



بررسی و سنجش کشسانی زنجیره تأمین با رویکرد منطق فازی (شاهد تجربی: صنعت ساخت قطعات اتومبیل در استان مازندران)

حسنعلی آقاجانی

دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

حسین صمدی میار کلائی (نویسنده مسؤل)

کارشناس ارشد مدیریت دولتی، باشگاه پژوهشگران جوان، قائمشهر، ایران

E-Mail: hossein_samadi22@yahoo.com

محمد فرمان زاده

کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱ * تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۲

چکیده

زنجیره تأمین برای بقا در بازارهای پویا و متغیر، نیازمند ابزاری است که بتواند با کمک آن بر چالش‌های محیطی فائق آید. چنین ابزاری کشسانی است. در واقع محیط کسب و کار همواره در حال تغییر است و تغییر ایجاد کننده ریسک است. مدیریت این ریسک به سرعت در حال تغییر، یک چالش رقابتی است که نیازمند کشسانی؛ یعنی توانایی زنده ماندن، وفق یافتن و رشد در مواجهه با تغییرات متلاطم می باشد. بر این اساس هدف از تحقیق حاضر، بررسی و ارزیابی کشسانی و کشسانی زنجیره تأمین با انجام آزمونی تجربی در صنعت ساخت قطعات اتومبیل در استان مازندران می باشد. نمونه آماری، ۳۱ شرکت و ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه ای با اجزاء استاندارد و ضریب پایایی ۰/۸۵ بوده و داده ها با استفاده از آزمون فرضیه فازی مورد تحلیل قرار گرفتند و امکان تاثیرگذاری هر یک از شاخص ها با توجه به درجه (تابع) عضویت پذیرش آن مشخص گردید. در پایان نتیجه‌گیری شده است که مدیران، عوامل توانمندسازی را که دارای درجه عضویت پایینی هستند، تقویت نموده و اثرات عوامل آسیب پذیری را که دارای درجه عضویت بالایی هستند، کاهش دهند تا دارای کشسانی بالاتری در زنجیره تأمین خود باشند.

کلمات کلیدی: کشسانی، زنجیره تأمین، منطق فازی، تابع عضویت، صنعت قطعه سازی

۱- مقدمه

کشسانی^۱ از دیدگاه سازمانی یعنی ظرفیت تعدیل و حفظ کارکردهای مطلوب در شرایط چالشی یا فشار (Edmondson 1999; Bunderson & Sutcliffe, 2002). کشسانی زنجیره تأمین^۲ را توانایی تطبیقی زنجیره تأمین در آماده‌سازی برای رویارویی با وقایع غیر منتظره، پاسخ به اختلالات و ترمیم از آن‌ها توسط حفظ مداومت عملیاتی در سطح مطلوبی از ارتباط‌پذیری و کنترل روی ساختار و کارکرد می‌دانند (Ponomorov & Holcomb, 2009). فرایندهای کشسان انعطاف‌پذیر و سریع، و خیلی زود قادر به تغییر هستند. ماهیت پویای از این توانمندی تطبیقی، زنجیره تأمین را برای ترمیم بعد از اختلال، بازگشت به حالت اولیه یا کسب یک حالت مطلوب‌تر عملیات زنجیره تأمین، مجاز می‌سازد (Christopher, 2005).

اختلال‌هایی مانند از دست دادن یک تأمین کننده حیاتی و یا آتش‌سوزی عمدی در کارخانه تولیدی اثر بالقوه مضر بر سود و هزینه خواهند داشت. این اختلالات می‌توانند به از دست دادن فروش و یا حتی سهم بازار و همچنین افزایش هزینه‌ها منجر شوند. برای کاهش این ریسک زنجیره‌های تأمین باید طوری طراحی شوند که آمادگی مناسبی برای حوادث داشته، پاسخ‌های موثر و کارایی فراهم سازند و قادر به بازگشت به حالت اولیه و حتی حالتی بهتر از زمان قبل از وقوع اختلال باشند (Ponomorov & Holcomb, 2009). یک مطالعه نشان داده که در زمان اعلام اخطار برای یک اختلال، میانگین بازده سهامداران، به ۷.۵ درصد کاهش می‌یابد. چهار ماه بعد از اختلال، میانگین کل ضرر به ۱۸/۵ درصد می‌رسد. بنابراین سازمان‌ها باید یاد بگیرند که اختلالات را پیش‌بینی و جذب نموده و بر آن‌ها غلبه نمایند (Pickett, 2006).

زنجیره تأمین عبارت است از همه فعالیت‌های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) به حالت نهایی (مصرف) و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آن‌ها. همچنین، مدیریت زنجیره تأمین را می‌توان یکپارچه‌سازی کلیه فعالیت‌های موجود در زنجیره تأمین از طریق بهبود روابط زنجیره برای دستیابی به موقعیت رقابتی قابل اتکا و مستدام در نظر گرفت (Handfield and Nichols, 1999). منظور از مدیریت زنجیره تأمین شبکه‌ای از سازمان‌ها است که با ارتباطی بالا دستی به پایین دستی، در فرایندها و فعالیت‌هایی درگیرند و به صورت محصولات و خدمات ارائه شده به مشتری نهایی، تولید ارزش می‌کنند (Christopher, 1998). زنجیره تأمین از چند سازمان تشکیل می‌شود که رسماً از هم جدا می‌باشند، ولی توسط جریان‌های مواد، مالی و اطلاعات به هم مربوط هستند. هدف مدیریت زنجیره تأمین این است که بگونه‌ای جریان اطلاعات، مالی و مواد باهم هماهنگ شوند که مشتریان بتوانند خدمت خود را با بالاترین سطح اطمینان، سرعت، کیفیت و هزینه مناسب دریافت نمایند. مفهوم زنجیره تأمین از دو بعد لجستیک و زنجیره ارزش نگریسته شده است. مدیریت زنجیره تأمین بدنبال یکپارچه‌سازی سازمان از طریق اداره کردن تأمین کنندگان و مشتریان به شکل یک «کل» می‌باشد، و سپس هماهنگ کردن همه جریان‌های موجود (اطلاعات، محصول و پول) در این شبکه، در نتیجه این هماهنگی، محصول مناسب در اندازه و مقدار صحیح، برای مکان مناسب و در زمان صحیح، تولید و توزیع می‌شود (Simchi and Kaminsky, 2000). مدیریت زنجیره تأمین، یکپارچه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آن‌ها از طریق بهبود در روابط زنجیره، برای دستیابی به مزیت رقابتی قابل اتکا و مستدام می‌باشد. در دیدگاه "مدیریت بر مبنای تأمین" در مورد مدیریت فعال در مورد تأمین کنندگان جزئی و اساسی بحث می‌شود، دیده‌وری برای تأمین کنندگان جدید، با توانایی‌ها و ویژگی‌های مطلوب و مدیریت انتقال تأمین کنندگان به داخل و خارج زنجیره تأمین (Melnyk & et al., 2010).

خاستگاه مطالعه کشسانی، نظریه توسعه روان‌شناسی اجتماعی است. مفهوم کشسانی به طور مستقیم به مسائل مهمی مانند آسیب‌پذیری اجتماعی و بوم‌شناختی، سیاست‌ها و روان‌شناسی بهبود فاجعه و مدیریت ریسک تحت شرایط افزایش تهدیدات، ارتباط دارد. در موارد زیادی حوزه ساختار کشسانی فاقد وضوح و شفافیت است. از این رو، به منظور درک پدیده کشسانی، ما در ابتدا نیاز داریم تا به روش‌ها و جوانب مختلف از جریانات گوناگون از ادبیات موضوعی توجه نمائیم. بعد از یک مرور اولیه ادبیات موضوعی، جوانب زیر به عنوان مرتبط‌ترین و مناسب‌ترین تعاریف برای درک پدیده کشسانی شناسایی شدند:

¹ Resilience

² Supply Chain Resilience

جدول شماره (۱): تعاریف کشسانی در مطالعات مختلف

منبع	تعریف	رشته مورد مطالعه
Webster, 2007	توانایی یک بدنه در ترمیم شکل و اندازه آن بعد از ایجاد تغییر در شکل.	مهندسی
Folke et al., 2004	توانایی برگشت از یک اختلال در حالی که گوناگونی، یک پارچگی و فرایندهای اکولوژیکی، حفظ می شود.	اکولوژی
Gorman et al., 2005	توانایی گذر از یک اندوه و محنت.	روان شناسی
Stoltz, 2004	توانایی گذر از سختی و حرکت به سمت جلو، قوی تر از همیشه.	رهبری
Rice & Caniato, 2003	توانایی واکنش به یک اختلال غیر منتظره و بازگشت عملیات به حالت عادی.	زنجیره تأمین
Sheffi, 2005	محدود کردن اختلال و ترمیم از آن.	زنجیره تأمین
Christopher & peck, 2004	توانایی یکی سیستم در برگشت به حالت اولیه آن با حرکت به حالت جدید و یا مطلوب تر بعد از اختلال.	زنجیره تأمین
Fiksel, 2006	ظرفیت سیستم های صنعتی پیچیده برای بقاء، تطبیق و رشد در مواجهه با تغییرات آشفته.	زنجیره تأمین
Pettit et al., 2008	کشسانی زنجیره تأمین دارای دو بعد توانمندی ها و آسیب پذیری ها می باشد.	زنجیره تأمین
Ponomorov & Holcomb, 2009	توانایی تطبیقی زنجیره تأمین در آماده سازی برای وقایع غیر منتظره، پاسخ به اختلالات و ترمیم از آن ها توسط حفظ مداومت عملیاتی در سطح مطلوبی از ارتباط پذیری و کنترل روی ساختار و کارکرد.	زنجیره تأمین

کشسانی به عنوان توانایی سیستم برای زنده ماندن، انطباق و رشد در مواجهه با تغییرات آشفته، تعریف می شود (Fiksel 2006). کشسانی یکی از ویژگی های سیستم های پیچیده مانند سازمان ها، شهرها و اکوسیستم ها است. کشسانی باید یکی از موارد لیست بایدهای هر مدیر باشد. موفق ترین افراد در هر شغلی اغلب اشتباهاتی دارند، اما از آن اشتباهات می آموزند، سازماندهی مجدد می نمایند و با سرعت، توان و اعتقاد راسخ، مجدداً شروع می کنند. پیش بینی، شناخت، واکنش و یادگیری قلب مفهوم کشسانی هستند. همه شرکت ها به تأمین کنندگان متکی هستند تا روانی عملیات و نیز مشتریان خود را حفظ کنند و به سود مداوم دست یابند. بنابراین یک شرکت کسبان تنها به اندازه های کسبان است که زنجیره تأمین آن کسبان باشد (Ponomorov & Holcomb, 2009). اختلالات زنجیره تأمین از منابع مختلفی، شامل منابع خارجی مانند بلایای طبیعی، و منابع داخلی مانند شکست در یکپارچه سازی عملیات های زنجیره تأمین، می تواند به وجود بیاید. در اکثر مواقع این حوادث، سریع و بدون اخطار قبلی به وجود می آیند. در بسیاری از شرکت ها فعالیت های لجستیک مانند تأمین مواد خام، مونتاژ اجزا، تولید و حتی اختلالات محصول، در نتیجه اعمال تأمین کنندگان خارجی است. هنگامی که ریسک زنجیره تأمین افزایش می یابد، نیاز شرکت ها نیز برای توسعه فرایندهای لجستیک و ایجاد توانمندی هایی که آن ها را قادر سازد تا واکنش کارا و موثری داشته باشند و بتوانند به فعالیت های عادی کسب و کار خود ادامه دهند، افزایش می یابد (Ponomorov & Holcomb, 2009). بنابراین این سازمان ها باید یاد بگیرند که اختلالات را پیش بینی و جذب نموده، و بر آن ها غلبه نمایند (Pickett, 2006). عوامل توانمندساز کشسانی زنجیره تأمین: توانمندسازها^۳ صفاتی هستند که برای کارایی و اجرا لازمند (Webster, 2007). پتیت و همکاران (۲۰۰۸)، توانمندی ها را این گونه تعریف می نمایند: صفاتی که یک موسسه را قادر می سازند تا اختلالات را پیش بینی نموده و بر آن ها غلبه یابد. آن ها چهارده عامل را برای سنجش آن پیشنهاد نمودند: انعطاف در منبع یابی، انعطاف در تکمیل سفارش، ظرفیت، کارایی، وضوح، انطباق، پیش بینی، ترمیم، پراکندگی، همکاری، سازمان موقعیت بازار و قدرت مالی (Pettit & et al., 2008).

محققان دیگری نیز عوامل توانمندساز کشسانی زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار داده اند. از آن جمله به این موارد می توان اشاره نمود: در مطالعه دانشگاه کرانفیلد به عوامل توانمندساز انعطاف در منبع یابی، ظرفیت، کارایی، وضوح، انطباق، پیش بینی، ترمیم،

³ Capabilities

پراکندگی، همکاری، سازمان و امنیت اشاره شده است (Cranfield University, 2003). هامل و والیکانگاس (۲۰۰۳)، به عوامل انعطاف در منبع‌یابی، انعطاف در تکمیل سفارش، پراکندگی، همکاری، سازمان، موقعیت بازار و قدرت مالی؛ ریس و کانیا تو (۲۰۰۳)، به عوامل وضوح، انطباق، انعطاف در منبع‌یابی، انعطاف در تکمیل سفارش، ظرفیت، پیش‌بینی، ترمیم، پراکندگی، همکاری، سازمان و قدرت مالی تمرکز کردند (Rice and Caniato, 2003). پیچ (۲۰۰۵)، به عوامل انعطاف در منبع‌یابی، ظرفیت، وضوح، انطباق، پیش‌بینی، همکاری و امنیت اشاره نموده است. تانگ (۲۰۰۶)، به نیز در تحقیقات خود به انعطاف در تکمیل سفارش، ظرفیت، انطباق، پیش‌بینی، ترمیم، پراکندگی، انعطاف در منبع‌یابی، همکاری، امنیت و قدرت مالی را بیان کرده است.

عوامل آسیب‌پذیری کشسانی زنجیره تأمین: اِسونسون (۲۰۰۲)، عوامل آسیب‌پذیری^۴ زنجیره تأمین به عنوان انحراف ناخواسته از حالت عادی و پیامدهای منفی آن تعریف نموده است (Svensson, 2002). شفی (۲۰۰۵)، نیز عوامل آسیب‌پذیری را احتمال یک حادثه و شدت (سختی) بالقوه آن می‌داند.

پتیت و همکاران (۲۰۰۸)، در تحقیقات خود عوامل آسیب‌پذیری را به عنوان عوامل اصلی که یک مؤسسه را مستعد ایجاد اختلال می‌نماید، تعریف نموده و هفت عامل برای سنجش آن پیشنهاد می‌نمایند: آشفتگی، تهدیدات عمدی، فشارهای خارجی، محدودیت منابع، حساسیت، وابستگی و اختلالات مشتریان / تأمین‌کنندگان (Pettit et al, 2008).

علاوه بر این محققان دیگری نیز عوامل آسیب‌پذیری کشسانی زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار داده‌اند. از آن جمله به این موارد می‌توان اشاره نمود: اِسونسون (۲۰۰۲)، به عوامل آشفتگی، تهدیدات عمدی، وابستگی و اختلالات مشتریان / تأمین، هامل و والیکانگاس (۲۰۰۳)، به عوامل آشفتگی، فشارهای خارجی و وابستگی (Hamel and Valikangas, 2003)، کرسوفر و راترفور (۲۰۰۴)، به عوامل آشفتگی، تهدیدات عمدی و حساسیت، پیچ (۲۰۰۵)، به عوامل آشفتگی، تهدیدات عمدی، فشارهای خارجی، حساسیت، وابستگی و اختلالات مشتریان / تأمین‌کنندگان، و شفی (۲۰۰۵)، نیز در تحقیقات خود به عوامل آشفتگی، تهدیدات عمدی، حساسیت، وابستگی و اختلالات مشتریان / تأمین‌کنندگان اشاره نموده‌اند.

در مقاله حاضر، با هدف بررسی عوامل موثر در کشسانی زنجیره تأمین در صنعت قطعه‌سازی اتومبیل در استان مازندران، از یک مدل مفهومی ارزیابی کشسانی زنجیره تأمین (Pettit et al, 2008)، شامل ۲۱ متغیر و آزمون فرض فازی استفاده خواهد شد، و با تعیین درجه عضویت هر یک از شاخص‌های مدل مفهومی، امکان تاثیرگذاری آن‌ها مورد بررسی و بحث قرار خواهد گرفت.

در این قسمت از تحقیق، پس از مروری بر ادبیات نظری و تجربی پژوهش فرضیات مربوط به آن مطرح می‌گردد:

H₁: عوامل توانمندساز انعطاف در منبع‌یابی، انعطاف در تکمیل سفارش، ظرفیت، کارایی، وضوح، انطباق، پیش‌بینی، ترمیم، پراکندگی، همکاری، سازمان، موقعیت بازار، امنیت و قدرت مالی، تبیین‌کننده کشسانی مدیریت تأمین در صنعت قطعه‌سازی اتومبیل در استان مازندران می‌باشند.

H₂: عوامل آسیب‌پذیری آشفتگی، تهدیدات عمدی، محدودیت منابع، فشارهای خارجی، حساسیت، وابستگی و اختلالات مشتریان / تأمین‌کنندگان، تبیین‌کننده کشسانی مدیریت تأمین در صنعت قطعه‌سازی اتومبیل در استان مازندران می‌باشند.

۲- مواد و روش‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر را تمام شرکت‌های فعال در صنعت ساخت قطعات اتومبیل در استان مازندران تشکیل می‌دهند. تعداد این شرکت‌ها در زمان تحقیق ۴۴ شرکت بوده و بنابراین جامعه آماری ما دارای ۴۴ عضو می‌باشد. پس از تماس با شرکت‌های سازنده قطعات اتومبیل، با توجه به محدودیت‌هایی که در جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها وجود داشت، تعداد ۳۱ شرکت برای پاسخ‌گویی به پرسشنامه‌ها همکاری نموده‌اند، و پرسشنامه‌ها در میان متخصصان و خبرگان این مراکز و شرکت‌ها توزیع شد و با همه پاسخ‌دهندگان مصاحبه انجام گرفت و بعد توسط آن‌ها پرسشنامه پاسخ داده شد، و تعداد ۳۱ پاسخنامه دریافت گردید که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

⁴ Vulnerabilities

داده‌های مورد نیاز تحقیق حاضر به وسیله پرسشنامه‌ای با اجزاء استاندارد (Pettit et al, 2008)، حاوی ۶۳ سؤال شامل ۲۱ سؤال برای هفت عامل آسیب‌پذیری و ۴۲ سؤال برای چهارده عامل توانمندی و در مقیاس پنج گزینه‌ای لیکرت از خیلی کم تا خیلی زیاد اندازه‌گیری گردید. آن‌گاه با بهره‌گیری از رویکرد و تکنیک منطق فازی طی هفت مرحله محاسباتی شامل ۱- تبدیل داده‌ها، ۲- محاسبه میانگین و انحراف معیار فازی، ۳- تعیین حد پایین پذیرش فرضیه، ۴- تعیین حداقل معیار عددی پذیرش فرضیه، ۵- تعیین درجه عضویت پذیرش فرضیه، ۶- تحلیل درجه عضویت پذیرش فرضیه، و ۷- آزمون فرضیات، بررسی و تبیین کشسانی زنجیره تأمین انجام گردید. پرسشنامه طراحی شده در مراجعه حضوری نخست، در اختیار اعضاء نمونه آماری قرار گرفته و توضیحات لازم نیز برایشان داده شد. آنگاه در مراجعات بعدی نسبت به جمع‌آوری آن‌ها اقدام شده است.

بمنظور معتبرسازی مقیاس تحقیق، از رویه استخراج اجزاء متغیرهای مورد اندازه‌گیری از ادبیات موضوعی، و آن‌گاه بومی‌سازی آن با بهره‌گیری از نظرات متخصصان و نیز نمونه‌ای مقدماتی استفاده شده است (Hult & ferrell, 1997)، بر این اساس ارزیابی دو ویژگی اعتبار محتوایی (Parasuraman et al., 1988)، مقیاس اندازه‌گیری بصورت قضاوت کیفی بوده است. یعنی پرسشنامه تحقیق حاضر دارای اعتبار محتوا بوده است، زیرا اجزاء متغیرهای مورد اندازه‌گیری از ادبیات موضوعی تحقیق اخذ شده، و سازه‌های پرسشنامه نیز بوسیله اعضاء نمونه آماری بدرستی درک شده‌اند. بدین منظور، پرسشنامه طراحی شده، بصورت پیش‌آزمون در اختیار تعداد ۱۰ نفر از اساتید و خبرگان قرار گرفت آن‌گاه پس از اخذ نظرات اصلاحی و تعدیل موادی از آن‌ها، مجدداً در اختیار تعداد ۱۴ نفر از اعضاء نمونه آماری مقدماتی قرار گرفت و طبق نظرات اصلاحی این گروه نیز از مرتبط بودن سؤالات با توجه به جامعه آماری مورد مطالعه اطمینان حاصل شد. در نهایت، پرسشنامه نهایی طراحی و برای جمع‌آوری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

یکی از روش‌های متعدد تعیین قابلیت اعتماد (پایایی) سنجش سازگاری درونی آن است (Conca et al., 2004)، که با ضریب آلفای کرونباخ اندازه‌گیری می‌شود (Churchill, 1979; Cronbach, 1951)، و در اغلب تحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرد (Peterson, 1994)، اگر چه حداقل مقدار قابل قبول برای این ضریب باید ۰/۷ باشد اما مقادیر ۰/۶ و حتی ۰/۵۵ نیز قابل قبول و پذیرش است (Nunnally, 1978; Van de van & Ferry, 1979). پایایی این پرسشنامه نیز با استفاده از روش آلفای کرونباخ تعیین شد. میزان ضریب آلفای محاسبه شده برای کل سؤالات عدد ۰/۸۴ و برای سؤالات مربوط به عوامل آسیب‌پذیری عدد ۰/۷۳ و برای سؤالات مربوط به عوامل توانمندسازی عدد ۰/۸۹ می‌باشد. این اعداد که بالاتر از ۰/۷ می‌باشند، نشان دهنده پایایی مناسبی برای پرسشنامه‌ها است.

۳- نتایج و بحث

نظریه مجموعه فازی توسط لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ برای حل مسائلی معرفی شد، که فاقد معیارهای صریح و تعریف شده هستند، این نظریه به سنجش و اندازه‌گیری ابهام مفاهیمی کمک می‌کند که با قضاوت‌های ذهنی موجودات انسانی مرتبط است. نظریه مجموعه فازی یک ابزار ارزشمندی برای تقویت جامعیت و منطقی بودن فرآیند تصمیم‌گیری است. مدل‌سازی با کاربرد مجموعه‌های فازی به عنوان یک طریقه مؤثر برای تنظیم و تدوین مسائل تصمیم‌ایات شده است، که اطلاعات موجود ذهنی و نادقیق است. ذهنیت و نادقیقی مستلزم در فرآیند پیمایش برای انعکاس ارزیابی‌های انجام شده توسط پاسخگویان به عنوان مجموعه‌های فازی بهتر تجسم پیدا می‌کند. کاربرد اصطلاحات زبانی به لحاظ شهودی آسانتر است، وقتی که تصمیم‌گیرندگان ذهنیت نادقیقی از ارزیابی‌هایشان را بیان می‌کنند، و بدین دلیل، نظریه مجموعه فازی، یک روش بسیار مشهود در حوزه ارزیابی است (Wang, 2009).

یک عدد فازی مثلثی، \tilde{M} بوسیله یک سه وجهی (a,b,c) نشان داده شده است و تابع عضویت آن به صورت ذیل تعریف شده است و در فرمول ذیل نشان داده شده است. یک عدد فازی مثلثی برای تسخیر ابهام پارامترهای مرتبط با موضوع به کار می‌رود، و وسیله مفید کمی سازی عدم اطمینان در تصمیم‌گیری، به علت جاذبه شهودی و نمایش کارایی محاسباتی ظاهر می‌شود. قوی‌ترین درجه عضویت، پارامتر b است که عبارت است از $f_M(b) = 1$ ، در حالی که a و c به ترتیب کران‌های پایین و بالا هستند. در این گزارش، اعداد فازی مثلثی (TFNs) برای ملاحظه فازی بودن متغیرهای به کار رفته استفاده شده است (Sojajei et al., 2011).

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

با $-\theta < a \leq b \leq c < \theta$

برای فازی نمودن پرسشنامه ابتدا داده‌های جمع‌آوری شده بر اساس طیف لیکرت مطابق جدول ۲ به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شوند (Saremi et al., 2009 ; Li, 2007).

جدول شماره (۲): تبدیل اظهارنظرهای کلامی طیف لیکرت به اعداد فازی مثلثی

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
(۷ ۹ ۹)	(۵ ۷ ۹)	(۳ ۵ ۷)	(۱ ۳ ۵)	(۱ ۱ ۳)

بعد از فازی نمودن اعداد باید اعداد فازی شده را با استفاده از جمع فازی جمع نماییم. برای جمع فازی از آنجایی که در این تحقیق اهمیت نظرات متخصصان و خبرگان با توجه به میزان تحصیلات و تجربه آن‌ها (همگن بودن) یکسان در نظر گرفته شده است، این مقادیر برای هر شاخص با توجه به اعداد فازی مثلثی تعریف شده $\tilde{X}_i = (X_i^a, X_i^b, X_i^c)$ برای عبارات کلامی به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\tilde{\bar{X}} = \left(\sum_{i=1}^n X_i^a, \sum_{i=1}^n X_i^b, \sum_{i=1}^n X_i^c \right)$$

$$\bar{X}_\alpha = \{x \in R : \mu_{\bar{X}}(x) \geq \alpha\}$$

$$\bar{X}_\alpha^U = \text{Sup}\{x \in R : \mu_{\bar{X}}(x) \geq \alpha\}$$

بعد از انجام جمع فازی اعداد فازی بصورت زیر بدست می‌آید.

$$\tilde{X}_i = (X_i^a, X_i^b, X_i^c)$$

اعداد فازی نهایی بدست آمده را با استفاده از فاصله فازی به یک عدد تبدیل می‌نماییم.

$$X_i = \frac{(X_i^b - X_i^a) + (X_i^c - X_i^a)}{3} + X_i^a$$

اعداد فازی شده نشان دهنده متغیرهای مستقل بدست آمده از رویکرد فازی برای هر پرسشنامه که توسط شرکت‌ها پاسخ داده شده است، می‌باشد.

محاسبه میانگین و انحراف معیار فازی: میانگین فازی هر کدام از اعداد سه‌گانه مثلثی مربوط به داده‌های جمع‌آوری شده حاصل از پرسشنامه، و انحراف معیار فازی مربوط به هر یک از متغیرهای شش‌گانه تحقیق با استفاده از روابط زیر محاسبه شده‌اند.

$$\tilde{\bar{X}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i^a}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n X_i^b}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n X_i^c}{n} \right) \quad \tilde{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{(X_i^a - \bar{X}^a)^2 + (X_i^b - \bar{X}^b)^2 + (X_i^c - \bar{X}^c)^2}{3} \right]}{n-1}}$$

تعیین حد پایین پذیرش فرضیه: برآورد فاصله‌ای میانگین فازی هر کدام از متغیرهای شش گانه تحقیق و نیز حد پایین پذیرش یک فرضیه، با استفاده از روابط زیر محاسبه شده‌اند:

$$(\tilde{X}_L, \tilde{X}_U) = [(\tilde{X}^a - (\tilde{X}^b - \tilde{X}^a)\alpha), (\tilde{X}^c - (\tilde{X}^c - \tilde{X}^b)\alpha)] \quad \alpha \in (0,1)$$

$$\tilde{X}_U + Z_{\alpha}(\tilde{S}/\sqrt{n}) \quad \text{و} \quad Z_{0.95} = 1.64$$

تعیین حداقل معیار عددی پذیرش فرضیه: با توجه به طیف (۹-۱) مورد استفاده در تحقیق حاضر بمنظور تبدیل اظهارنظرهای کلامی طیف لیکرت به اعداد فازی مثلثی، حداقل میانگین فازی مشاهده شده قابل قبول برای پذیرش فرضیات ۷۰٪ مقیاس، در نظر گرفته شده است. علیرغم این که برای این امر مقادیر ۰/۶۰ و حتی ۰/۵۵ نیز قابل قبول و پذیرش است (Nunnally, 1978; Van de van & Ferry, 1979). بر این اساس در تحقیق حاضر عدد شش بعنوان حداقل معیار پذیرش فرضیات فازی در نظر گرفته شده است.

تعیین درجه عضویت پذیرش فرضیه: با توجه به محاسبات دو مورد اخیر، درجه عضویت (α) پذیرش و رد فرضیه تحقیق از رابطه زیر محاسبه شده است.

$$\tilde{X}_U + Z_{\alpha}(\tilde{S}/\sqrt{n}) = 6 \quad \implies \quad [(\tilde{X}^c - (\tilde{X}^c - \tilde{X}^b)\alpha) + Z_{\alpha}(\tilde{S}/\sqrt{n})$$

تحلیل درجه عضویت پذیرش فرضیه: جدول زیر چگونگی تحلیل در مورد درجه عضویت پذیرش یک فرضیه را در محیط فازی نشان می‌دهد. درجه عضویت بالاتر نشان می‌دهد که فرضیه مورد آزمون، با اطمینان بیشتر و قوی‌تری مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول شماره (۳): تحلیل درجه عضویت پذیرش و رد فرضیه در محیط فازی

درجه عضویت	اظهار نظر در مورد پذیرش فرضیه
۱/۰	پذیرش قطعی فرضیه
۰/۹ - ۱	امکان و اطمینان خیلی بالا برای پذیرش فرضیه
۰/۷ - ۰/۹	امکان بالا برای پذیرش فرضیه
۰/۵ - ۰/۷	امکان متوسط برای پذیرش فرضیه
۰/۰ - ۰/۵	امکان ضعیف برای پذیرش فرضیه
۰/۰	رد فرضیه

آزمون فرضیات: برای تبیین اثرگذاری شاخص‌های انتخاب شده بر روی کشسانی زنجیره تأمین از آزمون فرض فازی و تعیین درجه عضویت (تابع عضویت)، برای هر شاخص استفاده شده است.

جدول شماره (۴): تحلیل آماری داده‌ها در محیط فازی

دسته بندی	تعداد	اظهار نظر در مورد فرض تاثیر گذاری شاخص	درجه		میانگین	انحراف معیار
			پذیرش فرض صفر	پذیرش فرض مقابل		
آسیب پذیری‌ها	۱	امکان متوسط از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۰/۴۵	۰/۵۵	۴/۷۳	۱/۳۸
	۲	رد فرض تاثیر گذاری شاخص	۱	۰/۰۰	۳/۴۸	۱/۴۸
	۳	پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۰/۰۰	۱/۰۰	۶/۶۴	۱/۴۸
	۴	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۰/۲۷	۰/۷۳	۵/۲۰	۰/۹۲

۰/۹۱	۴/۲۲	۶/۲۲	۷/۸۲	۱/۰۰	۰/۰۰	پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۵
۱/۵۴	۴/۲۶	۶/۲۲	۷/۶۸	۱/۰۰	۰/۰۰	پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۶
۱/۳۰	۳/۴۶	۵/۴۳	۷/۳۶	۰/۹۱	۰/۰۹	امکان خیلی بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۷
۰/۸۲	۳/۰۴	۴/۹۵	۶/۸۲	۰/۵۷	۰/۴۳	امکان متوسط از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۱
۱/۳۵	۳/۲۲	۵/۰۸	۷/۰۲	۰/۷۴	۰/۲۶	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۲
۱/۰۸	۳/۳۳	۵/۳۳	۷/۱۷	۰/۸۱	۰/۱۹	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۳
۰/۹۸	۳/۴۶	۵/۴۴	۷/۳۷	۰/۸۶	۰/۱۴	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۴
۱/۶۴	۳/۴۲	۵/۳۳	۷/۱۱	۰/۹۰	۰/۱۰	امکان خیلی بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۵
۱/۱۸	۳/۴۲	۵/۲۸	۷/۲۰	۰/۸۱	۰/۱۹	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۶
۱/۳۱	۲/۴۶	۴/۳۱	۶/۳۱	۰/۳۲	۰/۶۸	امکان ضعیف از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۷
۱/۶۲	۴/۳۳	۶/۲۶	۷/۸۸	۱/۰۰	۰/۰۰	پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۸
۱/۴۸	۳/۵۷	۵/۳۵	۶/۹۱	۰/۸۷	۰/۱۳	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۹
۱/۲۷	۲/۱۷	۳/۹۱	۵/۹۱	۰/۸۵	۰/۱۵	امکان ضعیف از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۱۰
۱/۰۶	۳/۳۷	۵/۳۵	۷/۲۲	۰/۸۲	۰/۱۸	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۱۱
۱/۱۶	۳/۵۷	۵/۳۳	۷/۴۶	۰/۹۴	۰/۰۶	امکان خیلی بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۱۲
۱/۰۷	۳/۲۴	۵/۱۱	۷/۰۴	۰/۷۰	۰/۳۰	امکان بالا از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۱۳
۱/۴۶	۲/۴۲	۴/۱۳	۶/۰۶	۰/۲۶	۰/۷۴	امکان ضعیف از پذیرش فرض تاثیر گذاری شاخص	۱۴

توانمندسازها

در خاتمه باید عنوان داشت که در این تحقیق، برای تبیین اثرگذاری شاخص های انتخاب شده بر روی کشسانی زنجیره تأمین، از آزمون فرض فازی و تعیین درجه عضویت (تابع عضویت) برای هر شاخص استفاده گردید و این نتایج بدست آمد:

در میان شاخص های توانمندساز، شاخص ترمیم با درجه عضویت ۱ به طور کامل فرض تاثیرگذاری آن پذیرفته می شود، که با تحقیقات (Cranfield, 2003)، (Rice & Caniato, 2003)، (Pettit et al., 2008)، و (Tang, 2006)، مطابقت دارد. در میان شاخص های آسیب پذیری، برای شاخص تهدیدات عمدی با درجه عضویت صفر امکان تاثیرگذاری آن رد می شود و برای شاخص های فشارهای خارجی، حساسیت و وابستگی با درجه عضویت ۱ به طور کامل فرض تاثیرگذاری آن ها پذیرفته می شود، که در مورد فشارهای خارجی با نظرات (Hamel & Valikangas, 2003)، (Peck, 2005)، (Pettit et al., 2008)، و در مورد حساسیت با نظرات (Christopher & Rutherford, 2004)، (Peck, 2005)، (Pettit et al., 2008)، و (Sheffi, 2005)، در مورد وابستگی با نظرات (Hamel & Valikangas, 2003)، (Pettit et al., 2008)، و (Svensson, 2002)، مطابقت دارد.

در میان شاخص های توانمندساز، برای شاخص های موقعیت بازار و وضوح با درجه عضویت های (۰/۹۴) و (۰/۹۰) با امکان خیلی بالا فرض تاثیرگذاری آن ها پذیرفته می شود که در مورد موقعیت بازار با احتمال خیلی زیادی با نظر (Hamel & Valikangas, 2003)، (Pettit et al., 2008)، و در مورد وضوح با احتمال خیلی زیادی با نظرات (Cranfield, 2003)، (Rice & Caniato, 2003)، مطابقت دارد. برای شاخص های پراکندگی و کارایی، سازمان، انطباق (فوق پذیری)، ظرفیت، انعطاف در تکمیل سفارش و امنیت با درجه عضویت های (۰/۸۷)، (۰/۸۶)، (۰/۸۲)، (۰/۸۱)، (۰/۸۱)، (۰/۷۴)، و (۰/۷۰) با امکان بالا فرض

تاثیرگذاری آن‌ها پذیرفته می‌شود، که در مورد پراکندگی به احتمال زیاد با نظرات (Hamel & Valikangas, 2003)، (Pettit et al., 2008)، مطابقت دارد و در مورد کارایی به احتمال زیاد با نظرات (Cranfield, 2003)، (Rice & Pettit et al., 2003)، مطابقت داشته و در مورد سازمان به احتمال زیاد با نظرات (Rice & Caniato, 2003)، (Pettit et al., 2008)، مطابقت داشته و در مورد انطباق و ظرفیت با نظرات (Pettit et al., 2008)، و (Tang, 2006)، مطابقت دارد و نیز در مورد انعطاف در تکمیل سفارش با نظرات (Hamel & Valikangas, 2003)، (Pettit et al., 2008)، مطابقت داشته و در مورد امنیت با (Hamel & Valikangas, 2003)، (Peck, 2005)، (Pettit et al., 2008)، مطابقت دارد. در میان شاخص‌های آسیب‌پذیری، برای شاخص اختلالات مشتریان/تأمین‌کنندگان با درجه عضویت ۰.۹۱ با امکان خیلی بالا فرض تاثیرگذاری آن پذیرفته می‌شود که با احتمال زیادی با نظرات (Pettit et al., 2008)، و (Svensson, 2002)، مطابقت دارد. برای شاخص محدودیت منابع با درجه عضویت (۰/۷۳) با امکان بالا فرض تاثیرگذاری آن پذیرفته می‌شود که با احتمال بالایی با نظرات (Pettit et al., 2008)، مطابقت دارد.

در میان شاخص‌های توانمندساز، شاخص انعطاف در منبع‌یابی با درجه عضویت (۰/۵۷) با امکان متوسط فرض تاثیرگذاری آن پذیرفته می‌شود، که با احتمال متوسطی با نظرات (Christopher & Rutherford, 2004)، (Peck, 2005)، مطابقت دارد. برای شاخص‌های پیش‌بینی، قدرت مالی و همکاری (تشریک مساعی) با درجه عضویت‌های (۰/۳۲)، (۰/۲۶) و (۰/۱۵) امکان ضعیفی از پذیرش فرض تاثیرگذاری وجود دارد که در مورد پیش‌بینی با احتمال ضعیفی با نظرات (Pettit et al., 2008)، و (Tang, 2006)، مطابقت دارد. در مورد شاخص قدرت مالی با احتمال ضعیفی با نظرات (Rice & Caniato, 2003)، (Pettit et al., 2008)، مطابقت دارد. در مورد همکاری با احتمال ضعیفی با نظرات (Cranfield, 2003)، (Rice & Caniato, 2003)، مطابقت دارد. در میان شاخص‌های آسیب‌پذیر، برای شاخص آشفتگی با درجه عضویت ۰.۵۵ با امکان متوسط فرض تاثیرگذاری آن پذیرفته می‌شود که با احتمال متوسطی با نظرات (Pettit et al., 2008)، و (Svensson, 2002)، مطابقت دارد.

موسسات برای بقا در صحنه رقابت دو چاره اساسی را اندیشیده‌اند: یکی سامان دادن به امور داخلی و ایجاد پتانسیل‌هایی که مستلزم توان رقابتی باشند و دیگری ایجاد ارتباطی سازمان یافته، پویا و توانمند با سایر اعضای مرتبط با آن‌ها که می‌توان به مشتریان و تأمین‌کنندگان اشاره کرد. به عبارت دیگر برای موفقیت در بازارهای رقابتی و بقا نمی‌توان تنها به موفقیت‌های درونی یک مؤسسه اکتفا کرد، بلکه بایستی به موفقیت کل زنجیره‌ای که این مؤسسه محصولات و خدمات خود را در آن عرضه می‌کند اطمینان داشت. ماحصل این تفکر که به نوعی تفکر سیستمی در بعد عرضه کالاها و خدمات به شمار می‌رود؛ مدیریت زنجیره تأمین است. در بررسی کشسانی زنجیره تأمین در صنعت ساخت قطعات اتومبیل در استان مازندران، با توجه به این که عوامل توانمندساز انعطاف در منبع‌یابی، پیش‌بینی، قدرت مالی و همکاری دارای درجه عضویت پایینی هستند، پیشنهاد می‌شود که شرکت‌های فعال در صنعت تولید قطعات اتومبیل، این شاخص‌ها را تقویت نمایند تا دارای کشسانی بهتری در زنجیره تأمین خود باشند. از سوی دیگر با توجه به این که عوامل آسیب‌پذیری فشارهای خارجی، حساسیت، وابستگی و اختلالات مشتریان/تأمین‌کنندگان دارای درجه عضویت بالایی هستند، پیشنهاد می‌شود که شرکت‌های فعال در صنعت تولید قطعات اتومبیل، با اتخاذ سیاست‌های مناسب اثرات این عوامل را کاهش دهند تا دارای کشسانی بهتری در زنجیره تأمین خود باشند.

در پایان نیز برای پژوهش‌های آینده، پیشنهاداتی بمنظور انجام بهتر تحقیقات ارائه می‌گردد:

۱. انجام تحقیق و ارائه مدلی کمی برای سنجش عددی کشسانی زنجیره تأمین. ۲. انجام تحقیقی مشابه تحقیق حاضر و با استفاده از سایر روش‌های تحلیل داده‌ها (روش‌هایی بجز منطق فازی). ۳. انجام تحقیق با در نظر گرفتن سایر عوامل احتمالی موثر در کشسانی زنجیره تأمین.

1. Bunderson, J.S., & Sutcliffe, K.M. (2002). Comparing alternative conceptualization of functional diversity in management teams: process and performance effects, *Academy of Management Journal*, 45, 847–93.
2. Christopher, M. (2005). Managing risk in the supply chain, in Christopher, M. (Ed.), *Logistics & Supply Chain Management*, 3rd ed., Prentice-Hall, Harlow.
3. Christopher, M., & Christine, R. (2004). Creating supply chain resilience through agile six sigma, *Critical EYE*, Jun-Aug 2004. 24–28.
4. Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain, *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–13.
5. Conca, F. J., & Liopis, J., & Tarí, J. J. (2004). Development of a measure to assess quality management in certified firms, *European journal of operational research*, 156, 683–697.
6. Cranfield University. (2003). *Creating resilient supply chain: A practical guide*, Centre for Logistics and Supply Chain Management, School of Business, Cranfield University.
7. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of test, *Psychometrika*, 16. 297–334.
8. Churchill, G.A. (1979). A paradigm for developing better measures of marketing constructs. *Journal of Marketing Research*, 16, 64–73.
9. Christopher, M. (1998). *Logistics and supply chain management*. 2nd ed., London: FT Prentice-Hall.
10. Edmondson, A.C. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, 44, 350–383.
11. Fiksel, J. (2006). Sustainability and resilience: Toward a systems approach. *Sustainability: Science, Practice & Policy*, 2(2), 1–8.
12. Folke, C., & Carpenter, S., & Walker, B., & Scheffer M., & Elmqvist, T., & Gunderson, L. (2004). Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, & Systematics*, 35, 557–581.
13. Gorman, C., & Sarah, S., & Grossman, W., & Klarreich, K., & McDowell, J., & Whitaker, L. (2005). The importance of Resilience, *Time Canada*, 165(3), 76–79.
14. Hamel, G., & Valikangas, L. (2003). The quest for resilience, *Harvard Business Review*, September. 52–63.
15. Handfield, R. & Nichols, E. (1999). An introduction to supply chain management, (pp. 10– 15). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
16. Hult, G.M.T. & Ferrell, O.C. (1997). A Global Learning Organization Structure and Market Information Processing, *Journal of Business Research*, 40, 155–166.
17. Li, D.F. (2007). Compromise ratio method for fuzzy multi-attribute group decision making, *Applied soft computing*, 7, 807–817.
18. Melnyk, S.A., & M. Cooper, B., & Griffis, S.E., & Macdonald, J.R. & Phillips, C.L.M. (2010). Supplier Base Management: A New Competitive Edge. *Supply Chain Management Review*, July/August, 35–41.
19. Webster. M. (2007). *Merriam-Webster Dictionary*, Springfield, MA: Merriam-Webster, Inc.
20. Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*, Second ed., McGraw-Hill, New York.
21. Parasuraman, A., & Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: a Multi-item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service, *Journal of Retailing*, 64, 2–40.
22. Peck, H. (2005). Finding better ways to deal with disasters. *Logistics & Transport Focus*, 7(10), 19–21.
23. Peterson, R. A. (1994). A meta-analysis of cronbach,s coefficient alpha. *Journal of consumer research*, 21, 381–391.

24. Pettit, T.J., & Fiksel, J., & Croxton, K.L. (2008). Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics*, conditionally accepted.
25. Pickett, C. (2006). Prepare for supply chain disruptions before they hit. *Logistics Today*, 47(6), 22–25.
26. Ponomorov, S.Y., & Holcomb, M.C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*. 20(1), 124–143.
27. Rice, J.B. & Caniato, F. (2003). Building a secure and resilient supply network. *Supply Chain Management Review*, September/October, 22–30.
28. Saremi, M., & Mousavi, S.F., & Sansyei, A. (2009). TQM consultant selection in SMEs with TOPSIS under fuzzy environment. *Expert systems with Application*, 36, 2742–2749.
29. Sheffi, Y. (2005). *The resilient enterprise: Overcoming vulnerability for competitive advantage*. Cambridge, MA: MIT Press.
30. Simchi, L.D. & Kaminsky, P. (2000). *Designing and managing the supply chain*. New York, Mc Graw Hill.
31. Shojaei, A., & Beygi, T., & Fotros, M H. (2001). Fuzzy Approach to Ranking the Impact of Intellectual Capital Components on the Performance of a University. *Productivity Management (Beyond Management)*, 5(9), 77–107.
32. Svensson, G. (2002). Dyadic vulnerability in companies' inbound and outbound logistics flows. *International Journal of Logistics and Research Applications*, 5(1). 13–44.
33. Tang, C.S. (2006). Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 33–45.
34. Van de ven, A. & Ferry, D. (1979). *Measuring and assessing organizations*. John Wiley, New York.
35. Wang, W.Y & Chang, C. (2005). Intellectual Capital and Performance in Causal Models: Evidence from the Information Technology Industry in Taiwan. *Journal of Intellectual Capital*, 6(2), 222–236.

