پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۸، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۲، صص ۹۳-۱۲۰
نوع مقاله: پژوهشی

تحلیل استراتژی‌های عملیاتی در زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله با استفاده از رویکرد QFDEA (مورد مطالعه: زلزله خوی)

حسین محبی [۱*]، رضا جلالی [۲]

۱. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه میبد، میبد، ایران
۲. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰٤/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۰۹/۰٦

چکیده

با توجه به آسیب‌پذیری کشور در برابر وقوع زلزله‌های متعدد در سال‌های اخیر، لزوم برنامه‌ریزی و انجام اقداماتی موثر برای رفع نیازهای آسیب‌دیدگان و کاهش آثار و پیامدهای آن ضروری به نظر می‌رسد. هدف این پژوهش، ارائه استراتژی‌های عملیاتی مناسب در هنگام وقوع زلزله خوی در زنجیره تأمین بشردوستانه به منظور امدادرسانی و کمک به آسیب‌دیدگان و رفع نیازهای آنها است. روش‌شناسی پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، از نوع توصیفی- پیمایشی است. جامعه آماری این پژوهش را زلزله‌زدگان شهرستان خوی و خبرگان حوزه مدیریت بحران تشکیل می‌دهند. در این پژوهش، ابتدا نیازهای آسیب‌دیدگان و استراتژی‌های مناسب برای رفع این نیازها با استفاده از ادبیات موضوع و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با آسیب‌دیدگان و خبرگان شناسایی و تأیید شدند؛ سپس با توزیع پرسشنامه میان آنها، نیازهای آسیب‌دیدگان از طریق روش بهترین- بدترین (BMW) و نیز استراتژی‌های زنجیره تأمین بشردوستانه از طریق رویکرد ترکیبی گسترش عملکرد کیفیت (QFD) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) با توجه به محدودیت‌های هزینه، زمان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا اولویت‌بندی شدند. یافته‌های پژوهش نشان داد که استراتژی‌های "ایجاد سیستم فرماندهی حادثه و مدیریت بحران جهت برنامه‌ریزی، هماهنگی و تخصیص وظایف میان سازمان‌ها و نهادهای درگیر در بحران زلزله به‌منظور توانمندی و تسریع عملیات نجات" و "ارزیابی و پایش دائم برای بهبود مستمر در عملیات نجات و اقدامات مختلف" به‌عنوان مهم‌ترین استراتژی‌ها و نیاز "امدادرسانی به مجروحان" به‌عنوان مهم‌ترین نیاز آسیب‌دیدگان بودند. بنابراین به مسئولان حوزه مدیریت بحران توصیه‌می‌شود با راه‌اندازی به‌موقع قرارگاه فرماندهی حادثه و سیستم مدیریت بحران، واکنش به‌موقع، تسریع در عملیات نجات، جلوگیری از موازی‌کاری‌ها، ایجاد وحدت رویه و نیز با ارزیابی‌ها و پایش‌های منظم باعث بهبود مستمر در فرآیند عملیات امداد و نجات شوند.

کلیدواژه‌ها: زنجیره تأمین بشردوستانه، گسترش کیفیت عملکرد، روش بهترین-بدترین، تحلیل پوششی داده‌ها، زلزله خوی.

---

* نویسنده مسئول مقاله E-mail: H.Mohebbi@Meybod.ac.ir

۱- مقدمه و بیان مسئله

به‌هنگام وقوع فاجعه، عملیات بشردوستانه با هدف حفظ زندگی مردم و کاهش آلام آسیب‌دیدگان شروع می‌شود. چنین عملیات‌هایی نیازمند یک زنجیره از جریان کالاها، اطلاعات و جریان مالی از تأمین‌کنندگان به آسیب‌دیدگان است که تحت عنوان زنجیره تأمین بشردوستانه نامیده می‌شود [۱]. مدیریت این زنجیره، فرآیندی استراتژیک و ساختاریافته است که دارای چهار مرحله اصلی پیش‌گیری، آماده‌سازی، پاسخ و بازسازی است. این مراحل در واقع بیان‌کننده مراحل چرخه عمر فاجعه هستند. مرحله پیش‌گیری اشاره به عملیات و راهبردهایی دارد که آسیب‌پذیری را کاهش می‌دهد. این مرحله شامل قوانین و سازوکارهایی است که اغلب مربوط به مسئولیت‌های دولت‌ها است. مرحله آمادگی دربرگیرنده عملیات و راهبردهایی است که قبل از وقوع فاجعه به‌کار گرفته می‌شوند. راهبردهای این مرحله موجب طراحی شبکه فیزیکی، سیستم‌های فناوری ارتباطی و اطلاعاتی، بنیان‌های همکاری و در نهایت بهبود عملکرد در مرحله پاسخ‌گویی می‌شود. مرحله پاسخ‌گویی، اشاره به عملیات و راهبردهایی دارد که بلافاصله بعد از وقوع فاجعه و به‌منظور پاسخ‌گویی سریع به خواسته‌های آسیب‌دیدگان به کالا و خدمات موردنیاز و رساندن مجروحان به مراکز درمانی انجام می‌شود [۲]. در مرحله پاسخ‌گویی، عملیات بشردوستانه با هدف حفظ زندگی مردم و کاهش آلام مردم جوامع صورت می‌گیرد. این عملیات بر اساس پروژه اسپیر[۱] (۲۰۰٤) به چهار دسته اصلی و ١٤ دسته فرعی تقسیم می‌شوند. چهار دسته اصلی عملیات بشردوستانه شامل: ۱- ترفیع عرضه آب، به‌سازی و بهداشت؛ ۲- کمک‌هایی در جهت امنیت غذا، خوراک و تغذیه؛ ۳- موارد مربوط به پناهگاه، مسکن و غیرغذایی و ٤- خدمات بهداشتی می‌شوند. همچنین حوزه‌های فرعی عملیات بشردوستانه بر اساس پروژه اسپیر عبارتند از: عرضه آب، به‌سازی و ترفیع بهداشت، کمک غذایی و تغذیه و امنیت غذایی، پناهگاه، خدمات بهداشتی و مراقبت پزشکی، دسترسی بشردوستانه، محافظت از افراد، بازگرداندن و باز متحدکردن، تخلیه، معالجه HIV، بازی روانشناسانه و رفتاری، تسهیلات اولیه، سیستم‌های پشتیبان اولیه، اقدامات مربوط به امداد و آموزش [۳].

[۱] Speier

در هنگام وقوع زلزله، مدیریت زنجیره تأمین بشردوستانه یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در ارتقاء توانمندی‌های انسانی و کاهش آسیب‌های ناشی از این حوادث محسوب می‌شود. برنامه‌ریزی استراتژیک زنجیره تأمین بشردوستانه، بر تدوین و پیاده‌سازی سیاست‌هایی تأکید دارد که امدادرسانی به آسیب‌دیدگان را به شکل بهینه، مقرون به‌صرفه و با کیفیت و ارزش مناسب فراهم می‌سازد که به موفقیت عملیات بشردوستانه کمک زیادی می‌نماید [۱]. شناسایی، بررسی و تحلیل استراتژی‌های زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله باعث حفظ جان و امنیت انسان‌ها، ایجاد بسترهای لازم برای امداد و نجات، کاهش خسارات مالی و اقتصادی، بهبود فرآیند بازسازی، تضمین ادامه فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی، آموزش مهارت‌های مقابله با بحران، تقویت توانمندی‌های ملی و افزایش امنیت غذایی و پزشکی می‌شود. بنابراین، در مرحله پاسخ‌گویی به بحران زلزله، شناسایی نیازهای اولویت‌دار و رفع فوری این نیازها با استفاده از استراتژی‌های مناسب و موثر زنجیره تأمین بشردوستانه ضروری است [٤].

بررسی‌ها نشان می‌دهد، تحقیقات بسیار اندکی متناسب با شرایط کشور جهت شناسایی نیازهای آسیب‌دیدگان هنگام وقوع زلزله و انتخاب استراتژی‌های موثر در لجستیک امدادی و زنجیره تأمین بشردوستانه با توجه محدودیت‌های موجود صورت گرفته است. بررسی این تحقیقات حاکی از آن است که هر کدام از جنبه‌ای به این مسأله توجه کرده‌اند و فاقد نگاه جامع به این عوامل بوده‌اند. به‌عبارتی، بعضاً فقط به شناسایی نیازها اکتفا کرده‌اند؛ لذا در ارائه استراتژی‌های مناسب و نیز در نظرگرفتن محدودیت‌های موجود، شکاف تحقیقاتی وجود دارد. در این پژوهش به‌منظور شناسایی نیازهای آسیب‌دیدگان ناشی از وقوع زلزله و دستیابی به استراتژی‌های موثر جهت رفع یا کاهش این نیازها از رویکردی ترکیبی مبتنی بر گسترش کیفیت عملکرد[۲] (QFD) و تحلیل پوششی داده‌ها[۳] (DEA) در زنجیره تأمین بشردوستانه استفاده می‌شود. زیرا این دو روش در حل مسائل کاربردی از جمله زنجیره تأمین بشردوستانه مکمل یکدیگر و کارگشا بوده و همچنین با توجه به اینکه ماتریس خانه کیفیت[٤] (HOQ) در QFD فقط نیازهای آسیب‌دیدگان را در تعیین اهمیت نسبی استراتژی‌ها دخیل

[۲] Quality Function Deployment
[۳] Data envelopment analysis
[٤] House of Quality

می‌کند، در این مطالعه با استفاده از روش DEA نقش محدودیت‌های مختلفی نظیر هزینه، زمان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرای هر یک از استراتژی‌های عملیاتی نیز در تعیین اهمیت نسبی آنها در نظر گرفته می‌شود. ازاین‌رو، این رویکرد ترکیبی باعث تحلیل جامع‌تر و مفیدتر داده‌ها شده و به برنامه‌ریزان حوزه مدیریت بحران و امداد و نجات کمک می‌کند تا بهترین استراتژی‌های عملیاتی را برای رفع نیازهای آسیب‌دیدگان به اجرا بگذارند.

۲- پیشینه پژوهش

با جستجوهای انجام شده در پیشینه پژوهش، مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش در دو زمینه زنجیره تأمین بشردوستانه و رویکرد ترکیبی QFD و DEA به شرح ذیل ارائه می‌شود:

۲-۱- مطالعات انجام شده در زمینه زنجیره تأمین بشردوستانه

شهرکی‌مقدم و همکاران (۱٤۰۰) در تحقیقی به شناسایی روابط میان مؤلفه‌های ارزیابی لجستیک امداد در زنجیره تأمین بشردوستانه با رویکرد دیمتل فازی پرداختند. نتایج این پژوهش در بررسی شاخص‌ها نشان داد که مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، اسکان اضطراری، تهیه آب آشامیدنی با کیفیت و میزان استفاده از فناوری‌های مدرن لجستیک و امداد، بیشترین تاثیرگذاری و مقاوم‌سازی نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، خطوط انتقال برق، نفت، گاز و شریان‌های فاضلاب، جستجو و نجات مفقودین، تهیه غذای با کیفیت و رسیدن کمک‌های امدادی در حداقل زمان ممکن بیشترین تأثیرپذیری را دارد [٥]. صفری و جلالی (۱۳۹۹) در پژوهشی به ارائه مدلی چندهدفه بر اساس QFD جهت انتخاب استراتژی‌های اثربخش در زنجیره تأمین بشردوستانه پرداختند. آنها تعداد ١٤ استراتژی را شناسایی و در سه دسته استراتژی‌های مربوط به ساخت‌وساز، بهبود زیرساخت و تقویت فرآیندهای امدادرسانی تقسیم نمودند [٦]. فتحی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به ارائه چارچوبی برای شناسایی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی زنجیره‌تأمین بشردوستانه با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد، عدم برآورد بودجه، فقدان برآورد نیازها و حمایت ناکافی دولت از جمله مهم‌ترین موانع هستند [۷]. صادقی‌مقدم و قاسمیان صاحبی (۱۳۹۷) در تحقیقی به ارائه مدل ریاضی به‌منظور بهبود کیفیت پاسخگویی به تقاضا در مراکز فوریت‌های پزشکی در یک زنجیره تأمین بشردوستانه پرداختند. در این تحقیق یک الگوریتم ابتکاری که در آن از دو

الگوریتم فرا ابتکاری استفاده شده است، ارائه شد. سپس تعداد ۱٦ سناریو با استفاده از الگوریتم ارائه‌شده حل شد که با توجه به‌دقت پاسخ‌های حاصل شده و سرعت بالای همگرایی الگوریتم پیشنهادی می‌توان از آن در شبکه‌های بزرگ و پیچیده‌ای که رسیدن به جواب دقیق در زمان معقول امکان‌پذیر نیست، استفاده کرد [۸]. بارانی بیرانوند و همکاران (۱۳۹٦) در پژوهشی به شناسایی ابعاد و شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه در قبل، هنگام و بعد از وقوع زلزله پرداختند. آنها ۱۳ بعد و ٤٤ شاخص را شناسایی کردند و با استفاده مدل‌سازی ساختاری–تفسیری فازی، سطح‌بندی ابعاد عملکردی زنجیره تأمین بشر دوستانه را ارائه دادند [۹]. فرجی و قرخلو (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان زلزله و مدیریت بحران شهری در شهر بابل با بکارگیری تحلیل SWOT به ارائه راهبردها و سیاست‌های مؤثر در این‌باره اقدام نمودند. راهبردهای اساسی این پژوهش شامل مقاوم‌سازی بناهای حیاتی، اصلاح نظام ارتباطات، تقویت تجهیزات ویژه امدادرسانی و تهیه طرح‌های موضعی برای پهنه‌های آسیب‌پذیر است [۱۰].

آگروال[۵] (۲۰۲۰) در تحقیقی که با هدف شناسایی موانع مدیریت زنجیره تأمین بشردوستانه و ارزیابی راه‌کارهای مناسب جهت غلبه بر این موانع صورت گرفت با به‌کارگیری رویکردهای سوارا و واسپاس در محیط فازی نشان داد که به‌کارگیری استراتژی‌های بلندمدت و مشارکت، تشریک مساعی و هماهنگی بیشترین اثرات مطلوب را در زنجیره تأمین بشر دوستانه دارند [۱۱]. لیو[٦] (۲۰۲۰) در پژوهشی با بکارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل چندهدفه سه سطحی نشان داد که تخلیه مجروحان و ارائه مراقبت به آنها مهم‌ترین راهکارهای امدادرسانی به آسیب‌دیدگان است [۱۲]. جاره[۷] (۲۰۱۷) در تحقیقی که با بررسی سیستماتیک ادبیات موضوع صورت گرفته است، اقدام به شناسایی و دسته‌بندی استراتژی‌های زنجیره تأمین بشردوستانه نمود. براین اساس، استراتژی‌های امدادرسانی مبتنی بر موجودی، انعطاف‌پذیری، همکاری و تشریک مساعی تقسیم شدند [۱۳]. همچنین هونگ[۸] (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با هدف افزایش پاسخگویی به مشتریان و کاهش ریسک، با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی به دنبال انتخاب استراتژی مناسب برآمد. نتایج تحقیق نشان داد که

---

[۵] Agarwal
[٦] Liu
[۷] Jahre
[۸] Hong

استراتژی پیش موقعیت‌یابی و استفاده از انبارهای توزیع موقت می‌تواند به بهبود عملیات کمک زیادی کند [١٤]. هیسلیپ[٩] و همکاران (٢٠١٢) در تحقیقی که با هدف تحلیل و انتخاب استراتژی‌های افزایش هماهنگی جهت بهبود عملیات بشردوستانه صورت گرفت، بیان می‌کنند که استراتژی همکاری و به‌ویژه همکاری بین نیروهای نظامی و مدنی می‌تواند به افزایش بهره‌وری عملیات بشردوستانه کمک زیادی کند [١٥]. سیمانگون‌سانگ[١٠] و همکاران (٢٠١٢) از رویکرد برنامه‌ریزی پویا[١١] جهت انتخاب استراتژی در مواجهه با تغییرات تقاضا و اختلالات در هنگام وقفه در عرضه استفاده نمودند [١٦]. ارتم[١٢] و همکاران (٢٠١٠) با هدف بررسی و انتخاب استراتژی مناسب جهت تأمین منابع در لجستیک بشردوستانه با استفاده از شبیه‌سازی نشان دادند که استراتژی انعطاف‌پذیری از طریق منابع چندگانه بیشترین تأثیر را در بهبود عملیات امدادرسانی دارد [١٧]. بلکن[١٣] و همکاران (٢٠٠٩)، در پژوهشی که با هدف بهبود کیفیت امدادرسانی و افزایش توان پاسخگویی به آسیب‌دیدگان صورت گرفت، بیان می‌کنند که کمک‌ها می‌بایست بدون توجه به عقیده، نژاد، جنسیت و ملیت و بر اساس اولویت نیازها ارائه گردد. براین اساس نیاز به پوشاک، حمل‌ونقل، خدمات بهداشتی، دسترسی بشردوستانه، بازمتحدکردن خانواده‌ها به‌عنوان مهم‌ترین نیازهای آسیب‌دیدگان شناسایی شدند. همچنین، مهم‌ترین استراتژی در لجستیک بشردوستانه بهره‌مندی از ظرفیت‌های محلی در پاسخگویی به نیازهای آسیب‌دیدگان است [١٨]. لیلیبریدج[١٤] و همکاران (١٩٩٣) در تحقیقی که با هدف شناسایی راه‌کارهای مناسب در مدیریت بحران و امدادرسانی به آسیب‌دیدگان صورت گرفته است با بکارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بیان می‌کنند که مهم‌ترین اولویت در مدیریت لجستیک بشردوستانه ارزیابی مناسب نیازها و تعیین اولویت‌های امدادی برای جمعیت آسیب‌پذیر است. همچنین به‌هنگام وقوع بحران، نیاز به لوازم و امکانات برای مصرف شخصی به‌ویژه برای زنان بسیار حیاتی است [١٩].

---

[٩] Heaslip
[١٠] Simangunsong
[١١] Dynamic Programming
[١٢] Ertem
[١٣] Blecken
[١٤] Lillibridge

۲-۲- مطالعات انجام شده در زمینه رویکرد ترکیبی QFD و DEA

وو[۱۵] و همکاران (۲۰۲٤) در تحقیقی که با هدف تجزیه و تحلیل کارایی و پیش‌بینی انتشار کربن در یک منطقه خاص انجام گرفت، با به‌کارگیری تئوری بازی مجموع صفر و ترکیب روش‌های DEA و QFD مدلی را بر اساس خانه کیفیت برای تخصیص سهمیه انتشار کربن در مناطق خاص طراحی کردند [۲۰]. گوکر[۱٦] و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیق خود کشورها را از لحاظ بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی با هدف توسعه پایدار مقایسه کردند. این مطالعه با رویکرد تلفیقی QFD و DEA ارائه شده است که امکان گنجاندن تعاملات بین معیارهای ارزیابی کشورها را از طریق تشکیل خانه کیفیت فراهم می‌کند [۲۱]. ژانگ[۱۷] (۲۰۱۹) در مطالعه خود یک رویکرد یکپارچه QFD-DEA پیشنهاد کرد که نیازمندی‌های توسعه محصول، معیارهای ارزیابی کاربر و روابط بین الزامات را به‌طور همزمان در خانه کیفیت HOQ در نظر می‌گیرد [۲۲]. جعفرزاده و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود با تلفیق DEA-FQFD ترکیب پروژه‌هایی که می‌توانند به صورت جمعی حداکثر ارزش کسب‌وکار را برای سازمان ایجاد کنند، را مشخص کردند. آنها معیارهایی که بر انتخاب و نیز مزایای پورتفولیوی پروژه تاثیر می‌گذارند را تعیین و سپس ساختار HOQ را برای اولویت‌بندی مزایای مختلف پروژه تشکیل داده و سپس با استفاده از DEA پورتفولیوی پروژه بهینه را مشخص کردند [۲۳]. کارساک و دورسون[۱۸] (۲۰۱٤) از ترکیب روشQFD و DEA استفاده کردند. تمرکز آنها بر ماتریس HOQ بود تا با شناخت نیازهای مشتری، تامین‌کنندگان را ارزیابی کنند. آنها با استفاده از وزن معیارهای پیشنهادی تامین‌کنندگان، روش میانگین وزنی فازی و تحلیل پوششی داده‌ها، تامین‌کنندگان کالاهای پزشکی را رتبه‌بندی کردند [۲٤]. آزادی و فرضی‌پور (۲۰۱۳) با استفاده از روش ترکیبی QFD-DEA الزامات طراحی در یک مرکز درمانی را اولویت‌بندی و سپس از مدل گراف راسل برای ترکیب معیارها از قبیل هزینه، خدمات و سهولت استفاده کردند [۲۵]. زارع مهرجردی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از روش QFD-DEA به برآورد اهمیت نسبی الزامات فنی محصول با در نظرگرفتن محدودیت‌ها در طراحی محصول پرداختند. در ابتدا نیازهای مشتریان و اهمیت آنها، محدودیت‌های پیش‌روی تولیدکنندگان،

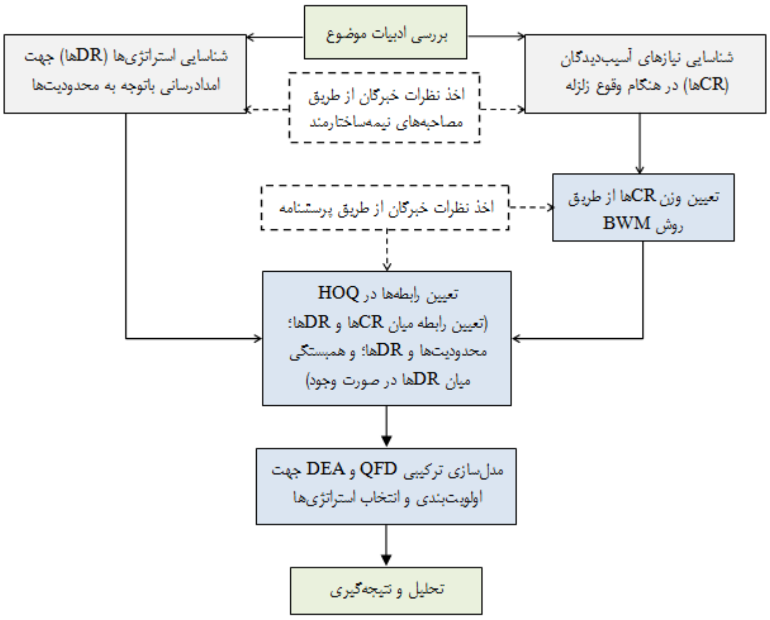
---

[۱۵] Wu
[۱٦] Goker
[۱۷] Zhang
[۱۸] Karsak & Dursun

مشخصات فنی و رابطه بین آنها در ماتریس خانه کیفیت بررسی شدند؛ سپس با ساخت مدل DEA و محدودیت‌های آن، اهمیت نسبی الزامات فنی با توجه به نیازمندی‌های مشتریان به‌دست آمد [۲۶].

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها از نوع تحقیقات توصیفی- پیمایشی است، چراکه محقق به توصیف نیازهای آسیب‌دیدگان به هنگام وقوع زلزله می‌پردازد و درصدد است تا با شناسایی و ارائه استراتژی‌های مناسب جهت رفع نیازها و امدادرسانی به ارزیابی و اولویت‌بندی این استراتژی‌ها در زنجیره تأمین بشردوستانه بپردازد. در این راستا، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای (مطالعه کتب و پژوهش‌های داخلی و خارجی و جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی) و مطالعات میدانی (مصاحبه و پرسشنامه) نسبت به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز اقدام شده است. جهت سنجش روایی پرسشنامه‌ها از روایی محتوا بهره گرفته شد. بدین صورت که پرسشنامه به تعدادی از صاحب‌نظران و اساتید مربوطه داده شد و از آنها در مورد سؤالات نظرخواهی گردید که همه آنها پرسشنامه‌ها را تأیید نمودند. باتوجه به اینکه در این پژوهش از پرسشنامه مقایسات زوجی استفاده شده است، لذا سازگار بودن مقایسات زوجی تاییدی بر پایایی داده‌های تحقیق خواهد بود [۲۷]. مقایسات زوجی فقط یک ماتریس ریاضی است و معنای پرسشنامه آماری ندارد، بنابراین آزمون پایایی برای ماتریس مقایسات زوجی معنایی ندارد و در آن از نرخ ناسازگاری استفاده می‌شود [۲۸]. جامعه آماری این پژوهش را آسیب‌دیدگان زلزله خوی و امدادگران و خبرگان در زمینه زنجیره تأمین بشردوستانه تشکیل می‌دهند. همچنین، برای تکمیل گروه خبره از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند استفاده شد؛ از آنجا که در ماتریس خانه کیفیت باید از نظر خبرگان و افراد کاملاً آشنا و مسلط به موضوع پژوهش بهره گرفت، لذا از ۱۷ نفر از آسیب‌دیدگان زلزله خوی و ۱٤ نفر از امدادگران و خبرگان در زمینه مدیریت بحران و زنجیره تأمین بشردوستانه استفاده شد. چارچوب انجام این پژوهش مطابق با شکل (۱) است که هر کدام از مراحل آن در بخش یافته‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

۳-۱- ابزارهای تحلیل

۳-۱-۱- گسترش عملکرد کیفیت (QFD)

گام مهم و آغازین در جلب رضایت مشتریان، شناخت نیازها و انتظارات مشتریان و پاسخ‌گویی به تغییرات ایجاد شده در بازار می‌باشد. QFD یکی از روش‌هایی است که سازمان را از همان مراحل ابتدایی چرخه حیات محصول (فاز طراحی) در جلب رضایت مشتری یاری می‌دهد [۲۹]. طبق تعریف یوجی آکائو[۱۹] مبدع این روش، QFD مترجم نیازها و انتظارات مشتری در قبال یک محصول است که تبدیل به ویژگی‌های محصول می‌شود. هدف از اجرای QFD شنیدن ندای مشتری[۲۰] (VOC) و برآورده کردن خواسته‌های مشتری در قالب محصولی است که بتواند مطلوبیت مورد نظر مشتری را برآورده سازد [۲٦]. برای توسعه محصول در فرآیند QFD از ماتریس خانه کیفیت (HOQ) استفاده می‌شود که باعث ارتباط میان انتظارات مشتریان با مشخصات فنی محصول می‌شود؛ به عبارت دیگر، نتیجه تمام فعالیت‌های QFD

[۱۹] Yoji Akao
[۲۰] Voice of Customer

در ماتریس خانه کیفیت آورده می‌شود [۳۰]. مطابق با شکل (۲)، اجزای ماتریس خانه کیفیت شامل موارد ذیل است:

۱) نیازمندی‌های مشتریان (CR_i) که به "چه‌ها" (Whats) معروف هستند؛

۲) اوزان نسبی نیازمندی‌های مشتریان که با W_i نشان داده می‌شوند؛

۳) الزامات فنی محصول (DR_i) که به "چگونه‌ها" (Hows) معروف هستند؛

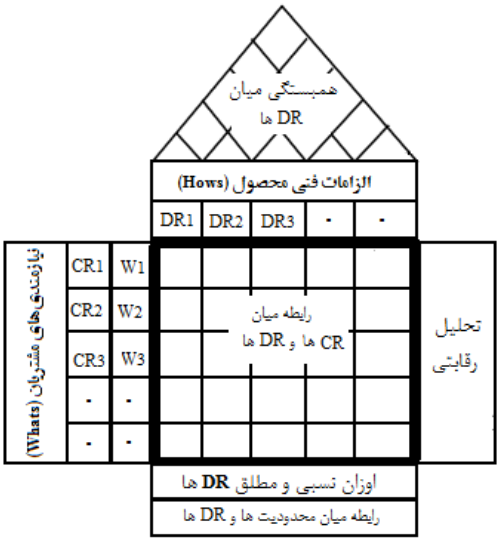
٤) ارتباطات درونی یا همبستگی میان الزامات فنی محصول؛

٥) ارتباطات بین نیازمندی‌های مشتریان و الزامات فنی محصول که با R_{ij} مشخص می‌شوند؛

٦) اوزان نسبی و مطلق الزامات فنی محصول؛

۷) ارتباطات بین الزامات فنی محصول با محدویت‌های موجود؛

۸) تحلیل رقابتی.



شکل ۲. اجزای ماتریس خانه کیفیت

۳-۱-۲- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

مدل DEA روشی ناپارامتریک و مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که برای ارزیابی کارآیی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه به‌کار می‌رود [۳۱، ۳۲]. منظور از واحدهای تصمیم‌گیری[۲۱] (DMU)، عبارت است از یک واحد سازمانی یا یک سازمان مجزا که توسط فردی به‌نام «مدیر»، «رئیس» و یا «مسئول» اداره می‌شود، به شرط آنکه این سازمان یا واحد سازمانی دارای فرآیند سیستمی باشد، یعنی تعدادی عوامل تولید بکار گرفته شوند تا تعدادی محصول بدست آید [۳۳]. کارایی به دست آمده در روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی نسبی است و مرز کارایی توسط ترکیب محدبی از واحدهای کارا ایجاد می‌شود. لذا هر واحد تصمیم‌گیری که بر روی مرز فوق قرار داشته باشد، کارا است و در غیر این صورت، ناکارا خواهد بود و جهت کارا کردن یک واحد ناکارا باید تغییراتی در نهاده‌ها و ستانده‌های آن واحد صورت گیرد. پس از اجرای مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مجموعه‌ای تحت عنوان مجموعه مرجع ارائه می‌گردد. در این مجموعه، مشخص شده است که هر واحد ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی باید با کدام یک از واحدهای کارا مقایسه گردد [۳۳]. مفهوم کارایی که در DEA مورد استفاده قرار می‌گیرد، همان حاصل تقسیم مجموع وزنی مقدار ستاده‌ها به مجموع وزنی مقدار داده‌ها می‌باشد [۳٤]. در DEA وزن‌های داده شده به هر یک از داده‌ها و ستاده‌ها از طریق حل مدل برنامه‌ریزی خطی طبق رابطه (۱) بدست می‌آید. DEA این وزن‌ها $(u_r . v_s)$ را طوری تعیین می‌کند که کارایی واحد نسبت به سایر واحدها حداکثر شود [۳۳]:

$$\text{Max } E_p = \frac{\sum_{r=1}^{t} u_r y_{rp}}{\sum_{s=1}^{m} v_s x_{sp}} \qquad (۱$$

$$S.t \quad \frac{\sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj}}{\sum_{s=1}^{m} v_s x_{sj}} \le 1 \qquad for \;\; j = 1, 2, \ldots, n$$

$$u_r, v_s \ge 0$$

[۲۱] Decision Making Unit

در فرمول فوق، u_r وزن ستانده r ام و v_s وزن نهاده s ام می‌باشد؛ همچنین، امتیاز کارایی هر واحد تحت بررسی کمتر از یک یا مساوی با آن است. در صورتی که این امتیاز مساوی با یک شود آن واحد را کارا و در صورتی که کمتر از یک شود آن واحد را ناکارا در نظر می‌گیرند.

۳-۲- مدل پیشنهادی (QFDEA)

QFD در موضوعات مختلفی همچون تعیین نیازهای مشتریان، گسترش فرموله‌کردن سیاست‌های سالانه، انتخاب استراتژی‌ها، تعیین اولویت‌ها، ارائه راه‌کارهای ارزیابی مقایسه‌ای و تصمیم‌گیری محیطی به‌کار می‌رود [۲۹]. نکته قابل تأمل در ساختار خانه کیفیت در QFD، این است که آیا پس از محاسبه اهمیت نسبی DRها، آنهایی که بیشترین مقدار اهمیت نسبی را دارند، با افزودن محدودیت‌هایی مانند هزینه همچنان با اهمیت هستند؟ با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی می‌توان محدودیت‌هایی را که در تولید محصول نهایی تاثیرگذارند شناسایی و در خانه کیفیت وارد کرد. این محدودیت‌ها همانند CRها باید در ماتریس خانه کیفیت به عنوان عوامل تاثیرگذار وارد شوند. بنابراین، بدست آوردن اهمیت نسبی DRها، مستلزم CRها و محدودیت‌ها است. برای محاسبه اهمیت نسبی DRها در QFD، می‌توان از مدل DEA که در آن DRها به‌عنوان DMUها در نظر گرفته می‌شوند، استفاده کرد. لذا، امتیاز کارایی یک DMU که در اینجا معادل است با یک DR، همان مقدار اهمیت نسبی DR می‌باشد [۲۶]. طبق گفته گلانی و رول[۲۲] (۱۹۸۹) برای اینکه بتوان در مدل DEA، CRها و محدودیت‌ها را به‌عنوان ورودی یا خروجی تعریف کرد، باید به این پرسش پاسخ داد: آیا یک DR بر حسب یک CR یا بر حسب یک محدودیت (مانند هزینه) با مقدار بالا با اهمیت‌تر مطرح می‌شود یا خیر؟ اگر جواب مثبت است، آن عامل به‌عنوان خروجی، وگرنه به‌عنوان ورودی در نظرگرفته می‌شود [۳۵].

از آنجایی که DRها با افزایش مقدار CRها را با اهمیت‌تر می‌شوند و برعکس، با کاهش مقدار محدودیتی مانند هزینه، مهم‌تر می‌شوند؛ بنابراین در مدل DEA، CRها به‌عنوان خروجی و محدودیت‌هایی مانند هزینه، اثرات مخرب زیست‌محیطی و غیره به‌عنوان ورودی هستند. در صورتی‌که محدودیتی به‌عنوان ورودی وجود نداشته باشد، باید یک ورودی ساختگی با مقدار

[۲۲] Golany & Roll

۱ که تأثیری در محاسبات نهایی ندارد به تعداد DRها در مدل وارد کرد. موقعی‌که اهمیت CRها در مدل DEA توسط محدودیت‌های متناسب با مقادیر ضرایب در نظرگرفته شود، همچنین هنگامی که یک محدودیت ورودی (مثل هزینه) مطرح شود، اهمیت نسبی DRها توسط مدل DEA متناسب با نسبت حاصل جمع وزن‌ها به مقادیر محدوددیت ورودی محاسبه می‌شود. مدل برنامه‌ریزی خطی مربوط به تلفیق QFD و DEA هنگامی‌که محدودیت اضافی وجود دارد، مطابق با رابطه (۲) می‌باشد:

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad u_{1o}\sum_{r=1}^{k} d_r y_{ro} \\ &S.t \\ &u_{1o}x_o\left(\frac{\sum_{r=1}^{k} d_r y_{rj}}{x_j}\right) \le 1 \qquad for \;\; j=1,2,\ldots,n \\ &u_{1o}, v_o \ge 0 \end{aligned} \tag{۲}$$

که در آن:

n: تعداد DRها؛ k: تعداد CRها؛ $x_.$: ضریب DR، برحسب محدودیت ورودی؛ $v_.$: ضریب محدودیت ورودی که $v_. = \frac{۱}{x_.}$؛ u_{r0}: ضرایب مربوط به اهمیت نسبی k تا CR (r = ۱, ۲, …, k)؛ d_r: ضریب تبدیل که $U_{r0} = d_r u_{۱.}$ (r =۱, ۲, …, k و $d_۱ = ۱$)؛ y_{rj}: رتبه‌بندی jامین DR نسبت به r امین CR.

۴- یافته‌های پژوهش

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها جهت دستیابی به یافته‌ها مطابق با شکل (۱) به‌شرح ذیل انجام گرفت:

در ابتدا، تحقیقات مختلف در زمینه موضوع پژوهش بررسی شد تا اطلاعات و توانمندی لازم برای انجام موضوع پژوهش حاصل گردد. پس از بررسی ادبیات موضوع و مصاحبه با ١٤ نفر از خبرگان حوزه مدیریت بحران، امدادگران و ۱۷ نفر از آسیب‌دیدگان زلزله خوی در استان آذربایجان غربی، مهم‌ترین نیازهای آسیب‌دیدگان در هنگام وقوع زلزله (CRها) مطابق با جدول (۱) شناسایی شده است.

جدول ۱. نیازهای مهم آسیب‌دیدگان در هنگام وقوع زلزله

نیازهای آسیب‌دیدگان	کد	منبع
مواد غذایی و آب آشامیدنی با کیفیت و کافی	CR_1	خبرگان، [۲]، [۳]، [۵]، [٦]، [۲۰]، [۲۱]، [۳۳]، [۳٤]
وسایل گرمایشی ایمن	CR_2	خبرگان
محیط بهداشتی و پاکیزه	CR_3	خبرگان، [۲]، [۳]، [٦]، [۲۰]، [۲۱]، [۳۳]، [۳٤]
مراقبت‌های پزشکی	CR_4	خبرگان، [۲]، [۳]، [٦]، [۸]، [۱۳]، [۲۰]، [۲۱]، [۳۳]، [۳٤]
مشاوره روحی و روانی	CR_5	خبرگان، [۲]، [۳]، [٦]، [۱۳]، [۲۰]، [۳۳]، [۳۵]
آرامش و حمایت عاطفی	CR_6	خبرگان
اطلاع از سرنوشت اعضای خانواده و فامیل و ارتباط با آنها	CR_7	خبرگان، [٦]، [۱۳]، [۳۵]
امدادرسانی به مجروحان	CR_8	خبرگان، [۲]، [۳]، [۵]، [٦]، [۸]، [۱٤]،[۲۰]، [۲۱]، [۳۵]
امنیت جانی و مالی	CR_9	خبرگان، [۱]، [۳]، [۱٤]، [۲۰]، [۲۱]
کمک‌های مردمی، ملی و بین‌المللی	CR_{10}	[۱]، [۳]، [٦]، [۱۳]، [۲۰]
اسکان موقت، امن و درخور شأن آسیب‌دیدگان	CR_{11}	خبرگان، [۱]،[۳]، [۵]، [٦]، [۱۳]، [۲۰]، [۲۱]، [۳۳]
سیستم‌های پشتیبانی اولیه	CR_{12}	[۱]، [٦]، [۳]، [۱۳]

همچنین، مطابق با جدول (۲) مؤثرترین استراتژی‌ها (DRها) جهت امدادرسانی به آسیب‌دیدگان در هنگام وقوع زلزله در زنجیره تأمین بشردوستانه با در نظرگرفتن ۵ محدودیت: زمان، هزینه، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا، تعیین شده است.

جدول ۲. استراتژی‌های زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله

استراتژی‌ها	کد	منبع
ایجاد سیستم فرماندهی حادثه و مدیریت بحران جهت برنامه‌ریزی، هماهنگی و تخصیص وظایف میان سازمان‌ها و نهادهای درگیر در بحران زلزله به‌منظور توانمندی و تسریع عملیات نجات	DR_1	خبرگان، [٤]، [۹]، [۱۷]
حضور به موقع، شناخت دقیق نیازهای آسیب‌دیدگان و ارزیابی اولیه حادثه	DR_2	خبرگان، [٤]، [۱۵]، [۳٦]
واکنش سریع و اصولی جهت گسترش توان امدادرسانی به آسیب‌دیدگان، انتقال قربانیان، نجات مفقودین، تخلیه‌گروه‌های آسیب‌دیده از محل‌حادثه و آواربرداری‌ساختمان‌ها و مسیرهای امدادرسانی	DR_3	خبرگان، [۲]، [۳]، [۵]، [۸]، [۹]، [۱۳]، [۱۵]، [۲۰]

استراتژی‌ها	کد	منبع
استفاده از فناوری‌های مدرن لجستیکی و امداد (ست‌نجات، روبات، سگ‌های نجات)	$DR_{٤}$	خبرگان، [۲]، [۳]، [٥]، [۹]
ارائه خدمات، تجهیزات و تسهیلات اولیه و نیز تعبیه شبکه‌های ارتباطی سریع جهت اسکان موقت	$DR_{٥}$	خبرگان، [۱]، [۳]، [۹]، [۱۰]، [۳٦]
راه‌اندازی و تعمیر خطوط آب، فاضلاب، برق، گاز، تلفن و ...	$DR_{٦}$	خبرگان، [۱]، [٦]، [۹]، [۱٤]، [۲۰]
ایجاد امنیت کامل در محل حادثه	$DR_{۷}$	خبرگان، [۱]، [۳]، [۱۰]، [۲۰]، [۲۱]
مدیریت موجودی وسایل گرمایشی، اقلام امدادی و توزیع عادلانه آنها متناسب با گروه هدف	$DR_{۸}$	خبرگان، [٦]
توزیع آب آشامیدنی، ذخیره‌سازی و تدارکات آب	$DR_{۹}$	خبرگان، [۲]، [۳]، [٥]، [۸]، [۹]، [۲۰]، [۲۱]، [۳۳]، [۳٤]، [۳٦]
کمک‌رسانی غذایی و امنیت تغذیه	$DR_{۱۰}$	خبرگان، [۲]، [۳]، [٥]، [۸]، [۹]، [۲۰]، [۲۱]، [۳۳]، [۳٤]، [۳٦]
جمع‌آوری ضایعات جامد و فاضلاب و انهدام فضولات	$DR_{۱۱}$	[۲]، [۳]، [٦]
ارائه خدمات پزشکی و درمانی	$DR_{۱۲}$	خبرگان، [۲]، [۳]، [۸]، [۹]، [۱۳]، [۱٤]،[۲۰]، [۲۱]، [۳۳]، [۳٤]، [۳٦]
ارائه خدمات روان‌پزشکی به بازماندگان و مدیریت روحی و روانی آنها	$DR_{۱۳}$	خبرگان،[۲]، [۳]، [۸]، [۹]، [۱۳]، [۱٤]، [۳٥]
اطلاع‌رسانی، بازمتحدکردن خانواده‌ها و احیای مجدد روابط خانوادگی	$DR_{۱٤}$	خبرگان، [۳]، [۳٥]
ایجاد دسترسی بشردوستانه	$DR_{۱٥}$	[۱]، [۳]، [٦]، [۲۰]، [۳٦]
اعلام اخبار کافی و درست به جامعه و تلاش برای مدیریت احساسات آنها	$DR_{۱٦}$	خبرگان، [۹]
ارزیابی و پایش دائم برای بهبود مستمر در عملیات نجات و اقدامات مختلف	$DR_{۱۷}$	خبرگان، [۹]

پس از شناسایی CRها و DRها، با استفاده از روش BWM[۲۳] که یکی از روش‌های تقریباً جدید MCDM[۲٤] و بر مبنای مقایسات زوجی است، وزن CRها مطابق با گام‌های ذیل محاسبه می‌شود:

۱) تعیین بهترین و بدترین CR؛

[۲۳] Best Worst Method

[۲٤] Multiple-Criteria Decision Analysis

۲) انجام مقایسه‌های زوجی جهت تعیین ارجحیت بهترین CR نسبت به سایر CRها $(a_{Bj}.j = ۱.۲.\dots.m)$ و تعیین ارجحیت سایر CRها نسبت به بدترین CR $(a_{jW}.\ j = ۱.۲.\dots.m)$ با استفاده از اعداد ۱ تا ۹؛

۳) اوزان CRها از حل مدل برنامه‌ریزی‌خطی طبق رابطه (۳) بدست می‌آید [۳۶]:

$$\text{Min}\ \ \xi^L \qquad (۳$$

$$S.t$$

$$\left|w_B - a_{Bj}w_j\right| \le \xi^L \qquad for\ \ j=1,2,\dots,m$$

$$\left|w_j - a_{jw}w_w\right| \le \xi^L \qquad for\ \ j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^{m} w_j = 1$$

$$w_j \ge 0$$

شایان ذکر است مدل‌های غیرخطی، تصادفی و مضربی نیز از روش BWM ارائه شده است، اما در این مقاله از رابطه (۳) که ساده‌ترین مدل BWM است، استفاده شده است. اگر $(w_۱^*.w_۲^*.w_۳^*.\dots.w_m^*)$ جواب بهینه مدل (۳) و ξ^{L^*} مقدار بهینه آن باشد، آنگاه $(w_۱^*.w_۲^*.w_۳^*.\dots.w_m^*)$ به‌عنوان اوزان CRها و ξ^{L^*} به‌عنوان نرخ ناسازگاری در نظر گرفته می‌شود. هرچه نرخ ناسازگاری نزدیک به صفر باشد به قضاوت‌های خبرگان اطمینان بیشتری خواهد بود. بعد از نهایی شدن CRها، پرسشنامه‌ای مبنی بر انتخاب بهترین و بدترین CR به خبرگان ارسال شد. سپس پرسشنامه دیگری شامل جداول مقایسه بهترین با سایرCRها و سایرCRها با بدترین به خبرگان ارسال شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها مطابق با حل رابطه (۲) در نرم‌افزار Lingo مقدار نرخ ناسازگاری ۰.۰۸ محاسبه شد که نشان دهنده آن است که مقایسات تا حد زیادی استوار است؛ همچنین، وزن نهایی CRها مطابق با جدول (۳) بدست آمد.

جدول ۳. وزن نهایی نیازهای آسیب‌دیدگان با استفاده از روش BWM

نیازها	$CR_۱$	$CR_۲$	$CR_۳$	$CR_٤$	$CR_٥$	$CR_٦$	$CR_۷$	$CR_۸$	$CR_۹$	$CR_۱۰$	$CR_{۱۱}$	$CR_{۱۲}$
وزن	۰.۰ ۹۷	۰.۰ ۹۹	۰.۰ ٦٤	۰.۰ ۹۰	۰.۰ ۸٦	۰.۰ ۸۳	۰.۰ ۷٦	۱.۰ ۰۲	۰.۰ ۹۳	۰.۰ ٦۱	۰.۰ ۹٤	۰.۰ ٥٥

طبق جدول (۳)، اولین اولویت نیاز آسیب‌دیدگان خوی در هنگام وقوع زلزله "امدادرسانی به مجروحان"، دومین اولویت "وسایل گرمایشی ایمن" و به‌همین ترتیب آخرین اولویت نیاز آسیب‌دیدگان "سیستم‌های پشتیبانی اولیه" است.

در گام بعدی، انواع روابط موجود در ماتریس خانه کیفیت (HOQ) توسط خبرگان مطابق با مراحل زیر تعیین می‌شود:

۱) تعیین R_{ij} (تعیین میزان اهمیت روابط میان CRها و DRها) با استفاده از علائم موجود در جدول (٤).

جدول ۴. میزان اهمیت علائم به‌کار رفته در روابط بین CRها و DRها

اهمیت رابطه	زیاد و خیلی زیاد	متوسط	کم	بدون اهمیت
علائم	☺	△	◎	-
اعداد	۹	۳	۱	۰

۲) تعیین همبستگی میان DRها در صورت وجود، با استفاده از همان علائم موجود در جدول (٤).

در صورت وجود همبستگی میان DRها، بایستی R_{ij} محاسبه شده در گام قبل طبق رابطه (٤) نرمالایز شوند [۲۹]:

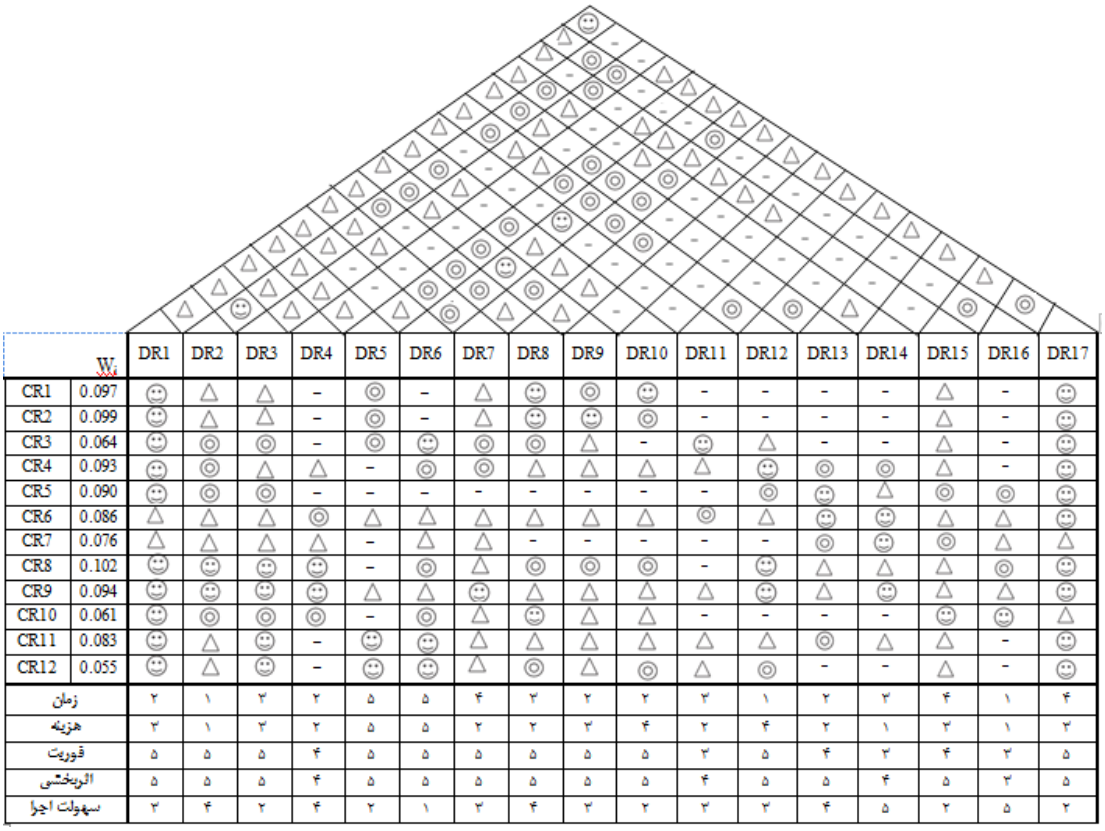
(۴)

$$R_{ij}^{norm} = \frac{\sum_{k=1}^{N} R_{ik}\gamma_{kj}}{\sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{N} R_{ij}\gamma_{jk}} \qquad for\ \ i = 1, 2, \ldots, k, \qquad j = 1, 2, \ldots, N$$

که در آن: R_{ik} میزان رابطه میان CR_i و DR_k؛ γ_{kj} میزان وابستگی میان DR_k و DR_j؛ K تعداد CRها و N تعداد DRها را نشان می‌دهد.

۳) تعیین رابطه میان هریک از محدودیت‌های زمان، هزینه، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا با هریک از DRها با استفاده از اعداد ۱ (خیلی کم)، ۲ (کم)، ۳ (متوسط)، ٤ (زیاد) و ٥ (خیلی زیاد).

شکل (۳) ماتریس خانه کیفیت تکمیل شده توسط خبرگان که در آن میانگین نظرات خبرگان لحاظ شده است را نشان می‌دهد.



	W_i	DR1	DR2	DR3	DR4	DR5	DR6	DR7	DR8	DR9	DR10	DR11	DR12	DR13	DR14	DR15	DR16	DR17
CR1	0.097	☺	△	△	-	◎	-	△	☺	◎	☺	-	-	-	-	△	-	☺
CR2	0.099	☺	△	△	-	◎	-	△	☺	☺	◎	-	-	-	-	△	-	☺
CR3	0.064	☺	◎	◎	-	◎	☺	◎	◎	△	-	☺	△	-	-	△	-	☺
CR4	0.093	☺	◎	△	△	-	◎	◎	△	△	△	△	☺	◎	◎	△	-	☺
CR5	0.090	☺	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	◎	☺	△	◎	◎	☺
CR6	0.086	△	△	△	◎	△	△	△	△	△	△	◎	△	☺	☺	△	△	☺
CR7	0.076	△	△	△	△	-	△	△	-	-	-	-	-	◎	☺	◎	△	△
CR8	0.102	☺	☺	☺	☺	-	◎	△	◎	◎	◎	-	☺	△	△	△	◎	☺
CR9	0.094	☺	☺	☺	☺	△	△	☺	△	△	△	△	☺	△	☺	△	△	☺
CR10	0.061	☺	◎	◎	◎	-	◎	△	☺	△	△	-	-	-	-	☺	☺	△
CR11	0.083	☺	△	☺	-	☺	☺	△	△	△	△	△	△	◎	△	△	-	☺
CR12	0.055	☺	△	☺	-	☺	☺	△	◎	△	◎	△	◎	-	-	△	-	☺
زمان		۲	۱	۳	۲	۵	۵	۴	۳	۲	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۴
هزینه		۳	۱	۳	۲	۵	۵	۲	۲	۳	۴	۲	۴	۲	۱	۳	۱	۳
قوریت		۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۳	۵	۴	۳	۴	۳	۵
الربخشی		۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۳	۵
سهولت اجرا		۳	۴	۲	۴	۲	۱	۳	۴	۳	۲	۳	۳	۴	۵	۲	۵	۲

شکل ۳. ماتریس تصمیم‌گیری براساس HOQ

باتوجه به وابستگی میان DRها در شکل (۳)، بایستی از R_{ij}^{norm} به‌جای R_{ij} طبق رابطه (٤) استفاده کرد. بنابراین، ماتریس روابط بین CRها و DRها در HOQ مطابق با جدول (۵) بدست می‌آید. در این جدول برای همگن‌شدن داده‌ها، ماتریس روابط بین DRها و محدودیت‌ها نیز نرمالایز شده است.

جدول ۵. مقادیر نرمالایز شده ماتریس HOQ

	DR_1	DR_2	DR_3	DR_4	DR_5	DR_6	DR_7	DR_8	DR_9	DR_{10}	DR_{11}	DR_{12}	DR_{13}	DR_{14}	DR_{15}	DR_{16}	DR_{17}
CR_1	۰.۱۸۴	۰.۰۷۲	۰.۰۶۷	۰	۰.۰۳۱	۰	۰.۰۶۴	۰.۱۶۳	۰.۰۲۸	۰.۱۵۴	۰	۰	۰	۰	۰.۰۵۸	۰	۰.۱۷۹
CR_2	۰.۱۸۷	۰.۰۷۴	۰.۰۶۸	۰	۰.۰۲۸	۰	۰.۰۶۱	۰.۱۶۵	۰.۱۵۶	۰.۰۲۴	۰	۰	۰	۰	۰.۰۶۱	۰	۰.۱۷۶
CR_3	۰.۱۷۸	۰.۰۳۳	۰.۰۳۷	۰	۰.۰۲۷	۰.۱۵۸	۰.۰۲۹	۰.۰۲۴	۰.۰۶۸	۰	۰.۱۵۳	۰.۰۵۷	۰	۰	۰.۰۶۴	۰	۰.۱۷۲
CR_4	۰.۱۶۷	۰.۰۲۷	۰.۰۶۵	۰.۰۵۹	۰	۰.۰۲۵	۰.۰۲۳	۰.۰۵۵	۰.۰۵۱	۰.۰۶۱	۰.۰۶۰	۰.۱۴۴	۰.۰۲۲	۰.۰۲۱	۰.۰۵۷	۰	۰.۱۶۳
CR_5	۰.۲۵۴	۰.۰۳۹	۰.۰۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۰۳۸	۰.۲۱۹	۰.۰۹۸	۰.۰۳۴	۰.۰۲۸	۰.۲۴۵
CR_6	۰.۰۴۹	۰.۰۴۱	۰.۰۴۹	۰.۰۱۶	۰.۰۳۹	۰.۰۴۷	۰.۰۴۲	۰.۰۴۶	۰.۰۴۳	۰.۰۴۵	۰.۰۲۱	۰.۰۴۴	۰.۱۴۶	۰.۱۳۹	۰.۰۵۱	۰.۰۴۸	۰.۱۳۴
CR_7	۰.۰۹۱	۰.۰۸۲	۰.۰۸۶	۰.۰۷۸	۰	۰.۰۷۹	۰.۰۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۰۳۳	۰.۲۶۶	۰.۰۲۸	۰.۰۸۸	۰.۰۹۴
CR_8	۰.۱۳۴	۰.۱۲۱	۰.۱۲۶	۰.۱۱۵	۰	۰.۰۲۰	۰.۰۴۹	۰.۰۱۷	۰.۰۱۴	۰.۰۱۵	۰	۰.۱۱۶	۰.۰۴۴	۰.۰۴۱	۰.۰۴۶	۰.۰۱۱	۰.۱۳۱
CR_9	۰.۰۹۹	۰.۰۹۰	۰.۰۹۶	۰.۰۸۵	۰.۰۳۵	۰.۰۳۲	۰.۰۸۳	۰.۰۳۷	۰.۰۳۳	۰.۰۳۴	۰.۰۲۹	۰.۰۸۴	۰.۰۳۳	۰.۰۷۶	۰.۰۳۲	۰.۰۲۷	۰.۰۹۵
CR_{10}	۰.۱۶۸	۰.۰۲۷	۰.۰۳۱	۰.۰۲۵	۰	۰.۰۲۳	۰.۰۷۷	۰.۱۴۹	۰.۰۷۲	۰.۰۶۹	۰	۰	۰	۰	۰.۱۴۴	۰.۱۳۶	۰.۰۷۹
CR_{11}	۰.۱۲۹	۰.۰۴۹	۰.۱۲۲	۰	۰.۱۱۶	۰.۱۱۹	۰.۰۴۵	۰.۰۴۷	۰.۰۴۲	۰.۰۴۳	۰.۰۳۵	۰.۰۳۷	۰.۰۱۴	۰.۰۳۶	۰.۰۴۰	۰	۰.۱۲۶
CR_{12}	۰.۱۴۶	۰.۰۵۷	۰.۱۴۱	۰	۰.۱۳۲	۰.۱۳۹	۰.۰۵۳	۰.۰۲۱	۰.۰۴۷	۰.۰۱۸	۰.۰۴۱	۰.۰۱۴	۰	۰	۰.۰۴۹	۰	۰.۱۴۲
زمان	۰.۰۴۳	۰.۰۲۱	۰.۰۶۴	۰.۰۴۳	۰.۱۰۶	۰.۱۰۶	۰.۰۸۵	۰.۰۶۴	۰.۰۴۳	۰.۰۴۳	۰.۰۶۴	۰.۰۲۱	۰.۰۴۳	۰.۰۶۴	۰.۰۸۵	۰.۰۲۱	۰.۰۸۵
هزینه	۰.۰۶۵	۰.۰۲۲	۰.۰۶۵	۰.۰۴۴	۰.۱۰۹	۰.۱۰۹	۰.۰۴۴	۰.۰۴۴	۰.۰۶۵	۰.۰۸۷	۰.۰۴۴	۰.۰۸۷	۰.۰۴۴	۰.۰۲۲	۰.۰۶۵	۰.۰۲۲	۰.۰۶۵
فوریت	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۵۳	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۶۶	۰.۰۳۹	۰.۰۶۶	۰.۰۵۳	۰.۰۳۹	۰.۰۵۳	۰.۰۳۹	۰.۰۶۶
اثربخشی	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۵۰	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۵۰	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	۰.۰۵۰	۰.۰۶۳	۰.۰۳۸	۰.۰۶۳
سهولت اجرا	۰.۰۵۸	۰.۰۷۷	۰.۰۳۸	۰.۰۷۷	۰.۰۳۸	۰.۰۱۹	۰.۰۵۸	۰.۰۷۷	۰.۰۵۸	۰.۰۳۸	۰.۰۵۸	۰.۰۵۸	۰.۰۷۷	۰.۰۹۶	۰.۰۳۸	۰.۰۹۶	۰.۰۳۸

پس از تشکیل ماتریس خانه کیفیت و با در نظرگرفتن R_{ij}^{norm}، سرانجام اهمیت نسبی استراتژی‌های موثر در زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله با استفاده از مدل DEA ارائه شده در رابطه (۲) محاسبه می‌شود. برای ساخت مدل DEA به تعدادی ورودی و خروجی نیاز است؛ برطبق سوال ارائه شده در پژوهش گلانی و رول که قبلاً به آن اشاره شد، ورودی‌ها و خروجی‌ها مدل DEA در این پژوهش را می‌توان به شرح ذیل لیست نمود:

ورودی‌ها: هزینه و زمان.

خروجی‌ها: نیازهای آسیب‌دیدگان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا.

برای نمونه، مدل ساخته شده QFDEA برای DR_1 براساس رابطه ۲، مطابق با پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

برای محاسبه اهمیت نسبی سایر DRها، فقط تابع هدف و محدودیت اول مربوط به ورودی متناسب با ستون همان DR تغییر می‌کند و سایر محدودیت‌ها ثابت می‌ماند.

با استفاده از نرم‌افزار Lingo مقادیر اهمیت نسبی استراتژی‌های زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله مطابق با جدول (٦) بدست می‌آیند.

جدول ۶. اهمیت نسبی استراتژی‌های زنجیره تأمین بشردوستانه

کد	استراتژی‌ها	اهمیت نسبی	اولویت
DR_1	ایجاد سیستم فرماندهی حادثه و مدیریت بحران جهت برنامه‌ریزی، هماهنگی و تخصیص وظایف میان سازمان‌ها و نهادهای درگیر در بحران زلزله به‌منظور توانمندی و تسریع عملیات نجات	۱	اول
DR_2	حضور به موقع، شناخت دقیق نیازهای آسیب‌دیدگان و ارزیابی اولیه حادثه	۶۸۷.۰	چهارم
DR_3	واکنش سریع و اصولی جهت گسترش توان امدادرسانی به آسیب‌دیدگان، انتقال قربانیان، نجات مفقودین، تخلیه گروه‌های آسیب‌دیده از محل حادثه و آواربرداری ساختمان‌ها و مسیرهای امدادرسانی	۷۶۱.۰	دوم
DR_4	استفاده از فناوری‌های مدرن لجستیکی و امداد (ست‌نجات، روبات، سگ نجات)	۴۹۰.۰	سیزدهم
DR_5	ارائه خدمات، تجهیزات و تسهیلات اولیه و نیز تعبیه شبکه‌های ارتباطی سریع جهت اسکان موقت	۴۶۳.۰	چهاردهم
DR_6	راه‌اندازی و تعمیر خطوط آب، فاضلاب، برق، گاز، تلفن و ...	۶۶۳.۰	پنجم
DR_7	ایجاد امنیت کامل در محل حادثه	۵۹۷.۰	هشتم
DR_8	مدیریت موجودی وسایل گرمایشی، اقلام امدادی و توزیع عادلانه آنها متناسب با گروه هدف	۷۰۵.۰	سوم
DR_9	توزیع آب آشامیدنی، ذخیره‌سازی و تدارکات آب	۵۶۳.۰	دهم
DR_{10}	کمک‌رسانی غذایی و امنیت تغذیه	۵۲۹.۰	یازدهم
DR_{11}	جمع‌آوری ضایعات جامد و فاضلاب و انهدام فضولات	۴۳۷.۰	شانزدهم
DR_{12}	ارائه خدمات پزشکی و درمانی	۶۴۰.۰	ششم
DR_{13}	ارائه خدمات روان‌پزشکی به بازماندگان و مدیریت روحی و روانی آنها	۵۰۴.۰	دوازدهم
DR_{14}	اطلاع‌رسانی، بازمتحدکردن خانواده‌ها و احیای مجدد روابط خانوادگی	۵۸۲.۰	نهم
DR_{15}	ایجاد دسترسی بشردوستانه	۶۲۹.۰	هفتم
DR_{16}	اعلام اخبار کافی و درست به جامعه و تلاش برای مدیریت احساسات آنها	۴۵۱.۰	پانزدهم
DR_{17}	ارزیابی و پایش دائم برای بهبود مستمر در عملیات نجات و اقدامات مختلف	۱	اول

با توجه به جدول (٦) استراتژی‌های "ایجاد سیستم فرماندهی حادثه و مدیریت بحران جهت برنامه‌ریزی، هماهنگی و تخصیص وظایف میان سازمان‌ها و نهادهای درگیر در بحران زلزله به‌منظور توانمندی و تسریع عملیات نجات" و "ارزیابی و پایش دائم برای بهبود مستمر در عملیات نجات و اقدامات مختلف" به‌عنوان مهم‌ترین استراتژی‌ها و استراتژی "جمع‌آوری

ضایعات جامد و فاضلاب و انهدام فضولات" به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین استراتژی در زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله خوی شناخته شدند.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به‌دلیل وجود حوادث خسارت‌زا مانند زلزله در کشور ایران و با توجه به اهمیت مدیریت بحران در زنجیره تأمین این حوادث، لزوم برنامه جامع مدیریت زنجیره تأمین بشردوستانه در قبل، هنگام و بعد از فاجعه، امری غیرقابل انکار است. این پژوهش با هدف شناسایی نیازهای آسیب‌دیدگان در هنگام وقوع زلزله و تعیین و اولویت‌بندی استراتژی‌های مناسب جهت رفع یا کاهش این نیازها، با در نظرگرفتن محدودیت‌های هزینه، زمان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا در زنجیره تأمین بشردوستانه، از طریق روش تلفیقی DEA و QFD انجام شد.

گسترش عملکرد کیفیت، روشی مفید برای ارتقای رضایت مشتریان از طریق بهبود محصول و خدمات است. با استفاده از QFD نیازهای مشتریان با ویژگی‌های فنی محصول مقایسه می‌شود. در این پژوهش در مدل QFD، نیازمندی‌های مشتریان یا مسائل موجود سازمانی (چه‌چیزی) به نیازهای آسیب‌دیدگان در هنگام وقوع زلزله و چگونگی برآورده نمودن مسائل سازمانی یا رفع نیازهای مشتریان از طریق طراحی محصول مطابق با نیازها (چگونگی) به استراتژی‌ها در زنجیره تأمین بشردوستانه مرتبط شده است. از آنجایی که در دنیای واقعی، محدودیت‌هایی جهت مدیریت بحران و امدادرسانی در زنجیره تأمین بشردوستانه وجود دارد، بنابراین علاوه بر لحاظ نمودن نیازهای آسیب‌دیدگان و استراتژی‌ها در مدل QFD، اعمال محدودیت‌هایی از قبیل هزینه، زمان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرای استراتژی‌ها نیز در مدل امری ضروری است. لذا در این پژوهش برای رفع این مانع در مدلِ QFD، از DEA استفاده شد.

در پژوهش حاضر، ابتدا نیازهای آسیب‌دیدگان به هنگام وقوع زلزله شناسایی و با استفاده از روش BWM وزن‌دهی شدند که مطابق با جدول (۷) اولویت هر یک از نیازها مشخص شده است.

جدول ۷. اولویت‌بندی نیازهای آسیب‌دیدگان

کد	نیازهای آسیب‌دیدگان	اولویت
$CR_{۸}$	امدادرسانی به مجروحان	اول
$CR_{۲}$	وسایل گرمایشی ایمن	دوم
$CR_{۱}$	مواد غذایی و آب آشامیدنی با کیفیت و کافی	سوم
$CR_{۱۱}$	اسکان موقت و درخور شأن آسیب‌دیدگان	چهارم
$CR_{۹}$	امنیت جانی و مالی	پنجم
$CR_{٤}$	مراقبت‌های پزشکی	ششم
$CR_{٥}$	مشاوره روحی و روانی	هفتم
$CR_{٦}$	آرامش و حمایت عاطفی	هشتم
$CR_{۷}$	اطلاع از سرنوشت اعضای خانواده و فامیل و ارتباط با آنها	نهم
$CR_{۳}$	محیط بهداشتی و پاکیزه	دهم
$CR_{۱۰}$	کمک‌های مردمی، ملی و بین‌المللی	یازدهم
$CR_{۱۲}$	سیستم‌های پشتیبانی اولیه	دوازدهم

طبق نتایج جدول (۷)، نیاز مربوطه به امدادرسانی به مجروحان در اولویت اول و نیاز به سیستم‌های پشتیانی اولیه در اولویت آخر قرار گرفت که نشان می‌دهد اولویت‌بندی نیازها در این پژوهش با برخی از مطالعات در این زمینه متفاوت و با برخی دیگر مشابه هستند؛ برای مثال: در مطالعات صفری و جلالی (۱۳۹۹) [٦]، دی‌مورا[۲۵] و همکاران (۲۰۲۰) [۳۷]، ناگورنی[۲۶] و همکاران (۲۰۱۸) [۳۸] و ناتاراجاراسینام[۲۷] و همکاران (۲۰۰۹) [۲] مهم‌ترین نیاز آسیب‌دیدگان، نیازهای غذایی و آب آشامیدنی مطرح شده بود، در حالی‌که نیاز به آب و مواد غذایی در این پژوهش جزء اولویت سوم است. در مطالعات آگروال و همکاران (۲۰۲۰) [۱۱] و شیفلینگ[۲۸] و همکاران (۲۰۲۰) [۳۹] بازگرداندن و بازمتحد کردن خانواده‌ها، نیاز به آموزش و خدمات مشاوره روحی و روانی به آسیب‌دیدگان از جمله مهم‌ترین نیازها است که اگر برطرف نشود می‌تواند مشکلات دیگری را نیز به‌وجود آورد. طبق مطالعه لیلیبریدج و همکاران (۱۹۹۳) [۱۹]، نیاز به لوازم و وسایل شخصی به‌ویژه برای زنان از جمله مهم‌ترین نیازها است. طبق نظر کابرا و رامش[۲۹] (۲۰۱۵) [۱]، دسترسی به سیستم‌های پشتیبانی اولیه و خطوط آب، برق،

[۲۵] De Moura
[۲۶] Nagurney
[۲۷] Natarajarathinam
[۲۸] Schiffling
[۲۹] Kabra & Ramesh

گاز و تلفن به‌عنوان مهم‌ترین نیاز شناسایی شده است. در تحقیقات لیو (۲۰۲۰) [۱۲] و بلکن و همکاران (۲۰۰۹) [۱۸] امدادرسانی و کمک به مجروحان به‌عنوان مهم‌ترین نیاز شناسایی شد و نیاز به مراقبت‌های پزشکی (از جمله معالجه بیمارهای عفونی و واکسیناسیون) و همچنین نیازهای بهداشتی در اولویت‌های بعدی قرار داشتند که همراستا با نتایج این پژوهش بود.

در ادامه پژوهش، جهت رفع و کاهش نیازهای آسیب‌دیدگان، ۱۷ استراتژی توسعه عملیات در زنجیره تأمین بشردوستانه شناسایی شد که باتوجه به محدودیت‌های هزینه، زمان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا، از طریق مدل پیشنهادی QFDEA اولویت‌بندی شدند. طبق نتایج جدول (٦)، استراتژی‌های $DR_{۱}$ و $DR_{۱۷}$ به‌عنوان اولین اولویت و استراتژی $DR_{۱۱}$ به‌عنوان آخرین اولویت در مدیریت زنجیره تأمین بشر دوستانه در هنگام وقوع زلزله قرار گرفتند. برخی استراتژی‌های شناسایی شده در این پژوهش با برخی از مطالعات در این زمینه، مشابه هستند؛ از جمله: ناتاراجاراسینام و همکاران (۲۰۰۹) [۲]، بارانی بیرانوند و همکاران (۱۳۹٦) [۹]، بلکن و همکاران (۲۰۰۹) [۱۸]، دی‌مورا و همکاران (۲۰۲۰) [۳۷]، ناگورنی و همکاران (۲۰۱۸) [۳۸] و لیستو[۳۰] (۲۰۰۸) [٤۰]. همچنین، اولویت‌بندی این استراتژی‌ها براساس محدودیت‌های موجود در زنجیره تأمین بشر دوستانه از جمله هزینه، زمان، فوریت، اثربخشی و سهولت اجرا انجام گرفته است که در سایر تحقیقات وجود ندارد.

تحلیل استراتژی‌های عملیاتی در زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله نقش مهمی در افزایش توانمندی جامعه برای مقابله با این حوادث دارد. ارتقاء هماهنگی، پایداری و نظارت بر زنجیره تأمین، همچنین بهبود فرآیندها و سیستم‌ها می‌تواند به تقویت توانایی‌های امداد و بازسازی در زمان زلزله کمک کند. به‌عبارت دیگر، حفظ پایداری زنجیره تأمین بشردوستانه در هنگام وقوع زلزله از اهمیت بسزایی برخوردار است. توجه به سیستم‌های پیش‌بینی و مدیریت ریسک می‌تواند تضمین‌کننده استقرار زنجیره تأمین بشردوستانه باشد. همچنین، ارتباطات فوری و هماهنگی بین تمامی حلقه‌های زنجیره تأمین بشردوستانه، از جمله تامین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و سازمان‌های امداد و نجات، ضروری است. ایجاد سامانه‌های ارتباطات موثر در بحران زلزله به تسهیل اطلاع‌رسانی و هماهنگی بیشتر کمک می‌کند. با این حال، تأمین نیروی انسانی با مهارت‌های متنوع و آموزش‌دهی مناسب برای اجرای عملیات امداد

---

[۳۰] Listou

و بازسازی بسیار حیاتی است. ایجاد برنامه‌های آموزشی و شبکه‌های همکاری با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کند. همچنین، اسکان موقت و فوری آسیب‌دیدگان، تأمین آب، مواد غذایی، دارویی و اقلام ضروری در زمان وقوع زلزله از اهمیت بسزایی برخوردار است. مکانیزم‌های نظارت و پایش دائم برای بهبود مستمر اقدامات و نیز کنترل اقلام ضروری و توزیع عادلانه اقلام میان آسیب‌دیدگان با توجه به نیازهای فوری آنها به تقویت زنجیره تأمین بشردوستانه کمک خواهد کرد.

بنابراین به مسئولان حوزه مدیریت بحران جهت امدادرسانی به آسیب‌دیدگان ناشی از وقوع زلزله پیشنهاد می‌شود با راه‌اندازی به‌موقع قرارگاه فرماندهی حادثه و سیستم مدیریت بحران جهت برنامه‌ریزی، هماهنگی و تخصیص وظایف میان سازمان‌ها و نهادهای درگیر در بحران زلزله و نیز با بهبود نظام مدیریت اطلاعات زلزله باعث توانمندسازی، واکنش به‌موقع، تسریع در عملیات نجات، ایجاد وحدت رویه و جلوگیری از موازی‌کاری‌ها شوند؛ همچنین با مدیریت روحی و روانی جامعه در حین و بعد از زلزله و نیز پایش‌ها و ارزیابی‌های دائم مسائل و نیازهای موجود، باعث بهبود مستمر در عملیات امداد و نجات و انجام اقدامات مناسب و شایسته به آسیب‌دیدگان شوند. با این حال، انجام اقدامات پیشگیرانه در برنامه‌های مقابله با بحران زلزله در سراسر کشور و نیز برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی و هماهنگی مناسب و اقدام به‌موقع در مراحل مختلف کنترل بحران (قبل، حین و پس از زلزله) می‌تواند جامعه‌نگری در حوزه مدیریت بحران و سناریوپردازی برای مواجهه خردمندانه با آن را افزایش داده و به مدیران و مسئولان، امکان تصمیم‌گیری و اقدام مناسب را در هر مرحله بدهد.

در پایان به‌منظور انجام پژوهش‌های آتی در راستای مطالعه انجام شده، پیشنهادات پژوهشی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

- ✓ استفاده از روش مذکور در تحلیل زنجیره تأمین بشردوستانه در قبل و بعد از وقوع زلزله؛
- ✓ اجرای روش مذکور در محیط‌های فازی کلاسیک، فازی شهودی، نتروسوفیک، فازی شهودی فاصله‌ای، خاکستری و غیره؛
- ✓ استفاده از سایر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مانند مدل‌های شبکه‌ای، دو مرحله‌ای و ...؛
- ✓ ترکیب روش QFD با انواع روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند تاپسیس، فرآیند تحلیل شبکه، ویکور و غیره؛

- ✓ استفاده از روش مذکور برای سایر زنجیره‌های تامین نظیر تاب‌آور، سرد، سبز، لارج و ...؛
- ✓ بررسی و تحلیل پژوهش‌های مختلف در زمینه استراتژی‌های زنجیره تأمین بشر دوستانه هنگام وقوع زلزله در داخل و خارج از کشور جهت ارائه مدلی برای تحلیل استراتژی‌های عملیاتی در هنگام وقوع زلزله در یک مکان بالقوه از جمله شهر تهران.

۶- تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش برخود لازم می‌دانند از آقای فرهاد اسلامی فارغ‌التحصیل دانشگاه آزاد خوی که مسئولیت توزیع پرسشنامه‌ها و انجام مصاحبه‌ها را برعهده داشتند تشکر نموده، همچنین از برخی خانواده‌های آسیب‌دیده در زلزله خوی و نیز اداره کل مدیریت بحران استان آذربایجان غربی برای انجام مصاحبه‌ها و تکمیل پرسشنامه‌ها کمال قدردانی را داشته باشند.

۷- منابع و مآخذ

[۱] Kabra, G., Ramesh, A. (۲۰۱٥). Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment. *Benchmarking International Journal*, ۲۲ (٤), ٥٥۹-٥۸۷. doi: org/۱۰,۱۱۰۸/BIJ-۰٥-۲۰۱٤-۰۰٤۱

[۲] Natarajarathinam, M., Capar, I., Narayanan, A. (۲۰۰۹). Managing supply chains in times of crisis: a review of literature and insights. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, ۳۹(۷), ٥۳٥–٥۷۳. doi:۱۰,۱۱۰۸/۰۹٦۰۰۰۳۰۹۱۰۹۹٦۲٥۱

[۳] Jafarnejad, A., Hashemi Petroodi, H., Talaee, H.R. (۲۰۱٤). *New Approaches to Supply Chain Management: Resilience, Humanitarian, Services, Sustainability*., Negah Danesh Publications; First Edition, Tehran. [In Persian]

[٤] Altay, N., Green, W.G. (۲۰۰٦). OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, ۱۷٥ (۱), ٤۷٥–٤۹۳. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.ejor.۲۰۰٥,۰٥,۰۱٦

[٥] Shahraki Moghadam, S., Sadeh, E., Aminisabegh, Z. (۲۰۲۱). Identifying relationships among components of logistic relief assessment in the humanitarian supply chain with fuzzy DEMATEL approach. *Journal of Natural Environmental Hazards*, ۱۰(۲۸), ۱-۱۸. doi: ۱۰,۲۲۱۱۱/JNEH.۲۰۲۰,۳۳٦۹۷,۱٦٤۱ [In Persian]

[٦] Safari, H., Jalali, R. (۲۰۲۰). Presenting a Multi-Objective Model based on Quality Function Deployment for Choosing Effectiveness Strategies in the Humanitarian Supply Chain. *Industrial Management Journal*, ۱۲(۳), ٤٦۲-٤۸٤. doi: ۱۰,۲۲۰٥۹/IMJ.۲۰۲۰,۲۹٦۷۰٥,۱۰۰۷۷۱۲ [In Persian]

[۷] Fathi, M., Aghaei, M., Maleki, M., Kermajani, Z. (۲۰۱۹). Providing a Framework for Identifying and Ranking Barriers to Implementation of the Humanitarian Supply Chain using the D-ANP Technique. *Iranian Journal of Supply Chain Management*, ۲۱(٦۳), ٦۳-۷٥. [In Persian]

[۸] Sadeghi moghadam, M., & Ghasemian Sahebi, I. (۲۰۱۸). A Mathematical Model to Improve the Quality of Demand Responding in Emergency Medical Centers in a Humanitarian Supply chain. *Modern Research in Decision Making*, *3*(۱), ۲۱۷-۲٤۲. [In Persian]

[۹] Barani Beyranvand, R., Sadeghi Moghadam, M. R., Safari, H. (۲۰۱۷). Identifying performance dimensions and indicators of humanitarian supply chain (case of earthquakes) and determining the relationships between them. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, ۷(۱), ۹-۲٤. [In Persian]

[۱۰] Faraji, A., Gharakhlou, M. (۲۰۱۰). Earthquake and urban crisis management (case study: Babol city). *Geography*, ۸(۲٥), ۱٤۳-۱٦٤. doi: ۱۰,۲۲۰٦٥/jsce.۲۰۱۸,۱۲۱٥۱۰,۱٤۹۱ [In Persian]

[۱۱] Agarwal, S., Kant, R., Shankar, R. (۲۰۲۰). Evaluating Solutions to Overcome Humanitarian Supply Chain Management Barriers: A Hybrid Fuzzy SWARA–Fuzzy WASPAS Approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, ۱۰۱۸۳۸. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.ijdrr.۲۰۲۰,۱۰۱۸۳۸

[۱۲] Liu, K. (۲۰۲۰). Post-earthquake medical evacuation system design based on hierarchical multi-objective optimization model, An earthquake case study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, ٥۱, ۱۰۱۷۸٥. doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.ijdrr.۲۰۲۰,۱۰۱۷۸٥

[۱۳] Jahre, M. (۲۰۱۷). Humanitarian supply chain strategies: a review of how actors mitigate supply chain risks. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, ۷(۲), ۸۲–۱۰۱. doi: org/۱۰,۱۱۰۸/JHLSCM-۱۲-۲۰۱٦-۰۰٤۳

[۱٤] Hong, J.D., Jeong, K.Y., Feng, J.K. (۲۰۱٥). Emergency relief supply chain design and trade-off analysis. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, ٥(۲), ۱٦۲-۱۸۷. doi: org/۱۰,۱۱۰۸/JHLSCM-۰٥-۲۰۱٤-۰۰۱۹

[۱٥] Heaslip, G., Sharif, A.M., Althonyan, A. (۲۰۱۲). Employing a systems-based perspective to the identification of inter-relationships within humanitarian logistics. *International Journal of Production Economics*, ۱۳۹, ۳۷۷–۳۹۲. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.ijpe.۲۰۱۲,۰٥,۰۲۲

[۱٦] Simangunsong, E., Hendry, L.C., Stevenson, M. (۲۰۱۲). Supply chain uncertainty: a review and theoretical foundation for future research. *International Journal of Production Research*, ٥۰(۱٦), ٤٤۹۳-٤٥۲۳. doi: org/۱۰,۱۰۸۰/۰۰۲۰۷٥٤۳,۲۰۱۱,٦۱۳۸٦٤

[۱۷] Ertem, M.A., Buyurgan, N., Rosetti, M.D. (۲۰۱۰), Multiple-buyer procurement auctions framework for humanitarian supply chain management. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, ٤۰(۳), ۲۰۲-۲۲۷. doi: org/۱۰,۱۱۰۸/۰۹٦۰۰۰۳۱۰۱۱۰۳٥۰۹۲

[۱۸] Blecken, A., Hellingrath, B., Dangelmaier, W., Schulz, S.F. (۲۰۰۹). A humanitarian supply chain process reference model. *Int J Serv Technol Manag*, ۱۲(٤), ۳۹۱–٤۱۳. doi: ۱۰,۱۵۰٤/IJSTM.۲۰۰۹,۰۲۵۸۱۵

[۱۹] Lillibridge, S.R., Noji, E.K., Burkle, F.M. (۱۹۹۳). Disaster assessment: the emergency health evaluation of a population affected by a disaster. *Annals of Emergency Medicine*, ۲۲(۱۱), ۱۷۱۵–۱۷۲۰. doi: ۱۰,۱۰۱٦/s۰۱۹٦-۰٦٤٤(۰۵)۸۱۳۱۱-۳

[۲۰] Wu, Y., Li, K., Fu, X. (۲۰۲٤). An integrated zero-sum game and data envelopment analysis model for efficiency analysis and regional carbon emission allocation. *Decision Analytics Journal*, ۱۰, ۱۰۰۳۸۷. doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.dajour.۲۰۲۳,۱۰۰۳۸۷

[۲۱] Goker, N., Karsak, E. E., Dursun, M. (۲۰۲۲). An Integrated QFD and Common Weight DEA-Based Fuzzy MCDM Framework for Performance Ranking of Countries. *An International and Interdisciplinary Journal for Quality-of-Life Measurement*, ۱۵۹(۱), ٤۰۹-٤۳۰. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۲۰۵-۰۲۱-۰۲۷۵۱-۲

[۲۲] Zhang, X. (۲۰۱۹). User selection for collaboration in product development based on QFD and DEA approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*, ۳۰(۵), ۲۲۳۱-۲۲٤۳. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۸٤۵-۰۱۷-۱۳۸٦-۳

[۲۳] Jafarzadeh, H., Akbari, P., Abedin, B. (۲۰۱۸). A Methodology For Project Portfolio SelectionUnder Criteria Priorisation, Uncertainty And Projects Interdependency Combination Of Fuzzy QFD And DEA. *Expert Systems With Applications*, ۱۱۰(۱۵), ۲۳۷-۲٤۹. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.eswa.۲۰۱۸,۰۵,۰۲۸

[۲٤] Karsak, E. E., Dursun, M. (۲۰۱٤). An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data. *Expert Systems with Applications*, ٤۱(۱٦), ٦۹۹۵-۷۰۰٤. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.eswa.۲۰۱٤,۰٦,۰۲۰

[۲۵] Azadi, M., Farzipoor Saen, R. (۲۰۱۳). A combination of QFD and imprecise DEA with enhanced Russell graph measure: A case study in healthcare. *Socio-Economic Planning Sciences*, ٤۷(٤), ۲۸۱-۲۹۱. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.seps.۲۰۱۳,۰۵,۰۰۱

[۲٦] Zare Mehrjerdi, Y., Owlia, M.S., Tanha Dorodzani, A. (۲۰۱۲). Evaluation and Ranking the Relative Importance of Design Requirements by DEA Technique (Case Study: Tile Industry of Iran). *International Journal of Industrial Engineering & Production Management*, ۲۳(۲), ۱۷۵-۱۸٦. [In Persian]

[۲۷] Mohebbi, H., Amini, Y. (۲۰۲۱). Structural Leveling of strategic objectives in Iran Alloy Steel Company. *Journal of Strategic Management Studies*, ۱۲(٤۵), ۲۰۵–۲۲٤. doi: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۲۲۸٦۸۵۳,۱٤۰۰,۱۲,٤۵,۱۱,۵ [In Persian]

[۲۸] Qiyasi Fard, N., Mohebbi, H., Nabi Meybodi, M. (۲۰۲۳). Analysis of barriers to entrepreneurship development in deprived areas using Delphi and ANP methods. *Journal of Entrepreneurship Development*, *16*(۱), ٦۱-۷٦. doi: ۱۰,۲۲۰۵۹/jed.۲۰۲۳,۳٤۸۸۱۳,٦۵٤۰۵۳ [In Persian]

[۲۹] Ahmadimanesh, M., Kharidar, F., & Naji Azimi, Z. (۲۰۱۸). Implementing Fuzzy Linear Regression Model Using Optimized H Value to Identify Functional Relationships in QFD. *Modern Research in Decision Making*, ۳(۳), ۱-۲٦. [In Persian]

[۳۰] Bamdad soofi, J., Khatami firoozabadi, S., Bigdeli, E. (۲۰۲۱). Classification of Effective Factors on Agility with QFD approach (case study: Part Industry). *Management Research in Iran*, ۱۷(٤), ۱۱۹-۱۳۸. doi: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۳۲۲۲۰۰,۱۳۹۲,۱۷,٤,٦,٦ [In Persian]

[۳۱] Mohebbi, H., azar, A., Heidari, A., Khadivar, A. (۲۰۱۹). Designing a Mathematical Model for Optimum Assignment in the Two-stage Green Supply Chain using Network Data Envelopment Analysis and Electrical Circuits. *Industrial Management Studies*, ۱۷(٥٤), ۱-۲۳. doi: org/۱۰,۲۲۰٥٤/jims.۲۰۱۹,٤۲۹٦,۱۱٥۲ [In Persian]

[۳۲] Omid, A., Azar, A., Dehghan Nayeri, M., Moghbel, A. (۲۰۲۱). Developing a Network Data Envelopment Analysis approach to compare the environmental efficiency of active industries in Tehran. *Management Research in Iran*, ۲٥(۳), ۱۹۳-۲۱٦. doi: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۳۲۲۲۰۰,۱٤۰۰,۲٥,۳,۸,۲ [In Persian]

[۳۳] Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Halek, R., Klopp, G., Schmitz, E., et al. (۱۹۸٦). Two-phase data envelopment analysis approaches to policy evaluation and management of army recruiting activities: Tradeoffs between joint services and army advertising. *Research Report Center for Cybernetic Studies*, University of Texas-Austin, Austin.

[۳٤] Azar, A., Mohebbi, H., Khadivar, A., Heydari, A. (۲۰۱۷). A New Mathematical Model to Solve the Assignment Problems Caused by Multiple Heterogeneous Inputs and Outputs. *Industrial Management Journal*, *9*(۱), ۱-۱۸. doi: ۱۰,۲۲۰٥۹/imj.۲۰۱۷,۱۲٦۸۷۹,۱۰۰٦۸۷۲ [In Persian]

[۳٥] Golany, B., Roll, Y. (۱۹۸۹). An application procedure for DEA. *Omega*, ۱۷(۳), ۲۳۷–٥۰. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/۰۳۰٥-۰٤۸۳(۸۹)۹۰۰۲۹-۷

[۳٦] Rezaei, J. (۲۰۱٦). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, ٦٤, ۱۲٦–۱۳۰. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.omega.۲۰۱٥,۱۲,۰۰۱

[۳۷] De Moura, E., Rocha, T., Chiroli, D. (۲۰۲۰). A framework proposal to integrate humanitarian logistics practices, disaster management and disaster mutual assistance: A Brazilian case. *Safety Science*, ۱۳۲, ۱۰٤۹٦٥. doi: org/۱۰,۱۰۱٦/j.ssci.۲۰۲۰,۱۰٤۹٦٥

[۳۸] Nagurney, A., Daniele, P., Alvarez Flores, E., Caruso, A. (۲۰۱۸). A variational equilibrium network framework for humanitarian organizations in disaster relief: effective product delivery under competition for financial funds. *Dynamics of disasters: Algorithmic approaches and applications*, Springer International Publishers, Switzerland. doi: org/۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-۳۱۹-۹۷٤٤۲-۲_٦

[۳۹] Schiffling, S., Hannibal, C., Tickle, M., Fan, Y. (۲۰۲۰). The implications of complexity for humanitarian logistics: a complex adaptive systems perspective. *Annals of Operations Research*, ۱-۳۲. doi: org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۰٤۷۹-۰۲۰-۰۳٦٥۸-w

[٤۰] Listou, T. (۲۰۰۸). Postponement and speculation in noncommercial supply chains. *Supply Chain Forum: An Int. Journal*, ۹(۲), ٥٦-٦٤. doi: org/۱۰,۱۰۸۰/۱٦۲٥۸۳۱۲,۲۰۰۸,۱۱٥۱۷۱۹۹