

## ارائه مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله مبتنی بر سیاست‌های اقتصاد

### مقاومتی - مطالعه موردی در شهر اردبیل

علی حیدری اناری، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

سید حمیدرضا شهابی حقیقی\*، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

صدیق رئیسی، دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: shahabi@aut.ac.ir

دریافت: ۹۶/۱۰/۲۲ - پذیرش: ۹۷/۰۴/۲۰

صفحه ۱۷۲-۱۵۳

### چکیده

اقتصاد مقاومتی ایجاب می‌کند تا سیاست‌گذاری‌های کلان و خرد مبتنی بر استفاده بهینه از ظرفیت‌های بالقوه بومی و محلی و فعال کردن آن‌ها بدون تحمیل فشار بر مردم دنبال شود. مدیریت بحران نیز از این امر مستثنا نیست زیرا با تلاطم اوضاع اقتصادی، اجتماعی همراه است و ضرورت دارد با تکیه بر ظرفیت‌های بومی، برگشت‌پذیری به شرایط تعادل قبل در اسرع وقت انجام شود. هم‌اکنون علی‌رغم تهدیدهای متعدد در حوزه بلایای طبیعی و قرار گرفتن ایران در جمع ۱۰ کشور بلاخیز دنیا، در داخل کشور مدلی برای لجستیک امدادی در مقابل زلزله خصوصاً مبتنی بر شرایط اقتصاد مقاومتی وجود ندارد. در لجستیک امدادی تمرکز روی عوامل کلیدی موفقیت برای افزایش کارایی و اثربخشی و اولویت‌بندی آن‌ها به منظور تخصیص بهینه منابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده که مورد توجه مقاله حاضر قرار گرفته است. برای رسیدن به این هدف، بر اساس سیاست‌های اقتصاد مقاومتی و مبتنی بر آراء خبرگان فن و تصمیم‌گیرنده، از پویایی‌شناسی سیستم در حوزه تحلیل سیستم‌ها برای ارائه مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله مبتنی بر سیاست‌های اقتصاد مقاومتی و بازگشت به دوران ثبات و تعادل استفاده شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد در صورت وقوع زلزله با شدت ۸ مرکالی در شهر اردبیل اگر مدیریت لجستیک امدادی از یک سیستم منسجم و علمی برخوردار باشد می‌تواند با بهره‌گیری از امکانات موجود منطقه و با اندکی امداد از استان‌های معین و سایر شهرستان‌های استان، تا حدود زیادی خسارات و هزینه‌های ناشی از زلزله را کاهش داده و به مدیریت موفقیت آمیز بحران کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: سیاست‌های اقتصاد مقاومتی، پویایی‌شناسی، مدیریت فاجعه طبیعی، لجستیک امدادی

### ۱- مقدمه

اقتصاد مقاومتی می‌باشد. در این پژوهش ۶ بند از ۲۴ بند سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی به شرح زیر مورد توجه قرار گرفته است:

۱- بند ۱: فعال‌سازی کلیه امکانات و منابع مالی و سرمایه‌های انسانی و علمی کشور

۲- بند ۱۲: افزایش قدرت مقاومت و کاهش آسیب‌پذیری اقتصاد کشور

۳- بند ۱۶: صرفه‌جویی در هزینه‌های عمومی کشور با تأکید بر تحول اساسی در ساختارها

در لجستیک امدادی عدم توجه به محدودیت‌هایی از قبیل بودجه و زمان حل بحران، عدم در نظر گرفتن ریسک‌ها و تصمیمات عجولانه و بدون تفکر موجب می‌شود تا کنترل امور از دست خارج شود؛ و تلفات جانی و مالی زیادی به وجود آید. جلوگیری از پیش‌آمد بحران‌ها و یا محدود نمودن اثرات آن‌ها، جلوگیری از هزینه‌های اضافی، بازگشت سریع و کم‌هزینه با تکیه بر داشته‌های موجود و داشته‌های باقی‌مانده اعم از شریان‌های حیاتی، معابر تخلیه، ماشین‌آلات سنگین، خودروهای خدمات‌رسان، بیمارستان‌ها و غیره از مولفه‌های

۷- دانش محوری: توانایی تبدیل ایده‌ها به تولید با شناسایی و به‌کارگیری ظرفیت‌های علمی، فنی برای دسترسی به توان مقابله با تهدیدات زلزله از جمله مولفه‌های اقتصاد مقاومتی می‌باشد.

هدف از اقتصاد مقاومتی در مدیریت لجستیک امدادی، توانمندسازی مردم و خوداتکایی با تکیه بر ظرفیت‌های داخلی در مسیر بازگشت به وضعیت تعادل می‌باشد. لذا داشتن توان ترمیم و جهش در بازیابی، پیگیری و پافشاری بر رفع نیازها به کمک توازن در منابع و هزینه‌ها با استفاده از ظرفیت‌ها و توانمندی کلیه اقشار جامعه با کاهش وابستگی‌ها به خارج و تاکید روی مزیت‌های داخلی به‌عنوان اهداف اقتصاد مقاومتی مورد تاکید می‌باشد. لجستیک امدادی به‌عنوان ستون فقرات تمامی عملیات‌های امدادی و کمک‌رسانی و به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌هایی عملیات امدادرسانی بوده و تقریباً ۸۰ درصد حجم کل فعالیت‌های مدیریت بحران را شامل می‌شود و اگر از یک سیستم منسجم و علمی برخوردار باشد می‌تواند تا حدود زیادی با کاهش خسارات و هزینه‌های ناشی از آن به موفقیت در مدیریت بحران کمک نماید. انتخاب غیر کارشناسانه عوامل مهم در پیشگیری و مدیریت لجستیک امدادی نه‌تنها موجب از بین رفتن امکانات محدود سازمان مدیریت بحران خواهد شد بلکه باعث خسارات جبران‌ناپذیر ناشی از آسیب به جان افراد درگیر در بحران نیز می‌شود. لذا لازم است در لجستیک امدادی الگویی صحیح وجود داشته باشد تا مدیران و کارشناسان درگیر با بحران‌ها بدانند که چه عواملی را و با چه ترتیبی بایستی مدنظر قرار دهند تا ضمن افزایش بهره‌وری از امکانات موجود، کمترین آسیب جانی و روانی به مردم تحت تاثیر بحران وارد شود. این تحقیق با استفاده از متون علمی اقدام به شناسایی عوامل موثر در مدیریت لجستیک امدادی کرده و از آنجاکه سیاست‌های اقتصاد مقاومتی مسیر روشنی در همه عرصه‌های اقتصادی و اجرایی کشور ارایه کرده است این تحقیق برخلاف سایر مطالعات انجام‌شده در زمینه مدیریت لجستیک امدادی با استفاده از این سیاست‌ها سعی در رسیدن به اهداف مدنظر را داشته است. در زیر چندین مورد از مطالعات محققان بر روی لجستیک امدادی و اهمیت و کارایی پویایی‌شناسی سیستم ارائه گردیده است:

- یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌هایی که در هر عملیات امدادرسانی صورت می‌پذیرد و تقریباً ۸۰ درصد حجم کل

۴- بند ۲۰: تقویت فرهنگ جهادی در ایجاد ارزش‌افزوده، تولید ثروت، بهره‌وری، کارآفرینی، اشتغال مولد

۵- بند ۲۱: تبیین ابعاد اقتصاد مقاومتی و گفتمان سازی آن به‌ویژه در محیط‌های علمی، آموزشی و رسانه‌ای

۶- بند ۲۲: شناسایی و به‌کارگیری ظرفیت‌های علمی، فنی و اقتصادی برای دسترسی به توان آفندی

از جمله مولفه‌های اقتصاد مقاومتی که در این بندها مورد تاکید قرار گرفته و در موفقیت مدیریت لجستیک امدادی موثر هستند، عبارت‌اند از:

۱- مردم محوری: در مدیریت لجستیک امدادی حساس کردن درگیر نمودن و دخالت دادن مردم با توانمندسازی و انسجام‌بخشی در اشکال مختلف برای حضور فعالانه‌ی (فعالان اقتصادی، کارآفرینی، مبتکران، صاحبان سرمایه و مهارت) از عوامل کلیدی و موثر در برگشت‌پذیری محسوب می‌گردد.

۲- تقویت فرهنگ کار و تولید: استفاده از ایده‌های نو و بکر برای کار و تلاش جهادی با کاهش هزینه‌های زائد و کارایی حداکثری در مراحل مختلف مدیریت لجستیک امدادی، بخصوص در مرحله بازسازی و باز توانی از مولفه‌های اقتصاد مقاومتی می‌باشد.

۳- اصلاح الگوی مصرف و پرهیز از ریخت‌وپاش: نهادینه کردن روش صحیح استفاده از منابع، توزیع مناسب و عادلانه کالا و خدمات از عوامل کلیدی و موثر در مدیریت لجستیک امدادی می‌باشد.

۴- مدیریت جهادی: ورود بهنگام و تصمیم‌گیری هوشمندانه، تلاش حداکثری و شبانه‌روزی، ایجاد وحدت و انسجام‌بخشی در فعالیت‌ها، حمایت از تولیدات داخلی در برنامه‌ریزی‌ها از جمله مولفه‌های اقتصاد مقاومتی در مدیریت لجستیک امدادی می‌باشد.

۵- استفاده حداکثری از همه ظرفیت‌ها: حرکت بر اساس برنامه با استفاده صحیح از ظرفیت زمان و مکان و حداکثر ظرفیت‌های (علمی، انسانی، طبیعی، مالی، جغرافیایی و اقلیمی) در مرحله بازسازی و باز توانی، بسیاری از هزینه‌های زائد و اضافی را کاهش می‌دهد.

۶- روح خودباوری و خوداتکایی: روح خودباوری و خوداتکایی سبب خلق کارهای بزرگ با استفاده از ظرفیت‌های موجود در مدیریت لجستیک امدادی خواهد شد.

عملیات توزیع تدارکات اضطراری در پاسخ به تقاضاهای امدادی فوری در مدت زمان امداد و نجات ارائه شده است. یک رویکرد توزیع تدارکات اضطراری در پاسخ سریع به تقاضاهای امدادرسانی فوری در مناطق آسیب دیده در یک بازه زمانی امداد و نجات ۳ روزه ارائه شده است. روش پیشنهادی شامل ۵ مکانیزم است ۱-پیش بینی تقاضاهای امدادی با زمان متغیر ۲-گروه مناطق آسیب دیده ۳-تعیین اولویت توزیع ۴-توزیع بر مبنای گروه بندی ۵-عرصه امدادرسانی پویا [بیینگ شو، ۲۰۰۷].

بحران شرایط ویژه ای است که در این شرایط، نیازمند استقرار تدارکات کارآمد جهت حمل و نقل تجهیزات و کالاهای بشردوستانه به منظور کمک در جهت امدادرسانی به قربانیان می باشیم. پاسخ کارآمد در این زمان کمک شایانی در جهت کاهش اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در پی خواهد داشت. در این مقاله، برای بررسی مشکلی در زمینه حمل و نقل یک الگوریتم ژنتیک کارآمد برای مقابله با شرایط واقعی پیشنهاد داده شده است. این الگوریتم راه حل های نسبتاً بهینه ای را در محاسبات کوتاه به دفعات و با سرعت زیاد تولید می کند که می توان از آن در تصمیم سازی استفاده نمود [برکونی، ۲۰۱۲].

یکی از مواردی که در کانون توجهات مدیریت بحران قرار دارد، کاهش اثرات بلایا از طریق توسعه طرح های اضطراری کارآمد و استراتژیک است. در این زمینه، مدل سازی دسترسی به خدمات اضطراری مربوطه نظیر بهداشت، آتش سوزی، خدمات امنیتی و مکان های سرپناه هنگام وقوع زلزله می تواند ابزاری ارزشمند برای مدیران بحران، به ویژه در ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری و همچنین کفایت و مناسب بودن مکان های خدمات اورژانس باشد. این مقاله به توسعه یک متدولوژی برای مدل سازی دسترسی بر اساس یک برآورد احتمالی بر روی بسته شدن جاده ها حین وقوع زلزله می پردازد. متدولوژی توسعه داده شده از طریق یک اپلیکیشن مبتنی بر GIS و مدل سازی دسترسی پذیری با در نظر گرفتن احتمالات بسته شدن جاده می تواند ابزاری مهم برای مدیران بحران جهت کاهش میزان جمعیت آسیب دیده پس از وقوع حادثه باشد و همچنین می تواند در تعیین مکان و ظرفیت مکان های سرپناه، بیمارستان ها، تیم های جستجو و نجات، انبارهای

فعالیت ها را شامل می شود لجستیک امدادرسانی است [احمدی و همکاران، ۱۳۹۲].

- لجستیک امداد تحویل اقلام صحیح، به افراد در مکان صحیح در زمان مناسب و به میزان صحیح است [اکی حال، ۲۰۰۶].

- در طی یک پژوهش با استفاده از دانش سیستمی، مدلی از پویایی شناسی سیستم ارائه دادند که به تجزیه و تحلیل و شناسایی خطرات ایستگاه های برقی در زمان رخداد یک فاجعه طبیعی کمک می کند. خصوصیت ارزشمند این سیستم در نظر گرفتن نقش انسان به عنوان یک پارامتر اساسی است. در این مدل به تحلیل ریسک های موجود برای وقوع بحران در یک منطقه پرداخته شده و برای نوشتن این مدل از نرم افزار ونسیم استفاده کرده اند [پاول و همکاران، ۲۰۱۶].

- در مطالعات خود یک رویکرد پویایی شناسی سیستم، برای مرتبط کردن تیم طراحی و سازماندهی با توسعه ی طرح های فنی ارائه داده اند. نتایج این تحقیق تأکید دارد که عملکرد بازسازی به طور مستقیم با طراحی و مدیریت تیم پروژه ارتباط دارد. در واقع نتایج مطالعات اهمیت درک طراحی سازماندهی شده ی برنامه و تیم پروژه را به طور واضح نشان می دهد و به عبارت دیگر، تأکید دارد که در اسکان اضطراری طراحی فنی به تنهایی کافی نبوده است [جانسون و همکاران، ۲۰۰۶].

- یک مدل مدیریت تقاضاهای امدادرسانی پویا برای عملیات تدارکات اضطراری در شرایطی که اطلاعات ناقص و بلایا بزرگ مقیاس هستند را پیشنهاد می کند. مدل پیشنهادی نه تنها تقاضاهای امدادرسانی تقریبی در زمان واقعی در شرایطی که اطلاعات قطعی و موقعیت مطلوب نیست را ممکن می سازد بلکه تقاضاهای امدادرسانی پویا بر مبنای درجات اضطرار شناسایی شده همراه با مکان های آسیب دیده را نیز پوشش می دهد [بیینگ شو، ۲۰۱۰].

- پاسخ سریع به نیازهای امدادرسانی فوری بلافاصله پس از بلایای طبیعی از طریق توزیع تدارکات اضطراری کارآمد، در کاهش اثرات بلایا در مناطق آسیب دیده بسیار حیاتی است. این امر در زمینه تدارکات و مناطق مورد مطالعه مرتبط همواره با چالش روبرو بوده است. در این مقاله یک روش فازی خوشه سازی ترکیبی بهینه در

## ۲- پیشینه تحقیق

در کشور ما وضعیت خوبی در مدیریت لجستیک امدادی برای برگشت پذیری به وضعیت قبل از زلزله وجود ندارد. هم‌اکنون علی‌رغم تهدیدهای متعدد در حوزه بلاای طبیعی و قرار گرفتن ایران در جمع ۱۰ کشور بلاخیز دنیا، در داخل کشور فاقد مدل لجستیک امدادی برای برگشت‌پذیری در مقابل زلزله با پیش‌بینی‌های خاص و برنامه‌ریزی علمی و هوشمندانه به‌عنوان یکی از مولفه‌های اقتصاد مقاومتی هستیم. لذا باید به دنبال مدلی باشیم که بتواند؛ برگشت سریع و کم‌هزینه بدون تکیه بر نیروهای خارجی، با استفاده بهینه از ظرفیت‌های بومی و محلی و بدون تحمیل فشار بر مردم را ارائه دهد. برای حل این مشکل کارآمدترین روشی که در میان کارشناسان مدیریت بحران و حمل‌ونقل مطرح می‌باشد، یافتن مدلی پویاست که بتواند به‌صورت خطی مشکلات را در زمان بحران شناسایی کرده و با پیش‌بینی‌های به‌عمل‌آمده راهکارهای مناسب را برای برون‌رفت از آن ارائه نماید. در مدیریت لجستیک امدادی عوامل متعددی وجود دارد و ما در این مطالعه به خاطر پیچیدگی و تکرر عوامل تأثیرگذار، بجای روش‌های دیگر مثل تصمیم‌گیری‌های چند متغیره، مدل‌های بهینه‌سازی ریاضی، نرم‌افزارهای تخصصی و داده‌کاوی از پویایی‌شناسی سیستم استفاده کرده‌ایم؛ زیرا به‌راحتی می‌توانیم به‌صورت ویزوال شعاع تأثیرهای این عوامل را به یکدیگر و کل سیستم ارزیابی کنیم. هدف از این تحقیق ارائه یک مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله مبتنی بر پویایی‌شناسی سیستم به‌منظور تحلیل ناشی از زلزله برای اتخاذ بهترین تصمیم در امداد رسانی به مردم در مقابل زلزله است. حال سوالی که پیش می‌آید این است که در مدیریت لجستیک امدادی از چه مدلی می‌توان استفاده نمود که پارامترهای کمی و کیفی را توأم در یک محیط لحاظ کرده و منجر به انتخاب مناسب‌ترین راهکار گردد؟

بدیهی است می‌توان با تکیه بر مطالعات و دانش موجود در پویایی‌شناسی سیستم، مدلی را بر اساس میزان اهمیت هر پارامتر دخیل در لجستیک امدادی ایجاد نمود، که تا حد قابل قبولی و به‌صورت نسبی تمامی این نیازها را پاسخگو باشد. برای این منظور در این مطالعه سعی بر آن شده است؛ با شناسایی و تشکیل حلقه‌های علی، برای متغیرهای کلیدی و مؤثر امداد رسانی به آسیب دیدگان در مقابل زلزله، با لحاظ مسائل اقتصادی، اجتماعی، فنی و زیست‌محیطی و با در نظر

ذخیره‌سازی تجهیزات و غیره مؤثر باشد] ارتی گی و همکاران، ۲۰۱۶].

دستیابی به هماهنگی در بخش امداد رسانی در جهت نجات جان انسان‌ها و همچنین استفاده از منابع محدود ولی به‌صورت مؤثر و کارآمد و برای افزایش حداکثری منافع بکار گرفته شده می‌باشد. در این راستا راه‌حل‌های تولید شده به‌وسیله الگوریتم ژنتیک در رابطه با تغییرات کوچک در تقاضاها و دفعات سفر قوی به نظر می‌رسند. این نتایج در زمان بحران بسیار مهم هستند زیرا نقاط آسیب‌دیده و دفعات سفر به‌طور قطعی در زمان بحران مشخص نیست به‌ویژه در ساعات اولیه پس از بحران جزء نکات حیاتی محسوب می‌گردد] بالسیک و همکاران، ۲۰۱۰].

در پژوهشی تأثیر عوامل بحرانی موفقیت را با به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM)، در شناسایی CSFS، در بین عوامل تأثیرگذار مورد ارزیابی قرار داده است. یک‌راه عملی برای دریافتن به برخی از فاکتورهای فوری و مهم برای بهینه‌سازی، مدیریت بحران شناسایی عوامل بحرانی موفقیت است. بهبود تمام امور با منابع محدود قدری دشوار به نظر می‌رسد. از این رو با بهینه‌سازی پنج CSF شناسایی شده، اثربخشی و بهره‌وری کل مدیریت بحران می‌تواند بهبود یابد. تمرکز اصلی این پژوهش در معرفی مدلی برای شناسایی CSFS در بین عوامل تأثیرگذار متعدد با تبدیل مدیریت بحران به عوامل با معنا می‌باشد.

ما نیز در این مطالعه با کسب نظر از خبرگان مدیریت بحران و حمل‌ونقل، حلقه‌های علی را برای عوامل کلیدی و مؤثر لجستیک امدادی در مقابل زلزله در راستای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی تشکیل می‌دهیم. سپس با رسم نمودار جریان و فرموله کردن آن در محیط ونسیم مدل ریاضی سیستم را به دست آورده و با ورود اطلاعات اولیه از جمله برآورد میزان خسارت و امکانات موجود نسبت به ارائه مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله مبتنی بر سیاست‌های اقتصاد مقاومتی در شهر اردبیل با رویکرد پویایی‌شناسی می‌پردازیم] لی و همکاران، ۲۰۱۲].

این قانون‌ها را در اختیار تحلیلگران قرار دهد. متدلوژی پویایی‌شناسی سیستم نه تنها ادعای شناخت قانون‌های حاکم بر تحولات دارد، با استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی، امکان ساختن مدلی از پدیده‌های واقعی را فراهم می‌آورد که تا حدود زیادی دارای ویژگی‌های پدیده در عالم واقع است.

پویایی‌شناسی سیستم روش‌های مناسبی را برای شناسایی الگوی رفتاری سیستم در پرتو تفکر سیستمی، معرفی می‌نماید. علی‌رغم اهمیت فراگیری پویایی‌شناسی سیستم در حوزه تحلیل سیستم‌ها، این نام تقریباً در ایران شناخته‌شده نبوده و منابع فارسی قابل توجهی در این خصوص موجود نیست. روش‌های پویایی‌شناسی سیستم برای این است که در محیطی مجازی، تغییراتی که می‌خواهید و تصورش را می‌کنید در سیستم مدنظرتان وارد کنید، نتیجه تغییرات را ببینید، در محیط نتایج قرار بگیرید، آزمون‌وخطا کنید و بعد تصمیم بگیرید تا در محیط واقعی چه کنید [قبادی، ۱۳۸۵].

مدل پویایی‌شناسی سیستم روشی است که می‌توان با آن مشکلات را در یک سیستم شناسایی کرد و به تجزیه و تحلیل و حل آن‌ها پرداخت. زمان در این ابزار یک عنصر اساسی به شمار می‌آید. مدلی ساده، واقعی و بر اساس نگرش کمی است که بتواند به نتایج قابل‌قبولی در زمان موردنظر دست یابد. منظور از پویایی یک سیستم یعنی بتوان آن را برحسب مقادیر متغیر در طول زمان تعریف کرد. با مطالعه سیستم و تغییر در پارامترها می‌تواند بازخوردهای مختلفی دریافت کرد که در تصمیم‌گیری‌ها و حل مشکلات به ما کمک می‌کند. به تعبیر جان استرن در کتاب خود تحت عنوان دینامیک کسب‌وکار، پویایی‌شناسی سیستم به ما کمک می‌کند تا سیستم‌های پیچیده و دارای پیچیدگی بالا را بفهمیم و تحلیل کنیم. سیستم‌هایی که بدون نگاه دقیق تحلیلی و فقط بر اساس قضاوت‌های شهودی، قابل‌درک و تفسیر نیستند. در این مطالعه پویایی‌شناسی سیستم می‌خواهد با محاسبات و روش‌های خود به ما جواب دهد که با برنامه‌ریزی روی منابع در مقابل تهدیدها چگونه وضعیت شهر بعد از وقوع یک زلزله با قدرت معین به وضعیت تعادل برمی‌گردد. پویایی‌شناسی سیستم با استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی، امکان ساختن مدلی از پدیده‌های واقعی را فراهم می‌آورد که تا حدود زیادی دارای ویژگی‌های پدیده در عالم واقعی است. این روش قادر است یک مسئله دارای مراحل تصمیم‌گیری متعدد که با یکدیگر مرتبط می‌باشند را به تعدادی

گرفتن معیارهای کمی و کیفی برای پاسخگویی به نیازهای مدیریت لجستیک امدادی برای برگشت به وضعیت تعادل و ثبات بعد از وقوع زلزله مدلی پویا ارائه گردد.

### ۳- روش تحقیق

پویایی‌شناسی سیستم بهترین تکنیک نظم بخشیدن به واکنش‌های صحیح و سریع در برابر مشکلات سیستم‌ها، ثبت و بررسی نقاط مهم عملکردی سیستم‌ها، به شکل سناریویی از آینده است که رفتار گذشته و حال محیط سیستم را ملاک قرار می‌دهد؛ و پیش‌بینی رفتار سیستم در آینده را امکان‌پذیر می‌سازد. پویایی‌شناسی سیستم به شکل امروزی در سال ۱۳۶۰ میلادی توسط آدیسون جی فاستر و همکارانش در دپارتمان مدیریت اسلون در موسسه تکنولوژی ماساچوست مطرح گردیده است. فاستر معتقد است که روش پویایی سیستم، قدرت ذهن انسان و توانایی کامپیوترهای امروزی را تلفیق نموده است. از بزرگ‌ترین مزایای تکنیک پویایی سیستم تبدیل روابط کیفی به مقادیر کمی و قابل‌لمس است، در واقع هدف اصلی پویایی سیستم کاهش ریسک و در حقیقت پیش‌بینی سیستم در مقابل استراتژی‌های گوناگون و یا اثر عوامل محیطی است [زارع مهرجردی و تیموری، ۱۳۹۵].

پس از انتشار کتاب پویایی صنعتی در سال ۱۹۶۱ میلادی، توسط فارستر مطالعات پویایی‌شناسی سیستم در زمینه‌های نظری و کاربردی در بیش از ۳۰ کشور جهان گسترش یافت. این روند با یاری کامپیوتر و شبیه‌سازی کامپیوتری سرعت و عمق بیشتری پیدا کرد و امکان کاربرد روش‌های ارائه‌شده را در حل مسائل و معضلات گوناگون جوامع بشری را فراهم ساخت. مطالعات پویایی‌شناسی سیستم اینک در سطح جهانی اعتبار علمی و کاربردی برجسته‌ای یافته و مورد اقبال محافل آکادمیک و حرفه‌ای قرار گرفته است. علاوه بر تدریس آن در دانشگاه‌های معتبر، گروه‌های حرفه‌ای در کشورهای مختلف صنعتی اروپایی، ژاپن و آمریکا به انجام مطالعات کاربردی در زمینه‌های مختلف این رشته پرداخت‌اند [فقیه، ۱۳۸۳].

در پویایی‌شناسی سیستم تغییرات و تحولات دارای ضوابط و قانون‌هایی هستند که می‌توان آن‌ها را شناخت و بر اساس آن مسیر تحولات را به جهت مطلوب سوق داد. رویکرد پویایی‌شناسی سیستم بر آن است که ابزارهای لازم برای کشف

متغیر نوع اول حالت سیستم را به صورت پیوسته نشان می‌دهد (متغیر حالت سطح) یعنی اگر هیچ تغییری در سیستم ایجاد نشود، آن وضعیت حفظ می‌شود؛ و متغیر نوع دوم متغیر نرخ (جریان) بیانگر هر نوع افزایش یا کاهش و یا هر نوع تغییر در حالت سطح است. به‌عنوان مثال میزان آب تانکر متغیر سطح و مقدار برداشت یا افزایش آب متغیر نرخ مسئله است.

### ج- ترسیم نمودار حلقه علی (علت و معلولی)

هدف اصلی نمودارهای حلقه علی نشان دادن فرضیه‌های علی در زمان ایجاد مدل و به تصویر کشیدن ساختار کلی سیاست‌های مختلف درگیر در سیستم، نشان دادن تصمیم‌های مهم تعیین‌شده توسط این سیاست‌ها و عناصر اطلاعاتی اصلی حاکم بر این سیاست‌ها است. همان‌گونه که در شکل ۱ نمایش داده شده، نمودارهای حلقه‌های علی (علت و معلولی)، زبانی است که منجر به فهم بهتر ما از جهان پویا و به هم مرتبط می‌شود. با اتصال چندین حلقه به یکدیگر، می‌توان راه‌حل کامل یک مسئله را بیان نمود. تعیین و ترسیم رفتار یک متغیر کلیدی در گذر زمان، اولین گام مهم برای فهم و تبیین یک سیستم است. برای محک زدن مفروضات و پیش‌بینی رفتار سیستم درآیند و روشن نمودن تناقضات مسئله به ترسیم رفتار سیستم در آینده می‌پردازیم؛ مثلاً، ترسیم افزایش آمادگی در برابر بلایا به‌واسطه آموزش، منجر به طرح این سؤال می‌شود: اگر آموزش منجر به افزایش آمادگی در برابر بلایا نمی‌شود، منجر به چه خواهد شد؟ همچنین در نمودار تغییر رفتار در گذر زمان، متغیرهای اصلی مانند بودجه آموزشی و میزان آمادگی در برابر بلایا باید لحاظ شود؛ یعنی نمودار باید دربرگیرنده ساختاری که رفتار سیستم را نشان می‌دهد باشد.

مسئله در ارتباط با هم خورد نماید. به عبارت دیگر مسئله به چند زیر مسئله تقسیم و گزینه بهینه برای هر زیر مسئله به صورت رشته‌ای انتخاب می‌شود و از آنجائی که در هر زیر مسئله گزینه‌های بهینه انتخاب می‌شود جواب‌های غیر بهینه خودبه‌خود از مسئله حذف می‌شوند. لذا برای هر زیر مسئله در ارتباط با سایر زیر مسئله‌ها گزینه‌های بهینه انتخاب می‌شود، بنابراین ترکیب‌های غیرممکن نخواهیم داشت.

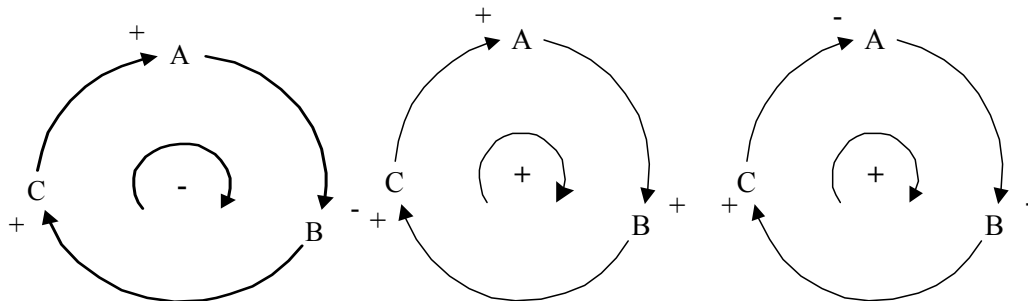
### ۳-۱- اجزای پویائی شناسی سیستم

#### الف- حلقه‌های بازخورد

یکی از شرایط برای اینکه یک سیستم یا یک مسئله را بتوان با روش پویائی‌شناسی سیستم‌ها بررسی کرد، وجود حلقه‌های بازخور یا فیدبک است. بازخورد فرآیندی است که طی آن یک سیگنال از زنجیره‌ای از روابط علی عبور می‌کند تا اینکه مجدداً بر خودش تأثیر بگذارد. در واقع تغذیه معکوس اطلاعات در درون سیستم است؛ یعنی تصمیمی که موجب عملی در دیگران می‌شود، اما این عمل به‌نوبه‌ی خود مجدداً تأثیری بر آن تصمیم خواهد داشت. متغیر اولیه با کاهش یا افزایش در متغیر دیگری در نهایت منجر به کاهش یا افزایش در خود می‌گردد؛ مانند تشنه شدن که به محض بالا رفتن غلظت نمک در خون بدن یا کنترل درجه حرارت اتاق در سیستم تهویه مطبوع در آن درجه حرارت موردنظر تنظیم می‌گردد.

#### ب- متغیرهای سطح و نرخ

متغیرهای سطح (عناصر اطلاعاتی) و متغیرهای نرخ (تصمیم یا سیاست‌های فیزیکی)، فعالیت یک دایره بازخور به‌وسیله متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری و محاسبه کمی تعریف می‌شود.



شکل ۱. نمودار علی و معلولی

## ۳-۲- زبان‌های شبیه‌سازی

اجرائی سیستم برای تولید رفتار موردنظر انجام می‌گیرد و در پایان ساختار بازخور ارائه می‌شود.

ب - مرحله مقداری: اسکلت و چهارچوب کلی مدل که در مرحله قبل ترسیم شده در این مرحله به شکل واقعی رخ داد نزدیک‌تر می‌شود با تعیین نوع و مقدار هر یک از متغیرها و پارامترهای مسئله مدل عملیاتی تهیه می‌گردد.

ج - مرحله تجزیه، تحلیل و آنالیز: هر فرضیه پویا بعد از طی مراحل اول و دوم و اجرای رایانه‌ای مجدداً به مرحله مفهومی برمی‌گردد و با آزمایش و ارزیابی مجدد پخته‌تر می‌گردد. در واقع با شناخت اولیه آغاز شده و با شناختی بیشتر ادامه می‌یابد.

## ۴- تحلیل داده‌ها

## ۱-۴- برآورد میزان خسارت و تلفات

پس از وقوع زلزله با شدت ۸ مرکالی در شهر اردبیل بر اساس برآوردهای انجام‌گرفته با استفاده از معتبرترین مرجع موجود در ایران (گزارش ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ) که توسط مرکز مطالعات زلزله و زیست‌محیطی تهران بزرگ و آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا) تهیه شده است. تعداد واحدهای مسکونی آسیب‌دیده ۱۳۷۰۰ واحد (۷ هزار واحد ۱۰ درصد، ۴ هزار واحد ۲۰ درصد، ۲/۷ هزار واحد ۴۰ درصد) و تعداد جمعیت آسیب‌دیده ۴۳۸۶۷ نفر (بازماندگان ۴۳۲۱۷ نفر، مصدومان ۷۰۰ نفر، کشته‌شدگان ۱۵۰ نفر) خواهد بود. از آمار فوق تعداد ۱۰ هزار واحد خسارت‌دیده با جمعیت تعداد ۳۲۰۱۸ نفر در قالب ۸۹۴۳ خانوار، با توجه به درصد کم خسارت و استحکام بنا واحدهای مسکونی، شرایط اسکان مجدد در واحدهای مسکونی خود را دارا بوده و نیاز به تمهیدات امدادی ندارند.

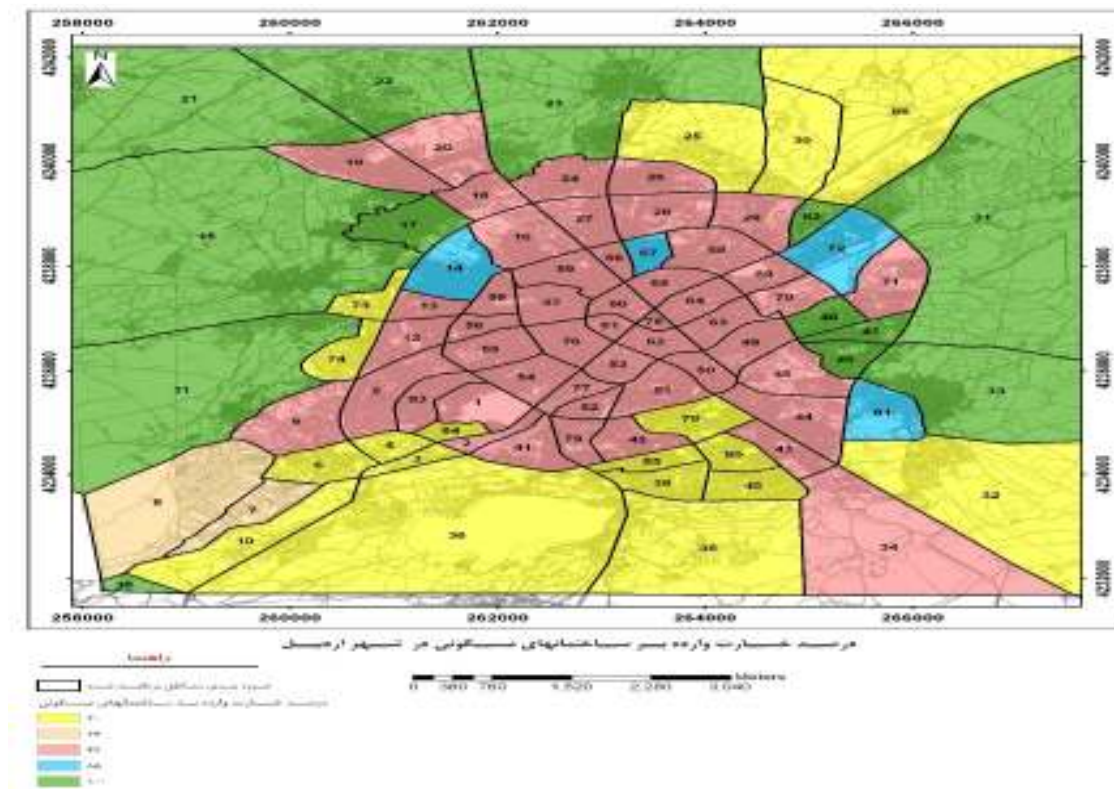
لذا مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله را با تمرکز بر روی پارامترهای اصلی و تخصیص منابع برای برگشت به وضعیت ثبات برای جمعیت آسیب‌دیده نیازمند امداد به تعداد ۳۷۰۰ خانوار با ۱۱۸۵۰ نفر جمعیت (بازماندگان ۱۱۰۰۰ نفر، مصدومان ۷۰۰ نفر، کشته‌شدگان ۱۵۰ نفر) و آواربرداری تعداد ۳۷۰۰ واحد مسکونی با آسیب‌دیدگی بالای ۲۰ درصد که قابلیت سکونت ندارند، با برنامه‌ریزی ماشین‌آلات موردنیاز طراحی گردیده است.

شبیه‌سازی از مهم‌ترین ابزارهای است که برای طراحی یا بهبود سیستم‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. تا سیستم‌ها قبل از اینکه در دنیای واقعی ساخته شده و بعضاً با مشکلاتی روبرو گردند، در محیط شبیه‌سازی آزمایش شوند. امروزه با رقابتی شدن بازار کالاها و افزایش سرعت پیشرفت تکنولوژی، دیگر جایی برای استفاده از روش "سعی و خطا" و سایر روش‌های سنتی برای آزمایش سیستم‌های مختلف وجود ندارد؛ و عملاً توجه‌پذیری فنی و اقتصادی نخواهند داشت. چراکه وجود اشتباه و ایرادات کلیدی در سیستم‌ها پس از پیاده‌سازی آن‌ها، هزینه‌های هنگفتی را در پی خواهد داشت. شبیه‌سازی معمولاً برای تحلیل اثرات تصمیمات بر یک سیستم یا پیش‌بینی رفتار سیستم در آینده به کار می‌رود. شبیه‌سازی امکان انجام آزمایش‌های کنترل‌شده که در دنیای واقعی قابل انجام نیستند را فراهم می‌کند. شبیه‌سازی یا بهره‌گیری از دنیای مجازی تنها روش عملی برای تجربه کردن رخدادها و حوادث پیش از وقوع آن‌هاست. امروزه هیچ هواپیمایی بدون تحلیل دقیق همه‌جانبه عملکرد مدل‌های شبیه‌سازی شده کامپیوتری آن ساخته نمی‌شود [ رجائیان، ۱۳۸۸ ]. درحالی‌که تغییرات گسترده در فرآیند مدیریت لجستیک امدادی بدون آزمون تأثیر تغییرات بر مدل اولیه کاملاً معمول و رایج است و اکثراً مدیران لجستیک امدادی بر این باور هستند که قادر به پیش‌بینی و مدیریت بحران‌ها هستند. نرم‌افزار شبیه‌سازی مورداستفاده در این مطالعه ونسیم است؛ که یک ابزار شبیه‌سازی قدرتمند برای مدل‌سازی، شبیه‌سازی، آزمون مدل و تحلیل حساسیت سیستم‌های پیچیده پویا است.

## ۳-۳- مراحل پویایی شناسی سیستم

الف - مرحله مفهومی: در این مرحله زمینه‌ها و نشانه‌های مساله تبیین و رفتار متغیرهای اصلی را ترسیم می‌کنیم محصول این مرحله چهارچوب کلی مدل است که هدف مدل‌سازی را کاملاً بیان می‌کند گام‌های این مرحله با شناسایی مسئله یعنی ارائه یک تعریف واضح برحسب رفتار متغیرهای اصلی صورت می‌گیرد. در گام دوم هدف مدل‌سازی را بیان می‌کنیم در واقع شناخت استفاده‌کنندگان و کسانی که این مدل برای آن‌ها تهیه می‌شود و در گام سوم تعیین محدوده بسته سیستم مرز ساختار





شکل ۲. درصد خسارت وارده بر ساختمان‌های مسکونی شهر اردبیل

## ۴-۲-۴- مراحل مدل‌سازی

### ۴-۲-۴-۱- تعریف مسئله

فوق‌الذکر شروع به تعریف مسئله و در واقع فرضیه‌سازی دینامیکی نمودیم. به‌عنوان مثال پس از وقوع زلزله چه اتفاقی برای ساختمان‌ها، افراد، معابر، زیرساخت‌ها و ... می‌افتد. افراد مصدوم به چند دسته طبقه‌بندی می‌شوند. به‌عنوان نمونه مصدومان زلزله شامل مصدومان سرپایی که پس از انتقال به بیمارستان به‌صورت سرپایی درمان شده و به محل زندگی خود و یا در صورت تخریب محل زندگی، به سایت‌های پیش‌بینی‌شده مراجعه می‌کنند. دسته دیگری از مصدومان که نیاز به بستری شدن در بیمارستان می‌باشند که در صورت وجود تخت‌های خالی و امکانات موردنیاز از قبیل پزشک و اقلام پزشکی موردنیاز و ... بستری‌شده و در غیر این صورت به بیمارستان‌های سایر شهرستان‌ها و یا استان‌های معین منتقل می‌شوند. دسته دیگری از مصدومان که نیاز به مراقبت‌های ویژه دارند که آن‌ها نیز پس از انتقال به بیمارستان در صورت وجود امکانات و تخت‌های ویژه خالی، اتاق‌های عمل به تعداد کافی و ... بستری‌شده و در غیر این صورت می‌بایست به

درواقع ما در این مرحله یک مدل تشریحی (فرضیه دینامیکی) برای پدیده موردبحث که در این پژوهش لجستیک امدادی می‌باشد می‌نویسیم. فرضیه دینامیکی عبارت است از تشریح علل تغییرات معرفی‌شده در رفتار مرجع بر اساس سیستم حلقه بسته. در فرضیه دینامیکی علل رفتار متغیرها بر اساس حلقه‌ای بسته از روابط علت و معلولی (پس‌خوران) بیان می‌شود. منابع مختلفی برای فرضیه‌های دینامیکی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به افرادی که در پدیده موردنظر فعال هستند و از نزدیک آن را می‌شناسند و یا نظر نخبگان و دیدگاه سیستمی اشاره نمود. ما در لجستیک امدادی و نحوه بازگشت به حالت پایدار اولیه با استفاده از پارامترها و مولفه‌های اقتصاد مقاومتی هم از افرادی که از نزدیک با مدیریت لجستیک امدادی آشنا هستند و هم از نخبگان صاحب‌نظر در زمینه‌های امداد و نجات و ... استفاده نموده‌ایم. ضمن اینکه مدل تهیه‌شده برای لجستیک امدادی یک مدل بر اساس دیدگاه سیستمی و کاملاً پویا می‌باشد. در مرحله شناخت و تعریف مسئله با استفاده از منابع



۴-۲-۴- ترسیم نمودار علت و معلولی بین متغیرها بر اساس

فرضیات به صورت دیاگرام حلقه‌های علت - معلولی

برای انجام مدل‌سازی ابتدا با استفاده از سه روش مطالعه رفتار آمار گذشته، مشورت با خبرگان فن و تصمیم‌گیرنده و مرور ادبیات سیستم و با بررسی عمده وظایف مرحله بازسازی و باز توانی در مدیریت بحران و عملکرد زیرسیستم‌های فعال در برگشت‌پذیری و با شناسایی ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های بومی و محلی بر اساس مولفه‌های اقتصاد مقاومتی و پارامترهای کمی، نظیر به نظیر در مقابل تهدیدها تعداد ۸ حلقه علی تشکیل دادیم که نمونه‌ای از نمودارهای علی و جریان در زیر نشان داده شده است.

#### الف - حلقه مصدومان نیاز به بستری و انتقال

مصدومان که نیاز به بستری شدن در بیمارستان می‌باشند که در صورت وجود تخت‌های خالی و امکانات موردنیاز از قبیل پزشک و اقلام پزشکی موردنیاز و ... بستری شده و در غیر این صورت به بیمارستان‌های سایر شهرستان‌ها و یا استان‌های معین منتقل می‌شوند.

طبق بخشنامه وزارت بهداشت و درمان درصد تخت فعال به تخت ثابت در بیمارستان‌های کشور حداکثر ۸۰ درصد (وضعیت مطلوب) طراحی می‌گردد. بر اساس آمارهای موجود ۲۰ درصد تخت‌های معمولی بستری در بیمارستان‌های دولتی و بخش خصوصی شهر اردبیل تعداد ۲۵۰ تخت می‌باشد و بر اساس برآورد میزان خسارات و تلفات در اثر زلزله با شدت ۸ مرکالی تعداد مصدومان نیاز به بستری سی و پنج درصد کل مصدومان یعنی ۲۴۵ نفر پیش‌بینی شده است. لذا کلیه مصدومان نیاز به بستری بدون نیاز به اعزام در تخت‌های خالی بیمارستان‌های شهر اردبیل بستری شده‌اند.

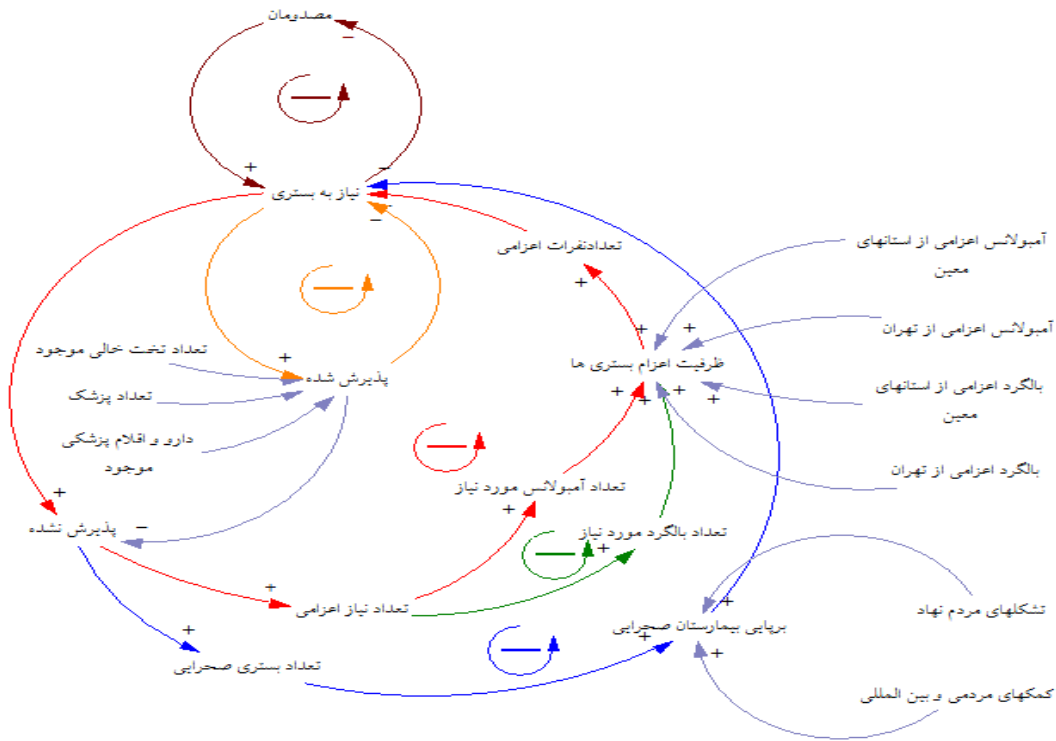
بیمارستان‌های سایر شهرستان‌ها و یا استان‌های معین منتقل می‌شوند. انتقال مصدومان نیز می‌تواند از طریق آمبولانس یا بالگردهای امدادی باشد که بسته به تعداد مصدومان و آمبولانس و بالگرد موجود و ... نسبت به انتقال آن‌ها اقدام می‌شود. کلیه مراحل موصوف برای سایر پارامترها و رخدادهای پس از وقوع زلزله نیز به صورت تشریحی نوشته شده و یک فرضیه دینامیکی برای زلزله آماده می‌شود.

#### ۴-۲-۲- تعریف متغیرهای کلیدی و مفاهیم اصلی سیستم

پس از بررسی‌های صورت گرفته بر روی مدل تشریحی ۲۱ مورد متغیر حالت، ۳۴ متغیر نرخ و بالغ بر ۴۰ متغیر ثابت یا کمکی استخراج و در مدل مورد استفاده قرار گرفت. متغیرهای حالت عبارت‌اند از: تعداد مصدومان، مصدومان نیاز به مراقبت‌های ویژه، انبارهای اقماری و مرکزی و ... متغیرهای نرخ عبارت‌اند از: میزان ارسال اقلام ۲۲ گانه از انبارهای اقماری به سایت‌ها، میزان انتقال مصدومان به بیمارستان جهت بستری شدن و ... متغیرهای ثابت و کمکی عبارت‌اند از: الگوی رفتاری مردم، تعداد آمبولانس‌های موجود در شهر و ....

#### ۴-۲-۳- محدوده زمانی مورد مطالعه

با عنایت به اینکه مدل مورد بحث در این تحقیق به منظور بازگشت به حالت تعادل پس از وقوع زلزله در مدت ۳۰ روز می‌باشد محدوده زمانی برای این مدل ۳۰ روز پس از وقوع زلزله تعریف گردید.

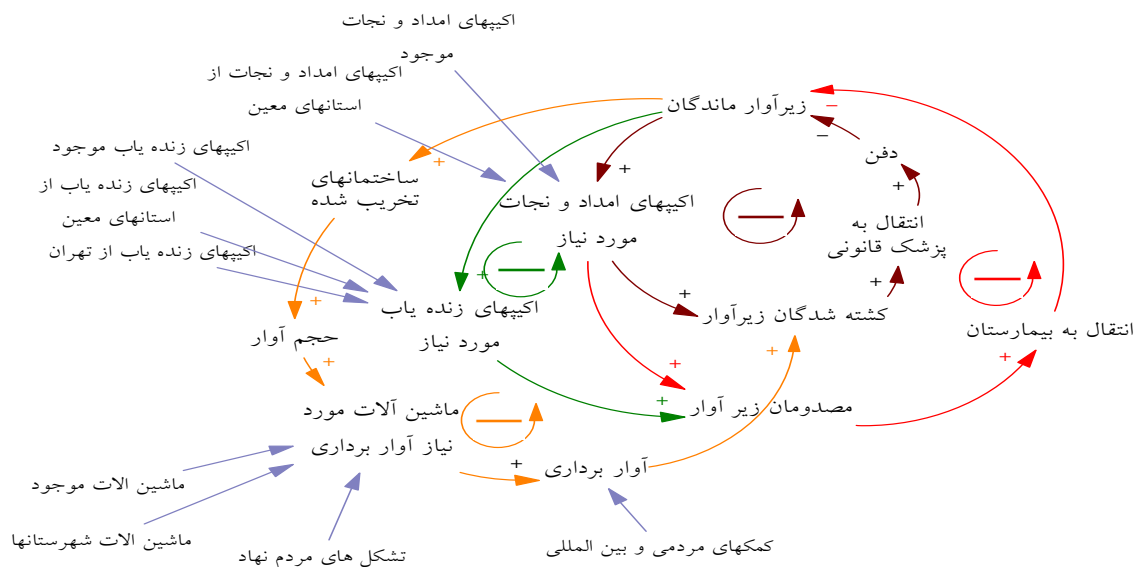


شکل ۳. حلقه مصدومان نیاز به بستری و انتقال

ب- حلقه زیر آوارماندگان و آواربرداری

نفر از طریق حلقه مصدومان و تعداد ۱۰۰ نفر از طریق حلقه کشته شدگان مراحل امداد و نجات را طی می کنند.

بر اساس برآورد میزان خسارات و تلفات در اثر زلزله با شدت ۸ مرکالی در شهر اردبیل تعداد ۴۰۰ نفر زیر آوار مانده پیش بینی شده که توسط اکیپ های جستجو و نجات، زنده یاب و لکه گیری از زیر آوار خارج می شوند از این آمار تعداد ۳۰۰

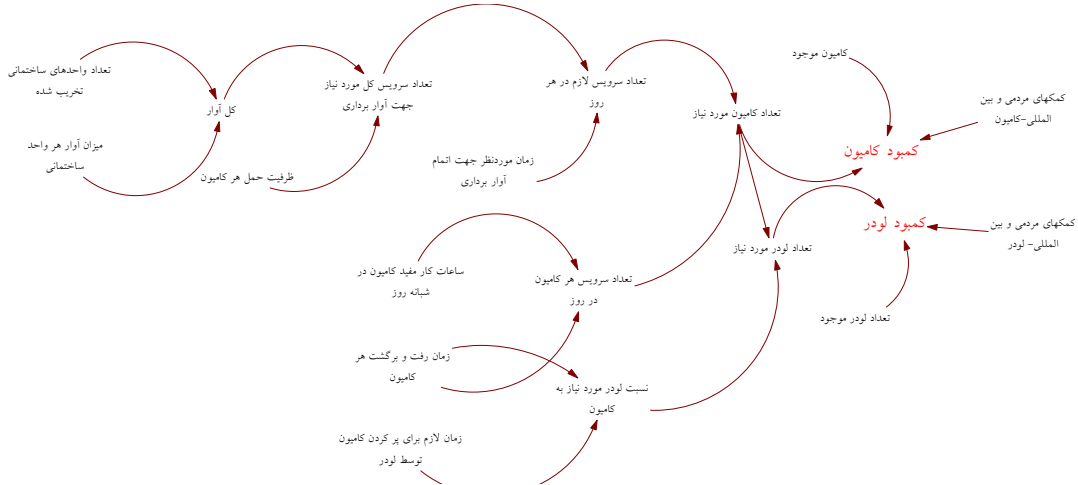


شکل ۴. حلقه زیر آوارماندگان و آواربرداری

ج- حلقه‌های آواربرداری

بر اساس گزارش‌های موجود میزان واحدهای مسکونی تخریب شده ۵۴۰ واحد می‌باشد. با برآورد حجم آوار برای هر واحد به میزان ۲۴۰ مترمکعب کل آوار به میزان ۱۲۹۶۰۰ مترمکعب محاسبه می‌گردد. با فرض ظرفیت حمل هر کامیون به میزان ۴ مترمکعب و با فرض ۳۰ روز مدت‌زمان موردنیاز

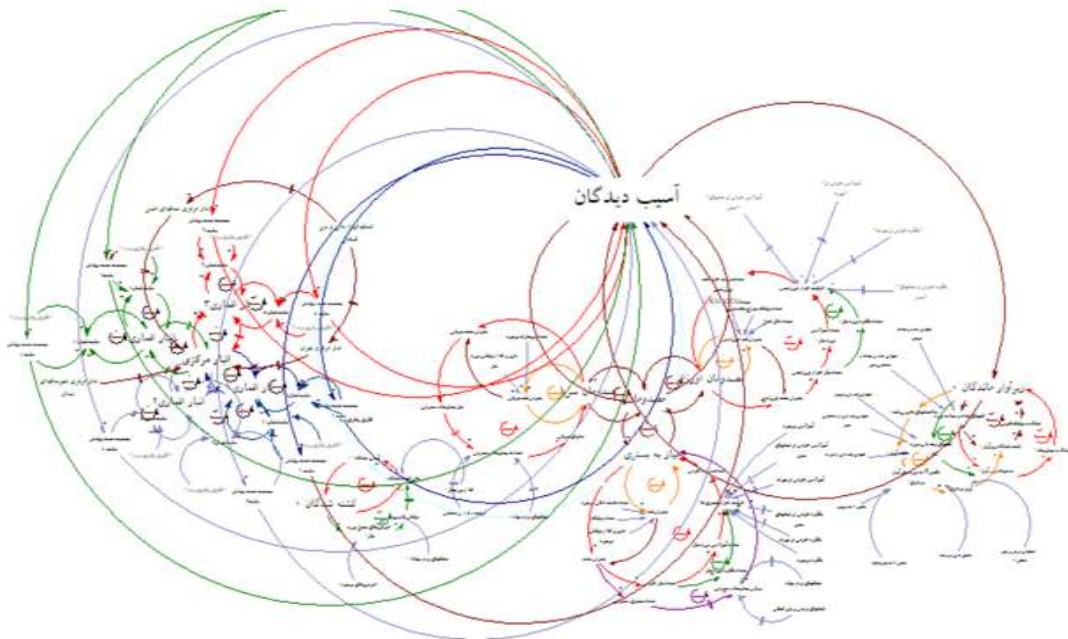
برای اتمام عملیات آواربرداری و بازگشت به حالت اولیه، با محاسبه صورت گرفته تعداد کامیون موردنیاز جهت آواربرداری ۱۰۸ کامیون و تعداد لودر موردنیاز ۸ دستگاه برآورد گردید. با توجه به میزان کامیون و لودر موجود در منطقه، کمیود دستگاه‌های آواربرداری نیز محاسبه می‌گردد.



شکل ۵. حلقه‌های آواربرداری

د- تشکیل نمودار علی مدل

با اتصال هشت حلقه تشکیل شده که ۳ نمونه از آن‌ها را در بالا توضیح دادیم. نمودار علی مدل به صورت شکل ۶ به دست می‌آید.



شکل ۶. نمودار علی مدل

### ۳-۴- شبیه‌سازی مدل

نمونه‌ای از معادلات و فرموله‌های نوشته‌شده برای متغیرها به شرح ذیل ذکر می‌گردد:

#### ۳-۴-۱- فرموله کردن مدل شبیه‌سازی شده

پس از تهیه و پیاده‌سازی نمودارهای علت و معلولی در نرم‌افزار ونسیم معادلات و فرموله‌های مربوط به هرکدام از متغیرها در مدل نوشته شد.

سایت ۸ =

جمعیت تحت پوشش سایت ۸ × الگوی رفتاری مردم سایت ۸، Time <= 2, IF THEN ELSE  
جمعیت تحت پوشش سایت ۸ × الگوی رفتاری مردم سایت ۸، Time >= 3:AND:Time <= 4, .IF THEN ELSE  
,IF THEN ELSE(Time >= 4, 0, 0)))

اول، ۷۲ ساعت و یک نوبت پس از ۷۲ ساعت شامل ارقام یک‌ماهه می‌باشد.

ارقام موردنیاز جهت توزیع در سایت شماره ۸ مساوی است با جمعیت تحت پوشش سایت ۸ ضرب در الگوی رفتاری مردم آن محدوده. این توزیع ارقام در سه مرحله زمانی ۲۴ ساعت

تعداد لودر موردنیاز - (تعداد لودر موجود) INTEGER کمبود لودر =

+ "کمک‌های مردمی و بین‌المللی - لودر" (

مراکز درمانی بخش غیردولتی (تعداد تخت کل ۴۳۹، تعداد اتاق عمل ۱۲، تعداد تخت ویژه ۲۶)  
مراکز درمانی موجود شهر اردبیل (تعداد تخت کل ۱۲۳۷، تعداد اتاق عمل ۴۳، تعداد تخت ویژه ۹۴)

کمبود لودر مساوی است با تعداد لودرهای موردنیاز منهای تعداد لودرهای موجود منهای تعداد لودرهای کمک شده توسط مردم و یا نهادهای بین‌المللی

طبق استاندارد وزارت بهداشت ندرمان ۲۰ درصد ظرفیت مراکز درمانی که در وضعیت بحران قابل برنامه‌ریزی می‌باشد (تعداد تخت کل ۲۴۷، تعداد اتاق عمل ۸، تعداد تخت ویژه ۱۸)

#### ۳-۴-۲- تعیین مقادیر اولیه متغیرها

در این مرحله مقادیر اولیه متغیرها به‌عنوان مثال متغیرهای کمکی مانند تعداد آمبولانس‌های موجود در شهر، الگوی رفتاری مردم، تعداد تخت‌های خالی موجود در بیمارستان‌های شهر و ... تعیین و در مدل استفاده می‌گردد. امکانات مورد استفاده در مدل عبارت‌اند از:

#### ج- ظرفیت آمبولانس و بالگرد امدادی

آمبولانس مراکز درمانی بخش دولتی تعداد ۳۰ دستگاه  
آمبولانس مراکز درمانی بخش غیردولتی تعداد ۷ دستگاه  
آمبولانس جمعیت هلال‌احمر تعداد ۸ دستگاه و یک فروند بالگرد امدادی

#### الف- ارقام ۲۲ گانه امدادی

طبق استاندارد جمعیت هلال‌احمر ارقام ۲۲ گانه امدادی برای مدت یک ماه به مقدار پوشش ۲ درصد جمعیت هر شهر در انبار مرکزی هلال‌احمر ذخیره‌سازی می‌گردد که در انبار مرکزی هلال‌احمر شهر اردبیل هم ارقام ۲۲ گانه امداد به مدت یک ماه برای تعداد ۲۵۰۰ خانوار با تعداد ۹۰۰۰ نفر جمعیت ذخیره‌سازی شده است که با اعلام وضعیت بحران می‌توان از این ارقام در عملیات امداد و نجات استفاده نمود.

#### د- امکانات لازم برای آواربرداری (ماشین‌آلات سنگین)

میزان نخاله ساختمانی به‌صورت میانگین برای یک ساختمان با زیربنای ۱۲۰ متری ۲۵۰ مترمکعب برآورد شده است، ظرفیت هر کامیون حمل نخاله ساختمانی ۴ مترمکعب، زمان بارگیری، حمل و تخلیه هر سرویس کامیون حمل نخاله ساختمانی ۹۰ دقیقه، زمان بارگیری هر کامیون توسط لودر یا بیل مکانیکی ۲۰ دقیقه

#### ب- ظرفیت مراکز درمانی

تعداد میانگین کامیون مورد نیاز در سی روز ۱۰۰ دستگاه  
تعداد میانگین بیل مکانیکی موردنیاز در سی روز ۲۰ دستگاه

مراکز درمانی بخش دولتی (تعداد تخت کل ۷۹۸، تعداد اتاق عمل ۳۱، تعداد تخت ویژه ۶۸)

گردید. شکل ۷ نمای کلی مدل ریاضی تهیه شده را نشان می‌دهد. در این مرحله مدل را اجرا (Run) کرده و نتایج حاصله برای هر متغیر را با رفتار و مقادیر واقعی پیش‌بینی شده برای آن متغیر مطابقت می‌دهیم. در صورت مغایرت احتمالی، روابط بین متغیرها و یا معادله آن متغیر مورد بازبینی قرار می‌گیرد.

تعداد میانگین لودر مورد نیاز در سی روز ۱۰ دستگاه

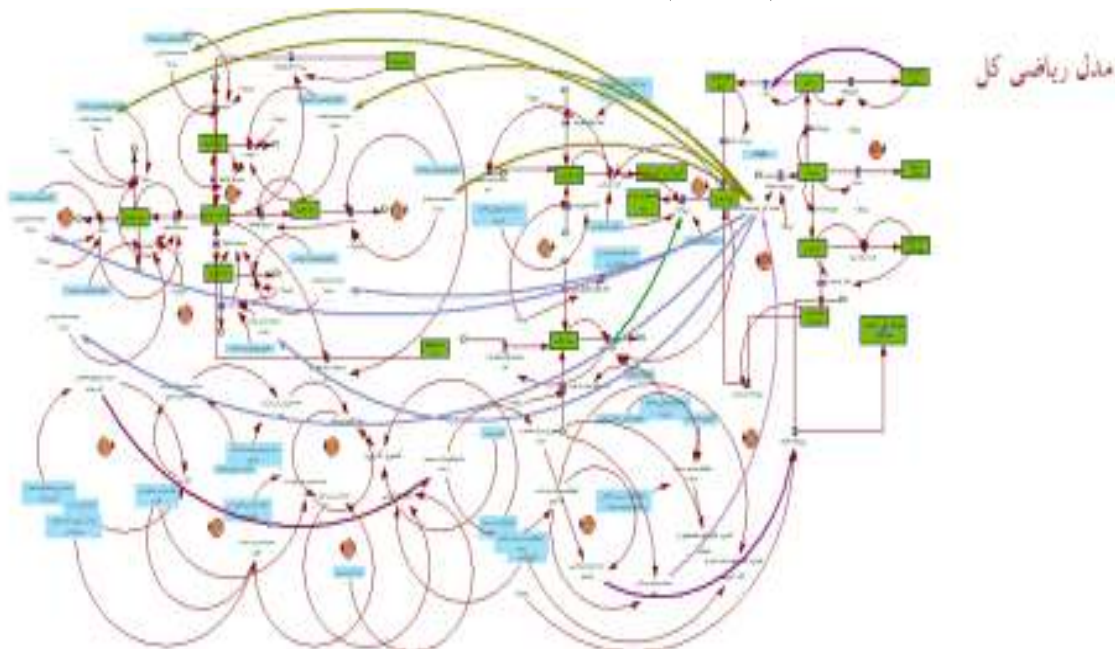
ر- تعداد اکیپ‌های امداد و نجات و ترکیبات

تعداد تیم‌های امداد و نجات ۱۶۲۰ نفر

تعداد تیم‌های زنده یاب ۵ اکیپ

#### ۴-۴- تست تطابق مدل و رفتار واقعی سیستم

پس از ورود معادلات و روابط بین متغیرها، همچنین مقادیر اولیه متغیرها مدل ریاضی کل در نرم‌افزار ونسیم آماده اجرا



شکل ۷. نمای کلی مدل ریاضی

#### ۴-۵- تحلیل حساسیت مدل در برابر رفتارهای مختلف

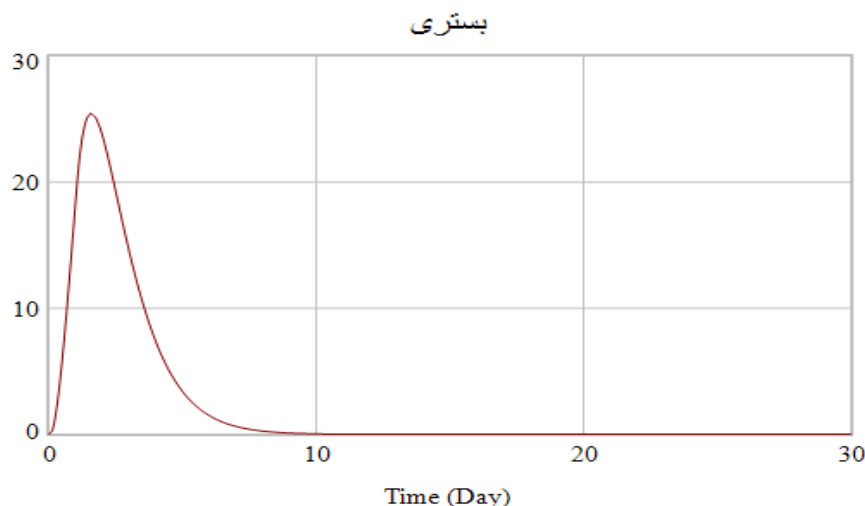
متغیرها جواب منطقی و مورد انتظار را پیش‌بینی نکند، مجدداً روابط بین متغیرها و یا معادلات هر یک از متغیرها، همچنین مقادیر اولیه تخمین زده شده مورد بازبینی مجدد قرار می‌گیرد. این مرحله تا زمانی که مدل برای تمامی شرایط محتمل جواب منطقی و قابل استنادی ارائه دهد ادامه پیدا می‌کند.

نمود. از متغیرهای حالت نیز که در شکل ۶ به رنگ سبز مشخص می‌باشند می‌توان به تعداد مصدومان، تعداد انبارهای اقماری و ... اشاره کرد. همان‌گونه که در بالا ذکر شد تغییرات متغیرهای حالت به صورت گرافیکی در نرم‌افزار ونسیم قابل مشاهده می‌باشد. به عنوان نمونه تغییرات تعداد مصدومان

در این مرحله تحلیل حساسیت مدل در برابر رفتارهای مختلف از جمله شرایط حدی با تغییر در مقادیر اولیه متغیرها و ... صورت می‌گیرد تا اطمینان حاصل کنیم آیا مدل برای تمامی شرایط و رفتارهای مختلف پاسخ مناسب را می‌دهد یا خیر. در صورتی که مدل برای شرایط حدی و یا رفتار مختلف یکی از با ورود مقادیر متغیرهای ثابت در مدل ریاضی نحوه تغییر در متغیرهای حالت و متغیرهای نرخ به شکل گرافیکی، همچنین جدول داده‌ای به دست آمد. به عنوان نمونه از متغیرهای ثابت می‌توان به تعداد تخت‌های خالی موجود در بیمارستان‌های شهرستان، تعداد آمبولانس‌ها و بالگردهای موجود و ... اشاره

نرخ به شکل ۸ همچنین به صورت جدول داده‌ای در نرم‌افزار ونسیم قابل مشاهده می‌باشد.

نیاز به بستری شدن در بیمارستان پس از مدل‌سازی به صورت شکل ۸ می‌باشد. تغییرات تمامی متغیرهای حالت و متغیرهای



شکل ۸ نمودار تعداد مصدومان نیاز به بستری

#### ۵- بحث

توجه به توانایی‌ها و امکانات خود هرکدام بدون اختلال و هرج و مرج بخشی از نیازهای لجستیکی مناطق آسیب‌دیده را تأمین می‌کنند. ولی به منظور اولویت‌بندی فعالیت‌های قابل انجام و نقش بازیگران اصلی در بخش لجستیک امدادی می‌بایستی یک سیستم قوی اجرایی در تمام سطوح ستادی و صنفی در مدیریت بحران طراحی گردد تا سریعاً وارد عمل شده در محورهای مختلف بازگشت به وضعیت تعادل از جمله تخلیه بازماندگان و اسکان اضطراری، توزیع (مواد غذایی، آب، دارو و...)، بهداشت و درمان، توزیع اقلام ۲۲ گانه و تدارکات، جابجایی (مصدومین، افراد سالم، کشته‌شدگان)، پایداری خدمات زیربنایی اقدام نمایند. مدیریت لجستیک امدادی از دو جزء اساسی مدیریتی و عملیاتی تشکیل شده و مسئولیت طراحی، برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری، تدوین روش‌های انجام کار، هماهنگی، نظارت و ارزیابی امور را بر عهده دارد تا ارتباط و تعادل در بین سطوح لجستیک را با تأمین منابع از یک سو و توزیع در واحدهای مصرف‌کننده از سوی دیگر در اختیار نیازمندان به خدمات لجستیک امدادی قرار دهد.

به حداقل سازی تقاضای پاسخ داده نشده و حداقل سازی زمان انتظار دریافت امداد، به عنوان دو عامل مهم در افزایش رضایتمندی آسیب‌دیدگان، توجه کرده‌اند. از طرفی حداکثر

هدف تحقیق حاضر ارائه مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله بر اساس سیاست‌های اقتصاد مقاومتی است. برای حل یک مساله از طریق پویایی‌شناسی سیستم ابتدا باید رفتار نامطلوب و عوامل به وجود آورنده و یا تأثیرگذار بر آن شناسایی و نحوه‌ی تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر و بر کل سیستم مشخص شود. در بین عوامل مؤثر در برگشت‌پذیری، لجستیک امدادی به عنوان ستون فقرات تمامی عملیات امدادی و کمک‌رسانی و به عنوان یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌هایی عملیات امدادرسانی بوده و تقریباً ۸۰ درصد حجم کل فعالیت‌های مدیریت بحران را شامل می‌شود و اگر از یک سیستم منسجم و علمی برخوردار باشد می‌تواند تا حدود زیادی با کاهش خسارات و هزینه‌های ناشی از آن به موفقیت در مدیریت بحران کمک نماید. به همین جهت قبل از ورود به حل مساله ابعاد مختلف لجستیک امدادی را شناسایی و مورد تحلیل و بررسی قرار داده‌ایم. برنامه‌ریزی در مدیریت بحران بدون توجه به بخش لجستیک بی‌معنی است. چنین برنامه‌ای دارای ضعف‌های عمده‌ای در کمک‌رسانی، تخلیه مجروحین، آواربرداری و سایر ارکان مدیریت بحران خواهد بود. با بروز بحران سازمان‌های دولتی، خصوصی، دفاعی، بین‌المللی و مردمی با سیستم و روش‌های خاص ارائه خدمات لجستیکی با



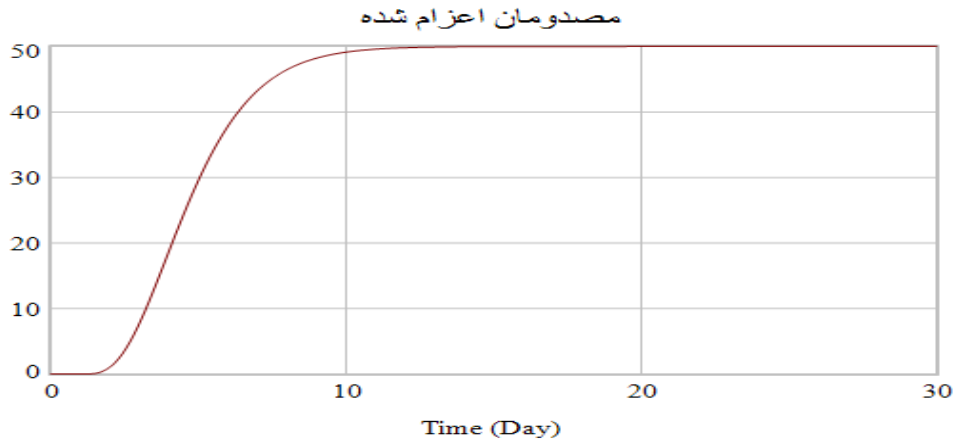
و فنی هوشمندانه و دقت در تخصیص منابع و استفاده از تمام ظرفیت‌ها، با توزیع عادلانه و هدفمند منابع به‌عنوان مولفه‌های اقتصاد مقاومتی بر روی مدیریت دانش محور تاکید دارد.

پس از مدل‌سازی به‌منظور بررسی مدل، نحوه تغییرات در پارامترها و متغیرهای موجود، میزان کمبود در هر یک از متغیرها، نحوه تامین این کمبود می‌بایست نمودار گرافیکی کلیه متغیرها به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه بررسی کلیه پارامترها و متغیرهای مدل از حوصله این بحث خارج می‌باشد به‌عنوان نمونه به بررسی تعداد مصدومان اعزام‌شده، آمبولانس‌های اعزامی، تعداد کامیون‌های موردنیاز، تعداد لودرهای موردنیاز، کمبود کامیون و لودر، تعداد مصدومان و کشته‌شدگان زیر آوار مانده می‌پردازیم. تعداد مصدومان اعزام‌شده توسط آمبولانس‌ها و بالگردهای موجود به‌راحتی از شکل ۹ قابل استخراج می‌باشد.

سازی رضایتمندی آسیب‌دیدگان در کل شبکه امداد رسانی، به حداکثر سازی عدالت در توزیع امداد منجر خواهد شد [کانیا و همکاران، ۲۰۰۴].

در مدل پیشنهادی خود به شرایط تغییر دسترسی در شبکه حمل‌ونقل امداد پس از حادثه و همچنین عدم قطعیت در تقاضا و هزینه‌های امداد رسانی توجه کرده‌اند [روالس و ترینکوئیست، ۲۰۱۰].

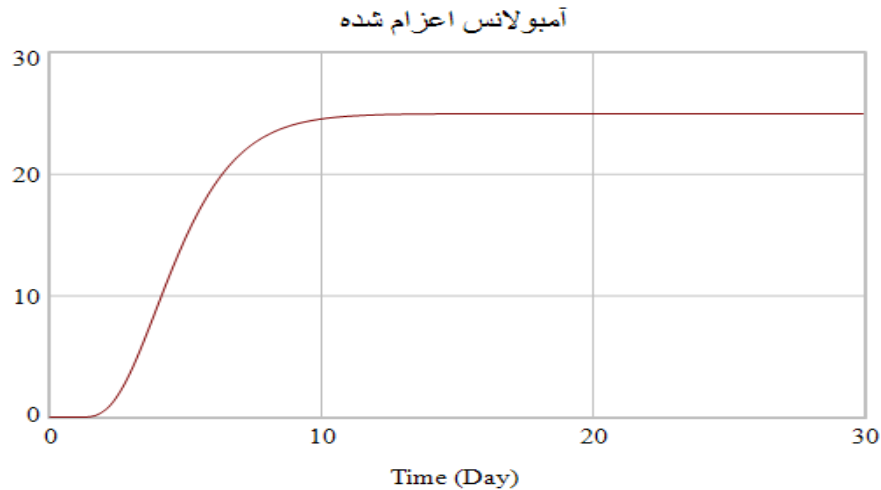
موضوع لجستیک امدادی پس از بروز زلزله موضوعی گسترده و پیچیده است که با توجه به حجم اتفاق وقوع پیوسته، معمولاً با ناهماهنگی‌ها و البته کمبود امکانات و امکان امداد و هدایت همراه است. در این شرایط ضروری است تا با تعریف امکانات مختلف، سطح و حجم نیازمندی‌ها در هر بخش به حداقل ممکن کاهش یابد. مدل طراحی‌شده با تعریف سطوح و امکان‌پذیری امداد، شرایط را برای هرکدام از گروه‌های نیازمند متناسب با نوع نیاز آن‌ها فراهم می‌آورد؛ و با برنامه‌ریزی علمی



شکل ۹. نمودار تغییرات مصدومان اعزام‌شده به بیمارستان‌های استان معین

تعداد مصدومان نیاز به اعزام در هر بازه زمانی، از ظرفیت بالگرد کمتر باشد مصدومان توسط آمبولانس اعزام‌شده و نیازی به اعزام بالگرد نباشد. به همین دلیل با توجه به اینکه در هیچ روزی تعداد مصدومان نیاز به اعزام بیشتر از ظرفیت بالگرد نبوده لذا کلیه مصدومان توسط آمبولانس‌های موجود منتقل می‌شوند. در شکل ۱۰ تعداد آمبولانس‌های اعزام‌شده مشاهده می‌گردد.

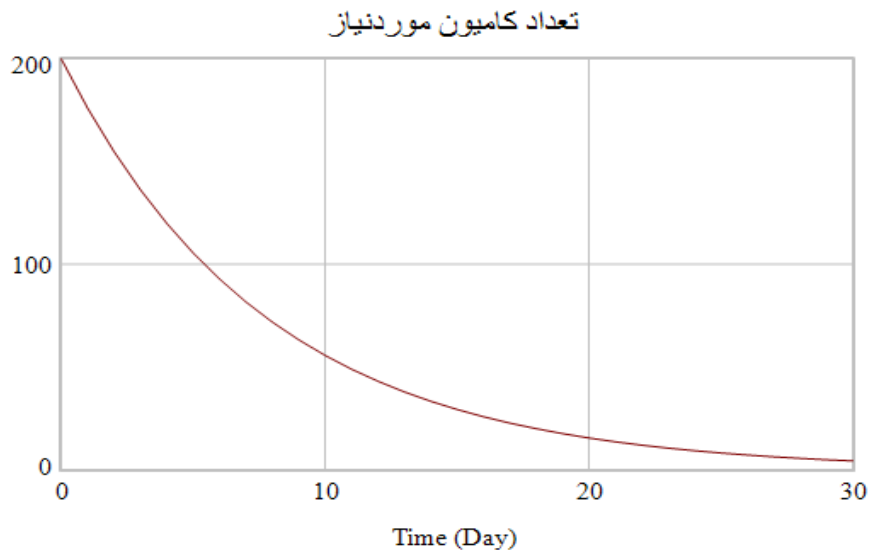
همان‌گونه که در شکل فوق مشاهده می‌شود مصدومانی که نیاز به اعزام به بیمارستان‌های استان‌های معین را دارند ۵۰ نفر می‌باشند. این مصدومان یا باید به‌وسیله آمبولانس یا بالگردهای امدادی اعزام گردند. با توجه به گستره زمانی مصدومان و تعداد آمبولانس‌های موجود در استان، کلیه مصدومان با آمبولانس منتقل می‌گردند. لازم به ذکر است در برنامه‌ریزی و فرمول نویسی مدل، به نحوی مدل‌سازی شده که تا زمانی که



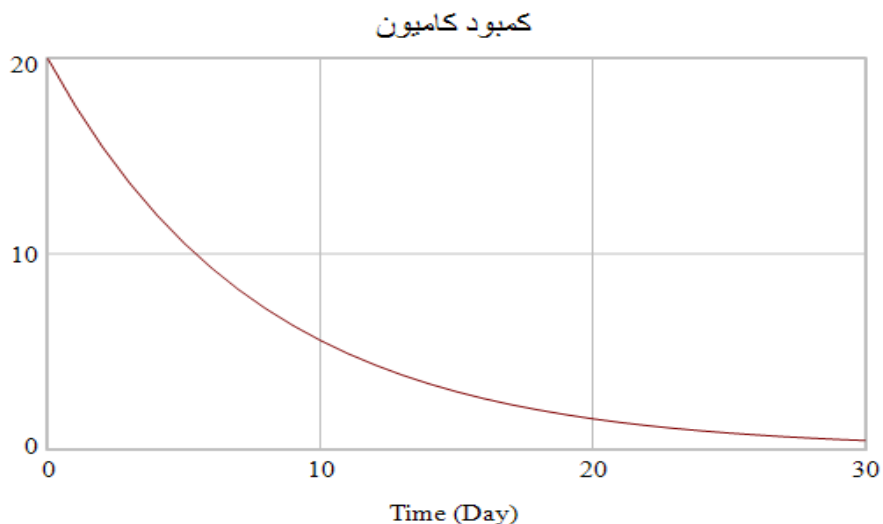
شکل ۱۰. نمودار تعداد آمبولانس‌های اعزام شده جهت جابجایی مصدومان به استان‌های معین

زمان رفت و برگشت برای تخلیه و بسیاری پارامترهای دیگر توسط مدل محاسبه می‌گردد. با توجه به تعداد کامیون‌های موجود و کامیون‌های مورد نیاز جهت آواربرداری، کمبود کامیون محاسبه و توسط پارامتری در مدل نمایش داده می‌شود. تعداد کمبود کامیون را در شکل ۱۲ ارائه می‌نماییم.

همچنین تعداد کامیون مورد نیاز در مدت سی روز عملیات برنامه‌ریزی شده آواربرداری در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود. همان‌گونه که قابل استنتاج است بصورت میانگین تعداد ۱۰۸ کامیون جهت انجام عملیات آواربرداری در ۳۰ روز مورد نیاز می‌باشد. تعداد کامیون‌های مورد نیاز بر اساس محاسبات دقیق صورت گرفته بر روی تعداد واحدهای ساختمانی تخریب شده، ظرفیت حمل هر کامیون، میزان آوار هر واحد ساختمانی تخریب شده، ساعت کار مفید هر کامیون در شبانه‌روز، متوسط



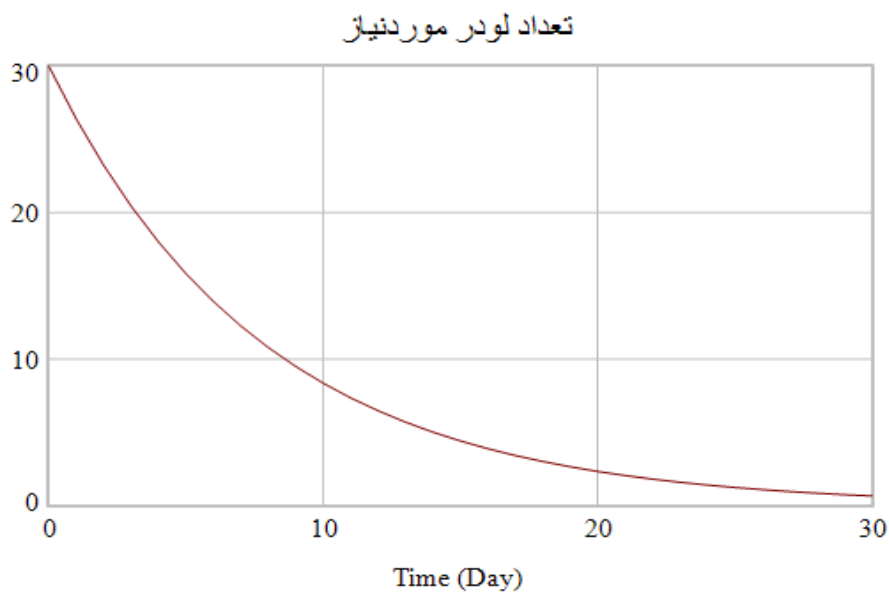
شکل ۱۱. نمودار تعداد کامیون مورد نیاز جهت آواربرداری در طول ۳۰ روز پس از وقوع زلزله



شکل ۱۲. نمودار تعداد کمبود کامیون جهت انجام عملیات آواربرداری

تعیین تعداد لودر موردنیاز و کمبود لودر صورت می‌گیرد که به دلیل تشابه محاسبات و روند کار از توضیحات بیشتر اجتناب کرده و صرفاً نمودار مربوط در شکل ۱۳ ارائه می‌شود.

همان‌گونه که در شکل فوق به راحتی قابل مشاهده می‌باشد کمبود کامیون جهت انجام عملیات آواربرداری ۸ دستگاه می‌باشد. مشابه محاسبات انجام گرفته جهت تعیین تعداد کامیون موردنیاز جهت انجام عملیات آواربرداری، محاسباتی جهت

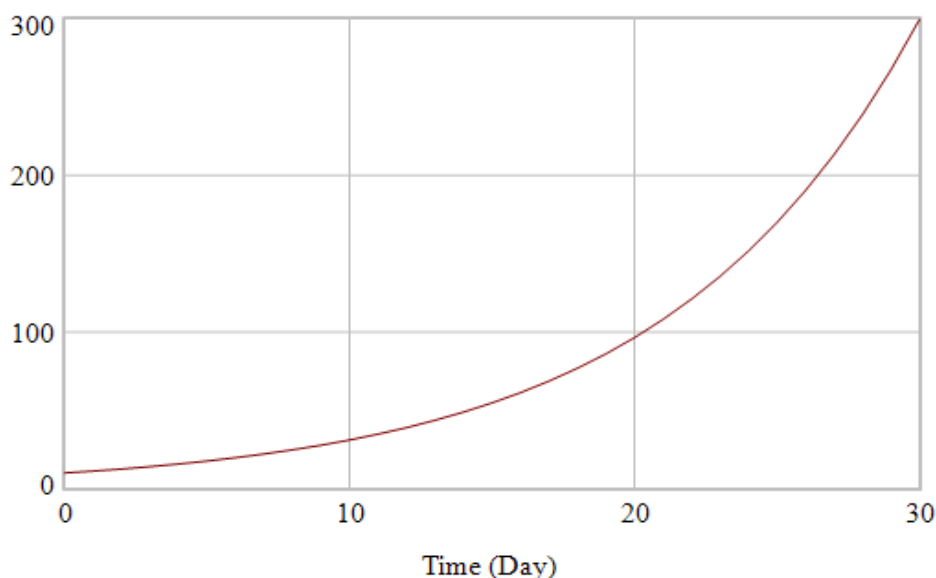


شکل ۱۳. نمودار تعداد لودر موردنیاز جهت انجام عملیات آواربرداری

۳۰۰ نفر و تعداد کشته‌شدگان زیر آوار مانده ۱۰۰ نفر می‌باشند که در شکل ۱۴ تعداد مصدومان زیر آوار مانده نشان داده می‌شود مشاهده می‌گردد.

تعداد مصدومان و کشته‌شدگان زیر آوار مانده نیز توسط متغیرهای جداگانه‌ای در مدل محاسبه و نمایش داده می‌شود. بر اساس محاسبات صورت گرفته تعداد مصدومان زیر آوارمانده

## تعداد مصدومان زیر آوار مانده



شکل ۱۴. نمودار تعداد مصدومان زیر آوار مانده

## ۶- نتیجه گیری

مختلف زلزله با آسیب‌های متفاوت، همچنین تغییر در امکانات موجود در حوزه حمل‌ونقل و لجستیک امدادی مورد استفاده قرار داد. همچنین در سناریوهای مختلف میزان کمبودها و نحوه تأمین این کمبودها را می‌توان مورد بررسی قرار داده تا آمادگی لازم برای مقابله با زلزله‌های با شدت‌های زیاد در شهر اردبیل فراهم آید. بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد در خصوص حمل‌ونقل امداد رسانی وجود یک بالگرد در سطح استان جهت اعزام مصدومان اورژانسی که می‌بایست در اسرع وقت به سایر شهرستان‌ها یا استان‌ها منتقل گردند کافی نبوده و در صورت وقوع زلزله با شدت زیاد می‌تواند موجب افزایش تعداد کشته‌شدگان و عواقب بعدی گردد. همچنین موضوع مورد بحث دیگر که پس از اجرای مدل و بررسی پارامترها، قابل اشاره می‌باشد بحث انبارهای اقماری موجود در شهر اردبیل، مکان استقرار و برنامه حمل‌ونقل امدادی آن‌ها و میزان ذخیره اقلام ۲۲ گانه در هر یک از انبارها می‌باشد که ضروری است مسئولان ذی‌ربط نسبت به مکان‌یابی و استقرار این انبارها بر اساس استانداردهای بین‌المللی، در سریع‌ترین زمان ممکن اقدام نمایند. یکی از مهم‌ترین کمبودها و نقاط ضعف در بحث لجستیک امدادی در شهر اردبیل کمبود فضای درمانی و تخت‌های بیمارستانی و تعداد دفعات سفر در امداد رسانی به آسیب دیدگان می‌باشد. همان‌گونه که در بررسی‌های صورت

در این تحقیق از روش پویایی‌شناسی سیستم به منظور ارائه مدل لجستیک امدادی در مقابل زلزله استفاده شده است. به همین منظور پس از بررسی میزان خسارات و تلفات وارده بر اثر زلزله با شدت ۸ مرکالی در شهر اردبیل با تمرکز روی عوامل کلیدی موفقیت در مدیریت لجستیک امدادی و اولویت‌بندی آن‌ها به منظور تخصیص بهینه منابع، با شناسایی ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های بومی و محلی بر اساس مولفه‌های اقتصاد مقاومتی و پارامترهای کمی، نظیر به نظیر در مقابل تهدیدها نمودار حلقه‌های علی را تشکیل داده و برای فرموله کردن مدل، توابع ریاضی هر متغیر را در نرم‌افزار ونسیم وارد نموده‌ایم. مدل ارائه شده با بررسی تمامی متغیرهای موجود و با توجه به شدت زلزله فرضی، به ما جواب می‌دهد: اگر مدیریت لجستیک امدادی از یک سیستم منسجم و علمی برخوردار باشد می‌تواند با انتخاب ترتیب انجام کارها و همین‌طور افراد و سازمان‌هایی که کار را انجام می‌دهند، با بهره‌گیری از امکانات موجود منطقه و با اندکی امداد از استان‌های معین و سایر شهرستان‌های استان تا حدود زیادی با کاهش خسارات و هزینه‌های ناشی از آن به موفقیت در مدیریت بحران کمک نموده و پس از ۳۰ روز بازگشت به وضعیت ثابت و تعادل را قابل دسترس سازد.

از آنجائی که مدل طراحی شده با نرم‌افزار ونسیم برای این پدیده کاملاً پویا می‌باشد این مدل را می‌توان برای شدت‌های

- رجائیان، م. م.، (۱۳۸۸)، "شبیه سازی سیستم های پویا با نرم افزار (وین سیم)"، مشهد، انتشارات فریاز.

-زارع مهرجردی، ی.، و تیموری، ش.، (۱۳۹۵)، "کاربردهای پویایی های سیستم در صنایع"، تهران، انتشارات مهرجرد.

-فقیه، ن.الف.، (۱۳۸۳)، "سیستم های پویا اصول و تعیین هویت"، تهران، انتشارات سمت.

- قبادی، ش.، (۱۳۸۵)، "سیستم دینامیک (کاربردی از تفکر سیستمی)"، تهران، سازمان مدیریت صنعتی.

-Akkihal, A., (2006), "inventory Pre-positioning for Humanitarian Operations", Thesis for Degree of Master of Engineering. In Logistics, MIT CTL.

-Powell, J.H., Mustafee, N., Chen, A., Hammond M., (2016), "System-focused risk identification and assessment for disaster preparedness: Dynamic threat analysis", Vol. 254, No. 2, PP. 550-564.

-Johnson, C., Lizarralde, G., Davidson, C.H., (2006), "A systems view of temporary housing projects in post disaster reconstruction", Construction Management and Economics, Vol. 24, No. 4, PP. 367-378.

-Sheu J.B., (2010), "Dynamic relief-demand management for emergency logistics operations under large-scale disasters", Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol. 46, No. 1, PP. 1-17.

-Sheu J.B., (2007), "an emergency logistics distribution approach for quick response to urgent relief demand in disasters. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, vol. 43, No. 6, PP. 687-709.

-Berkoune, D., Renaud, J., Rekik, M., Ruiz, A., (2012), "Transportation in disaster response operations", Socio-Economic Planning Sciences, Vol. 46, No. 1, PP. 23-32.

گرفته نشان داده شد (شکل ۱) در صورت بروز زلزله با شدت ۸ مرکالی نیاز به اعزام ۵۰ نفر به بیمارستان های استان های معین می باشد. به راحتی قابل استنباط است که در صورت بروز زلزله با شدت های بیشتر کلیه مصدومان می بایست به بیمارستان های استان های معین یا سایر استان ها و مراکز درمانی منتقل گردند که این امر موجب بروز مشکلات عدیده ای در اعزام و درمان این مصدومان و خانواده های آن ها و تبعات ناشی از اعزام به لحاظ ترافیک ایجاد شده در جاده ها، تعداد دفعات سفر، تطویل زمان امداد رسانی، بحث های روحی و روانی مصدومان و خانواده ها، مشکلات برنامه ریزی حمل و نقل (کمبود آمبولانس و بالگردهای امدادی) و غیره را به همراه خواهد داشت. لذا افزایش فضا های درمانی مرکز استان و افزایش تخت های بیمارستانی و توزیع مکانی این مراکز برای کاهش تعداد دفعات سفر و زمان امداد رسانی از اولویت های بحث لجستیک امدادی در شهر اردبیل بوده که ضروری است در اسرع وقت نسبت به تامین کمبود های موجود توسط دستگاه های ذی ربط اقدام گردد. پیشنهاد می شود پژوهشگران در آینده می توانند برای شدت های مختلف زلزله با آسیب های متفاوت، همچنین تغییر در امکانات موجود در سناریو های مختلف میزان کمبود ها و نحوه تامین این کمبود ها را مورد بررسی قرار داده تا آمادگی لازم برای مدیریت لجستیک امدادی در مقابله با زلزله های با شدت های زیاد فراهم آید. بدون تردید اطلاعات از مهم ترین ابزار های تحلیل کارشناسی بوده و به هنگام بودن آن به صورت مستقیم در کیفیت و دقت تحلیل های مهندسی مؤثر خواهد بود و آمار و اطلاعات بروز به عنوان مهم ترین ابزار برنامه ریزی برای آینده و ارزیابی عملکرد گذشته یکی از عوامل اصلی تصمیم گیری در مدیریت لجستیک امدادی بوده و از اهمیت ویژه ای برخوردار است متأسفانه علیرغم تلاش های گسترده انجام گرفته یکی از موانع اصلی تحقیقات گسترده در این حوزه، مشکل عدم دسترسی به آمار مستند و بروز شده و تحلیل عملکرد گذشته از مراجع ذیصلاح می باشد.

## ۷- مراجع

-احمدی، م.، و سیفی، ع.، و قرهی، علیرضا (۱۳۹۲)، "مدل لجستیک امداد رسانی برای کاهش تلفات پس از زلزله در ابعاد بسیار بزرگ و واقعی". دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۴، ص. ۶۴-۵۱.

factors in emergency management", *Applied Soft Computing*, Vol. 22, PP. 504-510.

-Caunhye, A.M., Nie, X., and Pokharel, S., (2014), "Optimization models in emergency logistics: A literature review", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 46, No. 1, pp. 4-13.

-Rawls, C.G., Turnquist, M.A., (2010), "Pre-positioning of emergency supplies for disaster response", *Transportation research part B: Methodological*, Vol. 44, No. 4, pp. 521-534.

-Ertugay, K., Argyroudis, S., Duzgun, S., (2016), "Accessibility modeling in earthquake case considering road closure probabilities: a case study of health and shelter service accessibility in Thessaloniki, Greece", *International journal of disaster risk reduction*, Vol. 17, PP. 49-66.

-Balcik, B., Beamon M.B., Krejci, C.C., Muramatsu, K.M., Ramirez, M., (2010), "Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities", *International Journal of Production Economics*, Vol. 126, No.1, PP. 22-34.

-Li, Y., Hu, Y., Zhang, X., Deng, Y., Mahadevan, S., (2012), "An evidential DEMATEL method to identify critical success