



مدل‌های بهینه‌سازی در لجستیک اضطراری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۵

چکیده

مدل‌سازی بهینه از زمان اولین کاربرد آن در موقعیت‌های حوادث دریایی در دهه ۱۹۷۰ به ابزاری قدرتمند برای فائق آمدن بر مشکلات لجستیک اضطراری تبدیل گردیده است. این مقاله با استفاده از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل محتوا به مرور مدل‌های بهینه‌سازی به‌کاررفته در لجستیک اضطراری می‌پردازد. عملیات‌های مربوط به بلایا را می‌توان قبل یا بعد از وقوع حوادث انجام داد. ارزیابی اخطار در کوتاه‌ترین زمان، جانمایی تأسیسات و موقعیت‌یابی قبلی موجودی به‌عنوان عملیات‌های اصلی قبل از وقوع بلایا طرح‌ریزی می‌گردند. درحالی‌که توزیع امداد و انتقال مصدومان به‌عنوان عملیات‌های پس از وقوع بلایا طبقه‌بندی می‌گردند. طبق این عملیات‌ها، تحقیقات ارائه شده در مقالات به سه بخش تقسیم می‌گردند: محل جانمایی تأسیسات، توزیع امداد و انتقال مصدومان و سایر عملیات‌ها. مقالات دو بخش اول، براساس انواع مدل، تصمیمات، اهداف و محدودیت‌ها سازمان‌دهی و تجزیه و تحلیل می‌گردند. در نهایت از طریق چارچوب تجزیه و تحلیل محتوا، شکاف‌های تحقیقاتی شناسایی می‌گردند و مسیرهای تحقیقات آتی مطرح می‌گردند.

مقدمه

بلایا، نتیجه گسستگی بوم‌شناختی گسترده در روابط میان انسان و محیط‌زیست او است. [۲۸] این حوادث می‌تواند هم به‌صورت طبیعی در زلزله، سیل، گردباد و هم ناشی از انسان باشد مثل حملات تروریستی و نشت موادشیمیایی. هر ساله بیش از ۵۰۰ بلا در کره زمین رخ می‌دهد که این بلاها حدود ۷۵ هزار نفر را کشته و بر ۲۰۰ میلیون نفر دیگر تأثیر می‌گذارند. [۶۵] بلایا باعث ایجاد تقاضاهای عظیمی می‌گردند که به‌طور معمول بیشتر از منابع موجود هستند. فرآیند طرح‌ریزی، مدیریت و کنترل جریان این منابع برای فراهم نمودن امداد جهت افراد آسیب دیده را لجستیک اضطراری می‌نامند؛ [۵۸] اگرچه طرح‌ریزی اصولی لجستیک اضطراری در اغلب موارد نادیده گرفته می‌شود. طبق مشاهدات مؤسسه فریتز^۱ [۲۵] طرح‌ریزی لجستیک در طول سونامی اقیانوس هند در سال ۲۰۰۴ به‌صورت دستی و بدون حضور کارشناسان لجستیک انجام شده است. در ژانویه ۲۰۱۰، پس از اولین تکان‌های زلزله در هائیتی، روزنامه‌نگاران مختلفی [۷،۳۰،۳۱،۴۸] که در منطقه حضور داشتند گزارش کردند اقدامات امدادی در شبکه لجستیک با کوتاهی کردن انجام شده و بنابراین کمک‌های بسیاری تحویل داده نشدند.

زلزله هائیتی چالش‌های بی‌سابقه‌ای را برای طراحان لجستیک آشکار نموده است. در سال ۲۰۰۸، هائیتی توسط چهار طوفان درنوردیده شد که خسارات عظیمی را در زیرساخت‌ها ایجاد نمود [۴۷]. هنگامی که زلزله رخ داد، این زیرساخت‌ها از بین رفته و سیستم‌های واکنش اضطراری موجود تخریب شد. این امر منجر به ایجاد یک وضعیت بسیار هولناک گردید؛ از جمله بیش از سه میلیون نفر درگیر این بلایا شده و ۲۰۰ هزار نفر کشته و بیش از یک میلیون نفر زخمی شدند.

چالش‌های عمده موجود در طراحی لجستیک اضطراری در مقایسه با مورد لجستیک تجاری در مقاله بالسیک^۲، بیمن^۳ و مقاله شو^۴ [۵۸] به این صورت مشخص گردید:

1. Fritz.
2. Balcik.
3. Beamon.
4. Sheu.

۱. عدم قطعیت‌های اضافی (مسیرهای غیرقابل استفاده، موضوعات ایمنی، تغییر ظرفیت‌های تأسیسات، عدم قطعیت‌های تقاضا)
۲. ارتباطات و هماهنگی پیچیده (آسیب به خطوط ارتباطی، درگیری بسیاری از اشخاص ثالث، دولت و شهروندان، عدم دسترسی به اطلاعات فوری و دقیق تقاضا)
۳. دستیابی دشوارتر به انتقال مؤثر و به‌موقع
۴. منابع محدود که بیشتر در اثر مقیاس موقعیت تحلیل می‌رفت (منابع، افراد، ظرفیت ترابری، سوخت).

تحقیقات به این نوع چالش‌ها از طریق استفاده از مدل‌های آماری و احتمالی [۶۹، ۱۶]، نظریه صف‌بندی^۱ [۳]، شبیه‌سازی [۳۳، ۵۵]، نظریه تصمیم‌گیری [۱۷، ۶۹]، روش‌های فازی [۲۱، ۳۱] و روش‌های معمولی و متعارف که بیشتر روش‌های بهینه‌سازی هستند می‌پردازد (که در این مقاله مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت). آلتی و گرین^۲ [۲] مروری کلی را بر کاربرد روش‌هایی مانند تحقیق در عملیات یا علم مدیریت^۳ در مدیریت عملیات‌های بلایا تا سال ۲۰۰۴ ارائه می‌کنند. آن‌ها دیدگاه‌هایی کلی در محتوای مقاله ارائه می‌دهند (مراحل بلایا و روش‌شناسی تحقیق در عملیات مدنظر قرار می‌گیرند). کووکس^۴ و اسپنس^۵ [۴۱] از طریق مرور تحقیقات لجستیک بشر دوستانه تا سال ۲۰۰۵ آن را تقویت کردند اما هیچ‌گونه جهت‌گیری تحقیقاتی آتی محسوس را ارائه نکردند. اگرچه هم‌چنین تأکید می‌کنند که اهمیت لجستیک هنوز در عملیات‌های بلایا ناچیز انگاشته شده و در عوض سازمان‌ها به تأمین بودجه توجه بیشتری دارند. تحقیق ما این‌گونه استدلال می‌کند که عدم وجود پیشنهاد‌های محسوس برای انجام تحقیقات آتی (حتی زمانی که به‌نظر می‌رسد موضوع لجستیک اضطراری در سطح پایینی مورد بررسی قرار گرفته است) [۶۶] از این حقیقت نشأت می‌گیرد که مرورهای متمرکز وجود ندارد.

1. queuing theory .
2. Altay and Green.
3. Operations research/management science.
4. Kovacs.
5. Spens.

برای فراهم نمودن مرور متمرکز، مقاله حاضر در نظر دارد از تجزیه و تحلیل محتوا بر روی متداول‌ترین ابزارها در لجستیک اضطراری یعنی مدل‌های بهینه‌سازی استفاده نماید، تا شکاف‌های تحقیقاتی را شناسایی نموده و جهت‌گیری تحقیقاتی آتی و ویژه‌ای را مطرح نماید [۳۹]. تجزیه و تحلیل محتوا شامل ارزیابی محتوای نمادین، اشکال مختلف تحقیقات است و به دنبال تعیین تعریف و دامنه داده‌های مورد تحلیل و هم‌چنین اهداف، مرزها و محتوای تجزیه و تحلیل است [۴۲]. این روش‌ها از طریق دو مرحله اصلی انجام می‌گیرند: استخراج محتوای مقالات است. این امر خواننده را در رابطه با موقعیت دستیابی به محتوای تحقیقات هدایت می‌کند. کاربرد روش دو مرحله‌ای آسان بوده و به بهبود شناخت مرزها و محتوای یک حیطه تحقیقاتی معین و در نتیجه شناسایی شکاف‌های تحقیقاتی کمک می‌کند. به علاوه کاربرد تجزیه و تحلیل محتوا در یک ساختار دایره‌ای شناخت به اوج می‌رسد. باس و تارنایی^۱ [۱۰] ساختار دایره‌ای را از طریق بیان این مسئله توصیف می‌کنند که یک محتوای منفرد، تنها زمانی قابل فهم است که از طریق پس زمینه‌ای از کل حیطه محتوا انجام گیرد در حالی که فهم کل حیطه محتوا مستلزم آن است که یک شرکت به محتواهای مختلف دست یابد. در تحقیق ما کاربرد روش تجزیه و تحلیل دو مرحله‌ای محتوا، از طریق ارائه شرحی از تصویری بزرگ از ساختار دایره‌ای تبعیت می‌کند و پس از آن به بحث و بررسی محتواهای مختلفی می‌پردازد که به تصویر بزرگ مرتبط می‌گردند و به این ترتیب شکاف‌های تحقیقاتی را شناسایی می‌کند. تجزیه و تحلیل محتوا به عنوان یک روش مرور در حوزه‌های مختلفی چون بررسی ترابری [۲۰]، تکنولوژی اطلاعات [۱۲]، لجستیک [۴۴] شخص ثالث و لجستیک معکوس [۵۰] اقتباس گردیده است.

علت کاربرد تجزیه و تحلیل محتوا برای مرور مدل‌های بهینه‌سازی در لجستیک اضطراری این است که می‌تواند دیدگاه‌هایی را پیرامون چگونگی ادراک موقعیت‌های بلایا فراهم سازد. این امر از طریق تجزیه و تحلیل متغیرهای تصمیم‌گیری، اهداف، پارامترها، محدوده‌ها و ساختارهای مدل انجام می‌گیرد. از مدل‌های بهینه‌سازی برای مرتفع نمودن

1- Bos and Tarnai

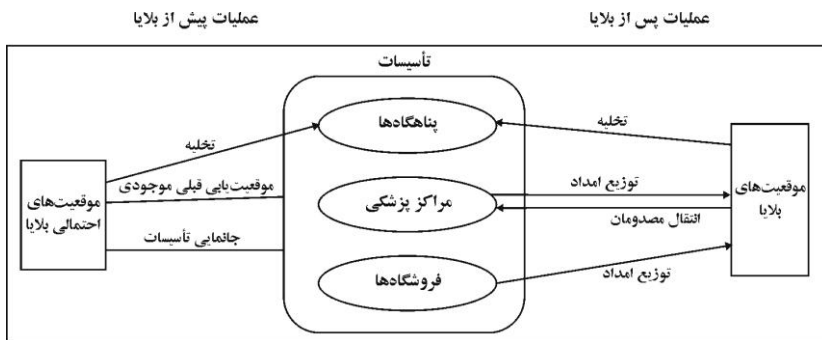
کمی بسیاری از چالش‌های نوظهور لجستیک اضطراری استفاده می‌شود. تقریباً نیمی از مقالات بهینه‌سازی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند از زمان انجام مقاله مروری آلتی و گرین [۲] منتشر گردیده‌اند و این مدل‌ها دیدگاه‌های ارزش‌مندی را به مفهوم لجستیک اضطراری افزوده است. به‌علاوه در مقاله کووکس و اسپنس [۴۱] که تأکید آن بر ایجاد یک چارچوب مفهومی برای تمایز میان عمل‌گران، مراحل و فرآیندهای لجستیکی امداد بلایا است عنوان نمی‌گردد. به‌علاوه این مدل‌ها نشان می‌دهند که کاربرد بهینه‌سازی در لجستیک اضطراری در حال افزایش است. اما هنوز با چالش‌های عمده‌ای مواجه است که از طریق ناتوانی لجستیک در بلایای اخیر نشان داده شده‌اند. مروری جامع می‌تواند روندها و شکاف‌های جدید را مشخص نموده، علایق تحقیقاتی و سهم آن در رفع بسیاری از چالش‌های موجود را افزایش دهد.

اولین مدل‌های بهینه‌سازی در لجستیک اضطراری پس از چندین بلایای دریایی در اواخر دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ ارائه گردیدند؛ از جمله غرق شدن کشتی توری کانین در مناطق دور از ساحل انگلستان در سال ۱۹۶۷، غرق شدن کشتی آگروچمنت در نزدیکی ماساچوست در سال ۱۹۷۶. مورد دوم به‌طور خاص نیاز به انواع تحقیقی فوری با هدف پاسخ‌گویی موفق به نشت بیش از ۱۰۰ هزار تن نفت در آب‌های ایالات متحده در طی شش ساعت [۹] را تحریک نمود که از سوی رئیس‌جمهور کارتر در سال ۱۹۷۷ ایجاب گردید. بنابراین اغلب مدل‌های اولیه بهینه‌سازی در کل برنشت نفت یا بلایای دریایی تأکید دارند. از دهه ۱۹۸۰ تاکنون تحقیقات به بررسی سایر موارد اضطراری در مقیاس وسیع مثل گردبادها، سیل‌ها و زمین‌لرزه‌ها پرداخته‌اند. سایر بخش‌های مقاله به شکل زیر سازمان‌دهی می‌گردد: بخش ۲ به تشریح دامنه تجزیه و تحلیل می‌پردازد. در بخش ۳ محتوای مقالات طبقه‌بندی و تحلیل می‌گردند. در بخش ۴ نتیجه‌گیری یافته‌ها، مرور و جهت‌های تحقیقاتی آتی پیشنهاد شده ارائه می‌گردد.

دامنه تحلیل‌ها

دامنه تحلیل در این مقاله از طریق کاربرد روش تجزیه و تحلیل دو مرحله‌ای محتوا تعیین می‌گردد. طبق مرحله طبقه‌بندی تحقیق مقالات لجستیک اضطراری مطابق با این مسئله

طبقه‌بندی می‌گردد که عملیات بلایا را که قبل یا بعد از تأثیر بلایا انجام گرفته‌اند مدنظر قرار می‌دهند یا خیر سپس طبقه‌بندی بیشتر به عملیات ویژه یا تلفیقی از عملیات انجام شده صورت می‌گیرد. آن دسته عملیات که قبل از وقوع بلایا انجام گرفته‌اند، عملیات پیش از بلایا نامیده می‌شوند و نقشی سودمند را در طراحی راهبردی (جانمایی تأسیسات و موقعیت‌یابی قبلی موجودی) یا کاستن سطح بلایا ایفا می‌کنند. عملیاتی که پس از وقوع بلایا انجام شوند عملیات پس از بلایا نامیده می‌شوند و نقش آن بهبود اثرات بلایا است. تجزیه و تحلیل ارائه شده توسط این مرور، بر مدل‌های بهینه‌سازی تأکید دارد که برای طراحی پیش از بلایا و طراحی کوتاه مدت پس از بلایا در زمینه لجستیک ایجاد گردیده‌اند. طراحی کوتاه مدت پس از بلایا بلافاصله پس از بروز بلایا انجام می‌گیرد و شامل فعالیت‌هایی چون توزیع امداد، تخلیه افراد پناهنده و رسیدگی به مصدومان بلایا می‌باشد. فعالیت‌هایی بعد از آن انجام می‌گیرد و با نام عملیات بازیابی از بلایا نامیده می‌شوند، حذف می‌گردند. زیرا مدت زیادی پس از فرو نشستن آشفستگی و فوریت یک محیط پس از بلایا انجام می‌گیرند و در نتیجه تأمین لجستیک را بیشتر با تجارت مرتبط می‌سازند تا با لجستیک اضطراری. به علاوه اگرچه تخلیه پس از بلایا یک عملیات لجستیک اضطراری ضروری است، اما در این تحقیق تشریح نمی‌گردد. به این دلیل که تخلیه پس از بلایا به عنوان حوزه مجزایی از نوع خود تلقی می‌گردد و یک مرور عمقی اخیر با کمک تحقیقات بهینه‌سازی در حال حاضر وجود دارد. (نگاه کنید عبدالجواد و عبداللهی)^۱ [۱]



شکل ۱- ساختار مربوط به عملیات بلایا، تأسیسات و جریان‌ات مرتبط

براساس گروه‌بندی مطابق با عملیات‌های مرحله‌بندی شده زمانی ویژه یا تلفیقی از عملیات‌ها، دیدگاه‌های بیشتری در رابطه با ساختارها، اهداف و محدودیت‌های مدل‌های بهینه‌سازی فراهم می‌گردند. چنین دسته‌بندی سلسله مراتبی مقالات امکان ارائه پیشنهادها، تحقیقات آتی ویژه براساس ارتباطات نادیده گرفته شده ادغام احتمالی فعالیت‌ها، فعالیت‌های کاملاً جدید و آخرین روندها را فراهم می‌سازد.

نمودار ۱، چارچوب فعالیت‌های اصلی لجستیک اضطراری و تأسیسات و جریان‌های مرتبط را خلاصه می‌کند.

فلش‌های نشان داده شده در نمودار ۱، فعالیت‌ها و جهت‌های جریان‌های اصلی را نشان می‌دهند. تخلیه‌سازی به جریان افراد، توزیع امداد به کمک منابع و انتقال مصدومان به افراد مصدوم می‌پردازد. فلش‌های غیرجهت‌دار جریان‌ها را نشان نمی‌دهند بلکه رابطه‌ای را که میان یک فعالیت و پیامدهای مربوطه را بیان می‌کند. به عنوان مثال جانمایی تأسیسات به جانمایی برحسب مشخصات مختلف محل‌های بالقوه وقوع بلایا (میزان تقاضا، موقعیت) مرتبط می‌گردد. نمودار ۱ در نمایش رابطه‌ها و جریان‌ها میان تأسیسات بلایا و محل‌های بالقوه بلایا حائز اهمیت است. به علاوه به نمایش دقیق فعالیت‌های قبل و بعد از بلایا که در مقالات در نظر گرفته شده است، کمک می‌کند و یافتن و توضیح شکاف‌های تحقیقاتی را آسان‌تر می‌سازد.

این مقاله غالباً مقاله‌های منتشر شده شامل بخش‌های کتاب‌ها، روند کنفرانس‌ها و مقالات مجله‌ها را در نظر می‌گیرد. جستجوی مقاله‌ها به صورت الکترونیکی انجام گرفت. از کلید واژه‌هایی مانند «بلایا»، «اضطراری»، «لجستیک بشر دوستانه» و «بهینه‌سازی» استفاده گردیده است و منابع هر مقاله جستجو گردیده است. مرحله طبقه‌بندی منابع در تجزیه و تحلیل محتوا منجر به این مشاهده می‌گردد که اغلب مقالات به دست آمده از جستجوی مقالات در مجله‌های تحقیق در عملیات یا علم مدیریت وجود دارند از جمله بخش ۴ تحقیق، پیرامون ترابری: مرور لجستیک و ترابری، ژورنال تحقیقات عملیاتی اروپا و علوم مدیریت.

تجزیه و تحلیل ادبیات

در شرح عملیات‌های لجستیک اضطراری که در نمودار ۱ نشان داده شده است، محتوای موجود در مقالات را می‌توان به دو دسته اصلی طبقه‌بندی نمود: جانمایی تأسیسات و توزیع امداد و انتقال مصدومان. بخش‌های زیر به توضیح مدل‌های بهینه‌سازی به‌کاررفته در هر مقوله می‌پردازند. عملیات‌های دیگری نیز در بخش مجزایی عنوان می‌گردند. این عملیات‌ها به‌طور مفصل مورد بحث و بررسی قرار نمی‌گیرند زیرا به‌طور پراکنده در مقالات مدنظر قرار گرفته‌اند.

جانمایی تأسیسات

غالباً مدل‌های بهینه‌سازی جانمایی تأسیسات در لجستیک اضطراری، فرآیند جانمایی (ساخت تأسیسات جدید یا انتخاب از میان تأسیسات موجود) را با استقرار در محل پیش‌بینی شده، تخلیه یا توزیع امداد را تلفیق می‌کنند. تنها مدل‌های «صرفاً جانمایی» از سوی جایا و همکاران^۱ [۳۵،۳۶] دسوکی و همکاران^۲ [۱۸] منتشر گردیده‌اند و به‌عنوان مدل‌های موقعیت دارای حداکثر پوشش، تنظیم گردیده‌اند که دارای چندین شرط کمیت پوشش و کیفیت پوشش (از نظر تعداد تأسیسات واقع در یک نقطه تقاضا) می‌باشند. دسوکی و همکاران [۱۸] هم‌چنین یک مدل مسیریابی تصادفی خودرو را برای انجام توزیع امداد می‌گنجانند.

مدل‌های جانمایی تأسیسات عمدتاً مبتنی بر مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط با متغیرهای صفر-یک می‌باشند. همگی مدل‌های بررسی شده، تک دوره‌ای می‌باشند زیرا برای طرح‌ریزی پیش از بلایا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به‌علاوه مدل‌های اندکی، وضعیت‌های چند هدفه را در برمی‌گیرند. جدول ۱ مدل‌های جانمایی تأسیسات را مطابق با نوع داده‌های خود، تعداد سطوح و تعداد اهداف طبقه‌بندی می‌کنند. نوع داده‌ها مشخص می‌نماید که آیا مدل از مشخصه‌های قطعی استفاده می‌کند یا برخی مشخصه‌های تصادفی را

1- Jia et al

2- Dessouky et al

مدنظر قرار می‌دهد. مشخصه‌های تصادفی می‌توانند به صورت احتمالی توزیع یابند یا مبتنی بر سناریو باشند. تعداد سطوح نشان می‌دهد که مدل، یک سطحی است یا دو سطحی. دو نوع مدل تحت مقوله دو سطحی گروه‌بندی می‌گردند: مدل‌هایی که در آن تصمیم‌گیری یک رهبر و یک پیرو وجود دارد و مدل‌هایی که در آن دسترسی به اطلاعات در مراحل مختلف تصمیم‌گیری به شکلی متفاوت وجود دارد.

تأسیساتی که برای موقعیت در نظر گرفته شده‌اند یا پناهگاه و یا انبار می‌باشند (که گاهی به عنوان مراکز توزیع اطلاق می‌گردند). مدل‌های موقعیت یا با عملیات‌های تخلیه مرتبط هستند یا با موقعیت‌یابی قبلی موجودی، برخلاف توزیع امداد و موقعیت‌یابی قبلی موجودی. بنابراین این مسئله قابل فهم است که پیوستگی آن با جانمایی تأسیسات، انحصاری است. مدل‌های موقعیت‌یابی از طریق کاربرد چارچوب‌های موقعیت حداکثر پوشش فرمول‌بندی می‌گردند که تأسیسات را به گونه‌ای مستقر می‌سازند که حداکثر تقاضا از طریق مقدار مورد نیاز منابع پوشش یابد. این مدل‌ها به تخصیص منابع به تأسیسات می‌پردازد به طوری که بتوان تقاضا را تأمین نمود. این مدل‌ها بر طراحی راهبردی تأکید دارند و در نتیجه مسیریابی موجودی در یک شبکه را مدنظر قرار نمی‌دهند. بیلاردو و همکاران^۱ [۹] و بالسیک و بیمن [۴]، مدل‌ها را چنین ارائه می‌کنند، محدودیت‌های بودجه و شروط زمان واکنش را نیز می‌گنجانند. آی‌کوا و همکاران^۲ [۳۴] این چارچوب را توسعه داده، توزیع امداد را از طریق تعریف پوشش در قالب یک زمانی بحرانی برای تأمین تقاضاها تعیین می‌کند. این امر بررسی متغیرهای تصمیم‌گیری مانند تعداد تجهیزات برای ترابری و زمان صرف شده برای هر جابجایی را امکان‌پذیر می‌سازد. هدف مدل‌هایی که توزیع امداد و موقعیت‌یابی قبلی موجودی در نظر می‌گیرند، جزئیات مدل‌های تخلیه - موقعیت و مدل‌هایی که تصمیم‌گیری‌های موقعیت را با توزیع امداد و موقعیت‌یابی قبلی موجودی ادغام می‌کنند، به قرار زیر ارائه می‌گردند:

1. Belardo et al
2. Iakovou et al

تخلیه موقعیت / محل

همه مدل‌های تخلیه محل که برای موقعیت‌های اضطراری مقیاس بزرگ ایجاد گردیده‌اند به دنبال پناه‌گاه‌هایی از محل‌های موجود و تعیین طرح‌های جریان ترافیک می‌باشند تا زمان کل تخلیه را به حداقل برسانند. جریان‌های خارجی ترافیک، سطوح تقاضا و وحشت‌زدگی پناهندگان منابع اصلی عدم قطعیت مورد بررسی می‌باشند. جریان‌های ترافیک از طریق در نظر گرفتن زمان متغیر ترابری در مقاله شرلی و همکاران^۱ [۵۶] و کونگ سومساکساکول و همکاران^۲ [۴۰] به دست می‌آیند. تقاضاهای تصادفی از سوی سانگ و همکاران^۳ [۶۰] فرض گردیدند که سطوح اطمینان برای مطابقت با محدودیت‌های ظرفیت وسایط نقلیه را فاکتوربندی می‌کنند تا تخلیه را طی یک زمان کل مجاز از پیش تعیین شده تکمیل نمایند. وحشت‌زدگی پناهندگان، موضوع اصلی در مقاله کونگ سومساکساکول و همکاران [۴۰] است که از یک برنامه دو سطحی استفاده می‌کنند که با بازی استاکبیلج برای قراردادن اختیار گزینه‌های مسیریابی تخلیه در دستان پناهندگان منطبق گردیده و این امکان را برای طراحان لجستیک فراهم می‌سازد که جریان‌های ترافیک را تنها در بخش‌های معینی از شبکه کنترل نمایند. مدیریت تصمیم‌گیری و در نتیجه برگزیدن پناهگاهی در برنامه سطح بالا برای طراحان لجستیک فراهم می‌گردد. برنامه سطح مینا، گزینه‌های مسیر پناهندگان را براساس پناه‌گاه‌های در نظر گرفته شده مدل‌سازی می‌کند.

1. Sherali et al
2. Kongsomsaksakul et al
3. Song et al

جدول ۱- ساختار مدل‌های جانمایی تأسیسات بر روی نوع و تعداد سطوح و اهداف

قطعی	تصادفی		
دسوکوی و همکاران [۱۸]، هورنز و داونز ^۵ [۳۲]، آی کوا و همکاران [۳۴]، جیا و همکاران [۳۵،۳۶]، مک کال ^۶ [۴۵]، شرلی و همکاران [۵۶].	بالسیک و بیمن [۴]، چانگ و همکاران ^۱ [۱۳]، دوران و همکاران ^۲ [۱۹]، سانگ و همکاران [۶۰]، سارافتیس و همکاران ^۳ [۵۱]، ویلهلم و سرینسو ^۴ [۶۷].	تک سطحی	تک هدفه
کونگ سومساکسواکول و همکاران [۴۰].	رأولز و تورن گواست ^۷ [۵۳]، بیلاردو و همکاران [۹]، مت و زابینسکی ^۸ [۴۶].	دو سطحی تک سطحی دو سطحی	چند هدفه

جانمایی با توزیع امداد و استقرار منابع در محل از پیش تعیین شده

مدل‌های باقی‌مانده جانمایی تأسیسات، توزیع امداد و استقرار منابع در محل پیش‌بینی شده را عمدتاً برای به حداقل رساندن هزینه با یک‌دیگر تلفیق می‌نمایند. این مدل‌ها به کاوش بسیاری از جنبه‌های نوین مانند ساختار اولویت‌بندی شده سازمانی [۱۳]، محدودیت‌های بودجه [۴۵]، هزینه‌های برآورده نشده تقاضا [۴۶،۵۱،۵۳]، توسعه تأسیسات [۶۷] و انواع مختلف تأسیسات [۳۲] می‌پردازند. مدل‌های نشت نفت که توسط سرافتس و همکاران [۵۱] و ویلهلم و سری نی و اسا [۶۷] مطرح گردید شروط پاک‌سازی را منطبق با دستورالعمل‌های قانونی تحمیل می‌نمایند. راولز و تورین گواست [۵۳] هم‌چنین هزینه‌های سفارش هزینه‌های نگهداری و امکان آسیب پس از بلایا بر روی منابع موجودی را فاکتوربندی می‌کنند. دوران و همکاران [۱۹] با در نظر گرفتن یک مدل کمینه‌سازی زمان از اغلب مقالات سرپیچی می‌کنند به این دلیل ساده که تحقیقات آن‌ها برای بهبود عملکردهای یک سازمان که داده‌های هزینه در آن وجود ندارند، انجام می‌گیرد. به‌علاوه، آن‌ها

- 1- Chang et al
- 2- Duran et al
- 3- Psaraftis et al
- 4- Wilhelm and Srinivasa
- 5- Horner and Downs
- 6- McCall
- 7- Rawls and Turnquist
- 8- Mete and Zabinsky

استدلال می‌کنند که کمک‌های مالی حاصل از بسیاری از شرکا می‌تواند موضوعات مربوط به هزینه را مرتفع سازد.

جدول ۲: اهداف محدودیت‌ها و سایر تصمیمات برای مدل‌های جانمایی با توزیع امداد و موقعیت‌یابی قبلی موجودی

تصمیمات دیگر	محدودیت‌ها			اهداف		مؤلف
	سایر	نیازها و محدوددها	ظرفیت	زمان	هزینه	
ذخیره، ذخیره مازاد، مرکز نجات، گروه‌بندی	تخصیص امکانات اولویت‌بندی شده	-	امکانات	-	ترابری، سرآغاز امکانات اولیه، اجاره تجهیزات، غرامت‌ها، فاصله کشتیرانی تجهیزات نجات	چانگ و همکاران [۱۳]
-	-	تعداد امکانات، موجودی کل	-	پاسخ	-	دوران و همکاران [۱۹]
--	-	زمان بحرانی برای تقاضای کافی	امکانات	-	سرآغاز امکانات، عملیات، نقل و انتقال	آی کوا و همکاران [۱۳]
تقاضای برآورده نشده	بودجه سرمایه‌گذاری	تعداد بسته‌های مربوط به موقعیت‌یابی قبلی	امکانات	-	نقل و انتقال، کمبودها	مک کال [۴۵]
تقاضای برآورده نشده	-	کمبود موجودی بالای آستانه سرحد	وسایط نقلیه	نقل و انتقال	عملیات انبار کالا	مت و زابیتسکی [۴۶]
تقاضای برآورده نشده	-	-	-	-	سرآغاز امکانات، کسب موجودی، نقل و انتقال، عملیات، تقاضای برآورده نشده، تأخیر	سارافیتس و همکاران [۵۱]
-	-	--	امکانات، ارتباط	-	سرآغاز امکانات، نقل و انتقال، تقاضای برآورده نشده، نگهداری	راولزوتورن کوایست [۵۳]
افزودن ظرفیت	-	نیازمندی‌های پاک‌سازی زمانی	امکانات	-	سرآغاز امکانات و گسترش و کسب موجودی، عملیات	ویلهم سری نی و اسبا [۶۷]

جدول ۲، اهداف محدودیت‌ها و سایر تصمیمات (علاوه بر تصمیمات مرتبط با توزیع امداد و موقعیت‌یابی قبلی موجودی) را خلاصه می‌کند که از طریق مدل‌های موقعیت ردیابی شده‌اند که توزیع امداد و موقعیت‌یابی قبلی موجودی را مدنظر قرار می‌دهند. به منظور ارائه بینش‌های مرتبط در ساختارهای مدل و حفظ درجه محسوسی از پیچیدگی، تنها محدودیت‌هایی که بینش‌ها را به تصمیم‌گیری در زمینه لجستیک اضطراری می‌افزایند، عنوان می‌گردند محدودیت‌هایی چون حفظ جریان و محدودیت‌های غیرمنفی بودن، شاخصه تخصیص / موقعیت‌ها و مسیریابی اصلی وسیله‌نقلیه می‌باشند و بنابراین حذف می‌گردند. به انضمام مدل‌های تخلیه محل / موقعیت‌یابی قبلی موجودی که در بالا توصیف گردید، جدول ۲، با نشان دادن این مسئله که تعداد محدودی از مدل‌های جانمایی تأسیسات، بهینه‌سازی مقرون به صرفگی و به موقع بودن را در نظر گرفته‌اند، عدم وجود مدل‌های چند هدفی را تقویت می‌کند. در میان مدل‌های جانمایی تأسیسات که با استقرار در محل پیش‌بینی شده و توزیع امداد تلفیق یافته‌اند، تنها مقاله مت و زابینسکی^۱ [۲۶] هزینه‌های عملیات‌های انبار و زمان کل ترابری را بهینه می‌کنند.

توزیع امداد و انتقال مصدومان

توزیع امداد، متشکل از ارائه امداد [منابع پزشکی، پناه‌گاه، نیروی انسانی، بهداشت و سایر منابع مرتبط] به مردم می‌باشد. درحالی‌که انتقال مصدومان، افراد زخمی را به مراکز پزشکی ارسال می‌کند. بخش اعظم تحقیقات صرفاً بر توزیع امداد متمرکز می‌گردد. انتقال مصدومان یک مسئله افزوده شده به مدل‌های توزیع امداد در مقاله بی و کومار^۲ [۷۲]، ازدامار^۳ [۷۳] و بارباروسوگلو و همکاران^۴ [۶] است. فیدریچ و همکاران^۵ [۲۴] تنها مدلی را فرمول‌بندی می‌کنند که در آن انتقال مصدومان بدون توزیع امداد اجراء می‌گردد. جدول ۳ مروری بر ساختار مدل توزیع امداد و مدل‌های بهینه‌سازی انتقال مصدومان را در قالب مدت

1- Mete and Zabinski
2- Yi and Kumar
3- Ozdamar
4- Fiedrich et al
5- Duran et al

برنامه‌ریزی (تک دوره‌ای یا چند دوره‌ای)، نوع داده‌ها (قطعی / تصادفی) و تعداد سطوح (یک سطحی یا دو سطحی) و اهداف (تک‌هدفه یا چندهدفه) فراهم می‌سازد. توجه داشته باشید که در این بخش، مدل‌های توزیع امدادی که با جانمایی تأسیسات (قبلاً آدرس داده شده در قسمت ۱-۳) تلفیق نگردیده‌اند مدنظر قرار نمی‌گیرند. از مدل‌های توزیع امداد برای طراحی پس از بلایا استفاده می‌شود و بنابراین عمدتاً چند دوره‌ای می‌باشند. این امر به دلیل مقدار بالای عدم قطعیت دخیل در محیط‌های پس از بلایا است (ارتباطات آسیب‌دیده، کشف تقاضاهای جدید، آسیب به تأسیسات). اغلب تحقیقات، مدل‌های تک‌هدفه را در نظر می‌گیرند. زیرا اصل آن‌ها آسان‌تر است. همین مسئله برای مدل‌های دو سطحی تک‌هدفه صدق می‌کند که عمدتاً برای تفکیک و ساده‌سازی تصمیم‌گیری ایجاد می‌شوند،

طبق جدول ۳، هم‌چنین قابل توجه است که مدل‌های چند دوره‌ای به ندرت تصادفی می‌باشند. به این دلیل که از هر دو نوع مدل برای پرداختن به عدم قطعیت استفاده می‌شود و تلفیقی از این دو نوع مدل می‌تواند به مدل برای پرداختن به عدم قطعیت‌ها استفاده می‌شود و تلفیقی از این دو نوع مدل می‌تواند به مدل‌های بسیار پیچیده‌ای منجر گردد که حل آن‌ها دشوار است. توجه داشته باشید که مقاله شود [۵۷] در دو مقوله ظاهر می‌گردد. زیرا وی دو مدل بهینه‌سازی متفاوت را مطرح می‌سازد.

از نظر محتوایی، اغلب تحقیقات، توزیع امداد را در قالب جریان اجناس یا تخصیص منابع تفسیر می‌نمایند (منابع عبارتند از وسایط نقلیه، کالاها یا تجهیزات) و انتقال مصدومان را در قالب جریان افراد زخمی یا تخصیص منابع یا وظایف تفسیر می‌نمایند (منابع عمدتاً وسایط نقلیه بوده و وظایف شامل وظایف مختلف مانند تثبیت ساختار و ترسیم جاده است). به استثناء یوآن و وانگ [۷۴] و پتا و ویسوانات [۶۴] که تنها انتخاب مسیر در برنامه‌های چند هدف خود را انجام دادند، مقالات دیگر به تصمیمات تخصیص و جریان می‌پردازند. بخش‌های زیر به تشریح ترکیب‌های مختلف تصمیمات جریان تخصیص می‌پردازند و براساس آن‌ها، بینش‌های سودمند متعددی را می‌توان به دست آورد.

جدول ۳- ساختار مدل‌های توزیع امداد و انتقال مصدومان مبتنی برمدت برنامه‌ریزی، نوع داده‌ها و تعداد سطوح و اهداف

چند دوره		تک دوره			
تصادفی	قطعی	تصادفی	قطعی		
فیدرچ وهمکاران [۲۴]	چارنز وهمکاران ^۶ [۱۵] حقانی و آه ^۷ [۲۹] آزدامار وهمکاران [۴۹] سارافتیس و زیوگاس ^۸ [۵۲] شو [۵۷] سری ناواسا و ویلهلم [۶۱] ویلهلم و سری ناواسا [۶۸] بی و کومار [۷۲] بی و آزدامار [۷۳]	دسوکی وهمکاران [۱۸]	براون و واسیلیو ^۱ [۱۱] چارنز وهمکاران ^۲ [۱۴] گونیس وهمکاران ^۳ [۲۷] نوت ^۴ [۳۸] رای ^۵ [۵۴] شو شو وهمکاران [۵۹]	تک یک سطحی هدفه	
----- ----- -----	----- شو [۵۷] زنگ وهمکاران ^{۱۱} [۶۳] یان و شیه ^{۱۲} [۷۰] یوان و وانگ ^{۱۳} [۷۴] -----	بارباروسوگلو و آردا ^{۱۰} [۵] ----- -----	----- پتا و ویسوانات ^۹ [۶۴] بارباروسوگلو وهمکاران [۶]	چند دو سطحی تک سطحی دو سطحی هدفه	

تخصیص منابع

مدل‌های تخصیص منابع، تخصیص وظیفه یا منابع را بدون تعیین جریان مقادیر در نظرمی‌گیرند. اغلب این‌گونه مدل‌ها برای توزیع امداد، برای تخصیص تجهیزاتی برای پاک‌سازی نشتی‌های نفت یا ترمیم سایر بلایا دریایی فرمول‌بندی می‌گردند. این مدل‌ها تنها تخصیص مستقیم تجهیزات موجود از انبارها به مناطق نشتی نفت و حذف مقادیر جریان در

- 1- Brown and Vassiliou
- 2- Charnes et al
- 3- Gkonis et al
- 4- Knott
- 5- Rayl
- 6- Charnes et al
- 7- Haghani and Oh 1
- 8- Özdamar
- 9- Viswanath and Peeta
- 10- Barbaroso_glu and Arda
- 11- Tzeng et al
- 12- Yan and Shih
- 13- Yuan and Wang

امتداد مسیرها را حذف می‌کند. این بدان دلیل است که برخلاف سایر بلایا، نشتی‌های نفت یک نقطه تقاضای منفرد را ایجاد می‌کند. چارلز و همکاران [۴ و ۵] مدل‌های برنامه‌ریزی هدف را با اهداف ویژه کاربر برای تخصیص تجهیزات برای مناطق نشتی نفت فرمول‌بندی می‌کنند. ویلهلم سرینیواسا [۶۸] از طریق تعیین تخصیص مرحله‌بندی شده زمانی مؤلفه تجهیزات در واکنش به نشتی‌های نفت، زمان واکنش را به حداقل می‌رساند به طوری که شروط پاک‌سازی در نقاط زمانی بحرانی تأمین می‌گردد. ویلهلم سرینیواسا [۶۱] از طریق مطرح نمودن یک روال بهینه‌سازی از این مدل پیروی می‌کنند. سارافیتیس و زیوگاس [۵۲] تنها مدلی را فرمول‌بندی می‌کنند که هزینه تخصیص تجهیزات دینامیک در نشتی‌های نفت را به حداقل می‌رساند و به هزینه‌های ترابری تجهیزات و تجهیزات عملیاتی پرداخته می‌شود.

هر قدر تعداد نقاط تقاضا بیشتر باشد، انجام تخصیص منابع بدون در نظر گرفتن جریان‌های کاری دشوارتر است به‌ویژه در صورتی که جنبه‌هایی چون انتقال منشعب و روش‌های متعدد ترابری در نظر گرفته شوند. بلایا ی غیر از نشتی نفت، نقاط تقاضای بسیاری را ایجاد می‌کنند. شو [۵۹] و همکاران چنین موقعیتی را در نظر گرفته تخصیص کالاها در بلایا ی غیر از نشتی نفت را از طریق گروه‌بندی نقاط تقاضا با استفاده از یک تکنیک خوشه‌بندی نامعلوم انجام می‌دهند. هم‌چنین انتخاب مسیر را انجام داده و هزینه‌های فاصله از مراکز امداد را حداقل می‌رسانند. براون و واسیلیو [۱۱] تخصیص منابع برای بلایا ی غیر از نشتی نفت را از طریق در نظر گرفتن تعیین وظایف برای گردان‌ها انجام می‌دهند. هزینه‌های فاصله گردان‌ها تا وظایف به حداقل رسیده و بازدهی عملیاتی به حداکثر می‌رسد در عین حال شروط بازدهی و اختلاط مطلوب منابع قابل استعمال در نظر گرفته می‌شوند. فیدریچ و همکاران [۲۴] فعالیت‌های دل‌خواهی چون وظایف برای دستیابی به یک مدل فقط تخصیص را فرمول‌بندی می‌کنند. اگرچه برخلاف سایر مدل‌ها، آن‌ها منابع را به انتقال مصدومان و سایر وظایف [مانند تثبیت ساختار و بازیابی خط زندگی] اختصاص می‌دهند تا تعداد مرگ‌ومیر به حداقل برسد.

جدول ۴- اهداف، محدودیت‌ها و سایر تصمیمات مرتبط با مدل‌های تخصیص منابع را برای توزیع امداد و انتقال مصدومان

تصمیمات دیگر	محدودیت‌ها			اهداف			مؤلف
	سایر	نیازمندی‌ها و محدوده‌ها	ظرفیت	سایر	زمان	هزینه	
تخصیص وظیفه به نیروها	تلفیق مطلوب، منابع قابل کاربرد	تعداد واحدهای اختصاص یافته به یک موقعیت	-	قابلیت	-	فاصله	بـراون و واسیلو [۱۱]
-	محدودیت‌های چند موقعیتی	-	وسایط نقلیه	به‌طور خاص تعریف نشده است	-	-	چارنز [۱۵]
تخصیص منابع برای کارهای تثبیت و توانبخشی خط زندگی	-	-	ناحیه عملیاتی	تعداد امکانات	-	-	فیدریچ [۲۴]
-	-	زمان گرفته شده برای حرکت، گسیل و نصب تجهیزات	-	-	-	عملیات، تجهیزات، هزینه‌های ثابت دیگر	سارافیتس و زیوگاس [۵۲]
گروه‌بندی نواحی وقوع بلایا	-	عرضه کلی، گروه ناحیه بلایا که با یک مرکز کمک‌ی تنها خدمات‌رسانی شده است	-	-	-	فاصله	شو [۵۹]
-	-	نیازمندی‌های پاک‌سازی در نقاط زمانی بحرانی	ناحیه عملیاتی	-	پاسخ	-	سری نی و اساو ویلهم [۶۱]
-	-	نیازمندی‌های پاک‌سازی در نقاط زمانی بحرانی	ناحیه عملیاتی	-	پاسخ	-	ویلهم و سری نی و اساو [۶۸]

جریان کالا

مدل‌هایی که تنها جریان کالا را تعیین می‌کنند، پیرامون سطوح جابه‌جایی در امتداد ارتباطات ویژه بدون تخصیص آن‌ها به منابعی چون وسایط ترابری تصمیم‌گیری می‌نمایند. تحقیقات انجام شده توسط شو [۵۷] زنگ [۶۳] و یان و شیه [۷۰] در این مقوله قرار می‌گیرند. به‌نظر می‌رسد این قلم‌رو، حوزه جدیدی است و به‌گونه‌ای تظاهر یافته است که بازدهی محاسباتی را بهبود بخشد. شو [۵۷] به مسئله توزیع کالا از مراکز توزیع به مناطق وقوع بلایا

می‌پردازد که بیشتر با استفاده از یک تکنیک خوشه‌بندی فازی گروه‌بندی شده‌اند. دو مدل بهینه‌سازی مطرح می‌گردند یکی برای اقلام متعدد و دیگری برای گروه‌های همگن اقلام. زنگ و همکاران [۶۳] به صورت دینامیک به انتخاب مقدار اقلام امدادی که باید از انبارها به نقاط تقاضا انتقال یابند، می‌پردازند. به طوری که سه هدف به دست می‌آید: حداقل هزینه کل، حداقل زمان حرکت و حداکثر رضایت مندی تقاضایان و شیبه [۷۰] هم چنین مقادیری از کالا را در یک شبکه جابه‌جا می‌کنند. به علاوه حمل و نقل گروه‌های کاری برای انجام مرمت جاده در کوتاه‌ترین زمان ممکن را مدل‌سازی می‌کنند. جدول ۵ اهداف و محدودیت‌ها به همراه تصمیمات مرتبط با مدل‌های جریان برای توزیع امداد و انتقال مصدومان را تقسیم‌بندی می‌کند. توجه داشته باشید که هیچ یک از این مدل‌ها انتقال مصدومان را در نظر نمی‌گیرند. در این جدول محدودیت‌های محاسبه متغیر همان محدودیت‌های برابری است که در محاسبه متغیرهای جدید به کار رفته‌اند.

جدول ۵- اهداف، محدودیت‌ها، و سایر تصمیمات مرتبط با مدل‌های جریان کالا برای توزیع امداد و انتقال مصدومان

تصمیمات دیگر	محدودیت‌ها			اهداف			مؤلف
	سایر	محاسبه متغیر	ظرفیت	سایر	زمان	هزینه	
-	-	درجه ضرورت نقاط تقاضا	امکانات، وسایط نقلیه	میزان کافی تقاضا	-	آماده‌سازی، نقل و انتقال	شو [۵۷]
جریان کالا به انبارهای انتقال	انتخاب انبارهای انتقال	-	-	رضایتمندی تقاضا	سفر	عملیات، نقل و انتقال	زنگ [۶۳]
جریان تیم‌های تعمیر	تعیین قابلیت عبور در جاده	-	-	-	تعمیر و پاسخ	-	یان و شیبه [۷۰]

تخصیص منابع و جریان کالا

متداول‌ترین نوع مدل‌ها برای توزیع امداد و انتقال مصدومان هم به تخصیص منابع و هم تعیین جریان کالا می‌پردازند. برای مدل‌های چند دوره‌ای، در نظر گرفتن تصمیمات

جریان کالا به‌همراه انتخاب‌های روش ترابری (منابع) حائز اهمیت است. اولین علت مسئله این است که این مدل‌ها امکان در نظر گرفتن فعالیت‌هایی را فراهم می‌سازد که می‌تواند در دوره‌های زمانی مختلف در روش‌های ترابری کالا انجام گیرد. به‌عنوان مثال، حقانی و آه [۲۹]، انتقال کالا و مسیریابی روش ترابری است. علت دوم آن این است که برخی مدل‌ها، به حداقل رساندن مجموع تقاضاهای تأمین نشده طی زمان برای بهینه نمودن به‌موقع بودن واکنش را در نظر می‌گیرند. این در نظر گرفتن مستلزم استقرار به‌موقع وسایط نقلیه در نقاط مختلف و تعیین مقدار کالایی که حمل می‌کنند می‌باشد. علت سوم شامل استفاده از حمل منشعب کالا است که نه تنها مستلزم اطلاع از کالایی است که حمل می‌گردند بلکه نیازمند آگاهی از ظرفیت وسیله نقلیه است. ازدامار [۴۹] هم توزیع امداد و هم ترابری مصدومان را در نظر گرفته و ایده نوین جابه‌جایی ظرفیت میان مراکز پزشکی برای خدمات‌رسانی به مصدومان را تأکید داشته‌اند. توجه داشته باشید که اگرچه یی و کومار [۷۲]، یی و ازدامار [۷۳] در ابتدا وسایل نقلیه را به‌عنوان کالا در نظر می‌گیرند اما بعد از مجموعه‌ای از معادله‌ها برای استخراج طرح‌های ترابری استفاده می‌کنند.

در مدل‌های تک‌دوره‌ای، برای تأیید علل معمول در نظر گرفتن تخصیص منابع و جریان‌های کالا دشوارتر است. در مدل‌های تصادفی تک‌دوره‌ای مشخص است که این دو فعالیت تا حد زیادی تحت تأثیر سناریوهای در نظر گرفته شده بلایا می‌باشند. برای این‌که مدل‌های مقطعی، هر دو فعالیت با یک‌دیگر ادغام می‌گردد تا واقع‌گرایی مدل افزایش یابد. کونیز [۲۷] و همکاران، تنها مدل نشت نفت را مشخص می‌سازند. که نه تنها تخصیص تجهیزات به مناطق نشت نفت بلکه جریان تجهیزات از تأسیسات را مدنظر قرار می‌گیرند. آن‌ها هزینه‌هایی چون ترابری، پاک‌سازی و هزینه‌های آسیب را به حداقل می‌رسانند. نوت [۳۸] و رأی [۵۴] هزینه‌های حمل و نقل را به حداقل می‌رسانند به انضمام بازدهی ناوگان کامیون‌ها و نگهداری کالا [مواد غذایی]. در مقاله بارباروسوگلو و همکاران [۶] روش ترابری به‌صورت استفاده از بالگرد تعیین گردید. در مقابل، تخصیص منابع آن‌ها به‌صورت تخصیص خلبانان به بالگردها و بالگردها به پایگاه‌های عملیاتی صورت می‌گیرد. مدل‌های

آن‌ها هزینه‌های تخصیص و مدت زمان طرح‌ریزی عملیات برای توزیع امداد و ترابری
مصدومان را به حداقل می‌رساند.

جدول ۶- اهداف، محدودیت‌ها و سایر تصمیمات تخصیص منابع و مدل‌های جریان‌های کالا برای توزیع امداد و انتقال مصدومان

تصمیمات دیگر	محدودیت‌ها			اهداف		مؤلف	
	سایر	محاسبه متغیر	نیازمندی‌ها و محدودیت‌ها	ظرفیت	سایر		هزینه
تغییر روش، مزاد و کمبود کالا	تغییر روش	تقاضای اضافی / کمبود	-	وسایط نقلیه	-	نقل و انتقال	باربارو سوگلو و آردا [۵]
برنامه سوخت‌رسانی مجدد	مصرف سوخت	-	حد بالا برای تعداد سفرها، سازگاری بین خلبانان و بالگرد	وسایط نقلیه، ارتباط	ظرفیت ایجاد کردن	تخصیص هلی‌کوپتر برای پایگاه هوایی و خلبان‌ها برای بالگردها	باربارو سوگلو و آردا [۶]
زمان شروع به ار وسایط نقلیه، مسئیرایی وسایط نقلیه	احتمال طراحی شده برای زمان شروع خدمات	-	-	-	تقاضای کلی برآورده شده	-	دسوکی [۱۸]
-	قابلیت کاربرد تجهیزات با توجه به تغییرات هوا و نوع / مدل دری، محدودیت‌های زمانی برای گسیل	-	-	-	-	نقل و انتقال، عملیات، اکتساب، صدمه	کونیز [۲۷]
روش انتقالی، مسئیرایی وسایط نقلیه	تغییر روش	عرضه و تقاضای خارجی	ابتدایی‌ترین زمان تحویل	وسایط نقلیه، ارتباط	-	انتقال، تحویل، حمل و نقل	حقانی و اه [۲۹]

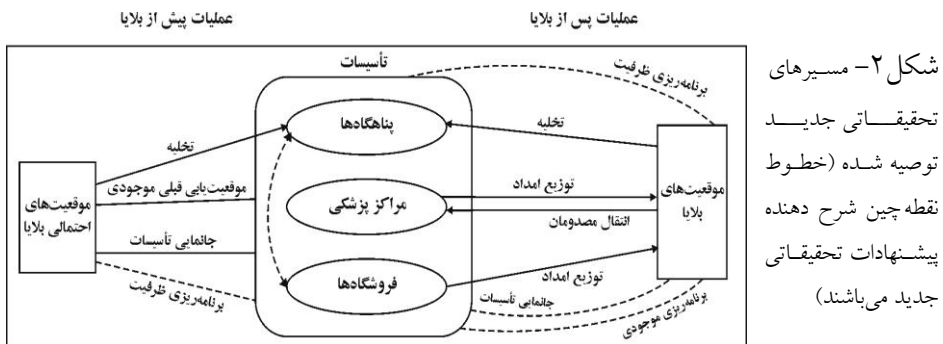
انتقال‌ها در سرتاسر طول مدت‌ها							
قابلیت عبور سریع کامیون	-	-	قابلیت	-	میزان غذایی تحویل داده	نقل و انتقال	نوت [۳۸]
مسیریابی وسایط نقلیه، تقاضاهای برآورده نشده میزان خدمات امکانات اضطراری	جمع پویای وسایط نقلیه	تقاضای برآورده نشده	-	وسایط نقلیه	مجموع تقاضای برآورده نشده	-	از دامار [۴۹]
ذخیره غذا	-	-	-	امکانات	-	نقل و انتقال، ذخیره	رای [۵۴]
مسیریابی وسایط نقلیه، تقاضاهای برآورده نشده میزان خدمات امکانات اضطراری	جمع پویای وسایط نقلیه	تقاضای برآورده نشده	-	وسایط نقلیه	مجموع تقاضاهای برآورده نشده	-	بی و کومار [۷۲]
مسیریابی وسایط نقلیه، تقاضاهای برآورده نشده میزان خدمات امکانات اضطراری	جمع پویای وسایط نقلیه	تقاضای برآورده نشده	محدودیت بالایی در مورد ظرفیت خدمات توسعه/ ادغام	وسایط نقلیه	مجموع تقاضاهای برآورده نشده	-	بی و از دامار [۷۳]

جدول ۶ اهداف محدودیت‌ها و سایر تصمیمات مربوط به مدل‌هایی را در برمی‌گیرد که هم تخصیص منابع و هم جریان‌های کالا را در نظر می‌گیرند. این جدول بر عدم وجود مدل‌هایی برای به حداقل رساندن صریح زمان واکنش تأکید می‌کند. این بدان دلیل است که این مدل‌ها از

طریق کمینه نمودن تقاضای تأمین نشده طی زمان، به موقع بودن واکنش را بهینه‌سازی نمودند. محاسبه تقاضای تأمین نشده آسان‌تر از زمان واکنش است. محاسبه زمان واکنش ممکن است مستلزم پیگیری هر وسیله نقلیه به منظوری محاسبه مدت زمان حمل و نقل وابسته به ترافیک و وابسته به روش در امتداد مسیرهایی است که برای تأمین تقاضای خاص در نظر گرفته شده‌اند. هم‌چنین به این معنی خواهد بود که تقاضاها باید مطابق با مسیرهایی پیگیری می‌گردند که توسط وسایط نقلیه برای تأمین این تقاضا در نظر گرفته شده‌اند که تا حد زیادی پیچیدگی مدل را افزایش می‌دهد.

سایر عملیات‌ها

جدای از عملیات‌هایی که در بالا بیان گردید، عملیات‌های لجستیک اضطراری بسیاری وجود دارد که در مقالات در نظر گرفته شده‌اند فینگ و وانگ^۱ [۲۲]. البته نه به صورت گسترده احیای کوتاه مدت خطوط زمانی در طول دوره بحرانی توزیع امداد پس از وقوع یک بلا یا را زمان‌بندی می‌کنند. فینگ و وانگ [۲۳] از یک مدل کنترل ترافیک پشتیبانی می‌کنند تا به انواع مختلف مدیریت ترافیک (انتقال مصدومان و توزیع امداد) پس از وقوع یک زمین لرزه پردازند. برخی مشکلات لجستیک اضطراری هنوز باید با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی مرتفع گردند و می‌توانند منابعی را به‌عنوان پیشنهاد تحقیقات آتی ایجاد نمایند، که عبارتند از مدل‌های برنامه‌ریزی امداد مبتنی بر تجزیه توسط فو و همکاران^۲ [۲۶]. مدل‌سازی موجودی انبار از سوی بیمن و کاتلبا^۳ [۸]، لودری جر و تاسکین^۴ تاسکین^۴ [۴۳] و برنامه‌ریزی ظرفیت بیمارستان توسط بی و همکاران [۷۱].



شکل ۲- مسیره‌ای تحقیقاتی جدید توصیه شده (خطوط نقطه چین شرح دهنده پیشنهادات تحقیقاتی جدید می‌باشند)

- 1- Feng and Wang
- 2- Fu et al
- 3- Beamon and Kotleba
- 4- Lodree Jr. and Taskin

نتیجه‌گیری و جهت‌گیری تحقیق‌های آینده

نتیجه‌گیری

این مقاله، مدل‌های بهینه‌سازی را که در حوزه لجستیک اضطراری به‌کاررفته‌اند مرور می‌کند. فعالیت‌های اصلی به عملیات پیش از بلایا (عمدتاً متشکل از موقعیت‌یابی قبلی موجودی، جانمایی تأسیسات و تخلیه) و عملیات پس از بلایا (شامل توزیع امداد و انتقال مصدومان) تقسیم می‌گردند. محتوای ادبیات موضوع شامل عملیات اصلی و هم‌چنین عملیات فرعی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مدل‌های موقعیت‌یابی قبلی اگرچه در مقالات نسبتاً متداول است اما با محل تأسیسات مرتبط می‌باشند. مدل‌های انتقال مصدومان در اغلب موارد با توزیع امداد مرتبط می‌باشند. به‌طورکلی، این مدل‌ها به تخصیص منابع و برنامه‌ریزی جریان می‌پردازند. این مقاله علاوه بر عملیات اصلی قبل و بعد از وقوع بلایا، به وجود مدل‌هایی برای کنترل ترافیک و احیاء خط زندگی اشاره می‌کند.

به‌طورکلی، تحقیقات لجستیک اضطراری، هم‌چنان پراکنده‌اند. مدل‌های عملیات متقاطع (مدل‌هایی که عملیات‌های مختلف را با یکدیگر تلفیق می‌کنند) محدود می‌باشند. اغلب مدل‌هایی که عملیات‌های بلایا را با یکدیگر تلفیق می‌کنند پس از سال ۲۰۰۵ منتشر گردیده‌اند. هم‌چنین قابل توجه است که در امتداد این مرز، به‌نظر می‌رسد تحقیقات لجستیک اضطراری تمایلی به کاربرد مدل‌های چندهدفه ندارند. با این توجیه که حل کردن این مدل‌ها دشوار است. اهداف اصلی این تحقیق با پاسخ‌گویی، مقرون به‌صرفه بودن مرتبط می‌باشند. در یک موقعیت اضطراری، به‌نظر می‌رسد که پاسخ‌دهی به‌عنوان مسئله اصلی تلقی می‌گردد. هدف اغلب مقالاتی که مورد بررسی قرار داده‌ایم، پاسخ‌دهی بهتر از طریق کاربرد اهدافی چون به حداقل رساندن زمان‌های واکنش، هزینه‌های فاصله و تقاضای تأمین نشده در طی زمان می‌باشد. اگرچه تنها با در نظر گرفتن پاسخ‌دهی، می‌توان مشکلاتی چون عرضه بیش از حد منابع که منجر به مشکل در هماهنگی می‌گردد، سطح بالاتری از ترافیک و پیچیدگی زمان‌بندی فایق آمد. این مشکلات به‌همراه گسستگی ارتباطات و آسیب زیربنا، خدمات امدادی در طول زمین لرزه هائیتی و سونامی اقیانوس هند را مختل نموده‌اند.

مشخص می‌گردد که بازدهی محاسباتی، علت اصلی چند پاره‌گی وضعیت تحقیقات در این حیطه است. در نتیجه، یک مدل جامع وجود ندارد. اگرچه پیشرفت‌های ایجاد شده در الگوریتم‌های بهینه‌سازی، حل کردن مدل‌های بزرگ را آسان‌تر می‌سازد. به این علت است که تعداد مدل‌هایی که عملیات‌های بلایا را با یک‌دیگر تلفیق می‌کنند، طی چند سال گذشته به سرعت افزایش یافته است.

مسیرهای تحقیقاتی آتی

غالباً پیشنهادات تحقیقات آتی در این مقاله مبتنی بر نمودار ۱ بوده و تجزیه و تحلیل مقالات در بخش ۳ ارائه گردیده‌اند. شکاف‌های تحقیقاتی اصلی در نمودار ۲ نشان داده می‌شوند و پس از آن توصیف می‌گردند.

تحقیقاتی که تاکنون انجام گرفته‌اند، از محل تأسیسات به‌عنوان یک عملیات پیش از بلایا پشتیبانی می‌نمایند. در یک محیط پویا و غیرقطعی بلایا، در نظر گرفتن مدل‌سازی محل تأسیسات در موقعیت‌های پس از بلایا امکان‌پذیر است. توزیع موقت و مراکز درمانی اغلب به ترتیب برای امداد بلایا و انتقال مصدومان ایجاد می‌گردند. تحقیقاتی را در رابطه با محل قرارگیری این مراکز و محل انتقال منابع آن‌ها می‌توان آغاز نمود. امکان کاربرد انتقال منابع از یک تأسیسات به تأسیسات دیگر در محیط پس از بلایا نیز موضوعی است که باید مدنظر قرارگیرد. که می‌تواند کارایی عملیاتی و به‌موقع بودن آن را بهبود بخشد با در نظر گرفتن این حقیقت که می‌تواند به نادیده گرفتن آسیب به ارتباطات و واکنش به الگوهای جدید آسیب کمک نماید. توسعه پویا، ادغام و تغییر ظرفیت خدمات نیز موضوعات بسیار مهم در تصمیم‌گیری پیرامون لجستیک اضطراری است. یی و اُزدار [۳۳] چنین ابعادی را برای مراکز پزشکی مدل‌سازی می‌کنند. می‌توان توسعه‌هایی را در انبارها یا مراکز توزیع یا متصدیان ملزومات اعمال نمود.

حوزه دیگری که به عملیات‌های اضطراری تأکید داشته است. طرح‌ریزی ظرفیت قبل و بعد از بلایا است. هنگامی که بلایا رخ می‌دهد. اغلب تأسیسات تحت فشار بیش از حد تقاضا

قرارمی‌گیرند که پس از آن نیاز به تجدید سازمان‌دهی از نظر ظرفیت نگهداری و خدمات وجود دارد. بی‌وهمکاران [۷۱]، طرح‌ریزی ظرفیت بیمارستان را برای مدیریت اضطراری با استفاده از طراحی آزمایشات و تجزیه و تحلیل رگرسیون انجام داده‌اند. مدل‌های بهینه‌سازی می‌توانند بعد دیگری را به طرح‌ریزی ظرفیت قبل یا بعد از بلایا بیفزایند. طرح‌ریزی ظرفیت پس از بلایا می‌تواند شامل مشکلات بهینه‌سازی پویا با امکان انتقال ظرفیت‌های خدمات باشد. توجه داشته باشید که این موضوعی متفاوت از توسعه ظرفیت یا ادغام و جابه‌جایی است که توسط پی و اُردار [۷۳] عنوان گردیده بود. حول مسئله برنامه‌ریزی داخلی ساختارهای تأسیسات و منابع می‌چرخد تا پرداختن به موضوعات اضطراری را بهبود بخشد. که می‌تواند شامل تبدیل اتاق‌های عمومی بیمارستان به اتاق عمل، آزادکردن فضا برای منابع اضافی، افزایش کاربرد و کارایی منابع برای وظایف ضروری و درعین‌حال کاهش کاربرد برای وظایف غیرجدی‌تر و زمان‌بندی عملیات‌ها برای ارائه بهترین خدمات‌رسانی به مصدومان باشد. این وظایف را می‌توان به صورت آماری برای موقعیت‌های پیش از بلایا و به صورت پویا برای موارد پس از بلایا مدل‌سازی نمود.

برای توسعه تحقیقات بیمی و کاتلبا [۸] و تحقیقات تاسکین و لودری جر [۴۳]، از مدل‌های بهینه‌سازی می‌توان برای مدل‌سازی موجودی پویا پس از بلایا نیز استفاده نمود که می‌تواند الگوهای تقاضای جدید، قابلیت توسعه یا کاهش تأسیسات و رویدادهای گسستگی را تلفیق نماید. این مدل‌ها، نسل جدیدی از مدل‌های طرح‌ریزی موجودی را ارائه می‌کنند.

تاکنون تحقیقات در زمینه انتقال مصدومان محدود بوده است و می‌توان با ادغام ابعادی هم‌چون زمان ترابری، جدی بودن زخم، درمان در محل و بار خدمات مرکز پزشکی، آن‌ها را توسعه بخشید. تاکنون، کاربرد خدمات فوری تأسیسات پزشکی به‌طور کامل مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است و می‌تواند برحسب جدی بودن جراحات‌ها بر ترابری مصدومان تأثیرگذار باشد. به‌عنوان مثال تأسیسات پزشکی که به مراکز تقاضا نزدیک‌ترند باید به جراحات‌های جدی‌تر بپردازند و از طریق افزودن تعداد پزشکان، پرستاران و

تجهیزات باید موجودی را افزایش داده، ظرفیت خدمات را تغییر دهند. رویدادهای گسستگی را نیز می‌توان گنجانده که شامل آسیب به تأسیسات موجودی و سایر منابع باشد. علاوه بر موضوعات مذکور، یک مدل بهینه‌سازی جامع می‌تواند شامل وظایف دیگری چون حذف آوارها، ترمیم تأسیسات، تهیه منابع برای نظارت بر ایمنی و واکسیناسیون افراد غیر آسیب‌دیده برای جلوگیری از گسترش همه‌گیری‌ها باشد. واسیلو و براون [۱۱] و فیدریچ و همکاران^۱ [۲۴] امکان در نظر گرفتن وظایف معینی را فراهم می‌سازند. بدون این‌که تأثیرات آن‌ها بر شبکه موشکافی بیشتری گردد. بررسی اثرهای همه وظایف مختلف دخیل در لجستیک اضطراری می‌تواند به فهم بهتر فرآیند و در نتیجه ساخت مدل‌های واقع بینانه‌تر کمک نماید. این وظایف در نمودار ۲ گنجانده نشده‌اند. زیرا این وظایف چند بعدی بوده و فعالیت متفاوت بسیاری را در برمی‌گیرد.

به‌علاوه زمانی که اهدافی غیر از پاسخ‌دهی و مقرون به‌صرفه‌بودن مدنظر قرار می‌گیرد. ادبیات موضوع فاقد مطلب مرتبط با آن می‌باشند، هیچ معیاری برای ایجاد هماهنگی بین کارایی و ساختار سازمانی دقیق وجود ندارد، این معیارها در محیطی که در آن گروه‌های متعددی با یکدیگر تعامل داشته و اجرای طرح‌های امداد آن‌ها به چگونگی هماهنگی آن‌ها وابسته است بسیار حائز اهمیت هستند. هم‌چنین در مورد چگونگی سازماندهی گروه‌های مختلف درگیر نیز نیاز به انجام تحقیقات بیشتری وجود دارد. یک منبع منفرد با سازمان‌دهی و زمان‌بندی، هماهنگی را تا حد زیادی می‌تواند بهبود بخشد.

وجود گروه‌های امداد بسیار نیز می‌تواند مدیریت نیروی کار را چالش برانگیز سازد. تحقیقات پیرامون مدیریت نیروی کار در طول فوریت‌های مقیاس وسیع وجود ندارد. اغلب عدم قطعیت‌هایی که بر عملیات پس از بلایا تأثیر می‌گذارند بر برنامه‌ریزی زمان‌بندی نیروی انسانی نیز تأثیرگذار باشند. به‌علاوه، داوطلبان باقی‌ماندگان و افرادی که تحت تأثیر بلایا قرار نگرفته می‌توانند به نیروی‌های امدادی پیوسته و نیروهای امدادی را در وضعیت پویا قرار دهند. تحقیقات پیرامون این فرآیند، مستلزم بررسی دقیق الگوهای رفتاری انسان در محیط‌های پس از بلایا است.

1- Vassiliou and Bown and fiedrich

غالباً مدل‌های بهینه‌سازی، فرض‌های ضمنی یا صریحی را در رابطه با رفتار انسان در محیط‌های پس از بلایا مطرح می‌سازند. یکی از محدودیت‌های انواع مدل‌های بهینه‌سازی که در این مقاله مرور گردید این است که رفتار انسان می‌تواند اجرای درست یک طرح بهینه را دشوار سازد. یک مثال آن به توزیع بسته‌های امداد برای افراد متأثر از بلایا مرتبط می‌گردد. توزیع بسته‌های امدادی معمولاً برعلل عملی از یک کامیون به گروهی از افراد درگیر در بلایا به صورت تصادفی انجام می‌گیرد. مدل‌های بهینه‌سازی در مقالات این فرض را در نظر می‌گیرند که توزیع برنامه‌ریزی شده امداد برحسب تقاضا و تأمین بسته‌های امدادی، به نقاط تقاضا خدمات‌رسانی خواهد نمود. اگرچه توزیع منابع می‌تواند به صورت غیریکنواخت انجام گیرد که منجر به عرضه بیش از حد منابع به برخی از خانواده‌ها و عرضه کمتر از حد منابع به برخی دیگر از خانواده‌های متأثر می‌گردد. چنین عدم قطعیت‌هایی تحت تأثیر رفتار انسان است. این روش غلبه بر عدم قطعیت‌ها از طریق کاربرد بهینه‌سازی قوی صورت می‌گیرد. قدرت برنامه‌ریزی امداد می‌تواند یک هدف جدید جدای از پاسخ‌دهی و مقرون به صرفه بودن باشد.

اگرچه جنبه‌های دیگر رفتار انسان در محیط‌های پس از بلایا می‌تواند برخی فرض‌های زیربنایی را ایجاد نماید که در مدل‌های بهینه‌سازی به شکل نادرست به کار رفته‌اند. بهینه‌سازی قوی به این جنبه‌ها نمی‌پردازد. به عنوان مثال مدل‌های تخلیه فرض می‌کنند که پناهندگان، از مسیرهایی که برای آن‌ها در نظر گرفته شده است پیروی خواهند کرد. در حقیقت پناهندگان ممکن است تصمیم بگیرند قبل از انتقال به یک پناهگاه، به سایر اعضا خانواده بپیوندند. ترافیک خارجی [که ناشی از پناهندگان نیست] و انحراف مسیر ترافیک می‌تواند باعث ناپایداری طرح‌های تخلیه گردد که می‌توان از طریق محدودیت‌های فرصت با سطوح خدماتی که این احتمال را مطرح می‌سازد که طرح‌های تعیین شده دنبال نگردیده‌اند، به آن‌ها پرداخت. به علاوه امکان تغییر تقاضاها، تغییر ظرفیت جاده‌ها و تغییر قابل توجه در طرح‌های تعیین شده را نیز می‌توان به کار برد.

مدل‌های بهینه‌سازی در کل دارای محدودیت می‌باشند. آن‌ها برداده‌های در دسترس متکی هستند. در موقعیت‌های اضطراری دارای مقیاس وسیع، ممکن است داده‌ها در دسترس نباشند و یا به سهولت انتقال نیابند. به‌علاوه حتی زمانی که داده‌ها در دسترس باشند حل مدل‌های بهینه‌سازی به‌صورت بهینه می‌تواند زمان بسیار طولانی به طول انجامد. در موقعیت‌های اضطراری نیاز فوری به دستورالعمل‌هایی در این زمینه وجود دارد و بنابراین پیشرفت در الگوریتم‌های حل مسئله ضروری است. الگوریتم‌های مناسب حل مسئله باید طرح‌های امداد مطلوبی را در کوتاه مدت ایجاد نمایند. آن‌ها مدل‌های بزرگ و درعین حال واقع‌گرایانه را عملی می‌سازند.

منابع و مأخذ

1. Abdelgawad H, Abdulhai B. Emergency evacuation planning as a network design problem: a critical review. *Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research* 2009;1(1):41e58.
2. Altay N, Green III WG. OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research* 2006;175(1):475e93.
3. Artalejo JR. G-networks: a versatile approach for work removal in queueing networks. *European Journal of Operational Research* 2000;126(2):233e49.
4. Balcik B, Beamon BM. Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics: Research and Applications* 2008;11(2):101e21.
5. Barbarosog"lu G, Arda Y. A two-stage stochastic programming framework for transportation planning in disaster response. *The Journal of the Operational Research Society* 2004;55(1):43e53.
6. Barbarosog"lu G, Özdamar L, Çevik A. An interactive approach for hierarchical Analysis of helicopter logistics in disaster relief operations. *European Journal of Operational Research* 2002;140(1):118e33.
7. BBC News. Logistical nightmare hampers Haiti aid effort. BBC news. Available from. <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/americas/8460787.stm>; January 22, 2010[accessed 26.11.10.].
8. Beamon BM, Kotleba SA. Inventory modelling for complex emergencies in humanitarian relief operations. *International Journal of Logistics: Research and Applications* 2006;9(1):1e18.
9. Belardo S, Harrald J, Wallace WA, Ward J. A partial covering approach to siting response resources for major maritime oil spills. *Management Science* 1984; 30(10):1184e96.
10. Bos W, Tarnai C. Content analysis in empirical social research. *International Journal of Educational Research* 1999;31(8):659e71.

11. Brown GG, Vassiliou AL. Optimizing disaster relief: real-time operational and tactical decision support. *Naval Research Logistics* 1993;40(1):1e23.
12. Byrd TA, Davidson NW. Examining possible antecedents of IT impact on the supply chain and its effect on firm performance. *Information & Management* 2003;41(2):243e55.
13. Chang MS, Tseng YL, Chen JW. A scenario planning approach for the flood emergency logistics preparation problem under uncertainty. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 2007;43(6):737e54.
14. Charnes A, Cooper WW, Harrald J, Karwan KR, Wallace WA. A goal interval programming model for resource allocation in a marine environmental protection program. *Journal of Environmental Economics and Management* 1976;3(4):347e62.
15. Charnes A, Cooper WW, Karwan KR, Wallace WA. A chance-constrained goal programming model to evaluate response resources for marine pollution disasters. *Journal of Environmental Economics and Management* 1979;6(3): 244e74.
16. Coles S, Pericchi L. Anticipating catastrophes through extreme value modeling. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)* 2003; 52(4):405e16.
17. Cret L, Yamazaki F, Nagata S, Katayama T. Earthquake damage estimation and decision analysis for emergency shut-off of city gas networks using fuzzy set theory. *Structural Safety* 1993;12(1):1e19.
18. Dessouky M, Ordóñez F, Jia H, Shen Z. Rapid distribution of medical supplies. In: Hall R, editor. *Delay management in health care systems*. New York: Springer; 2006. p. 309e38.
19. Duran S, Gutierrez MA, Keskinocak PN. Pre-positioning of emergency items worldwide for CARE international. *Interfaces*. 2011, in press.
20. Ellinger AE, Lynch DF, Hansen JD. Firm size, web site content, and financial performance in the transportation industry. *Industrial Marketing Management* 2003;32(3):177e85.
21. Esogbue AO, Theologidu M, Guo K. On the application of fuzzy sets theory to the optimal flood control problem arising

- in water resources systems. *Fuzzy Sets and Systems* 1992;48(2):155e72.
22. Feng CM, Wang TC. Highway emergency rehabilitation scheduling in post- earthquake 72 hours. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 2003;5:3276e85.
 23. Feng CM, Wen CC. Traffic control management for earthquake-raided area. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 2003;5: 3261e75.
 24. Fiedrich F, Gehbauer F, Rickers U. Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters. *Safety Science* 2000;35(1e3):41e57.
 25. Logistics and the effective delivery of humanitarian relief. Report. Available from. <http://www.fritzinstitute.org/PDFs/Programs/TsunamiLogistics0605.pdf>; 2005.
 26. Fu KJ, Hu XP, Wang XP. Research on emergency logistics scheduling model based on disruptions. In: *International conference on management science and engineering, Lille, France; 2006.* p. 2293e97.
 27. Gkonis KG, Ventikos NP, Psaraftis HN. A decision-making model for oil spill response at the tactical level. In: *International symposium on maritime safety, security and environmental protection, Athens, Greece; 2007.*
 28. Gunn SWA. The language of disasters: a brief terminology of disaster management and humanitarian action. In: Cahill KM, editor. *Basics of international humanitarian missions.* Fordham University Press; 2003. p. 37e40.
 29. Haghani A, Oh SC. Formulation and solution of a multi-commodity, multi-modal network flow model for disaster relief operations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 1996;30(3):231e50.
 30. Hake T. Haiti earthquake relief efforts hampered by logistics problems. Examiner Website. Available from. <http://www.examiner.com/natural-disasters-in-national/haiti-earthquake-relief-efforts-hampered-by-logistics-problems>; January 15, 2010 [accessed 26.11.10].
 31. Hedgpeth D. U.S. task force commander for Haitian relief says logistics remain stumbling block. *Washington Post.* Available from. <http://www.washingtonpost.com/wp->

- dyn/content/article/2010/01/18/AR2010011804059.html;
January 18,2010 [accessed 26.11.10].
32. Horner MW, Downs JA. Optimizing hurricane disaster relief goods distribu- tion: model development and application with respect to planning strategies. *Disasters* 2010;34(3):821e44.
 33. Hu W, Qing Y, Ming-Hui Y, Qi F. Grid-based platform for disaster response plan simulation over Internet. *Simulation Modelling Practice and Theory* 2008;16(3):379e86.
 34. Iakovou E, Ip CM, Douligeris C, Korde A. Optimal location and capacity of emergency cleanup equipment for oil spill response. *European Journal of Operational Research* 1997;96(1):72e80.
 35. Jia H, Ordóñez F, Dessouky M. A modeling framework for facility location of medical services for large-scale emergencies. *IIE Transactions* 2005;39(1):41e55.
 36. Jia H, Ordóñez F, Dessouky MM. Solution approaches for facility location of medical supplies for large-scale emergencies. *Computers & Industrial Engi- neering* 2007;52(2):257e76.
 37. Jiang W, Deng L, Chen L, Wu J, Li J. Risk assessment and validation of flood disaster based on fuzzy mathematics. *Progress in Natural Science* 2009;19(10):1419e25.
 38. Knott R. The logistics of bulk relief supplies. *Disasters* 1987;11(2):113e5.
 39. Kolbe RH, Burnett MS. Content-analysis research: an examination of appli- cations with directives for improving research reliability and objectivity. *The Journal of Consumer Research* 1991;18(2):243e50.
 40. Kongsomsaksakul S, Yang C, Chen A. Shelter location- allocation model for flood evacuation planning. *Journal of the Eastern Asia Society for Trans- portation Studies* 2005;6:4237e52.
 41. Kovács G, Spens KM. Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 2007;37(2):99e114.
 42. Krippendorff K. *Content analysis: an introduction to its methodology*. Beverly Hills, CA: Sage Publications; 1980.

43. Lodree Jr EJ, Taskin S. Supply chain planning for hurricane response with wind speed information updates. *Computers & Operations Research* 2009;36(1):2e15.
44. Marasco A. Third-party logistics: a literature review. *International Journal of Production Economics* 2008;113(1):127e47.
45. McCall VM. Designing and prepositioning humanitarian assistance pack-up kits (HA PUKs) to support pacific fleet emergency relief operations. Master's Thesis, Department of Operations Research, Naval Postgraduate School, Monterey, CA; 2006.
46. Mete HO, Zabinsky ZB. Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management. *International Journal of Production Economics* 2010;126(1):76e84.
47. Morris S. Haiti earthquake: perspectives from the ground and lessons from afar. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness: American Medical Association* 2010;4(2):113e5.
48. NBC News and The Associated Press. 'Logistical nightmare' to get help to victims. Available from. Msnbc, http://www.msnbc.msn.com/id/34853738/ns/world_news-haiti_earthquake; January 14, 2010 [accessed 26.11.10.].
49. Özdamar L, Ekinçi E, Küçükyazıcı B. Emergency logistics planning in natural disasters. *Annals of Operations Research* 2004;129:217e45.
50. Pokharel S, Mutha A. Perspectives in reverse logistics: a review. *Resources Conservation and Recycling* 2009;53(4):175e82.
51. Psaraftis HN, Tharakan GG, Ceder A. Optimal response to oil spills: the strategic decision case. *Operations Research* 1986;34(2):203e17.
52. Psaraftis HN, Zio gas Bo A. Tactical decision algorithm for the optimal dispatching of oil spill cleanup equipment. *Management Science* 1985;31(12):1475e91.
53. Rawls CG, Turnquist MA. Pre-positioning of emergency supplies for disaster response. *Transportation Research Part B: Methodological* 2010;44(4): 521e34.
54. Ray JA. Multi-period linear programming model for optimally scheduling the distribution of food-aid in West

- Africa. Master's Thesis, Department of Geography, University of Tennessee, Knoxville, TN; 1987.
55. Reshetin VP, Regens JL. Simulation modeling of anthrax spore dispersion in a bioterrorism incident. *Risk Analysis* 2003;23(6):1135e45.
 56. Sherali HD, Carter TB, Hobeika AG. A location-allocation model and algorithm for evacuation planning under hurricane/flood conditions. *Transportation Research Part B: Methodological* 1991;25(6):439e52.
 57. Sheu JB. An emergency logistics distribution approach for quick response to urgent relief demand in disasters. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 2007;43(6):687e709.
 58. Sheu JB. Challenges of emergency logistics management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 2007;43(6):655e9.
 59. Sheu JB, Chen YH, Lan LW. A novel model for quick response to disaster relief distribution. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 2005;5:2454e62.
 60. Song R, He S, Zhang L. Optimum transit operations during the emergency evacuations. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* 2009;9(6):154e60.
 61. Srinivasa AV, Wilhelm WE. A procedure for optimizing tactical response in oil spill clean up operations. *European Journal of Operational Research* 1997; 102(3):554e74.
 62. Tamura H, Yamamoto K, Tomiyama S, Hatono I. Modeling and analysis of decision making problem for mitigating natural disaster risks. *European Journal of Operational Research* 2000;122(2):461e8.
 63. Tzeng GH, Cheng HJ, Huang TD. Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 2007;43(6):673e86.
 64. Viswanath K, Peeta S. The multicommodity maximal covering network design problem for planning critical routes for earthquake response. *Transportation Research Record* 2003;1857:1e10.
 65. Wassenhove LNV. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. *The Journal of the Operational Research Society* 2006;57(5):475e89.

66. Whybark DC, Melnyk SA, Day J, Davis E. Disaster relief supply chain management: new realities, management challenges, emerging opportunities. *Decision Line* 2010;41(3):4e7.
67. Wilhelm WE, Srinivasa AV. A strategic, area-wide contingency planning model for oil spill cleanup operations with application demonstrated to the Galveston Bay area. *Decision Sciences* 1996;27(4):767e99.
68. Wilhelm WE, Srinivasa AV. Prescribing tactical response for oil spill clean up operations. *Management Science* 1997;43(3):386e402.
69. Xu X, Qi Y, Hua Z. Forecasting demand of commodities after natural disasters. *Expert Systems with Applications* 2010;37(6):4313e7.
70. Yan S, Shih YL. Optimal scheduling of emergency roadway repair and subsequent relief distribution. *Computers & Operations Research* 2009;36(6):2049e65.
71. Yi P, George SK, Paul JA, Lin L. Hospital capacity planning for disaster emergency management. *Socio-Economic Planning Sciences* 2010;44(3):151e60.
72. Yi W, Kumar A. Ant colony optimization for disaster relief operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 2007;43(6):660e72.
73. Yi W, Özdamar L. A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities. *European Journal of Operational Research* 2007;179(3):1177e93.
74. Yuan Y, Wang D. Path selection model and algorithm for emergency logistics management. *Computers & Industrial Engineering* 2009;56(3):1081e94.

