۲۶,۰.۲۰,۰.۰۹,۰.۱۴)$$

مرحله پنجم:در این بخش، بر اساس تمامی مقادیر مطلوبیت به‌دست‌آمده در مرحله قبل، میزان مطلوبیت هر مکان را برای هر نقطه آسیب‌دیده به دست می‌آوریم.

بنابراین ماتریس مطلوبیت برای هر یک از مراکز برابر است با: a_{ij} , $i = ۱,...۵,\ j = ۱,..,۸$

	منطقه ۳	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۹	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲	منطقه ۱۵	منطقه ۱۸
پارک لاله	۰. ۳۱	۰. ۱۶	۰. ۱۷	۰. ۳۴	۰. ۳۳	۰. ۳۰	۰. ۱۸	۰. ۰۸
پارک شهر	۰. ۲۶	۰. ۲۹	۰. ۱۶	۰. ۲۴	۰. ۳۵	۰. ۳۴	۰. ۱۹	۰. ۱۷
بوستان بعثت	۰. ۲۰	۰. ۰۵	۰. ۱۳	۰. ۰۹	۰. ۱۷	۰. ۱۶	۰. ۲۸	۰. ۳۳
پارک پردیسان	۰. ۰۹	۰. ۲۵	۰. ۲۶	۰. ۲۲	۰. ۱۴	۰. ۰۸	۰. ۲۳	۰. ۳۲
پارک ملت	۰. ۱۴	۰. ۲۵	۰. ۲۸	۰. ۱۱	۰. ۰۱	۰. ۱۲	۰. ۲۳	۰. ۱۰

مرحله ۶:تابع هدف مطلوبیت مسئله نوشته می‌شود.

$$UtilityFunction = \sum_{i=۱}^{۵}\sum_{j=۱}^{۸} a_{ij}Y_{ij} = ۰.۳۱X_{۱۱} + ۰.۱۶X_{۱۲} + ... + ۰.۱۰X_{۵۸}$$

مرحله ۷: در این مرحله، مدل چندهدفه این مسئله با روش lp متریک توسعه‌یافته و با استفاده از نرم‌افزار GAMS حل می‌گردد. نتایج محاسباتی و یافته‌ها ارائه‌شده در جداول زیر موجود است:

جدول (۷)- میزان کالاهای حمل شده سه‌گانه از نقاط تأمین به مراکز توزیع

	پارک ملت	پارک پردیسان	بوستان بعثت	پارک شهر	پارک لاله
بوستان ولایت					
آب‌معدنی			۸۲۰	۵۹۰	
چادر			۶۷۰	۴۹۰	۱۸۰
کمپوت غذایی			۷۹۰	۱۱۰	
پارک لویزان					
آب‌معدنی	۱۲۰				
چادر					
کمپوت غذایی	۱۵۰				۵۲۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۸)- میزان کالاهای حمل شده سه‌گانه از نقاط تأمین به مراکز توزیع

	منطقه ۳	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۹	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲	منطقه ۱۵	منطقه ۱۸
پارک لاله								
آب‌معدنی								
چادر	۱۸۰							
کمپوت غذایی		۱۸۰	۲۵۰		۹۰			
پارک شهر								
آب‌معدنی		۲۲۰	۲۷۰		۱۰۰			
چادر		۲۰۰	۱۴۰		۱۵۰			
کمپوت غذایی					۱۱۰			
بوستان بعثت								
آب‌معدنی						۳۰۰	۲۲۰	۱۷۰
چادر				۱۶۰		۱۴۰	۲۰۰	۱۷۰
کمپوت غذایی						۲۰۰	۱۶۰	۳۰۰
پارک ملت								
آب‌معدنی	۱۲۰			۱۳۰				
چادر								
کمپوت غذایی	۱۵۰			۱۳۰				

منبع: یافته‌های پژوهش

۷- تجزیه‌وتحلیل نتایج

همان‌طور که از نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۷) مشخص است، در مرحله اول کالاهای فرستاده‌شده به مراکز توزیع امداد فقط از منابع تأمین بوستان ولایت و پارک لویزان ارسال گردید و از منبع پارک چیتگر کالایی به مراکز توزیع ارسال نگردید. بیشترین کالای ارسالی به مراکز پارک شهر و بوستان بعثت ارسال گردید و کمترین ارسال به پارک لاله و پارک ملت بوده است.

نتایج به‌دست‌آمده از جدول (۸) نشان می‌دهد که پارک شهر و بوستان بعثت به دلیل نزدیک بودن به نقاط آسیب‌دیده و مطلوبیت بسیار بالا بیشترین کالا را ارسال نموده‌اند. و از مراکز پارک لاله و پارک ملت کمترین ارسال را داشته است.

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادت

جهت مدیریت بحران و کاهش خسارات مالی و جانی ناشی از آن می‌بایست برنامه‌ریزی بهینه‌ای جهت رویارویی منطقی با بحران ایجادشده صورت گیرد. بنابراین یکی از برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدتی که برای بعد از بحران می‌تواند انجام شود انتخاب بهترین مکان جهت استقرار گروه‌های تخصصی امداد است. با توجه به ماهیت مکانی این موضوع و دارا بودن ماهیت فازی برای پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی و رویارویی با فاکتورهای زیاد جهت تصمیم‌گیری می‌توان از تلفیق منطق فازی به همراه روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه به‌منظور اخذ تصمیمی بهینه‌تر استفاده کرد.

در این مقاله مدلی جامع و چندهدفه برای مکان‌یابی مراکز توزیع امداد شهری بر اساس اصول مدیریت بحران ارائه گردید. این مدل این قابلیت را دارد که مرکز توزیع امداد شهری را بر اساس اصول مدیریت بحران به صورتی مکان‌یابی نماید که بیشترین مطلوبیت را دارا باشد و از طرفی این مراکز کمترین فاصله با نقاط آسیب‌دیده و دارای کمترین هزینه احداث باشد.

برای نشان دادن کارایی مدل، یک مطالعه موردی از شهر تهران ارائه شد. با توجه به نتایج محاسباتی، اعتقاد براین است که مدل ارائه‌شده می‌تواند متدولوژی کارا و معتبری برای مدیریت توزیع امداد در یک محیط بحرانی عرضه کند.

ازجمله مواردی که می‌توان برای تحقیقات آتی منظور نمود:

- روش پیشنهادی در این پژوهش، به سازمان مدیریت بحران این امکان را می‌دهد تا علیرغم تعدد پارامترها و ارزش‌های متفاوت در شناسایی و انتخاب مکان مطلوب و ایمن برای احداث مراکز توزیع مدیریت بحران با دقت و سهولت بیشتری اقدام نماید.
- در مکان‌یابی مراکز توزیع می‌توان نقش و تأثیر پارامترهای دیگری ازجمله نوع دسترسی به جاده‌های اصلی و... را نیز بررسی نمود.
- یکی از مشخصه‌های اصلی زنجیره امداد بلایا حضور اهداف و ارجحیت‌های مختلف است می‌توان علاوه بر اهداف در نظر گرفته‌شده در این مقاله، توابع هدف دیگر را نیز درنظرگرفت.

•می‌توان غیر از محدودیت‌های مربوط به ظرفیت مراکز تأمین و توزیع، محدودیت‌های دیگری مانند محدودیت در تجهیزات حمل‌ونقل و محدودیت در ظرفیت کمان جهت ارسال کالاهای امدادی را نیز در نظر گرفت.

منابع

آذر عادل، رجب‌زاده علی (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد MADM تهران: نگاه دانش؛

اسلامی، علیرضا (۱۳۸۵). مکان‌یابی مراکز امداد اسکان (نمونه موردی منطقه یک شهرداری تهران)

Afshar, A. , Haghani, A. (2012). Modeling integrated supply chain logistics in real-time large-scale disaster relief operations. Socio-Economic Planning Sciences, article in press .

Barbarosoglu, G. , Ozdamar, L. , Cevik, A. (2002). An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations. European Journal of Operational Research 140: 118–133 .

B. Balcik, B. M. Beamon, K. Smilowitz (2008). Last mile distribution in humanitarian relief ، Journal of Intelligent Transportation Systems, 12 (2): 51–63 .

Chankong, V. and Haimes, Y. Y. (1983). Multiobjectiva Decision Making Theory and Methodology, New york: Elsevier Science Publishing .

Djamel Berkoune [et. al] (2012). Transportation in disaster response operations,Socio-Economic Planning Sciences 46: 23-32 .

Jiang-Hua Zhang, Jin Li, Zhi-Ping Liu (2012). Multiple-resource and multiple-depot emergency response problem considering secondary disasters ،Expert Systems with Applications 39: 11066–11071

Kwong c. k. , H. A Bai. Fuzzy (2002). AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment. Journal of Intelligent Manufacturing 13: 367-377 .

Messac, A. Sukam, C. P. and Melachrinoudis, E. (2000). Aggregate Objective Functions and Pareto Frontiers: Required Relationships and Practical Implications, Optimization and Engineering, 1 (2): 171-188 .

Liangjun Ke n, Zuren Feng (2013). A two-phase metaheuristic for the cumulative capacitated vehicle routing problem ،Computers & Operations Research 40: 633–638

Lin, Y. , Batta, R. , Rogerson, A. P. , Blatt, A. , Flanigan, M. (2011). A logistics model for emergency supply of critical items in the aftermath of a disaster. Socio-Economic Planning Sciences 45 (4): 132–145 .

Messac, A. and Ismail-Yahaya, A. I. (2001). Required Relationship Between Objective Function and Pareto Frontier Orders: Practical Implications", AIAA Journal, 39 (11): 2168-2174 .

Miettinen, K. (1999). Nonlinear Multiobjective Optimization, Boston: Kluwer Academic Publishers .

Nishikawa, S. (2003). Total disaster risk management for sustainable development. In: Proceeding of the International Conference on TDRM, Japan

Percin S. (2008). Use of fuzzy AHP for evaluating the benefits of informationsharing decisions in a supply Uchain. Journal of Enterprise Information Management 21: 263-284 .

Sascha Wohlgemuth, Richard Oloruntoba, Uwe Clausen, (2012). Dynamic vehicle routing with anticipation in disaster relief ،Socio-Economic Planning Sciences 46: 261-271 .

Sheu JB. (2007). Challenges of emergency logistics management. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 43 (6): 655-9 .

Tzeng, G. H. , Cheng, H. J. , Huang, T. D. (2007). Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 43: 673–686 .

Ozdamar L, Ekinci E, Kucukyazici B. (2004). Emergency logistics planning in natural disasters. Annals of Operations Research 129 (1e4): 217-245 .

Wassenhove LNV. (2006). Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. The Journal of the Operational Research Society 57 (5): 475-89 .

W. Yi, A. Kumar (2007). Ant colony optimization for disaster relief operations ,Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 43 (6): 660–672 .

Zhan, S. , Liu, N. (2011). A multi-objective stochastic programming model for emergency logistics based on goal programming. Fourth International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی