



شناسایی ابعاد و شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه (مورد خاص زلزله) و تعیین روابط بین آن‌ها

محمد رضا صادقی مقدم^۱، رضا بارانی بیرانوند^۲ و حسین صفری^۳

۱. دکترای مدیریت صنعتی، استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. sadeghi222@yahoo.com

۲. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) rezabarani1990@gmail.com

۳. دکترای مدیریت صنعتی، دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. hsafari@ut.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: امروزه نسبت به گذشته شاهد فاجعه‌های طبیعی و انسانی همچون زلزله، سیل، فوران آتشفشان و غیره هستیم. فاجعه‌ها به علت ماهیت خاص‌شان تأثیرات مخرب فراوانی را بر زندگی ساکنان زمین می‌گذارند؛ گستردگی و شدت این تأثیرات به حدی است که توجه فراوانی را در سطح ملی و بین‌المللی برای رویارویی با این فجایع به خود معطوف کرده است. از این‌رو مدیریت زنجیره تأمین بشردوستانه در قبال، حین و بعد از حادثه از اهمیت خاصی برخوردار است. در این راستا ضرورت شناسایی و تعیین ابعاد و شاخص‌های عملکردی، جهت ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین بشردوستانه به شدت احساس می‌شود. در طول تاریخ یکی از حوادث خسارت‌زا در ایران، زلزله بوده است و با توجه به اهمیت مدیریت زنجیره تأمین این حادثه، در این مقاله به شناسایی ابعاد و شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین زلزله و همچنین مشخص کردن نحوه ارتباط بین آن‌ها پرداخته شده است.

روش: در ابتدا ادبیات زنجیره تأمین بشردوستانه و مدل‌های ارزیابی عملکرد مطالعه شد تا مؤلفه‌های ارزیابی عملکرد استخراج گردد و سپس با همکاری و نظر خبرگان به غربال و دسته‌بندی آن‌ها در قالب ساختار مشخصی کار ادامه یافت. در ادامه تحلیل عاملی تأییدی بر روی ساختار مشخص شده، اجرا شد و در پایان با استفاده از تکنیک مدل‌سازی ساختاری-تفسیری فازی به سطح‌بندی ابعاد عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه پرداخته شد. جامعه آماری این تحقیق شامل افراد و سازمان‌های درگیر در زنجیره تأمین بشردوستانه مربوط به حوادث زلزله‌ای کشور می‌باشند. با استفاده از ابزار پرسشنامه نظر خبرگان درباره اهمیت شاخص‌های مدل حاصله و همچنین نحوه تأثیر و ارتباط بین ابعاد عملکردی مشخص گردید.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری: در خروجی پژوهش ارتباط تمام شاخص‌ها و ابعاد عملکردی تأیید گردید و چارچوبی با ۱۳ بُعد عملکردی و ۴۴ شاخص مشخص شد و همچنین در سطح‌بندی ابعاد عملکردی، بُعد آموزش در سطح اول و ابعاد رسیدگی به امور بازماندگان، بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها، لجستیک و امداد و هماهنگی در سطح دوم و سایر ابعاد عملکردی در سطح سوم قرار گرفتند. ابعاد عملکردی آموزش، رسیدگی به امور بازماندگان، بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها و هماهنگی در خوزه مستقل، ابعاد عملکردی مقاومت‌سازی، لجستیک و امداد و تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی در خوزه پیوندی و ابعاد عملکردی ارزیابی و پایش، اقدامات فزاینده-کالبدی، بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله، هزینه، تخلیه با پناه دادن و ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه در خوزه وابسته قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: زنجیره تأمین بشردوستانه، تحلیل عاملی تأییدی، تکنیک مدل‌سازی ساختاری-تفسیری فازی

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** صادقی مقدم، محمد رضا؛ بارانی بیرانوند، رضا؛ صفری، حسین (بهار، ۱۳۹۶). شناسایی ابعاد و شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه (مورد خاص زلزله) و تعیین روابط بین آن‌ها. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، ۷ (۱)، ۹-۲۴.

Identifying performance dimensions and indicators of humanitarian supply chain (case of earthquakes) and determining the relationships between them

M.R. Sadeghi Moghadam¹, R. Barani Beyranvand² & H. Safari³

1. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, Tehran University, Tehran, Iran

2. MA graduate, Department of Industrial Management, Faculty of Management, Tehran University, Tehran, Iran;

3. Associate Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, Tehran University, Tehran, Iran

Abstract

Background and objective: Nowadays, natural and human disasters such as earthquakes, floods, volcanic eruptions etc. are increasingly occurring. Due to their specific nature, disasters have many harmful effects on the lives of the Earth dwellers. The extent and severity of the disasters impacts are great enough to attract national and international attention in order to face with them. Hence, humanitarian supply chain management is important before, during and after a disaster. In this regard, the need to find and specify the dimensions and performance indicators in order to assess humanitarian supply chain is highly evident. Earthquake has been historically one of the damaging events in Iran and considering the importance of supply chain management in this event, the present article has been addressed identifying the dimensions and indicators of supply chain performance of earthquakes as well as specifying the type of relationship between them.

Method: At first, the literature of humanitarian supply chain and performance evaluation models were studied to find the components of performance evaluation and then, they were screened and classified in terms of structure in cooperation with the experts. After that, Confirmatory Factor Analysis was performed on the specified structure. Finally, the performance dimensions of humanitarian supply chain were levelled using the FISM technique (Fuzzy Interpretive Structural Modeling). Statistical population of the present research includes people and organizations involved in humanitarian supply chain relating to the country's earthquake events. Using questionnaires, expert opinion about the importance of indicators of the obtained model as well as the relationship between the performance dimensions were specified.

Findings: In the conclusion of the research, the relationship between all of performance dimensions and indicators were confirmed and a structure including 13 performance dimensions and 44 indicators was specified. In the performance dimensions levelling, the dimension of education was levelled as the first level; the dimensions of handling the survivors, reconstruction and repairing buildings and infrastructure, logistics and coordination were levelled as the second level and other performance dimensions were levelled as the third level. Performance dimensions of education, handling the survivors, reconstruction and repair of buildings and infrastructure, and coordination were classified in independent cluster, the performance dimensions of retrofitting, logistics and relief, and providing water, food and medical services were classified in implanted cluster, and finally, the performance dimensions of monitoring and evaluation, space-frame (spatial-physical), improving communication and information management system of earthquake, cost, evacuation and sheltering and storage of supplies and first aids were classified in dependent cluster.

Keywords: Humanitarian Supply Chain, Confirmatory Factor Analysis, FISM (Fuzzy Interpretive Structural Modeling)

► **Citation (APA 6th ed.):** Sadeghi Moghadam M.R, Barani Beyranvand R, Safari H.. (2017, Spring). Identifying performance dimensions and indicators of humanitarian supply chain (case of earthquakes) and determining the relationships between them. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 7(1), 9-24.



مقدمه

وقوع فاجعه‌های طبیعی و انسانی همچون زلزله، سیل، فوران آتش‌فشان و سیر صعودی را نشان می‌دهند (هیرینگن، ۲۰۱۰) (ص ۶). گستردگی و شدت فاجعه‌ها و اثرات آن‌ها به حدی است که صدمات فراوانی را به جان و مال انسان‌ها وارد می‌کند و این خود باعث توجه فراوانی در سطح جهان برای رویاروی با این فجايع شده است.

مدیریت زنجیره تأمین، شامل تمامی فعالیت‌های است که برای پیوند بین تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان به کار می‌رود تا کالاها به مقدار مناسب و در زمان مناسب با حداقل هزینه‌های سیستم و حداکثر کردن سطح خدمت‌دهی به مشتری، تولید و توزیع شوند (کوزولینو، ۲۰۱۲)^۲. زنجیره تأمین بشردوستانه، نوعی خاص از زنجیره تأمین می‌باشد با ویژگی‌های منحصر به فرد که آن را از زنجیره تأمین‌های تجاری متمایز می‌سازد. عملکرد این زنجیره تأمین در فاجعه‌ها نقش بسیار مهمی در مواجهه، کنترل و کاهش تأثیرات فاجعه‌ها دارد (شولتز و های، ۲۰۰۹)^۳.

یکی از استراتژی‌های مهم لجستیکی جهت بهبود عملکرد، ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین می‌باشد جهت این ارزیابی شناسایی شاخص‌ها و ابعاد عملکردی مناسب زنجیره در قبل، حین و بعد از زلزله و تعیین روابط بین این ابعاد و شاخص‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین ایجاد یک ساختار مناسب جهت ارزیابی عملکرد می‌تواند کمک فراوانی به بهبود عملکرد زنجیره تأمین زلزله کند. در نتیجه هدف این پژوهش تدوین یک ساختار عملکردی خاص زنجیره تأمین زلزله در محیط ایران می‌باشد تا از آن طریق بستر و زمینه مناسب برای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین زلزله‌ها اتفاق افتاده در کشور فراهم شود.

این پژوهش در دو مرحله به انجام رسیده در مرحله اول ابتدا به بررسی ادبیات تحقیق در زمینه‌ی زنجیره تأمین بشردوستانه و مدل‌های ارزیابی عملکرد پرداخته شده تا ابعاد و شاخص‌های مورد نظر شناسایی شود، سپس با همکاری خبرگان حوزه زنجیره تأمین بشردوستانه ابعاد و شاخص‌های شناسایی غربال و دسته‌بندی شد و در

پایان این مرحله با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی چارچوب ساختار مورد ارزیابی و کلیت آن مشخص گردید. در مرحله دوم رابطه بین ابعاد عملکردی و چگونگی تأثیر آن‌ها بر هم را در قالب سطح‌بندی آن‌ها مشخص شد. بدین منظور با استفاده از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری فازی نحوه ارتباط ابعاد عملکردی مشخص گردید.

ادبیات تحقیق

مدل‌های ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین بشردوستانه

مدل بیمن و بالیسک^۴

مدل سنجش عملکرد زنجیره امداد بشردوستانه که توسط بیمن و بالیسک (۲۰۰۸) ارائه شده است، با استفاده از چارچوب مدل سه‌بخشی سنجش‌های منبع، سنجش‌های خروجی و سنجش‌های انعطاف‌پذیری توسعه یافته است. آن‌ها در نهایت، مجموعه‌ای از سنجش‌های عملکردی در هر یک از سه دسته را شناسایی نمودند که در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: سنجش‌های عملکردی مدل بیمن و بالیسک

منبع	خروجی	انعطاف‌پذیری
• هزینه کل (منابع مورد استفاده)	• کل مقدار عرضه‌های امدادی (تحويل داده‌شده به آسیب‌دیدگان)	• تعداد واحد کالاهایی که سازمان بلافاصله می‌تواند از تأمین‌کننده رده اول خود دریافت کند
• هزینه‌های سربار	• کل مقدار عرضه امدادی برای هر نوع کالا	• حداقل زمان پاسخگویی ترکیب انواع مختلف عرضه که زنجیره تأمین بتواند در بازه زمانی مشخص تأمین کند
• هزینه کل توزیع (شامل حمل‌ونقل و هزینه مدیریت کالا)	• کل مقدار امداد عرضه‌شده برای هر منطقه	• ترکیب انواع مختلف عرضه که زنجیره تأمین بتواند در بازه زمانی مشخص تأمین کند
• سرمایه‌گذاری در انبار (و ضایعات)	• کل امداد عرضه‌شده به هر نفر	• نرخ دستیابی به هدف تکمیل شد سفارش
• هزینه‌های سفارش‌گذاری و راه‌اندازی	• احتمال کمبود موجودی	• تکمیل شد سفارش
• هزینه‌های نگهداری موجودی	• تعداد سفارش‌های برگشتی	• احتمال کمبود موجودی
• هزینه عرضه کالا	• تعداد دفعات کمبود	• تعداد سفارش‌های برگشتی
• تعداد کارکنان امدادی به ازای هر نفر دریافت‌کننده کمک	• متوسط زمان پاسخگویی به تقاضا	• متوسط زمان پاسخگویی
• تعداد ساعات خلق ارزش‌افزوده (ساعات مستقیم صرف شده جهت توزیع کمک به ازای کل ساعت نیرو انسانی)	• (حداقل زمان بین زمان وقوع حادثه و زمان رسیدن کالاهای امدادی به منطقه)	• (حداقل زمان بین زمان وقوع حادثه و زمان رسیدن کالاهای امدادی به منطقه)
• هزینه صرف شده به ازای هر نفر دریافت‌کننده کمک	• کمک‌های ریالی دریافت شده به ازای یک دوره زمانی مشخص	• کمک‌های ریالی دریافت شده به ازای یک دوره زمانی مشخص

مدل نقشه مأموریت مرجع

یکی از چارچوب‌های رایج سنجش عملکرد در حوزه سازمان‌های

1. Heeringen
2. Cozzolino
3. Schulz and Heigh

4. Beamon and Balcik



تجاری کارت امتیازی متوازن (BSC) است. BSC شامل چهار دیدگاه مالی، مشتری، داخلی و دیدگاه یادگیری و رشد است. لئو^۱ (۲۰۱۰) سانتارلی و همکارانش^۲ (۲۰۱۳) پنج دسته اصلی زمان پاسخگویی، نقشه مأموریت مرجع برای مدیریت زنجیره تأمین بشردوستانه را ارائه نمود. شاخص‌های که در هریک از چهار دیدگاه BSC در خصوص زنجیره امداد بشردوستانه در این مدل مطرح است به شرح شکل ۱ است.

مدل سانتارلی و همکاران
 سانتارلی و همکارانش^۲ (۲۰۱۳) پنج دسته اصلی زمان پاسخگویی، قابلیت اعتماد / انعطاف‌پذیری، همکاری/استاندارسازی، رضایت ذینفعان و اعطاکندگان و عملکرد هزینه به همراه شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) را به منظور سنجش عملکرد زنجیره تأمین بشردوستانه ارائه نمودند:

تصویر	روابط مشتری			اجزای محصول و خدمات
	برای قربانیان حادثه؛ فراهم کردن خدمات مرتبط در زمان و مکان موردنیاز	برای واسطه‌ها؛ فراهم کردن خدمات مرتبط در زمان و مکان موردنیاز	برای خیرین؛ تضمین فرآیندهای اثربخش و کارا ارائه اطلاعات موردنیاز و بازخورد مناسب	کیفیت بالا در دسترس بودن مقدار کافی تحویل با سرعت بالا تحویل قابل اعتماد
قانون و اجتماع	نوآوری	مدیریت شریک	مدیریت خیرین	مدیریت عملیات
	شناسایی، توسعه مدیریت محصولات و خدمات	شراکت با دولت بومی و هدف‌گذاری، کسب و بازاریابی سایر شرکا	هدف‌گذاری، کسب و بازاریابی خیرین ارائه بازخورد به خیرین	خلق تعالی عملیاتی از مرحله ارزیابی نیازها تا ارائه خدمات
مدیریت هزینه	مدیریت تأمین مالی	مدیریت هزینه	سرمايه انساني	سرمايه سازماني
	تضمین جریان پایدار و به‌هنگام کمک‌های نقدی و غیر نقدی	تضمین استفاده کارا از منابع مالی به طور شفاف	ساخت و توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های زنجیره تأمین و مدیریت نرخ خروج منابع انسانی	غنی‌سازی رهبری بومی، تسریع کار تیمی به طور داخلی و با شرکا
بودجه‌بندی	بودجه‌بندی	بودجه‌بندی	بودجه‌بندی	بودجه‌بندی
	توسعه، نظارت و تطبیق بودجه	توسعه، نظارت و تطبیق بودجه	توسعه، نظارت و تطبیق بودجه	توسعه، نظارت و تطبیق بودجه

شکل ۱: نقشه مأموریت مرجع برای مدیریت زنجیره تأمین بشردوستانه

جدول ۲: سانتارلی و همکاران

زمان پاسخگویی	قابلیت اعتماد/انعطاف‌پذیری	همکاری / استاندارسازی	عملکرد هزینه
<ul style="list-style-type: none"> زمان پروژه متوسط زمان پاسخگویی قابلیت اعتماد زمان تحویل (DDR) زمان خرید تا تحویل کالا (GDT) وجود انبار سازمان 	<ul style="list-style-type: none"> انعطاف در حجم. انعطاف ترکیبی. درصد کالاهای از پیش تعبیه‌شده (PGL) 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد کارمندان امدادی درصد افرادی که در توزیع کمک‌ها درگیرند. مقدار دلار خرج شده تعداد افرادی که به آن‌ها کمک شده است. سطح رضایت 	<ul style="list-style-type: none"> نسبت هزینه کالاها به کل هزینه‌های انجام‌شده. هزینه‌های حمل‌ونقل نسبت هزینه‌های انبارداری به کل هزینه‌های امدادسانی درصد بازگشت سفارش درصد کالاهایی که خریداری‌شده ولی توزیع نشده‌اند به کل کالاهای خریداری‌شده

روش

برای گردآوری شاخص‌ها و ابعاد عملکردی از منابع کتابخانه‌ای، شامل مقالات چاپ‌شده در مجلات معتبر و نمایه‌گذاری شده خارجی، کتاب‌های لاتین و فارسی استفاده شد. این مقالات در حوزه ادبیات علمی مدیریت زنجیره تأمین، زنجیره تأمین بشردوستانه، لجستیک امدادسانی، روش‌های ارزیابی عملکرد (زنجیره تأمین، زنجیره تأمین خدمات و زنجیره تأمین بشردوستانه) بوده است.

جامعه آماری این تحقیق شامل مدیران و امدادگران شاغل در سازمان‌های درگیر در زنجیره تأمین بشردوستانه در کشور می‌باشند مانند جمعیت هلال‌احمر، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران، آژانس‌های کمک‌رسانی، خیرین و NGOها می‌باشد. در خصوص انتخاب خبرگان و متخصصین برای سنجش روایی محتوا و نیز برای تعیین و تأیید ابعاد و شاخص‌های ساختار ارزیابی عملکرد از روش گلوله‌برفی^۲ استفاده شده است. بدین صورت که پس از مراجعه به یکی از خبره‌ها، خبره بعدی که صلاحیت و تخصص لازم و همچنین تجربه کافی را برای اظهار را داشته باشد با نظر و راهنمایی او تعیین می‌شد.

پس از استخراج ابعاد و شاخص‌های عملکردی، مصاحبه‌های با متخصصین و مدیران این حوزه انجام داده و با استفاده از روش گروه کانونی^۳ (گروه کانونی، یکی از تکنیک‌های مصاحبه کیفی است که برای ایجاد تعامل بین اعضای گروه طراحی شده است تا انگیزه برای بحث عمیق‌تر را فراهم نموده و جنبه‌های مختلف و جدید موضوع مورد بحث را آشکار نماید) ابعاد و شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه و نحوه ارتباط آن‌ها با ابعاد عملکردی استخراج گردیده و نهایی شد. در مرحله بعد از ابزار پرسشنامه‌های به‌منظور استخراج نظرات متخصصین در مورد اهمیت شاخص‌های نهایی ساختار استفاده شد. در ادامه تحلیل عاملی تأییدی بر مدل مفهومی اجرا شد.

حجم نمونه مورد نیاز برای تحلیل (PLS)

چین، مارکولین و نیوستد (۱۹۹۶) پیشنهاد می‌کنند که تعداد نمونه باید برابر یا بیشتر از مقادیر مقابل باشد:

۱. ۱۰ برابر بیشتر از تعداد معرف‌های سازه موجود در مدل با بیشترین تعداد معرف‌های تشکیلی.

۲. ۱۰ برابر بیشتر از بیشترین تعداد مسیرهای علی که به طرف متغیر وابسته نشانه رفته‌اند.

در توضیح می‌توان گفت که پس از تدوین ساختار، دقت می‌کنیم که کدام سازه (بعد عملکردی) بیشترین معرف‌های (شاخص عملکردی) تشکیلی را به خود اختصاص داده است. سپس این تعداد را در ۱۰ ضرب می‌کنیم تا حجم نمونه به دست آید (چین، مارکولین و نیوستد، ۱۹۹۶)^۴.

در بخش تعیین سطح اهمیت شاخص‌ها از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی استفاده شده است. در مورد استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی بعد از مشورت با اساتید دانشگاه از نظرات چهار تن از خبرگان که صلاحیت ابراز نظر در این حوزه را داشته‌اند، استفاده شده است.

مدل‌سازی معادلات ساختاری^۵

از این روش تحت عنوان مدل علی و تحلیل ساختار کوواریانس توسط بنتلر^۶ در سال ۱۹۸۰ یاد شده است. از طریق این روش می‌توان قابل قبول بودن مدل‌های نظری را در جامعه‌های خاص با استفاده از داده‌های همبستگی، غیرآزمایشی و آزمایشی آزمود (سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۹۲) (ص ۲۷۶). مدل‌سازی معادلات ساختاری یک تکنیک تحلیل چندمتغیری بسیار کلی و نیرومند از خانواده‌ی رگرسیون چند متغیری است که به پژوهشگر امکان می‌دهد مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را به گونه هم‌زمان مورد آزمون قرار دهد. این روش یک رویکرد آماری جامع برای آزمون فرضیه‌هایی درباره‌ی روابط بین متغیرهای مشاهده‌شده و مکنون است (هومن و ۱۳۸۸، ص ۵۲) (ص ۵۲). در تحقیقاتی که هدف، آزمودن مدل خاصی از رابطه‌ی بین متغیرها است، از تحلیل مدل معادلات ساختاری یا مدل‌های علی استفاده می‌شود.

دیدگاه ترکیبی^۷ (حالت خاصی از مدل‌سازی معادلات ساختار)

در این حالت یک سازه به‌عنوان ترکیبی از نشانگرها تعریف می‌شود. نشانگرهای تشکیل‌دهنده به‌عنوان متغیرهای علی در نظر گرفته می‌شوند که بر شکل‌گیری متغیر مکنون اثر دارند. در

4. Chin, Marcolin and Newsted
5. Structural Equation Modeling
6. Bentler
7. Formative Models Or PLS

1. Non Governmental Organizations
2. Snowball
3. Focus group

عاملی تأییدی پیش‌فرض اساسی پژوهشگر آن است که هر عاملی با زیرمجموعه‌ی خاصی از متغیرها ارتباط دارد (مومنی و قیومی و ۱۳۹۴) (ص ۱۷۰)، در واقع پژوهشگر از پیش (بنا به پژوهش‌های پیشین) تعداد عامل‌ها را می‌داند (مومنی و قیومی و ۱۳۹۴) (ص ۱۸۱).

قابلیت اطمینان یا پایایی^۴

پایایی یک سنج، ثبات و هماهنگی منطقی پاسخ‌ها در ابزار اندازه‌گیری را نشان می‌دهد و به ارزیابی «درستی و خوب بودن» یک سنج کمک می‌کند (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۸۷) (ص ۲۰۵). در واقع، پایایی یکی از ویژگی‌های فنی ابزار اندازه‌گیری است به این معنی که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد.

برای ارزیابی پایایی ابزار سنجش در این تحقیق (پرسشنامه) از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. در واقع به منظور سنجش پایایی سؤالات پرسشنامه یک نمونه ۶۵ تایی جمع‌آوری شد و سپس با استفاده از داده‌های به دست آمده از پرسشنامه، میزان ضریب اعتماد با آلفای کرونباخ محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون پایایی سؤالات پرسشنامه

فاز	ابعاد مربوطه	تعداد سؤالات (شاخص‌ها)	آلفای کرونباخ
فاز قبل از زلزله	آموزش	۲	۰/۸۰۳
	ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه	۳	۰/۸۴۲
	هماهنگی	۲	۰/۷۹۳
	مقاوم‌سازی	۳	۰/۹۰۴
فاز پاسخ به زلزله	انجام اقدامات فضایی - کالبدی	۴	۰/۸۲۷
	کل پرسشنامه	۱۴	۰/۹۲۱
	تخلیه با پناه دادن	۳	۰/۷۶۱
	تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی	۵	۰/۸۳۱
	لجستیک و امداد	۵	۰/۷۸۹
	بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله	۵	۰/۷۵۰
	ارزیابی و پایش	۲	۰/۷۳۶
	کل پرسشنامه	۲۰	۰/۹۰۴
فاز بعد از زلزله	بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها	۵	۰/۸۴۸
	رسیدگی به امور بازماندگان	۳	۰/۸۷۲
	هزینه	۲	۰/۸۴۶
	کل پرسشنامه	۱۰	۰/۹۱۳

یک مدل اندازه‌گیری تشکیل‌دهنده نشانگرها به‌سوی متغیر مکنون هدایت شده‌اند که با هم به ساخت متغیر مکنون می‌انجامند.

در پژوهش حاضر دیدگاه ترکیبی برای ایجاد ساختار مدنظر قرار گرفته است و با توجه به نیاز تنها به مدل اندازه‌گیری یا همان تأیید عاملی تأییدی بسنده کرده‌ایم. در همین راستا پس از جمع‌آوری داده‌های پرسشنامه، با توجه به ساختار ارائه‌شده، با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری روابط بین شاخص‌ها و سازه‌ها (ابعاد) و همچنین بارهای عاملی هر کدام مشخص شد. برای سنجش این امر از نرم‌افزار SmartPLS استفاده شد.

روایی محتوا

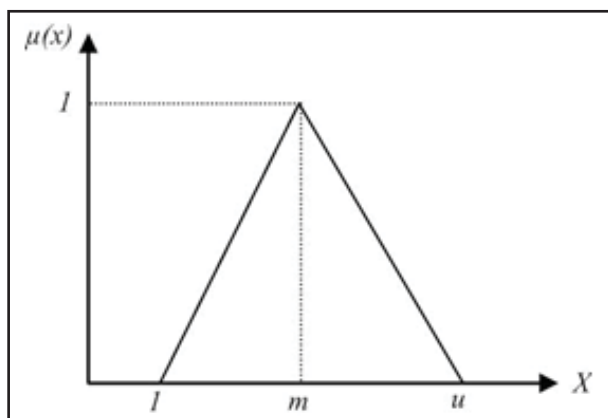
روایی محتوا به این مطلب اشاره می‌کند که نمونه سؤال‌های مورد استفاده در یک آزمون تا چه حد معرف کل جامع سؤال‌های ممکن است، که می‌توان از محتوا یا موضوع موردنظر تهیه کرد. هرچه آزمون از این لحاظ بهتر باشد، دارای روایی بیشتری است (قاسمی، ۱۳۸۹) (ص ۵۸). بدین منظور پس از تدوین چارچوب اولیه، جهت تأیید شاخص‌ها و ابعاد عملکردی از دیدگاه ۷ نفر از خبرگان شامل تعدادی از مدیران (مانند رئیس اسبق پژوهشگاه زلزله‌شناسی، معاونت امداد و نجات جمعیت هلال‌احمر استان تهران)، کارشناسان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران تهران و برخی از اساتید دانشگاه استفاده شد. این ارزیابی در اصل بر روایی محتوایی و تأیید شاخص‌ها و ابعاد عملکردی مورد نظر در طرح تحقیق تمرکز داشت.

روایی سازه

روایی سازه دلالت بر آن دارد که نتایج به دست آمده از کاربرد سنج‌ها تا چه حدی با تئوری‌هایی که آزمون بر اساس آن‌ها طراحی شده، سازگاری دارد (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۸۷) (ص ۲۴۶). در این تحقیق برای اطمینان از اعتبار سازه، از تحلیل عاملی^۱ استفاده می‌شود. تحلیل عاملی به دو نوع تحلیل عاملی اکتشافی^۲ و تحلیل عاملی تأییدی^۳ قابل تقسیم‌بندی است. در تحلیل عاملی اکتشافی، محقق درصدد کشف ساختار زیربنایی مجموعه نسبتاً بزرگی از متغیرها است و پیش‌فرض اولیه محقق، آن است که هر متغیری ممکن است با هر عاملی ارتباط داشته باشد. در صورتی که در تحلیل

1. Factor Analysis (FA)
2. Exploratory Factor Analysis
3. Confirmatory Factor Analysis

ممکن، محتمل‌ترین ارزش و بیشترین ارزش ممکن یک رویداد فازی را توضیح می‌دهند. در شکل ۲، یک عدد فازی مثلثی نشان داده شده است (دنگ، ۱۹۹۹).^۵



شکل ۲: نمایش عدد فازی مثلثی

بنابراین قواعد و اصول حاکم بر منطق FISM ارزش صفر و یکی موجود در روش سنتی را به ارزش صفر و یکی فازی تبدیل می‌کند. از این رویکرد در تحقیق تی سنگ^۶ (۲۰۱۳) استفاده شده است که در ادامه مراحل سه‌گانه آن در این پژوهش استفاده شد، مورد تشریح قرار خواهد گرفت.

مرحله اول: شناسایی مؤلفه‌ها و لیست کردن آن‌ها

مرحله دوم: با استفاده از متغیرهای شناسایی شده در مرحله اول، یک رابطه محتوایی میان آن‌ها با توجه به هر جفت از معیارها تعریف می‌شود. رابطه محتوایی یعنی ارتباط مفهومی بین اجزای تشکیل‌دهنده سیستم، به گونه‌ای که از نظر معنی و محتوا متناسب با اهداف سیستم باشند. برای انجام مقایسات زوجی از متغیرهای زبانی استفاده می‌شود.

مرحله سوم: تجمیع نظرات خبرگان

روش‌های زیادی برای ادغام نظرات خبرگان وجود دارد. به‌عنوان مثال، وارفیلد (۱۹۷۴) استفاده از مد نظرات خبرگان را پیشنهاد داد. در واقع این روش همان میانگین حسابی بین ارزش‌های دوتایی با حد آستانه ۰٫۵ می‌باشد. علاوه بر این لی و همکاران (۲۰۱۰) از روش میانگین هندسی برای تجمیع نظرات خبرگان استفاده نمودند. در پژوهش حاضر از روش میانگین هندسی نظرات خبرگان استفاده خواهد شد. اگر ارتباط بین دو متغیر C_i

گفته می‌شود اگر ضریب آلفا بیشتر از ۰٫۷ باشد، آزمون از پایایی قابل قبولی برخوردار است (مومنی و قیومی، ۱۳۹۴) (ص ۱۸۹). همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است ضریب آلفای کرونیخ ابعاد و ابعاد فاز قبل از زلزله ۰٫۹۲۱، فاز پاسخ به زلزله ۰٫۹۰۴، فاز بعد از زلزله ۰٫۹۱۳ به دست آمده که مقدار همگی این اعداد از ۰٫۷ بیشتر است، پس می‌توان گفت پرسشنامه پایایی مناسبی دارد.

مدل‌سازی ساختاری تفسیری^۱

مدل‌سازی ساختاری تفسیری یک فرآیند یادگیری تعاملی است که در آن مجموعه‌ای از عناصر مختلف و به هم مرتبط در یک مدل نظام‌مند جامع ساختاردهی می‌شوند (وارفیلد، ۱۹۷۴).^۲ این متدولوژی به ایجاد و جهت دادن به روابط پیچیده میان عناصر یک سیستم کمک می‌کند. مدلی که با استفاده از این متدولوژی بدست می‌آید، ساختاری از یک مسئله یا موضوع پیچیده یک سیستم یا حوزه مطالعاتی را نشان می‌دهد که الگویی به‌دقت طراحی شده می‌باشد (فایسل، بانوت و شانکر، ۲۰۰۶).^۳ در نتیجه می‌توانیم بگوییم که مدل‌سازی ISM نه تنها بینشی را در خصوص روابط میان عناصر مختلف یک سیستم فراهم می‌کند بلکه ساختاری را مبتنی بر اهمیت و یا تأثیرگذاری عناصر بر هم (بسته به نوع رابطه محتوایی تعریف شده) فراهم می‌کند و نمایشی تصویری به نمایش می‌گذارد.

مدل‌سازی ساختاری - تفسیری فازی

روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری سنتی به میزان و شدت روابط بین عناصر با توجه به نظرات خبرگان توجهی نمی‌کند و در واقع فقط به این موضوع می‌پردازد که آیا بین دو شاخص رابطه وجود دارد یا خیر (سیستم باینری). که این امر خود منجر به ایجاد روابط ناخواسته بین برخی عناصر در مدل نهایی می‌شود. به همین منظور در پژوهش حاضر منطق فازی لطفی زاده با تکنیک ISM ترکیب گشت تا بر این ضعف غلبه کند. در این پژوهش، برای پیشگیری از ابهام ناشی از عدم قطعیت در همه مراحل از اعداد فازی مثلثی^۴ استفاده شده است. یک عدد فازی مثلثی که با $\tilde{A}=(l,m,u)$ نشان داده می‌شود. پارامترهای l ، m و u به ترتیب نشانگر کمترین ارزش

1. Interpretive Structural Modeling
2. Warfield
3. Faisal, Banwet and Shankar
4. Triangular Fuzzy Numbers

5. Deng

6. T seng

از تعیین مجموعه متقدم و متأخر برای هر یک از معیارها و تعیین مجموعه مشترک، سطح‌بندی معیارها انجام می‌شود. معیارهایی که مجموعه مشترکشان با مجموعه قابل‌دستیابی‌شان یکی باشد، سطح اول اولویت را به خود اختصاص می‌دهند. با حذف این معیارها و تکرار این فرآیند برای سایر معیارها، سطوح سایر معیارها نیز مشخص می‌شود. سپس بر اساس سطوح تعیین شده، دیاگرام ISM ترسیم می‌شود (تی سنگ، ۲۰۱۳).

تحلیل MICMAC

به‌منظور بخش‌بندی معیارها در ماتریس دسترسی نهایی باید برای هر یک از عناصر قدرت محرکه و قدرت وابستگی محاسبه شود. قدرت محرکه یک عنصر تعداد معیارهایی است که متأثر از معیار مربوطه می‌شوند، از جمله خود آن معیار. قدرت وابستگی نیز تعداد معیارهایی است که بر معیار مربوطه تأثیر می‌گذارند و منجر به دستیابی آن می‌شود. در تحلیل MICMAC معیارها به چهار خوشه خودمختار، وابسته، پیوندی، و مستقل تقسیم‌بندی می‌شوند. خوشه اول شامل معیارهای خودمختار است که قدرت محرک و وابستگی ضعیفی دارند. این معیارها پیوندهای اندکی با سایر عناصر سیستم دارند البته شاید پیوندهایشان قوی باشد. خوشه دوم شامل معیار وابسته است که قدرت محرک ضعیفی داشته اما قدرت وابستگی بالایی دارند. خوشه سوم معیارهای پیوندی قرار دارند که قدرت محرک و وابستگی قوی دارند. این معیارها در حقیقت غیر مانا می‌باشند. به این دلیل که هر اقدامی روی این معیارها تأثیری بر دیگر معیارها و یا بازخوردی به خودشان خواهد داشت. خوشه چهارم شامل معیارهای مستقل است که قدرت محرک بالایی به همراه قدرت وابستگی پایینی دارند (فیروزجاییان، فیروزجاییان، هاشمی و غلامرضازاده، ۱۳۹۳).

یافته‌ها

پس از بررسی جامع ادبیات تحقیق در حوزه بشردوستانه و ارزیابی عملکرد ۸۴ شاخص و ۱۷ بعد عملکردی استخراج گردید که بعد از غربال‌های صورت گرفته با همکاری خبرگان مورد نظر شاخص‌ها به ۴۴ شاخص و ۱۳ بعد عملکردی که به نحو جامع و مانع عملکرد این زنجیره تأمین را پوشش می‌دادند، تقلیل یافتند. نتیجه این مرحله در جدول زیر آورده شده است.

و CJ به‌وسیله عدد مثالی $A_i = (a_L^{(i)}, a_m^{(i)}, a_u^{(i)})$ بیان شود، آنگاه میانگین هندسی نظرات خبرگان به‌منظور تجمیع نظراتشان به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$(a_l, a_m, a_u) = \left(\prod_{i=1}^n [a_L^{(i)}] \right)^{\frac{1}{n}}, \left(\prod_{i=1}^n [a_m^{(i)}] \right)^{\frac{1}{n}}, \left(\prod_{i=1}^n [a_u^{(i)}] \right)^{\frac{1}{n}}$$

مرحله چهارم: فازی زدایی اعداد فازی

روش‌های بسیاری به‌منظور فازی زدایی گسترش یافته‌اند. مانند روش‌های میانگین ماکسیمم‌ها، روش سنتروید، روش BP و روش a-cut. در پژوهش حاضر از روش مرکز ثقل یا سنتروید استفاده شده است. که فرمول آن در زیر مشاهده می‌شود:

$$\pi_{ij} = \frac{l_i + m_i + u_i}{3}$$

مرحله پنجم: تشکیل ماتریس دسترسی مطابق با ارتباط بین شاخص‌ها

بعد از محاسبه ماتریس تجمیعی نظرات خبرگان، یک حد آستانه (t) باید در نظر گرفت که در این پژوهش برابر میانگین ماتریس فوق در نظر گرفته شد. سپس به‌منظور تشکیل ماتریس دسترسی اولیه از روابط زیر استفاده می‌شود.

$$\text{if } \pi_{ij} < t \rightarrow \square_{ij} = 0$$

مرحله ششم: تشکیل ماتریس دسترسی نهایی

ماتریس دسترسی نهایی برای معیارها با در نظر گرفتن رابطه تسری بدست می‌آید تا ماتریس دستیابی اولیه سازگار شود. بدین ترتیب باید ماتریس اولیه را به توان K+1 رساند تا حالت پایدار برقرار شود. در سیستم‌های بزرگ و پیچیده فرض بر این است که هر جز قابل حصول از خودش است. به همین منظور ماتریس همانی را با ماتریس دسترسی اولیه جمع می‌کنیم تا ماتریس نهایی بدست آید.

$$M = D + I$$

$$M^* = M^k = M^{k+1} \quad k > 1$$

مرحله هفتم: رسم دیاگرام

هر یک از اجزای سیستم دارای دو مجموعه مختلف متقدم (A) و متأخر یا قابل دستیابی (R) است که در ساختار ماتریس نهایی و نیز طراحی سیستم نقش دارد. مجموعه متقدم هر معیار شامل معیارهایی است که به آن معیار منتهی می‌شوند. مجموعه متأخر معیارهایی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر یک معیار یا جز سیستم قرار دارند. پس



جدول ۴: ابعاد و شاخص‌های استخراج شده از ادبیات تحقیق

ابعاد	شاخص‌ها	مرجع
آموزش	آموزش در خانواده‌ها و مدارس برگزاری دوره‌های آموزشی پاسخگویی و واکنش به زلزله	(ژو، هوانگ و ژانگ، ۲۰۱۱) ^۱ / (سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (لی، هو، ژانگ، دنگ و ماهادون، ۲۰۱۴) ^۲ / (پروژه اسفیر، ۱۳۹۳) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه	ذخیره‌سازی پوشاک، لوازم بهداشتی و پزشکی ذخیره‌سازی مواد خوراکی ذخیره‌سازی آب سالم	(دیویدسون، ۲۰۰۶) ^۳ / (بیمن و بالیسک، ۲۰۰۸) / (سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (ترابی، آقابه‌گلی و میمنی، ۲۰۱۱) ^۴
هماهنگی	مشارکت و ارتباط بین سازمان‌ها و نهادهای درگیر در فاجعه زلزله برنامه‌ریزی و تخصیص وظایف در بین سازمان‌های و نهادهای مشارکت‌کننده در زلزله	(لی و همکاران، ۲۰۱۴) / (اولورانتابا، ۲۰۱۰) ^۵ / (ژو و همکاران، ۲۰۱۱) / (پروژه اسفیر، ۱۳۹۳) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
مقاوم‌سازی	مقاوم‌سازی تأسیسات شهری و پایانه‌های حمل‌ونقل، پل‌ها، تونل‌ها و خطوط ریلی مقاوم‌سازی نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و خطوط انتقال برق، نفت، گاز و شریان‌های آب و فاضلاب مقاوم‌سازی ساختمان‌های مسکونی، اداری، آموزشی و درمانی	(اولورانتابا، ۲۰۱۰) / (یاداو و بارو، ۲۰۱۵) ^۶ / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
انجام اقدامات فضایی - کالبدی	داشتن رتبه‌بندی از آسیب‌پذیری در برابر زلزله برای هر منطقه بر مبنای ارزیابی اثر مکان برنامه‌ریزی فضایی به وسیله ابزارهای GI و GIS به منظور فراهم کردن تصمیم‌گیری باکیفیت بالا تعبیه فضاهای باز مناسب در نقاط مختلف شهر و تنظیم مکان استقرار قرارگاه مرکزی مدیریت بحران تهیه نقاط ایمن در شهر (یا حومه) و تعبیه شبکه ارتباطی سریع برای دسترسی به آن‌ها در مواقع خطر	(پتیت و برسفورد، ۲۰۰۹) ^۷ / (یاداو و بارو، ۲۰۱۵) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
تخلیه با پناه دادن	اسکان اضطراری جستجو و نجات مفقودین آواربرداری مسیرهای امداد رسانی و جمع‌آوری و انتقال قربانیان	(پروژه اسفیر، ۱۳۹۳) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی	تهیه آب آشامیدنی باکیفیت و کافی تهیه غذا باکیفیت و کافی تهیه ملزومات پزشکی درمان جراحات و آسیب‌دیدگی‌ها خدمات روان‌پزشکی	(دیویدسون، ۲۰۰۶) / (بیمن و بالیسک، ۲۰۰۸) / (سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (ترابی و همکاران، ۲۰۱۱) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
لجستیک و امداد	رسیدن کمک امدادی در حداقل زمان ممکن توان بالای سازمان در تغییر حجم محموله‌های امدادی با توجه به اندازه زلزله استفاده از فناوری‌های مدرن لجستیک و امداد (ست‌نجات، روبات، سگ‌های نجات و...) امنیت کمک‌های امداد در مدت حمل و توزیع در محل فاجعه زلزله مدیریت کمک‌های نقدی و غیر نقدی و توزیع عادلانه آن‌ها متناسب با گروه هدف	(لی و همکاران، ۲۰۱۴) / (بیمن و بالیسک، ۲۰۰۸) / (سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (ترابی و همکاران، ۲۰۱۱) / (ژو و همکاران، ۲۰۱۱) / (پروژه اسفیر، ۱۳۹۳) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳) / (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷)
بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله	وجود سیستم فرماندهی حادثه و مدیریت بحران برای توانمندی عملیات‌های نجات و تسریع کمک به آسیب‌دیدگان تخصیص بهینه نیروهای نجات برای گسترش توان امداد رسانی بهبود پاسخ اضطراری توسط ابزارهای GIS در صورت وجود و در دسترس بودن سناریوهای پاسخ اضطراری اطلاع اخبار کافی و درست به مردم و تلاش برای مدیریت احساسات مردم اطلاع‌رسانی به اشخاص و سازمان‌های ذی‌ربط	(لی و همکاران، ۲۰۱۴) / (سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (بیمن و بالیسک، ۲۰۰۸) / (پتیت و برسفورد، ۲۰۰۹) / (اولورانتابا، ۲۰۱۰) / (ژو و همکاران، ۲۰۱۱) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
ارزیابی و پایش	ارزیابی شدت زلزله به منظور انجام پیش‌بینی‌ها دقیق برای پاسخگویی مناسب ارزیابی و پایش مستمر برای بهبود مستمر در فرآیندها و اقدامات مختلف	(لی و همکاران، ۲۰۱۴) / (ژو و همکاران، ۲۰۱۱) / (پروژه اسفیر، ۱۳۹۳) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳) / (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷)
بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها	آواربرداری ساختمان‌های تخریب‌شده و معابر طراحی مناسب و مقاوم در برابر زلزله و استفاده از مصالح باکیفیت تعمیر و بازسازی ساختمان مسکونی و منازل آسیب‌دیده با همکاری و هماهنگی صاحبان آن‌ها تعمیر و بازسازی زیرساخت‌های حیاتی مثل آب، برق، گاز و فاضلاب تعمیر زیرساخت‌های پشتیبانی، ارتباطی و اجتماعی (ایستگاه‌های آتش‌نشانی، انواع راه‌های جاده‌ای و ریلی، خطوط مخابراتی، مراکز بهداشت، مراکز انتظامی، مدارس و...)	(یاداو و بارو، ۲۰۱۵) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
رسیدگی به امور بازماندگان	مدیریت روحی و روانی جامعه پس از زلزله به دلیل تأثیر آن روی سایر بخش‌های اجتماع کمک به بازماندگان برای ایجاد مشاغل و شروع دوباره کسب‌وکارها احیا دوباره شرایط اقتصادی و ارتقا سطح زندگی مردم	(سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (یاداو و بارو، ۲۰۱۵) / (سعدآبادی و عظیمی، ۱۳۹۳)
هزینه	هزینه کل منابع مصرف‌شده در زلزله هزینه کل خسارات ایجادشده توسط زلزله	(دیویدسون، ۲۰۰۶) / (بیمن و بالیسک، ۲۰۰۸) / (سانتارلی و همکاران، ۲۰۱۳) / (ترابی و همکاران، ۲۰۱۱)

- Zhou, Huang and Zhang
- Davidson
- Oloruntoba
- Pettit and Beresford

- Li, Hu, Zhang, Deng and Mahadevan
- Torabi, Aghabegloo and Meisami
- Yadav, Barve



آموزش در خانواده‌ها و مدارس	آموزش	قبل از زلزله	عملکرد زنجیره تأمین زلزله
برگزاری دوره‌های آموزشی پاسخگویی و واکنش به زلزله			
ذخیره‌سازی پوشاک، لوازم بهداشتی و پزشکی			
ذخیره‌سازی مواد خوراکی	ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه		
ذخیره‌سازی آب سالم			
مشارکت و ارتباط بین سازمان‌ها و نهادهای درگیر در فاجعه زلزله	هماهنگی		
برنامه‌ریزی و تخصیص وظایف در بین سازمان‌های و نهادهای مشارکت‌کننده در زلزله			
مقاوم‌سازی تأسیسات شهری و پایانه‌های حمل‌ونقل، پل‌ها، تونل‌ها و خطوط ریلی	مقاوم‌سازی		
مقاوم‌سازی نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و خطوط انتقال برق، نفت، گاز و شریان‌های آب و فاضلاب			
مقاوم‌سازی ساختمان‌های مسکونی، اداری، آموزشی و درمانی	انجام اقدامات فضایی - کالبدی		
داشتن رتبه‌بندی از آسیب‌پذیری در برابر زلزله برای هر منطقه بر مبنای ارزیابی اثر مکان			
برنامه‌ریزی فضایی به‌وسیله ابزارهای GI و GIS به‌منظور فراهم کردن تصمیم‌گیری باکیفیت بالا			
تعبیه فضاهای باز مناسب در نقاط مختلف شهر و تنظیم مکان استقرار قرارگاه مرکزی مدیریت بحران			
تهیه نقاط ایمن در شهر (یا حومه) و تعبیه شبکه ارتباطی سریع برای دسترسی به آن‌ها در مواقع خطر	تخلیه با پناه دادن		
اسکان اضطراری			
جستجو و نجات مفقودین			
آواربرداری مسیرهای امدادسانی و جمع‌آوری و انتقال قربانیان	تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی		
تهیه آب آشامیدنی باکیفیت و کافی			
تهیه غذا باکیفیت و کافی			
تهیه ملزومات پزشکی			
درمان جراحات و آسیب‌دیدگی‌ها	خدمات روان‌پزشکی		
خدمات روان‌پزشکی			
رسیدن کمک امدادی در حداقل زمان ممکن	لجستیک و امداد		
توان بالای سازمان در تغییر حجم محموله‌های امدادی با توجه به اندازه زلزله			
استفاده از فناوری‌های مدرن لجستیک و امداد (ست‌نجات، روبات، سگ‌های نجات و...)			
امنیت کمک‌های امداد در مدت حمل و توزیع در محل فاجعه زلزله			
مدیریت کمک‌های نقدی و غیر نقدی و توزیع عادلانه آن‌ها متناسب با گروه هدف	بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله		
وجود سیستم فرماندهی حادثه و مدیریت بحران برای توانمندی عملیات‌های نجات و تسریع کمک به آسیب‌دیدگان			
تخصیص بهینه نیروهای نجات برای گسترش توان امدادسانی			
بهبود پاسخ اضطراری توسط ابزارهای GIS در صورت وجود و در دسترس بودن سناریوهای پاسخ اضطراری			
اعلام اخبار کافی و درست به مردم و تلاش برای مدیریت احساسات مردم	ارزیابی و پایش		
اطلاع‌رسانی به اشخاص و سازمان‌های ذی‌ربط			
ارزیابی شدت زلزله به‌منظور انجام پیش‌بینی‌ها دقیق برای پاسخگویی مناسب	بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها		
ارزیابی و پایش مستمر برای بهبود مستمر در فرآیندها و اقدامات مختلف			
آواربرداری ساختمان‌های تخریب‌شده و معابر			
طراحی مناسب و مقاوم در برابر زلزله و استفاده از مصالح باکیفیت			
تعمیر و بازسازی ساختمان مسکونی و منازل آسیب‌دیده با همکاری و هماهنگی صاحبان آن‌ها	مدیریت روحی و روانی جامعه پس از زلزله به دلیل تأثیر آن روی سایر بخش‌های اجتماع		
تعمیر و بازسازی زیرساخت‌های حیاتی مثل آب، برق، گاز و فاضلاب			
تعمیر زیرساخت‌های پشتیبانی، ارتباطی و اجتماعی (ایستگاه‌های آتش‌نشانی، انواع راه‌های جاده‌ای و ریلی، خطوط مخابراتی، مراکز بهداشت، مراکز انتظامی، مدارس و...)	رسیدگی به امور بازماندگان		
مدیریت روحی و روانی جامعه پس از زلزله به دلیل تأثیر آن روی سایر بخش‌های اجتماع			
کمک به بازماندگان برای ایجاد مشاغل و شروع دوباره کسب‌وکارها			
احیا دوباره شرایط اقتصادی و ارتقا سطح زندگی مردم	هزینه		
هزینه کل منابع مصرف‌شده در زلزله			
هزینه کل خسارات جبران شده			

شکل ۳: ساختار کلی روابط بین ابعاد عملکردی و شاخص‌های عملکردی

(بعدها) با شاخص‌های سازنده از ۱,۹۶ کمتر شود، محقق در فاصله اطمینان ۹۵٪ جایز است که آن شاخص را از مدل حذف نماید (دایمونتوپولوس و سیگوا، ۲۰۰۶).

جدول ۶: مقادیر معناداری شاخص‌های فاز قبل از زلزله

T-Values	شاخص
۳/۰۱۰	آموزش در خانواده‌ها و مدارس (Edu۲)
۵/۹۶۱	برگزاری دوره‌های آموزشی پاسخگویی و واکنش به زلزله (Edu۱)
۲/۳۳۳	ذخیره‌سازی پوشاک، لوازم بهداشتی و پزشکی (Sto۱)
۲/۴۴۹	ذخیره‌سازی مواد خوراکی (Sto۲)
۲/۷۳۱	ذخیره‌سازی آب سالم (Sto۳)
۵/۲۶۰	مشارکت و ارتباط بین سازمان‌ها و نهادهای درگیر در فاجعه زلزله (Coor۱)
۵/۰۵۵	برنامه‌ریزی و تخصیص وظایف در بین سازمان‌های و نهادهای مشارکت‌کننده در زلزله (Coor۲)
۲/۰۵۱	مقاوم‌سازی تأسیسات شهری و پایانه‌های حمل‌ونقل، پل‌ها، تونل‌ها و خطوط ریلی (Retor۱)
۳/۱۴۷	مقاوم‌سازی نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و خطوط انتقال برق، نفت، گاز و شریان‌های آب و فاضلاب (Retor۲)
۳/۲۴۲	مقاوم‌سازی ساختمان‌های مسکونی، اداری، آموزشی و درمانی (Retor۳)
۴/۲۶۱	داشتن رتبه‌بندی از آسیب‌پذیری در برابر زلزله برای هر منطقه بر مبنای ارزیابی اثر مکان (Sph۱)
۳/۲۳۰	برنامه‌ریزی فضایی به وسیله ابزارهای GI و GIS به منظور فراهم کردن تصمیم‌گیری باکیفیت بالا (Sph۲)
۳/۸۲۳	تعیین فضاهای باز مناسب در نقاط مختلف شهر و تنظیم مکان استقرار قرارگاه مرکزی مدیریت بحران (Sph۳)
۳/۵۳۷	تهیه نقاط ایمن در شهر (یا حومه) و تعبیه شبکه ارتباطی سریع برای دسترسی به آن‌ها در مواقع خطر (Sph۴)

با توجه به اعداد جدول بالا می‌توان گفت که مقدار معناداری بارهای عاملی تمام شاخص‌ها در حد مطلوب می‌باشد.

هم خطی بین شاخص‌ها

در صورت بالا بودن هم خطی بین شاخص‌ها در مدل سازنده، برازش مدل زیر سؤال می‌رود. بررسی هم خطی بین شاخص‌ها از طریق محاسبه یک معیار به نام (VIF (Variance Inflation Factor)، (فاکتور افزایش نرخ واریانس) برای هر کدام از آن‌ها بررسی می‌گردد. اگر مقدار این معیار برای یک شاخص برابر یا بیشتر از ۵ باشد نشان‌دهنده این است که حداقل ۸۰٪ میزانی که آن شاخص سازه را تعریف می‌کند، توسط شاخص‌های دیگر نیز تبیین می‌شود و

در اینجا ابعاد و شاخص‌های نهایی شده جدول بالا با نظر خبرگان موجود در جامعه آماری مورد تأیید و در قالب یک ساختار که روابط بین آن‌ها در سه فاز قبل، حین و بعد از زلزله مشخص گردید.

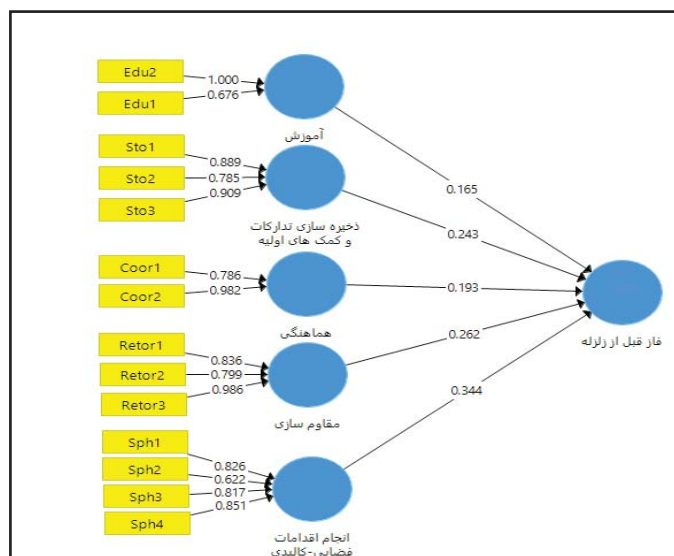
تحلیل عاملی تأییدی فاز قبل از زلزله

برای اجرای فرآیند تحلیل عاملی تأییدی ۷۰ پرسشنامه توزیع شد که ۶۵ تای آن‌ها بدست آمد که این تعداد بیشتر از تعداد نمونه استاندارد که از ضرب عدد ۱۰ در تعداد عدد ۵ که بیشترین تعداد نشانگر وصل شده به یک سازه می‌باشد، است. پس از توزیع پرسشنامه و جمع‌آوری آن‌ها، نظرها را که طبق طیف لیکرت ۵ تایی پرسیده شده بود را وارد نرم‌افزار SPSS کردیم.

جدول ۵: قسمتی از پرسشنامه تحلیل عاملی تأییدی

شاخص عملکردی		سطح اهمیت		
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

سپس با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS بر روی داده‌ها تحلیل عاملی تأییدی را اجرا کردیم. در ادامه به ارزیابی مدل اندازه‌گیری با شاخص‌های سازنده می‌پردازیم.



شکل ۴: ساختار روابط بین شاخص‌ها و ابعاد عملکردی در فاز قبل از زلزله

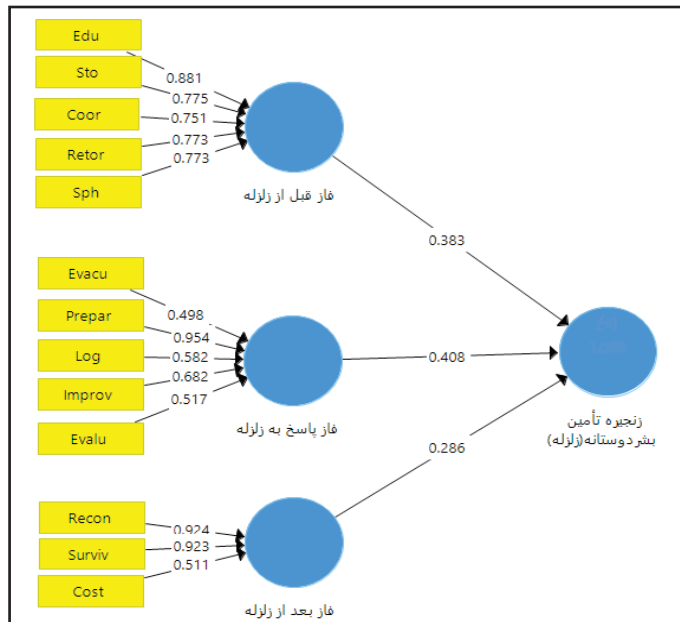
معناداری بارهای عاملی شاخص‌ها از طریق مقادیر t-value بدست می‌آید. در صورتی که مقدار t-value شاخص‌ها یک سازه

جدول ۸: بارهای عاملی شاخص‌های فاز قبل از زلزله

ابعاد	شاخص	بار عاملی
آموزش	Edu2	۱/۰۰۰
	Edu1	-۰/۶۷۶
ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه	Sto1	-۰/۸۸۹
	Sto2	-۰/۷۸۵
	Sto3	-۰/۹۰۹
هماهنگی	Coor1	-۰/۷۸۶
	Coor2	-۰/۹۸۲
مقاوم‌سازی	Retor1	-۰/۸۳۶
	Retor2	-۰/۷۹۹
	Retor3	-۰/۹۸۶
انجام اقدامات فضایی - کالبدی	Sph1	-۰/۸۲۶
	Sph2	-۰/۶۲۲
	Sph3	-۰/۸۱۷
	Sph4	-۰/۸۵۱

به دلیل بالا بودن حجم مطالب در دو فاز حین و بعد، از آوردن خروجی نرم‌افزار در این دو فاز خودداری می‌شود. قابل ذکر است که تمام شاخص‌های آماری آزمون شده بر روی این دو فاز نیز نتایج قابل قبولی را ارائه کردند. در ادامه فرایند تحلیل عاملی تأییدی را در سطح ابعاد چارچوب شناسایی شده، اجرا و نتایج آورده می‌شود.

تحلیلی عاملی تأییدی ابعاد عملکردی کل زنجیره تأمین



شکل ۵: ساختار روابط ابعاد عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه

بنابراین احتیاجی به باقی ماندن آن شاخص در مدل نیست (گریول، کوت و بامگارتنر، ۲۰۰۴)¹.

نحوه محاسبه VIF به صورت زیر می‌باشد:

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

(هریک از شاخص‌ها)

مقدار R^2 برای هر شاخص برابر است با توان دوم بار عاملی

بین سازه و آن شاخص.

جدول ۷: مقادیر هم خطی شاخص‌های فاز قبل از زلزله

VIF	شاخص
۱/۸۳۳	Edu2
۱/۸۳۳	Edu1
۱/۸۱۶	Sto1
۲/۲۱۹	Sto2
۲/۲۷۳	Sto3
۱/۷۵۸	Coor1
۱/۷۵۸	Coor2
۳/۲۲۳	Retor1
۳/۴۹۱	Retor2
۲/۶۱۹	Retor3
۱/۷۳۳	Sph1
۱/۷۱۹	Sph2
۲/۳۳۹	Sph3
۲/۱۳۲	Sph4

همان‌طور که مشاهده می‌کنید مقدار VIF برای شاخص‌ها کمتر از ۵ می‌باشد، پس لزومی به حذف هیچ کدام از آن‌ها نمی‌باشد. همچنین می‌تواند گفت برازش مدل در این مرحله مناسب بوده است.

بارهای عاملی^۲

بارهای عاملی از طریق محاسبه مقدار همبستگی شاخص‌های یک سازه با آن سازه محاسبه می‌شوند که اگر این مقدار برابر یا بیشتر از مقدار ۰.۴ شود، مؤید این مطلب است که واریانس بین سازه و شاخص‌های آن از واریانس خطای اندازه‌گیری آن بیشتر بوده و پایایی در مورد آن مدل اندازه‌گیری قابل قبول است.

1. Grewal, Cote and Baumgartner
2. Loading



معناداری بارهای عاملی

جدول ۹: مقادیر معناداری ابعاد عملکردی

T-Values	شاخص
۳/۶۰۱	آموزش
۲/۲۷۱	ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه
۲/۸۵۱	هماهنگی
۲/۴۱۱	مقاوم‌سازی
۲/۷۲۳	انجام اقدامات فضایی - کالبدی
۳/۰۵۸	تخلیه با پناه دادن
۷/۸۶۱	تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی
۵/۴۸۴	لجستیک و امداد
۲/۳۱۷	بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله
۳/۴۸۹	ارزیابی و پایش
۴/۴۶۷	بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها
۵/۲۴۳	رسیدگی به امور بازماندگان
۵/۵۴۸	هزینه

در این مرحله نیز معناداری بارهای عاملی مؤید روابط بین ابعاد عملکردی و فازهای قبل، پاسخ و بعد از زلزله می‌باشد.

بررسی هم خطی بین ابعاد عملکردی

جدول ۱۰: مقادیر هم خطی ابعاد عملکردی

VIF	شاخص
۱/۸۸۹	آموزش
۱/۷۷۷	ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه
۱/۹۹۶	هماهنگی
۲/۲۸۵	مقاوم‌سازی
۲/۲۶۶	انجام اقدامات فضایی - کالبدی
۱/۴۶۱	تخلیه با پناه دادن
۲/۱۳۶	تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی
۲/۲۷۶	لجستیک و امداد
۲/۰۶۴	بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله
۱/۴۶۸	ارزیابی و پایش
۲/۲۶۷	بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها
۲/۵۶۳	رسیدگی به امور بازماندگان
۱/۶۵۹	هزینه

مقادیر VIF نشان می‌دهد هیچ‌کدام از شاخص‌ها نباید حذف شوند و برآزش ساختار از این طریق دچار خدشه نمی‌شود.

بارهای عاملی

جدول ۱۱: بارهای عاملی ابعاد عملکردی در سه فاز زلزله

فاز	بعدها	بار عاملی	علامت اختصاری
قبل از زلزله	آموزش	۰/۸۸۱	D_1
	سازي تدارکات و کمک‌های اولیه ذخیره	۰/۷۷۵	D_2
	هماهنگی	۰/۷۵۱	D_3
	مقاوم‌سازی	۰/۷۷۳	D_4
	انجام اقدامات فضایی - کالبدی	۰/۷۷۳	D_5
پاسخ به زلزله	تخلیه با پناه دادن	۰/۴۹۸	D_6
	تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی	۰/۹۵۴	D_7
	لجستیک و امداد	۰/۵۸۲	D_8
	بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله	۰/۶۸۲	D_9
	ارزیابی و پایش	۰/۵۱۷	D_{10}
بعد از زلزله	بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها	۰/۹۲۴	D_{11}
	رسیدگی به امور بازماندگان	۰/۹۲۳	D_{12}
	هزینه	۰/۵۱۱	D_{13}

در پایان این مرحله نکته قابل توجه مطلوب ارزیابی شدن تمام شاخص‌های ارزیابی ساختار ارائه شده بود. پس در نتیجه ساختار به همان شکل اولیه مورد تأیید خبرگان پس از تحلیل عاملی تأییدی نیز ثابت باقی می‌ماند.

مدل‌سازی ساختاری - تفسیری فازی

در این مرحله گام‌های و نتایج پژوهش در چارچوب مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی آورده می‌شود.

مرحله اول: معیارها و عناصر مدنظر لیست می‌شوند. که در جدول ۱۱ مشخص شده‌اند.

مرحله دوم: با استفاده از متغیرهای شناسایی شده در مرحله اول، یک رابطه محتوایی میان آن‌ها با توجه به هر جفت از معیارها تعریف می‌شود. رابطه محتوایی یعنی ارتباط مفهومی بین اجزای تشکیل‌دهنده سیستم، به گونه‌ای که از نظر معنی و محتوا متناسب با اهداف سیستم باشند. برای انجام مقایسات زوجی از متغیرهای زبانی مطابق جدول ۱۲ استفاده شد. بر این اساس پرسشنامه‌ای تهیه گردید. که با نظرخواهی و همکاری چهار نفر از صاحب‌نظران حوزه امداد و نجات کشور آن‌ها را تکمیل کرد. سپس داده‌ها وارد نرم‌افزار Excel شد تا ادامه مراحل در این نرم‌افزار انجام شود.



محمدرضا صادقی مقدم و همکاران / شناسایی ابعاد و شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه (مورد خاص زلزله) و تعیین روابط بین آن‌ها

گام‌های بعدی این مرحله با توجه به محدودیت حجم آورده نشده و فقط به گام پایانی برای مشخص شدن این مرحله اکتفا می‌کنیم.

مرحله هفتم: رسم دیاگرام

مجموعه دسترسی، مجموعه مقدم و مجموعه اشتراک را برای همه ابعاد عملکردی به قرار جدول ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۲: متغیرهای زبانی و اعداد فازی آن‌ها

نماد	متغیر زبانی	عدد مثلثی
AR	کاملاً مرتبط	(۰,۷۵,۱,۱)
SR	به شدت مرتبط	(۰,۵۰,۷۵,۱)
FR	نسبتاً مرتبط	(۰,۲۵,۰,۵۰,۷۵)
LR	ارتباط کم	(۰,۰,۲۵,۰,۵)
UN	بی‌ارتباط	(۰,۰,۰,۲۵)

جدول ۱۳: سطح‌بندی ابعاد عملکردی در مرحله اول

سطح	مجموعه اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی
D_1	۱,۷,۱۱,۱۲	۱,۷,۱۱,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_2	۲,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_3	۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۱,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_4	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_5	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_6	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_7	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_8	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_9	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_{10}	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_{11}	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_{12}	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳
D_{13}	۲,۴,۵,۶,۷,۹,۱۰,۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳	۲,۴,۵,۶,۷,۹,۱۰,۱۳

جدول ۱۵: سطح‌بندی ابعاد عملکردی در مرحله سوم

سطح	مجموعه اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی
D_1	۱	۱	۱

پس از مشخص شدن سطوح تمام ابعاد عملکردی زنجیره تأمین بشردوستانه، حال عنوان ابعاد را جایگزین علامت اختصاری آن‌ها می‌کنیم و دیاگرام را رسم می‌کنیم.

تحلیل MICMAC

در تحلیل MICMAC معیارها به چهار خوشه خودمختار، وابسته، پیوندی، و مستقل تقسیم‌بندی می‌شوند. این گام از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری خود دارای مراحل طولانی و پرحجم می‌باشد بدین ترتیب نتیجه نهایی این گام در جدول ۱۵ و شکل ۷ آورده شده است. متناسب با قدرت محرک و قدرت وابستگی هر یک از ابعاد آن‌ها را در چهار خوشه مورد نظر تقسیم‌بندی می‌کنیم.

با حذف ابعاد عملکردی $D_9, D_7, D_6, D_5, D_4, D_2$

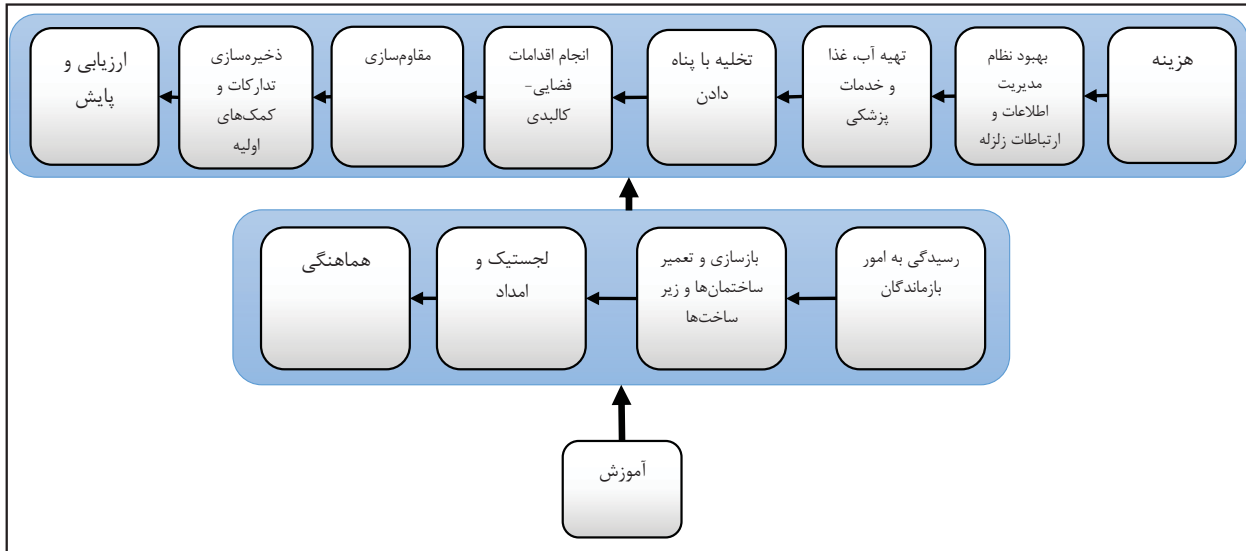
D_{13}, D_{10} یک بار دیگر مجموعه دسترسی، مقدم و اشتراک را برای ابعاد باقی‌مانده بدست می‌آوریم.

جدول ۱۴: سطح‌بندی ابعاد عملکردی در مرحله دوم

سطح	مجموعه اشتراک	مجموعه مقدم	مجموعه دسترسی
D_1	۱,۱۱,۱۲	۱,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲
D_3	۳,۸,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲	۳,۸,۱۱,۱۲
D_8	۳,۸,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲	۳,۸,۱۱,۱۲
D_{11}	۱,۳,۸,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲
D_{12}	۱,۳,۸,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲	۱,۳,۸,۱۱,۱۲

پس از مشخص شدن سطح ابعاد D_{12}, D_{11}, D_8, D_3

آن‌ها را حذف و فرایند یک بار دیگر تکرار می‌کنیم.



شکل ۶: سطح‌بندی و ساختار تأثیرگذاری ابعاد عملکردی

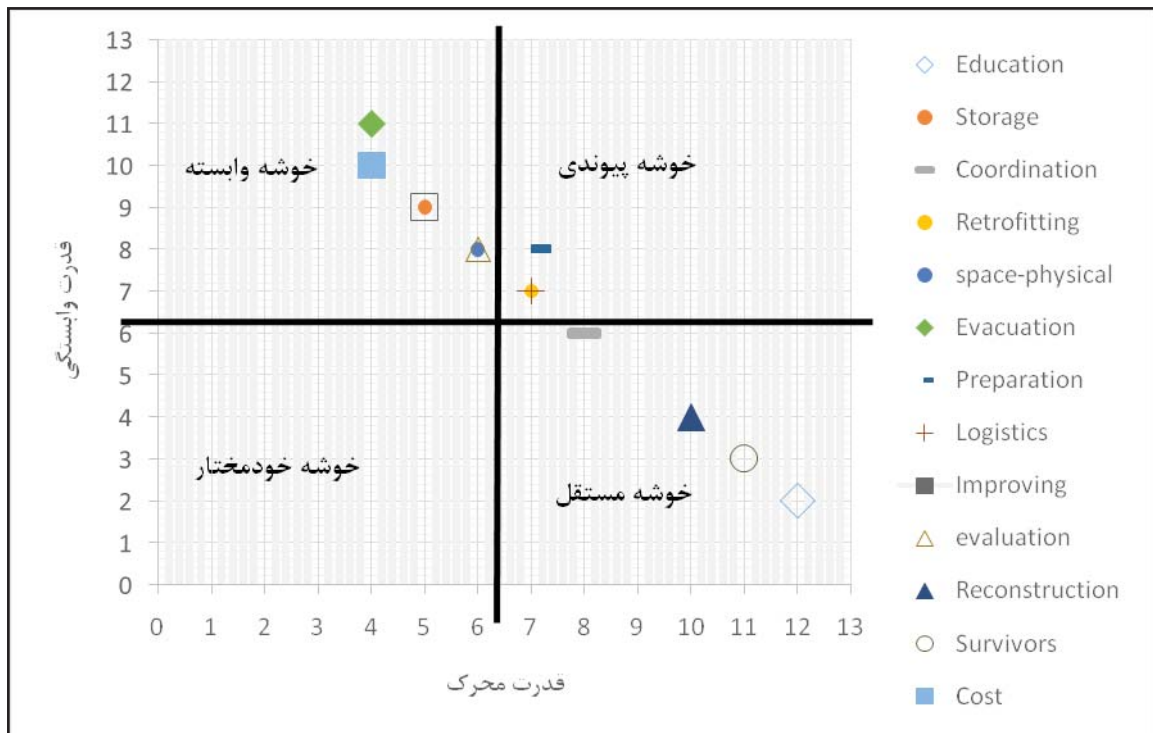
جدول ۱۶: ماتریس مقادیر قدرت محرکه و قدرت وابستگی

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}	D_{13}	قدرت محرک
D_1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۲
D_2	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۵
D_3	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۸
D_4	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۷
D_5	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۶
D_6	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
D_7	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۷
D_8	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۷
D_9	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵
D_{10}	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۶
D_{11}	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۰
D_{12}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱۱
D_{13}	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۴
قدرت وابستگی	۲	۹	۶	۷	۸	۱۱	۸	۷	۹	۸	۴	۳	۱۰	

نتیجه‌گیری

خاص کشور ایران مناسب باشند، به سراغ خبرگان این حوزه رفتیم. با همکاری خبرگان بازرگاری در این ابعاد صورت گرفت و ابعاد و شاخص‌هایی که موضوعیت خاصی با زنجیره تأمین بشردوستانه نداشته حذف و ابعاد و شاخص‌هایی که می‌توانستند در ساختار بیابند به آن‌ها اضافه شدند. جهت بازرگاری نهایی با همکاری چند تن از خبرگان حوزه امداد و نجات جرح و تعدیل‌های نهایی در ابعاد صورت گرفت که نتیجه آن ۴۴ شاخص و ۱۳ بُعد برگزیده شدند؛ که

همان‌طور که مشاهده شد، جهت شناسایی شاخص‌های عملکردی بعد از مرور جامعی بر مقالات، گزارش‌ها و مستندات و مصاحبه با خبرگان و کارشناسان حوزه زنجیره امداد رسانی و بشردوستانه صورت گرفت. تعداد ۸۴ شاخص شناسایی و ۱۷ بُعد استخراج گردید. در مرحله بعد جهت غربال این شاخص‌ها و انتخاب گزینه مناسبی از این شاخص‌ها به‌نحوی که جهت ارزیابی عملکردی در شرایط



شکل ۷: نمودار تحلیل MICMAC

«مقاوم‌سازی»، «ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه» و «ارزیابی و پایش» تأثیر می‌گذارد. همچنین این هشت بعد نیز با یکدیگر ارتباط دارند.

همان گونه که در شکل (۷) ملاحظه می‌شود، در تحلیل MICMAC ابعاد ساختار از لحاظ قدرت محرک و وابستگی در چهار دسته گروه‌بندی شدند. بدین ترتیب که ابعاد عملکردی «آموزش»، «رسیدگی به امور بازماندگان»، «بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها» و «هماهنگی» در خوشه مستقل قرار گرفته‌اند؛ در نتیجه این ابعاد قدرت محرک بالا و قدرت وابستگی پایینی دارند. ابعاد عملکردی «مقاوم‌سازی»، «لجستیک و امداد» و «تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی» در خوشه پیوندی جای گرفته‌اند. ویژگی این خوشه قدرت محرک و وابستگی قوی است و هر اقدامی روی این ابعاد تأثیری بر دیگر ابعاد و یا بازخوردی به خودشان خواهد گذاشت. ابعاد عملکردی «ارزیابی و پایش»، «اقدامات فضایی-کالبدی»، «بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله»، «هزینه»، «تخلیه با پناه دادن» و «ذخیره‌سازی تدارکات و کمک‌های اولیه» در خوشه وابسته قرار گرفتند؛ پس می‌توان گفت که این ابعاد دارای قدرت محرک ضعیف اما قدرت وابستگی قوی هستند.

در ساختاری که در شکل شماره ۳ آمده در قالب سه فاز قبل، حین و بعد از زلزله آرایش پیدا کردند.

در نتیجه اجرای تحلیل عاملی تأییدی بر روی ساختار، شاخص‌های جهت برآزش ساختار (معناداری بارعاملی، هم خطی و بارهای عاملی) در سه فاز قبل، حین و بعد و همچنین سطح ابعاد ساختار به دست آمد که با بررسی آن‌ها مشخص گردید که ساختار با تمام شاخص‌ها و ابعاد در وضعیت مطلوب به سر می‌برد و نیازی به تغییری و یا حذف موردی در آن نمی‌باشد (شکل ۳).

با اجرای مدل‌سازی ساختاری-تفسیری فازی در مرحله دوم ابعاد مورد نظر در سه سطح جای گرفتند که شکل ۶ نحوه آرایش آن‌ها را نشان می‌دهد. تفسیر شکل بالا بدین صورت است که ابتدا «آموزش» بر روی چهار بعد «رسیدگی به امور بازماندگان»، «بازسازی و تعمیر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها»، «لجستیک و امداد» و «هماهنگی» تأثیر می‌گذارد؛ البته عملکرد در این چهار بعد نیز با یکدیگر مرتبط است. سپس چهار بعد قبلی و بعد «آموزش» به واسطه تأثیرش بر این چهار بعد بر هشت بعد «هزینه»، «بهبود نظام مدیریت اطلاعات و ارتباطات زلزله»، «تهیه آب، غذا و خدمات پزشکی»، «تخلیه با پناه دادن»، «انجام اقدامات فضایی-کالبدی»،

منابع

منابع فارسی:

- Diamantopoulos, A., & Sigauw, J. a. (2006). Formative versus reflective indicators in organizational measure development: A comparison and empirical illustration. *British Journal of Management*, 17(4), 263–282: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2006.00500.x>
- Faisal, M. N., Banwet, D. K., & Shankar, R. (2006). Supply chain risk mitigation: modeling the enablers. *Business Process Management Journal*, 12(4), 535–552. article: <https://doi.org/10.1108/14637150610678113>
- Grewal, R., Cote, J. A., & Baumgartner, H. (2004). Multicollinearity and Measurement Error in Structural Equation Models: Implications for Theory Testing. *Marketing Science*, 23(4), 519–529: <https://doi.org/10.1287/mksc.1040.0070>
- Heeringen, B. B. Van. (2010). Risk management in regional humanitarian relief operations. Most, (January), 1–37: <http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/3032/1/MWBBvHeeringenjan10.pdf>
- Li, Y., Hu, Y., Zhang, X., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). An evidential DEMATEL method to identify critical success factors in emergency management. *Applied Soft Computing Journal*, 22(2014), 504–510: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.042>
- Oloruntoba, R. (2010). An analysis of the Cyclone Larry emergency relief chain: Some key success factors. *International Journal of Production Economics*, 126(1), 85–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.013>
- Pettit, S., & Beresford, A. (2009). Critical success factors in the context of humanitarian aid supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(6), 450–468: <https://doi.org/10.1108/09600030910985811>
- Santarelli, G., Abidi, H., Regattieri, A., & Klumpp, M. (2013). A performance measurement system for the evaluation of humanitarian supply chains, (2005), 1–10: https://www.pomsmeetings.org/ConfProceedings/043/FullPapers/FullPaper_files/043-0089.pdf
- Schulz, S. F., Heigh, I., Schulz, S. F., & Heigh, I. (2009). Logistics performance management in action within a humanitarian organization: <https://doi.org/10.1108/01409170910998273>
- Torabi, S. A., Aghabegloo, M., & Meisami, A. (2011). A framework for performance measurement of humanitarian relief chains : a combined fuzzy DEMATEL-ANP approach, 1, 1–10: https://www.pomsmeetings.org/ConfProceedings/043/FullPapers/FullPaper_files/043-0386.pdf
- Tseng, M.-L. (2013). Modeling sustainable production indicators with linguistic preferences. *Journal of Cleaner Production*, 40, 46–56: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.11.019>
- Warfield, J. N. (1974). Developing Interconnection Matrices in Structural Modeling. *Systems, Man and Cybernetics*, IEEE Transactions on, SMC-4(1), 81–87. article: <https://doi.org/10.1109/TSMC.1974.5408524>
- Yadav, D. K., & Barve, A. (2015). Analysis of critical success factors of humanitarian supply chain: An application of Interpretive Structural Modeling. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12(2015), 213–225: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.01.008>
- Zhou, Q., Huang, W., & Zhang, Y. (2011). Identifying critical success factors in emergency management using a fuzzy DEMATEL method. *Safety Science*, 49(2), 243–252: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.08.005>
- پروژه اسفیر (۱۳۹۳). کتاب: منشور بشردوستانه و حداقل استانداردها در پاسخگویی های بشر دوستانه. مترجم: عزیز، سمیعی. تهران: چالش.
- حسینی، مازیار؛ و همکاران. (۱۳۸۷). کتاب: مدیریت بحران. سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران.
- دانایی فرد، حسن؛ الوانی، مهدی؛ آذر، عادل (۱۳۸۷). کتاب: روش شناسی پژوهش کمی در مدیریت: رویکردی جامع. تهران: انتشارات صفار-اشرافی.
- سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ حجازی، الهه (۱۳۹۲). کتاب: روش های تحقیق در علوم رفتاری. نشر آگه، چاپ بیست و پنجم.
- سعدآبادی، علی اصغر؛ عظیمی، محدثه (۱۳۹۳). شناسایی اقدامات اساسی در مراحل مدیریت بحران به کمک روش فازی (مورد مطالعه: شناسایی اقدامات اساسی در مراحل مدیریت بحران زلزله). فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، ۲(۶) و ۳۱–۵۴: http://shahr.journals.umz.ac.ir/article_965_b938301362385b82f6b7ce6084e39b3a.pdf
- فیروزجاییان، اصغر؛ فیروزجاییان، مجتبی؛ هاشمی، حمید؛ غلامرضازاده، فاطمه (۱۳۹۳). کاربرد تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری در مطالعات گردشگری (تحلیلی با رویکرد آسیب شناسانه). مجله برنامه ریزی و توسعه گردشگری، ۱ و ۱۲۹–۱۵۹: http://journals.umz.ac.ir/article_552_9f1764f2849fceeda22e8740ec95c69f.pdf
- قاسمی، روح الله (۱۳۸۹). پایانامه: بررسی تاثیر کیفیت روابط زنجیره تأمین بر عملکرد زنجیره تأمین در صنعت خودروی ایران (مطالعه موردی: شرکت سایپا). دانشگاه تهران.
- مؤمنی، منصور؛ فعال قیومی، علی (۱۳۹۴). کتاب: تحلیل های آماری با استفاده از SPSS. ناشر: مؤلف.
- هومن، حیدر علی (۱۳۸۸). کتاب: مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل (چاپ سوم). تهران: انتشارات سمت.

منابع انگلیسی:

- Beamon, B. M., & Balcik, B. (2008). Performance measurement in humanitarian relief chains. *International Journal of Public Sector Management*, 21(1), 4–25: <https://doi.org/10.1108/09513550810846087>
- Chin, W., Marcolin, B., & Newstead, P. (1996). A partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: Results from a monte carlo simulation study and voice mail emotion / adoption study. *Proceedings of the Seventeenth International Conference on Information Systems*, 21–41: <https://doi.org/10.1287/isre.14.2.189.16018>
- Cozzolino, A. (2012). Humanitarian Logistics, 5–17: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30186-5>
- Davidson, A. L. (2006). Key Performance Indicators in Humanitarian Logistics by Key Performance Indicators in Humanitarian Logistics, 1–11: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/35540/72823316-MIT.pdf?sequence=2>
- Deng, H. (1999). Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. *International Journal of Approximate Reasoning*, 21(3), 215–231: [https://doi.org/10.1016/S0888-613X\(99\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S0888-613X(99)00025-0)