

ارایه یک مدل ریاضی به منظور ارزیابی تامین کنندگان تاب آور و تخصیص اندازه سفارش در صنایع وابسته خودروسازی

احمد جعفر نژاد چقوشی^{۱*}، علیرضا عرب^۲، ایمن قاسمیان صاحبی^۳

۱- استاد، دانشگاه تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۳ اسفند ۱۳۹۶

پذیرش مقاله: ۱ خرداد ۱۳۹۸

چکیده

در عصر حاضر زنجیره های تامین با چالش ها و تهدیدهای بزرگی همچون حوادث طبیعی، حملات سایبری، تحریم، اختلالات در سیستم تامین، تولید و توزیع و ... روبه رو هستند. به همین دلیل انتخاب تامین کنندگان مناسب و در عین حال تاب آور به طور قابل توجهی می تواند هزینه های خرید و زمان های تأخیر را کاهش داده و قابلیت تداوم کسب و کار در زمان بروز اختلالات را افزایش دهد. هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی تامین کنندگان و انتخاب تامین کنندگان برتر از حیث تاب آوری و تخصیص سفارش به آن ها در زنجیره تامین گروه صنعتی اورند با بهره گیری از روش های ترکیبی تصمیم گیری چند شاخصه و برنامه ریزی ریاضی می باشد. بدین منظور ابتدا با بهره گیری از روش دلفی فازی شاخص های استخراج شده از ادبیات تحقیق مورد تأیید خبرگان قرار گرفت. سپس با بهره گیری از روش بهترین - بدترین میزان اهمیت و اوزان هر یک از شاخص های تصمیم گیری تعیین شد و با استفاده از روش مولتی مورای فازی به ارزیابی تامین کنندگان پرداخته شد. در نهایت مدل برنامه ریزی آرمانی چند انتخابی پیشنهادی پژوهش بر اساس نتایج روش مولتی مورای فازی به منظور تخصیص سفارش به تامین کنندگان تاب آور ارایه شد.

کلمات کلیدی: زنجیره تامین تاب آور، تخصیص سفارش، روش بهترین - بدترین، مولتی مورای فازی، برنامه ریزی آرمانی چند انتخابی

۱ مقدمه

بنا به نظر کریستوفر و پک [۱]، منابع اختلال و ریسک های زنجیره تامین به پنج سطح فرآیند و ریسک های مرتبط با جریان ارزش، ریسک های مرتبط با کنترل، تامین، تقاضا و محیطی تقسیم بندی می شوند. در تقسیم بندی دیگری کمال احمدی و ملت پرست [۲]، منابع ریسک های زنجیره تامین را به ۳ دسته داخلی (فرآیند)، مرتبط با شبکه

* عهده دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: jafamjd@ut.ac.ir

(تأمین و توزیع) و خارجی (محیطی) تقسیم بندی نمودند. همان طور که از منابع ریسک های زنجیره تامین مشخص است اختلالات می توانند به هر دو نوع درونی و بیرونی بر زنجیره های تأمین وارد شوند. در این میان تأمین کنندگان در اکثر مواقع به عنوان اصلی ترین منابع ریسک های بیرونی مطرح می باشند که موجبات بروز سطوح گسترده ای از اختلالات در زنجیره های تأمین را فراهم می سازند [۳]. دلیل این امر هم در این می باشد که در اکثر صنایع، هزینه های تأمین مواد اولیه به عنوان اصلی ترین بخش هزینه های تولید، بیش از ۷۰ درصد هزینه های تولید را در بر می گیرد [۴].

زنجیره های تأمین خودروسازی از جمله زنجیره های تأمین می باشند که به شدت نسبت به اختلالات حساس می باشند. گروه صنعتی اورند یکی از بزرگ ترین و معتبرترین تامین کنندگان قطعات خودرو در کشور می باشد. این شرکت به عنوان بزرگ ترین زیرمجموعه گروه رایزکو، در زمینه طراحی و تأمین قطعات پلیمری خودرو فعالیت می نماید. گروه صنعتی اورند به دلیل فعالیت در حوزه ای که با تغییرات سریع تکنولوژیکی و عدم قطعیتی که در فعالیت های آن وجود دارد در معرض اختلالات مختلف و گسترده ای قرار دارد که می توانند موجبات کاهش رقابت پذیری، رضایت مشتری و در نهایت کاهش سودآوری آن را فراهم آورند. از این رو بررسی شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان این شرکت را می توان اولین و مهم ترین گام برای قدم گذاشتن این شرکت در وادی عظیم و پیچیده تاب آورسازی زنجیره تامین برشمرد.

بنابر دلایل ذکر شده انتخاب تامین کنندگان مناسب و در عین حال تاب آور در صنعت خودروسازی به طور قابل توجهی می تواند هزینه های خرید و زمان های تأخیر را کاهش داده و قابلیت تداوم کسب و کار در زمان بروز اختلالات و به پیروی از آن رقابت پذیری شرکت و رضایت مشتریان را افزایش دهد [۵]. علی رغم تحقیقات متعدد و پیشینه غنی حوزه مساله ارزیابی سستی تامین کنندگان، تحقیقات در حوزه ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان محدود می باشد [۶]. انتخاب تأمین کننده تاب آور و تخصیص سفارش به آن ها نیازمند پاسخگویی به چند سوال مهم می باشد که عبارتند از: ۱- آیا توان تاب آوری تأمین کنندگان قابل سنجش می باشد؟ ۲- شاخص های ارزیابی تاب آوری تامین کنندگان چه می باشد؟ چطور و چه مقدار سفارش به هر یک از تأمین کنندگان باید تخصیص داد که علاوه بر دستیابی شرکت به اهداف مرسوم که در مساله تخصیص سفارش مطرح می باشند، بتوان میزان تاب آوری زنجیره را بالا برد.

هدف اصلی از انجام پژوهش حاضر پاسخگویی به سوالات فوق با بهره گیری از روش های ترکیبی تصمیم گیری چند شاخصه و برنامه ریزی ریاضی می باشد. همچنین با توجه به این که عمدتاً شاخص های ارزیابی تاب آوری تامین کنندگان کیفی بوده و سطح قابل توجهی از ابهام و عدم قطعیت در آن ها وجود دارد، تئوری مجموعه های فازی برای مواجهه با چنین شرایطی کاملاً مناسب می باشد. تاکنون هیچ تحقیقی در زمینه ارزیابی تاب آوری تامین کنندگان و تخصیص سفارش به آن ها با بهره گیری از روش های ترکیبی ذکر شده، صورت نگرفته است.

در ادامه سایر بخش های مقاله به صورت زیر سازمان دهی شده اند: در قسمت دوم مبانی نظری در حوزه زنجیره تامین تاب آور و شاخص های تاب آوری تامین کنندگان به طور کامل تشریح شدند و مروری بر مهم ترین

تحقیقات انجام شده در قلمرو موضوعی تحقیق شد. در بخش سوم روش شناسی پژوهش به طور کامل مورد بحث قرار گرفت. در قسمت چهارم مدل ریاضی ارائه شده توسط نویسندگان به طور کامل تشریح شد و توسط روش های پیشنهادی حل شد. در بخش پنجم به اعتبارسنجی نتایج حاصل از حل مدل پرداخته شد و سرانجام در بخش ششم و نهایی نتیجه گیری انجام شد و پیشنهادهای مبتنی بر نتایج تحقیق ارائه شد.

۲. پیشینه تحقیق

بیماری ها، رکود اقتصادی و عواملی از این دست، به ما یادآوری می کنند که در دنیایی در حال تغییر و غیر قابل پیش بینی زندگی می کنیم [۷]. این رفتارهای آشفته نتیجه عواملی مثل جهانی شدن، افزایش سطح برون سپاری فعالیت ها، افزایش نوسانات تقاضا، کاهش چرخه حیات محصولات، کاهش شدید در ذخایر موجودی و کم شدن تعداد تأمین کنندگان شرکت ها می باشد. علاوه بر موارد ذکر شده، زنجیره های تأمین با چالش ها و تهدیدات بزرگی همچون حوادث طبیعی (سیل، زلزله، طوفان، آتش سوزی)، حملات سایبری، تحریم، اختلالات در سیستم تأمین، تولید و توزیع و ... روبه رو می باشند. به همین دلیل مدیریت زنجیره تأمین برای افزایش اثربخشی شرکت ها و نیز بهبود رقابت پذیری از اهمیت زیادی برخوردار است.

هدف رویکرد "تاب آوری" زنجیره تأمین، افزایش انعطاف پذیری و توسعه توانایی زنجیره تأمین در پاسخگویی سریع به تغییرات در تقاضای مشتری است [۸]. برای کاهش ریسک، زنجیره های تأمین باید چند بعدی و چند رشته ای باشند و به گونه ای طراحی شوند که برای هر گونه رویدادی آمادگی داشته و بتوانند پاسخی کارا و اثربخش فراهم نموده و توانایی بازگشت به وضعیت اولیه یا مطلوب تر پس از اختلال را داشته باشند، این همان معنای تاب آوری زنجیره تأمین^۱ است [۹]. به طور کلی زنجیره های تأمین در معرض اختلال هستند و رقابت پذیری آن ها تنها به کاهش هزینه، کیفیت بالاتر، کاهش زمان تحویل و سطح خدمت به مشتری بالاتر بستگی ندارد؛ بلکه به توانایی آن ها در ممانعت و غلبه بر اختلالات گوناگونی دارد که عملکرد آن ها را به خطر می اندازد؛ بنابراین باید تاب آور باشند [۱۰]. تحقیقات فارسی اندکی نیز در حوزه تاب آوری زنجیره تأمین و تاب آوری تأمین کنندگان ارائه شده است. جعفرنژاد و همکاران [۱۱] در پژوهش خود به اولویت بندی شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان بر پایه روش بهترین- بدترین پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص های چابکی، افزونگی و مشاهده پذیری به ترتیب مهم ترین شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان هستند. جعفرنژاد و محسنی [۱۲] در تحقیق دیگری به ارائه چارچوبی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین تاب آور پرداختند. آن ها در پژوهش خود ارتباط اقدامات تاب آور را با عملکرد زنجیره تأمین بررسی نمودند و چارچوبی برای حفظ رقابت پذیری و بهبود عملکرد زنجیره تأمین ارائه دادند. روانستان و همکاران [۱۳] با تکنیک FMEA و FAAO فازی به تعیین استراتژی های تاب آوری پرداختند و وزن استراتژی ها را با روش دنپ فازی محاسبه نمودند. روانستان و همکاران [۱۴] در پژوهش دیگری به طراحی مدل تاب آوری در زنجیره تأمین ایران خودرو با رویکرد معادلات ساختاری و تکنیک های کیفی پرداختند. جامعه آماری این تحقیق مدیران واحدهای لجستیک

^۱ Supply Chain Resilience (SCR)

برنامه ریزی و بازرگانی شرکت سایکو بودند. عرب و قاسمیان صاحبی [۱۵] با استفاده از رویکرد خاکستری به ارزیابی موانع استقرار زنجیره تامین تاب آور در صنایع تبدیلی خوراک دام و طیور پرداختند. مطابق با نتایج پیچیدگی تاثیرگذارترین و کمبود هماهنگی تأثیرپذیرترین مانع استقرار شناسایی شد. در این پژوهش برای شناسایی و تأیید شاخص های ارزیابی تاب آوری تامین کنندگان، ۲۷ شاخص از مرور ادبیات به دست آمد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. شاخص های ارزیابی تاب آوری تامین کنندگان

نام شاخص	تعریف	محققان
مشاهده پذیری	توانایی دیدن سراسر زنجیره که به شناسایی تهدیدات بالقوه و پاسخگویی اثربخش به یک اختلال کمک شایانی می نماید.	[2, 3, 16-19]
همکاری	توانایی کار کردن به صورت اثربخش با سایر نهادهای درگیر در زنجیره تامین برای بهره مندی از منافع دوسویه مثل تسهیم اطلاعات و سایر منابع برای کاهش آسیب پذیری.	[2, 3, 16-20]
انعطاف پذیری	توانایی شرکت و زنجیره تامین در تطابق با تغییرات مورد نیاز با حداقل زمان و تلاش و همچنین انعطاف پذیری در تامین کنندگان، سیستم تولید، کانال های توزیع، روش های حمل و نقل و کارکنان چند مهارته.	[2, 10, 16-19, 21-27]
چابکی	توانایی پاسخگویی سریع به تغییرات پیش بینی نشده در عرضه و یا تقاضا.	[2, 18, 21-23, 28-31]
سرعت	سرعت انطباق انعطاف پذیر که زمان لازم برای بازیابی از یک اختلال را زنجیره را تعیین می نماید.	[2, 3, 17-19]
آسیب پذیری	عدم آسیب پذیری تامین کننده در مقابل منابع مختلف خطر و همچنین داشتن فروش تاب آور و برنامه ریزی عملیات برای شناسایی و واکنش در مقابل منابع مختلف آسیب پذیری.	[19, 32-35]
تحقیق و توسعه	داشتن واحد تحقیق و توسعه قوی برای سازگاری با تغییرات آشفته بازار و ایجاد و حفظ نوآوری	[19, 27, 36]
آگاهی از خطرات	لزوم آگاهی تامین کننده از خطراتی مرتبط با دارایی ها، فرآیند، سازمان و محیط زیست تا در موارد اضطراری بتواند سریع عمل کرده و در نتیجه قابلیت تاب آوری را افزایش دهد.	[19, 37-40]
توانایی های تکنولوژیکی	توانایی تامین کننده در انطباق تکنولوژیکی نسبت به نوآوری، ترکیب تکنولوژی های پیشرفته تولید و فرآیند آن ها را قادر می سازد تا برای مواجه با آشفتگی ها و تلاطم تکنولوژیکی تاب آور باشند.	[19, 27, 41-43]
فرهنگ مدیریت ریسک	اطمینان از اینکه تامین کنندگان مدیریت ریسک را در شرکت خود مانند یک فرهنگ نهادی ساخته اند.	[10, 18, 21, 23, 29-31, 44]
ایمنی	مهیا نمودن محیط کاری سالم و ایمن برای کارکنان در راستای جلوگیری از حوادث و صدمات وارده به سلامتی کارکنان حین کار یا عملیات.	[19, 27, 45, 46]
ساختار زنجیره تامین	طراحی و ساخت شبکه زنجیره تامین برای تاب آوری که تاب آوری را تسهیل کرده و یا حتی یک حد معین از پاسخ پیش فعالانه را موجب شود.	[16, 18, 20, 31, 47]
قابلیت تطبیق و سازگاری	تاب آوری زنجیره تامین بر روی قابلیت تطبیقی و سازگاری سیستم برای مقابله با رویدادهای مخل موقتی تمرکز دارد.	[9, 27, 31, 48, 49]
اعتماد	اعتماد به عنوان یک پیش شرط برای به اشتراک گذاری خطرات در میان اعضای یک زنجیره مطرح می باشد و مدیریت زنجیره تامین بر پایه اعتماد بنا شده است.	[2, 22, 31, 50]
تسهیم و اشتراک گذاری ریسک	تسهیم و اشتراک گذاری ریسک و درآمد برای تمرکز طولانی مدت و همکاری میان شرکای یک زنجیره مهم می باشد. یک زنجیره زمانی به خوبی کار می کند که کلیه مشوق ها برای اعضای آن به	[31, 51, 52]

درآمد	طوری متعادل (یعنی خطرات و هزینه‌ها و پاداش‌های انجام کار) بین اعضا تسهیم شده باشند.	
پایداری	پایداری نقش مهمی در تاب‌آوری زنجیره ایفا کرده و شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا عواقب سیاست‌ها و اقدامات شرکایشان را در مورد مسایل اخلاقی و زیست محیطی هم مدنظر قرار دهند تا خطرات کل شبکه کاهش یابد.	[7, 9, 18, 31]
قدرت مالی	قدرت و وضعیت مالی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تضمین‌کننده بقای شرکت‌ها در فضای متلاطم کسب و کار امروزی می‌باشد. این شاخص یکی از مهم‌ترین تواناسازنده‌های تاب‌آوری می‌باشد.	[23, 28, 44]
مدیریت دانش	ایجاد و توسعه دانش و درک ساختارهای فیزیکی و اطلاعاتی زنجیره‌تأمین و توانایی یادگیری از تغییرات و همچنین آموزش سایر نهادها.	[16, 18, 20, 31, 44, 50]
تسهیم اطلاعات	تبادل اطلاعات میان اعضای زنجیره به کاهش خطرات کمک فراوانی می‌نماید و عواقب پدیده‌هایی مثل اثر شلاق چرمی را به حداقل می‌رساند.	[2, 10, 16, 22, 23, 31, 53]
افزونگی	تدابیری مثل اتخاذ تأمین‌کنندگان چندگانه، سرمایه‌گذاری در ظرفیت مازاد، و ذخیره موجودی استراتژیک برای مواجهه با اختلالات.	[2, 10, 17, 18, 44]
پیچیدگی	پیچیدگی زنجیره‌تأمین با تعداد گره‌ها و روابط میان آن‌ها در یک زنجیره مرتبط بوده و ارتباط مستقیمی دارد و زنجیره را غیرانعطاف‌پذیر و ناکارا می‌نماید؛ ولی در عین حال موجب افزایش افزونگی می‌گردد.	[10, 21, 23, 24, 29, 44, 50]
زمان تأخیر	زمان تأخیر زمانی است که میان سفارش تا تحویل به طول می‌انجامد. هر اندازه این زمان طولانی‌تر باشد موجبات ظهور مسیر بحرانی را در شبکه تأمین فراهم می‌نماید.	[10, 21, 23, 29, 44]
فاصله	مسافت‌های طولانی میان شرکت و تأمین‌کنندگان ریسک بروز اختلالات را افزایش می‌دهد.	[29, 30, 54]
برنامه‌ریزی اقتضایی	پیش‌بینی رویدادهای بالقوه و مشخص کردن طرق مقابله با آن‌ها قبل از به وقوع پیوستنشان.	[17, 18, 28, 50, 53, 54]
مدیریت تقاضا	کاهش اثرات اختلالات ناشی از انتخاب مشتری از طریق استراتژی‌هایی مثل قیمت‌گذاری پویا و ...	[18, 53]
مدیریت منابع انسانی	آموزش کارکنان در برخورد با رویدادهای خطرناک و ایجاد تیم‌های چند وظیفه‌ای.	[17, 27, 50]
انتخاب تأمین‌کننده مناسب	بهره‌گیری از شاخص‌هایی در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان که بتواند بروز اختلالات و اثرات آن‌ها را کاهش دهد. مانند ثبات مالی و سیاسی، قابلیت اطمینان، پاسخگویی و ...	[18, 55]

۳ روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی - پیمایشی می‌باشد؛ چرا که به شناسایی و توصیف شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش در صنعت خودروسازی پرداخته است. محققان در تحقیق حاضر برای شناسایی موانع از روش کتابخانه‌ای (کتاب، مقالات و متون اینترنتی) استفاده نمودند. از سویی دیگر، از مطالعه میدانی برای توزیع پرسشنامه بین کارشناسان و خبرگان صنعت خودروسازی جهت تثبیت و اولویت‌بندی این شاخص‌ها استفاده گردید. برای نشان دادن کارایی رویکرد پژوهش، از یک مورد مطالعاتی (گروه صنعتی اورند) به عنوان نمونه تحقیق بهره‌گیری شد.

در این تحقیق شاخص‌های انتقال قابلیت تاب‌آوری به تأمین‌کنندگان در جهت ارزیابی و تخصیص سفارش به آن‌ها در چارچوب یک مورد مطالعاتی در زنجیره‌تأمین گروه صنعتی اورند شناسایی شد. برای انجام پژوهش حاضر، شاخص‌های مهم ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان با مطالعه پیشینه تحقیق، شناسایی شده و با استفاده از

پرسشنامه روش دلفی فازی برای تثبیت به نظر سنجی خبرگان صنعت و دانشگاهی گذاشته شد. در نهایت با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره بهترین-بدترین اوزان شاخص های تثبیت شده استخراج شده و مهم ترین شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان شناسایی شدند. سپس با استفاده از روش مولتی مورای فازی امتیاز تاب آوری تأمین کنندگان مشخص شده و در انتها با بهره گیری از روش برنامه ریزی آرمانی چند انتخابی اقدام به تخصیص سفارش به تأمین کنندگان گردید. در این قسمت به توضیح روش های مورد استفاده در این پژوهش (بهترین- بدترین و مولتی مورای فازی) پرداخته شده است.

الف) روش بهترین- بدترین

در روش های تصمیم گیری چند شاخصه تعدادی گزینه با توجه به تعدادی شاخص مورد ارزیابی قرار می گیرد تا بهترین گزینه انتخاب شود. بر اساس روش بهترین- بدترین (BWM) که در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی [۵۶] ارایه شده است، بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو و دیگر شاخص ها صورت می گیرد. سپس یک مساله حداکثر حداقل^۱ برای مشخص کردن وزن شاخص ها فرموله و حل می شود [۵۷].

ب) روش مولتی مورای فازی

روش مولتی مورای فازی گروهی اولین بار توسط بالزنتیس و همکاران [۵۸] برای گسترش کاربرد روش مطرح شده قبلی (مورا) در محیط هایی تحت شرایط عدم اطمینان و قطعیت در تصمیم گیری ارایه گردید. اساس این روش بر پایه روش مورا می باشد که پروئرز و زاوادیاسکاس [۵۹] ارایه نمودند. روش مولتی مورا بر پایه روش مورا به همراه فرم کامل مضربی استوار می باشد.

۴. نتایج محاسباتی

در ادامه نتایج تکنیک های مورد استفاده در پژوهش به تفکیک آورده شده است.

الف) تأیید شاخص ها

در این مرحله و مرحله بعدی (روش BWM) علاوه بر ۵ نفر عضو اصلی شرکت در تیم تصمیم گیری از ۵ نفر از خبرگان دانشگاهی هم که سوابق درخشانی در حوزه لجستیک و زنجیره تأمین داشتند دعوت به همکاری شد. در طی مراحل این روش سه شاخص به شاخص های اولیه اضافه شدند که در انتها هم مورد اجماع تیم تصمیم گیری قرار گرفتند. این سه شاخص عبارت بودند از: ثبات قیمت پیشنهادی تأمین کننده، مسئولیت پذیری تأمین کننده و اعتبار و شهرت تأمین کننده. نتایج دلفی فازی در جدول ۲ آمده است.

^۱ MAXIMIN

شاخص	میانگین فازی	میانگین دیفازی	تصمیم	شاخص	میانگین فازی	میانگین دیفازی	تصمیم
مشاهده پذیری	(۰/۲۵,۰/۷۵,۱)	۰/۶۹	✓	توانایی های تکنولوژیکی	(۰,۰/۶۱,۱)	۰/۵۶	✗
همکاری	(۰/۲۵,۰/۷۳,۱)	۰/۶۸	✓	آگاهی از خطرات	(۰,۰/۷۳,۱)	۰/۶۲	✗
انعطاف پذیری	(۰/۵,۰/۸۴,۱)	۰/۸	✓	مدیریت دانش	(۰/۲۵,۰/۶۵,۱)	۰/۶۴	✗
قابلیت تطبیق	(۰,۰/۶۴,۱)	۰/۵۷	✗	تسهیم اطلاعات	(۰/۲۵,۰/۷,۱)	۰/۶۶	✓
پایداری	(۰/۲۵,۰/۷۲,۱)	۰/۶۷	✓	مسئولیت پذیری تامین کننده	(۰,۰/۶۸,۱)	۰/۵۹	✗
آسب پذیری	(۰/۲۵,۰/۶۷,۱)	۰/۶۵	✓	پیچیدگی	(۰/۲۵,۰/۶۶,۱)	۰/۶۴	✗
تحقیق و توسعه	(۰/۲۵,۰/۶۳,۱)	۰/۶۳	✗	زمان تأخیر	(۰/۲۵,۰/۸۸,۱)	۰/۷۵	✓
قدرت مالی	(۰/۲۵,۰/۷۹,۱)	۰/۷۱	✓	انتخاب تامین کننده	(۰,۰/۶۸,۱)	۰/۵۹	✗
سرعت	(۰/۲۵,۰/۷۱,۱)	۰/۶۷	✓	برنامه ریزی اقتصادی	(۰/۲۵,۰/۶۴,۱)	۰/۶۳	✗
مدیریت ریسک	(۰,۰/۵۶,۱)	۰/۵۳	✗	مدیریت تقاضا	(۰/۲۵,۰/۷۸,۱)	۰/۷	✓
ایمنی	(۰,۰/۵,۱)	۰/۵	✗	مدیریت منابع انسانی	(۰,۰/۶۸,۱)	۰/۵۹	✗
ساختار زنجیره تامین	(۰,۰/۶۱,۱)	۰/۵۶	✗	فاصله	(۰/۲۵,۰/۸۱,۱)	۰/۷۲	✓
اعتماد	(۰/۲۵,۰/۷,۱)	۰/۶۶	✓	ثبات قیمت پیشنهادی	(۰/۲۵,۰/۷۵,۱)	۰/۶۹	✓
چابکی	(۰/۵,۰/۹۲,۱)	۰/۸۳	✓	افزونگی	(۰/۲۵,۰/۷۳,۱)	۰/۶۸	✓
تسهیم ریسک و درآمد	(۰/۲۵,۰/۶۱,۱)	۰/۶۲	✗	شهرت تامین کننده	(۰/۲۵,۰/۶۹,۱)	۰/۶۶	✓
مقدار آستانه		(۰,۰,۰,۷,۱)		۰/۶۵			

در این مرحله اوزان شاخص‌های تأییدشده مرحله قبلی با روش بهترین-بدترین محاسبه شد. بدین منظور ابتدا مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخص مشخص گردید. برای این امر به نتایج روش دلفی فازی رجوع شد و در میان شاخص‌های تأیید شده، شاخصی که بیش‌ترین مقدار میانگین دیفازی شده را در مرحله دلفی فازی داشت یعنی (چابکی) به عنوان بهترین شاخص و شاخصی که در میان شاخص‌های تأیید شده آخرین مرحله دلفی فازی دارای کم‌ترین مقدار دیفازی شده بود؛ یعنی (آسیب‌پذیری) به عنوان بدترین شاخص انتخاب شد. با حل مدل‌های تکنیک بهترین-بدترین با استفاده از نرم‌افزار LINGO14، وزن نهایی هر یک از شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان حاصل شد. لازم به ذکر است مدل فوق با ۱۷ متغیر و ۶۲ محدودیت در ۳۲ تکرار حل شد و نتایج این مرحله در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. اوزان نهایی شاخص های تاب آوری تأمین کنندگان

شاخص	W_j	شاخص	W_j
مشاهده پذیری	۰/۱۰۵۶۸۹۱	چابکی	۰/۲۰۲۳۷۲۲
همکاری	۰/۰۵۵۰۴۶۳۹	تسهیم اطلاعات	۰/۰۹۱۱۱۱۲۷
انعطاف پذیری	۰/۰۴۴۷۸۳۵۱	زمان تأخیر	۰/۰۴۰۶۴۹۶۴
پایداری	۰/۰۳۳۴۴۵۹۱	مدیریت تقاضا	۰/۰۳۳۸۷۴۷۰
آسیب پذیری	۰/۰۱۶۱۵۱۹۳	فاصله	۰/۰۳۳۰۲۷۸۴
قدرت مالی	۰/۰۴۴۷۸۳۵۱	ثبات قیمت پیشنهادی	۰/۰۳۸۲۹۳۱۴
سرعت	۰/۰۳۷۲۱۴۴۶	افزونگی	۰/۱۲۰۱۰۱۲
اعتماد	۰/۰۶۷۷۴۹۴۱	شهرت تأمین کننده	۰/۰۳۵۷۰۵۷۷

با توجه به حل مدل برنامه ریزی خطی روش بهترین - بدترین مشاهده می شود که شاخص های چابکی، افزونگی و مشاهده پذیری به ترتیب به عنوان مهم ترین شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان در شرکت اورند معرفی شدند.

ج) ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان

در این مرحله با نظر مشاور صنعتی و مدیریت خرید شرکت، ۳ قطعه کلیدی جهت ساخت مبدل کاتالیست خودرو در شرکت اورند پلاستیک به همراه ۹ تأمین کننده داخلی و خارجی آن برای مطالعه انتخاب شدند. که این قطعات و تأمین کنندگان آن ها عبارتند از:

- پایه: X1(Substrate): تأمین کنندگان A و B و C
- X2: Mat: تأمین کنندگان D و E و F
- X3: Shell: تأمین کنندگان G و H و I

هنگامی که تمامی گزینه ها در هر سه سیستم معرفی شده مولتی مورای فازی رتبه بندی شدند، رتبه و امتیاز نهایی تأمین کنندگان برای بهره گیری از این امتیاز در مدل پیشنهادی تخصیص به صورت زیر محاسبه گردید: امتیازات ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ به ترتیب به برترین گزینه تا بدترین گزینه در هر یک از سه سیستم رتبه بندی در هر دسته از قطعات، تخصیص داده می شود. سپس مجموع امتیازات تخصیص داده شده به هر یک از گزینه ها در سه سیستم تصمیم گیری مربوط به هر قطعه محاسبه می گردد. در نهایت درصد این امتیازات محاسبه شده و این درصد به عنوان وزن تابع نهایی در مدل تخصیص در نظر گرفته می شود [۵۶]. جدول ۴ نتایج جامع ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان قطعات سه گانه را نشان می دهد.

جدول ۴. نتایج جامع ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان قطعات اول، دوم و سوم

تأمین‌کننده	رتبه در سیستم نسبت	رتبه در نقطه مرجع	رتبه در فرم کامل	رتبه مولتی مورای	مجموع امتیازات	امتیاز وزنی نرمالایز شده
	فازی	فازی	مضربی	فازی		
قطعه اول						
A	۳	۳	۳	۳	۱۵۰	۰/۲۲۲۲
B	۲	۲	۲	۲	۲۲۵	۰/۳۳۳۳
C	۱	۱	۱	۱	۳۰۰	۰/۴۴۴۴
قطعه دوم						
D	۳	۲	۳	۳	۱۵۰	۰/۲۲۲۲
E	۲	۲	۲	۲	۲۲۵	۰/۳۳۳۳
F	۱	۱	۱	۱	۳۰۰	۰/۴۴۴۴
قطعه سوم						
G	۱	۱	۱	۱	۳۰۰	۰/۴۴۴۴
H	۳	۳	۳	۳	۱۵۰	۰/۲۲۲۲
I	۲	۲	۲	۲	۲۲۵	۰/۳۳۳۳

(د) تخصیص سفارش‌ها به تأمین‌کنندگان

در نهایت در این مرحله با استفاده از اطلاعات مستند شده مربوط به تأمین‌کنندگان برتر تاب‌آور اقدام به تهیه مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحقیق برای تخصیص بهینه سفارش به آن‌ها گردید. برای مدل‌سازی مساله انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش در وضع موجود، مجموعه‌ای از فرضیات زیر در نظر گرفته شده است:

- این مدل تخفیفات مقداری در خرید را در نظر نمی‌گیرد.
 - هیچ‌گونه هزینه کمبودی برای تأمین‌کنندگان مجاز نمی‌باشد.
 - مقدار تقاضا برای هر قطعه ثابت می‌باشد.
 - محدودیت بودجه وجود دارد.
 - تمامی اهداف وزن یکسانی را دارا می‌باشند.
 - نرخ خرابی‌ها نباید از نرخ خرابی مورد نظر بیش‌تر گردد؛ چرا که تعویض اقلام سالم و بازگرداندن آن‌ها زمان بر بوده و زمان اتمام پروژه را به تعویق می‌اندازد.
 - سه معیار اساسی در خرید محصولات عبارتند از: قیمت، کیفیت و تحویل.
- برای تخصیص نهایی سفارش‌ها به تأمین‌کنندگان از روش مدل برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب‌های چندگانه که توسط چانگک [۶۰] ارائه شده، بهره‌گیری شد که در ادامه تشریح شده است.

• اندیس‌های مدل پیشنهادی

i: تعداد تأمین‌کنندگان ۱ تا ۹ و ۱۰

j: نوع قطعه ۱ تا ۳

P_i : تعداد آرمان ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰

t : تعداد آرمان های چند انتخابه ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰

• پارامترهای مدل پیشنهادی

Cap_{ij} : ظرفیتی است که تأمین کننده i ام قادر به تأمین قطعه j ام است

D_j : تقاضای کل شرکت برای قطعه j ام

W_i : ضرایب به دست آمده برای تأمین کننده i ام از مرحله ارزیابی مدل (روش مولتی مورای فازی)

$G_{i,max}, G_{i,min}$: به ترتیب بیانگر حداکثر و حداقل آرمان i ام می باشد

p_{ij} : قیمت خرید هر واحد کالا j ام از تأمین کننده i ام

O_{ij} : هزینه سفارش دهی هر واحد قطعه j ام از تأمین کننده i ام

T_{ij} : هزینه حمل هر واحد قطعه j ام از تأمین کننده i ام

d_{ij} : نرخ تأخیر در تحویل سفارش قطعه j ام توسط تأمین کننده i ام

dr_{ij} : درصد اقلام معیوب قطعه j ام برای تأمین کننده i ام

RV : کل ارزش تاب آوری خرید

• متغیرهای مدل پیشنهادی

X_{ij} : متغیر تصمیم و مقدار سفارش قطعه تخصیصی j ام به تأمین کننده i ام

γ_p : متغیر کمکی برای حل برنامه ریزی آرمانی

Z_{ij} : متغیر صفر و یک در صورت تأمین تقاضای قطعه j ام از تأمین کننده i ام مقدار یک و در غیر این صورت

صفر خواهد بود

d_p^-, d_p^+ : به ترتیب بیانگر انحراف مثبت و منفی از آرمان p ام

e_t^-, e_t^+ : متغیرهای کمکی برای حل که به ترتیب بیانگر انحراف مثبت و منفی از $|y_i - G_{i,max}|$ به جز آرمان

اول تا سوم می باشد.

طبق مدل ارایه شده تخصیص سفارش های پژوهش و داده های اخذ شده از مستندات مربوط به

تأمین کنندگان، تخصیص سفارش ها به تأمین کنندگان تاب آور صورت پذیرفت که مدل نهایی مساله حاضر به

شرح زیر می باشد:

$$\text{Min } z = d_1^- + d_2^- + d_3^- + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+ + e_1^+ + e_2^+ + e_3^+ \quad (1)$$

s.t

$$\sum_{i=1}^3 w_i . x_{i1} - d_1^+ + d_1^- = RV_1 \quad (2)$$

$$0.222 \times x_{A1} + 0.333 \times x_{B1} + 0.444 \times x_{C1} - d_1^+ + d_1^- = 13986 \quad (3)$$

$$\sum_{i=3}^6 w_i . x_{i2} - d_2^+ + d_2^- = RV_2 \quad (4)$$

$$\circ / ۲۲۲ \times X_{D\tau} + \circ / ۳۳۳ \times X_{E\tau} + \circ / ۴۴۴ \times X_{F\tau} - d^+_{\tau} + d^-_{\tau} = ۱۶۶۵. \quad (۵)$$

$$\sum_{i=\varphi}^9 w_i . x_{i\tau} - d^+_{\tau} + d^-_{\tau} = RV_i \quad (۶)$$

$$\circ / ۴۴۴ \times X_{G\tau} + \circ / ۲۲۲ \times X_{H\tau} + \circ / ۳۳۳ \times X_{I\tau} - d^+_{\tau} + d^-_{\tau} = ۱۷۵۳۸ \quad (۷)$$

$$\sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{\tau} p_{ij} . X_{ij} + o_{ij} . z_{ij} + T_{ij} . z_{ij} - d^+_{\tau} + d^-_{\tau} = y_{\lambda} \quad (۸)$$

$$\Delta \times X_{A1} + ۱۱ \times X_{B1} + ۱۳ \times X_{C1} + ۳ \times X_{D\tau} + ۳ / ۳ \times X_{E\tau} + ۳ / ۷ \times X_{F\tau} + \Delta \times X_{G\tau} + ۴ / ۴ \times X_{H\tau} + \Delta / ۳ \times X_{I\tau} + ۱۰۰۰$$

$$\times Z_{A1} + ۲۹۰۰ \times Z_{B1} + ۲۰۰۰ \times Z_{C1} + ۶۰۰ \times Z_{D\tau} + ۶۰۰ \times Z_{E\tau} + ۱۵۰۰ \times Z_{F\tau} + \Delta \times Z_{G\tau} \quad (۹)$$

$$+ ۱۴ \times Z_{H\tau} + ۲۰ \times Z_{I\tau} + \circ / \Delta \times X_{A1} + \circ / \Delta \times X_{B1} + \circ / ۶۱ \times X_{C1} + \circ / ۸۳ \times X_{D\tau} + ۱ \times X_{E\tau}$$

$$+ \circ / ۲۴ \times X_{F\tau} + \circ / \circ \times X_{G\tau} + \circ / ۱ \times X_{H\tau} + \circ / \circ \times X_{I\tau} - d^+_{\tau} + d^-_{\tau} = y_{\lambda}$$

$$y_{\lambda} - e_{\lambda}^+ + e_{\lambda}^- = ۴۰۰۰۰۰ \quad (۱۰)$$

$$۴۰۰۰۰۰ \leq y_{\lambda} \leq ۴۵۷۱۴۲ \quad (۱۱)$$

$$\sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{\tau} d_{ij} . X_{ij} - d^+_{\Delta} + d^-_{\Delta} = y_{\tau} \quad (۱۲)$$

$$\circ / ۱ \times X_{A1} + \circ / \circ \times X_{B1} + \circ / \circ \times X_{C1} + \circ / \circ \times X_{D\tau} + \circ / \circ \times X_{E\tau} + \circ / \circ \times X_{F\tau} + \circ / ۱ \times X_{H\tau} + \circ / \circ \times X_{I\tau} - d^+_{\Delta} + d^-_{\Delta} = y_{\tau} \quad (۱۳)$$

$$y_{\tau} - e_{\tau}^+ + e_{\tau}^- = d_{Min} \times D \quad (۱۴)$$

$$y_{\tau} - e_{\tau}^+ + e_{\tau}^- = \circ \times ۶۳۰۰۰ \quad (۱۵)$$

$$d_{Min} \times D \leq y_{\tau} \leq d_{Max} \times D \quad (۱۶)$$

$$\circ \times ۶۳۰۰۰ \leq y_{\tau} \leq \circ / ۱ \times ۶۳۰۰۰ \quad (۱۷)$$

$$\sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{\tau} dr_{ij} . X_{ij} - d^+_{\varphi} + d^-_{\varphi} = y_{\tau} \quad (۱۸)$$

$$\circ / \circ \times X_{A1} + \circ / \circ \times X_{B1} + \circ / \circ \times X_{C1} + \circ / \circ \times X_{D\tau} + \circ / \circ \times X_{E\tau} + \circ / \circ \times X_{F\tau} + \circ / \circ \times X_{G\tau} + \circ / \circ \times X_{H\tau} + \circ / \circ \times X_{I\tau} - d^+_{\varphi} + d^-_{\varphi} = y_{\tau} \quad (۱۹)$$

$$y_{\tau} - e_{\tau}^+ + e_{\tau}^- = dr_{Min} \times D \quad (۲۰)$$

$$y_{\tau} - e_{\tau}^+ + e_{\tau}^- = \circ \times ۶۳۰۰۰ \quad (۲۱)$$

$$dr_{Min} \times D \leq y_{\tau} \leq dr_{Max} \times D \quad (۲۲)$$

$$\circ \times ۶۳۰۰۰ \leq y_{\tau} \leq \circ / \circ \times ۶۳۰۰۰ \quad (۲۳)$$

$$X_{ij} \leq Z_{ij} . Cap_{ij} \quad (۲۴)$$

$$x_{A1} \leq ۱۴۰۰۰ \times Z_{A1} \quad (۲۵)$$

$$x_{B1} \leq ۱۴۰۰۰ \times Z_{B1} \quad (۲۶)$$

$$X_{C1} \leq 14000 \times Z_{C1} \quad (27)$$

$$X_{D2} \leq 6000 \times Z_{D2} \quad (28)$$

$$X_{E2} \leq 6000 \times Z_{E2} \quad (29)$$

$$X_{F2} \leq 30000 \times Z_{F2} \quad (30)$$

$$X_{G2} \leq 34000 \times Z_{G2} \quad (31)$$

$$X_{H2} \leq 2000 \times Z_{H2} \quad (32)$$

$$X_{I2} \leq 6000 \times Z_{I2} \quad (33)$$

$$\sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^3 X_{ij} = D_j \quad (34)$$

$$X_{A1} + X_{B1} + X_{C1} = 21000 \quad (35)$$

$$X_{D2} + X_{E2} + X_{F2} = 21000 \quad (36)$$

$$X_{G2} + X_{H2} + X_{I2} = 21000 \quad (37)$$

$$d_p^-, d_p^+, e_t^-, e_t^+ \geq 0, \quad p=1,2,3,4,5,6, \quad t=1,2,3 \quad (38)$$

$$d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+, d_4^-, d_4^+, d_5^-, d_5^+, d_6^-, d_6^+ \geq 0 \quad (39)$$

$$e_1^-, e_1^+, e_2^-, e_2^+, e_3^-, e_3^+ \geq 0 \quad (40)$$

$$X_{ij} \geq 0, \text{int} \quad i = A, B, C, D, E, F, G, H, I, \quad j = 1, 2, 3 \quad (41)$$

$$z_{ij} = 0 \text{ or } 1 \quad i = A, B, C, D, E, F, G, H, I, \quad j = 1, 2, 3 \quad (42)$$

پس از آن مدل نهایی به وسیله نرم افزار لینگو ۱۴ اجرا شده و نرم افزار مدل را با ۳۹ متغیر که ۱۸ متغیر آن عدد صحیح بود و ۴۹ محدودیت داشت در ۲۴ تکرار حل نمود. نتایج آن به شرح جدول ۵ می باشد:

جدول ۵. خروجی حاصل از حل مدل تخصیص سفارش ها

نام متغیر	مقدار حاصل شده	نام متغیر	مقدار حاصل شده
مقدار تابع هدف	۲۶۷۱۴/۸۱	X_{F2}	۲۱۰۰۰
d_1^-	۶۸۰۵/۶۳	X_{G2}	۲۱۰۰۰
d_2^-	۷۳۲۶	Z_{A1}	۱
d_3^-	۸۲۱۴	Z_{C1}	۱
d_4^-	۰/۱۶	Z_{F2}	۱
e_2^+	۲۸۰۹/۶۸	Z_{G2}	۱
e_3^+	۱۵۵۹/۳۳۶	Y_1	۴۰۰۰۰
X_{A1}	۹۶۵۶	Y_2	۲۸۰۹/۶۸
X_{C1}	۱۱۳۴۴	Y_3	۱۵۵۹/۳۳۶

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول فوق، نکات زیر قابل استخراج می باشند:

برای تأمین تقاضای ماهانه قطعه اول (Substrate)، خرید ۹۶۵۶ عدد از این قطعه از تأمین کننده A و ۱۱۳۴۴ عدد از تأمین کننده C بهینه ترین ترکیب سفارش می باشد. در این صورت مقدار ۶۹ درصد از ظرفیت تأمین کننده A و ۸۱ درصد از ظرفیت تأمین کننده C صرف تأمین نیازهای گروه صنعتی اورند می شود. همچنین تأمین قطعه مذکور از تأمین کننده B با در نظر گرفتن تمامی شرایط و محدودیت ها به صرفه نمی باشد.

برای تأمین تقاضای ماهانه قطعه دوم (Mat)، خرید تمامی ۲۱۰۰ عدد از این قطعه از تأمین کننده F بهینه ترین ترکیب سفارش می باشد. در این صورت مقدار ۷۰ درصد از ظرفیت این تأمین کننده صرف تأمین نیازهای گروه صنعتی اورند می شود.

برای تأمین تقاضای ماهانه قطعه سوم (Shell)، خرید تمامی ۲۱۰۰ عدد از این قطعه از تأمین کننده G بهینه ترین ترکیب سفارش می باشد. در این صورت مقدار ۶۲ درصد از ظرفیت این تأمین کننده صرف تأمین نیازهای گروه صنعتی اورند می شود.

مقدار γ_1 برابر ۴۰۰۰۰۰ دلار می باشد و نشان دهنده آن می باشد که کل هزینه تأمین قطعات سه گانه (اعم از هزینه های خرید، سفارش دهی و حمل و نقل) در دوره یک ماهه برابر ۴۰۰۰۰۰ دلار می باشد که دقیقاً منطبق با سطح مطلوب و مورد نظر شرکت می باشد.

مقدار γ_2 برابر ۲۸۱۰ می باشد و نشان دهنده آن می باشد که با توجه به این ترکیب بهینه از سفارش دهی قطعات ۳ گانه در یک ماه، ۲۸۱۰ عدد قطعه مشمول تأخیر در تحویل می گردند.

مقدار γ_3 برابر ۱۵۶۰ می باشد و نشان دهنده آن می باشد که با توجه به این ترکیب بهینه از سفارش دهی قطعات ۳ گانه در یک ماه ممکن است ۱۵۶۰ عدد قطعه دارای نقص تحویل گرفته شوند.

۵ اعتبارسنجی مدل

اعتبارسنجی مدل های ارائه شده در این تحقیق در دو مرحله انجام شده است. در این راستا نخست این مدل در اختیار تعدادی از افراد قرار گرفت که از متخصصان رشته تحقیق در عملیات و ریاضی کاربردی و جز اعضای هیات علمی دانشگاه ها و دارای سوابق اجرایی در حوزه زنجیره تأمین شرکت های تولیدی هستند. این مدل ها را از لحاظ محتوا، متغیرها، تابع هدف، محدودیت ها، روابط بین متغیرها مورد بررسی قرار دادند و مدل نهایی پیشنهادی مساله را مورد تأیید قرار دادند. سپس مدل نهایی توسط نرم افزار اجرا شده و وجود جواب بهینه موجه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از این می باشد که مدل نهایی دارای جواب بهینه موجه می باشد. در مرحله دوم نتایج حاصل از این مدل و وضع موجود شرکت مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که مدل پیشنهادی موجب بهبود در وضعیت موجود شد. در این راستا مدل وضع موجود تخصیص سفارش های شرکت که بدون در نظر گرفتن تاب آوری تأمین کنندگان می باشد حل گردید. از آنجایی که تمرکز اصلی مدیران خرید و تدارکات شرکت در خروجی مدل تاب آوری پژوهش حاضر بیشتر بر هزینه های این رویکرد بود، تنها دلیل بهره گیری آن ها از مدل پیشنهادی این پژوهش هزینه زان بودن این مدل می باشد. با مقایسه نتایج مدل پیشنهادی تحقیق حاضر و مدل وضع موجود تخصیص سفارش های شرکت، رویکرد پیشنهادی هیچ گونه هزینه اضافی بر شرکت متحمل

نمی سازد؛ چراکه تغییری در مقدار هزینه کل سفارش دهی ماهانه (۴۰۰۰۰۰ دلار) صورت نمی پذیرد. از این رو این قسمت از اعتبار مدل پیشنهادی پژوهش هم تأیید گردید.

۶ نتیجه گیری و پیشنهادها

به طور کلی هدف نهایی مساله ارزیابی و انتخاب تأمین کننده در زنجیره های تاب آور، انتخاب تأمین کنندگان مناسبی می باشد که با توانایی های تاب آوری شرکت تطابق بالایی داشته باشند. از آنجایی که تأمین کنندگان یکی از اصلی ترین منابع آسیب پذیری در زنجیره های تأمین می باشند، ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان یکی از مهم ترین راه های ورود به دنیای تاب آورسازی زنجیره های تأمین می باشد. از این رو هدف از پژوهش حاضر ارزیابی تأمین کنندگان و تخصیص سفارش ها در زنجیره های تاب آور بود که در صنعت قطعه سازی خودروی ایران مبتنی بر روش های ترکیبی تصمیم گیری چند شاخصه و برنامه ریزی ریاضی صورت پذیرفت. در این راستا ابتدا به شناسایی مهم ترین شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان در ادبیات تحقیق پرداخته شد و در نهایت ۲۷ شاخص استخراج گردید، سپس با توجه به نظر خبرگان و بهره گیری از روش دلفی فازی مهم ترین شاخص ها شناسایی و با استفاده از روش بهترین - بدترین رتبه بندی شدند. در این تحقیق، ۱۶ شاخص با نظر خبرگان به منظور ارزیابی نهایی تأیید شدند. نتایج نشان می دهد شاخص های چابکی، افزونگی و مشاهده پذیری به ترتیب به عنوان مهم ترین و همچنین شاخص های آسیب پذیری، فاصله و پایداری به ترتیب کم اهمیت ترین شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان شرکت اورند می باشند. در ادامه با بهره گیری از روش مولتی مورای فازی رتبه و امتیاز تاب آوری هر یک از تأمین کنندگان مشخص شد و در انتها مدل پیشنهادی تخصیص سفارشات این پژوهش تشکیل گردید.

از نکات مثبت پژوهش حاضر می توان به این مورد اشاره نمود که شاخص های معرفی شده در این پژوهش برای ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان، شاخص های عمومی ارزیابی تاب آوری می باشند که می توان با کم ترین اصلاحات و تعدیلات از آن ها در ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان در سایر صنایع بهره گیری نمود. پیشنهادهایی اجرایی با توجه به نتایج و فرآیند تحقیق انجام شده به صورت زیر ارایه می گردد:

- با توجه به اهمیت بالای شاخص های چابکی، مشاهده پذیری و افزونگی پیشنهاد می گردد در انتخاب تأمین کنندگان و همچنین تخصیص میزان سفارش ها به آن ها تأمین کنندگانی در اولویت باشند که توانایی پاسخگویی سریع به تغییرات پیش بینی نشده و اختلالات را دارا بوده و همچنین دارای سیستم کاری روشن و شفاف بوده به طوری که تمامی فعالیت های آن ها از شرکت پنهان نمانده باشد. همچنین آن ها باید دارای برنامه برای سرمایه گذاری در ظرفیت مازاد، و ذخیره موجودی استراتژیک برای مواجهه با اختلالات باشند. علاوه بر این شرکت باید بر روی استفاده از تأمین کنندگان چند گانه به جای منبع یابی منفرد در راستای افزایش افزونگی زنجیره تمرکز نماید.
- پیشنهاد می گردد، برای مدیریت و توسعه تأمین کنندگان، به صورت دوره ای تأمین کنندگان بر اساس معیارهای تاب آوری معین، مورد ارزیابی قرار گیرند، و رتبه بندی شوند. همچنین به طور دوره ای

ممیزی‌های بیرونی صورت گرفته و پیشنهادهایی در راستای بهبود تاب‌آوری آن‌ها نیز به آن‌ها ارائه گردد. برای افزایش انگیزه تأمین‌کنندگان نیز می‌توان جوایز و یا امتیازات خاصی را نیز برای تاب‌آورترین آن‌ها در نظر گرفت.

پیشنهادهای برای انجام تحقیقات آینده به شرح زیر می‌باشد:

- مدل پژوهش حاضر برای تأمین قطعات مورد نیاز در یک دوره تدوین شده است و همچنین تقاضا هم در آن ثابت در نظر گرفته شده است؛ لذا می‌توان مدل پیشنهادی این پژوهش را با وارد کردن پارامتر زمان در مدل با در نظر گرفتن سفارش‌ها به صورت چند دوره‌ای و همچنین تقاضا به طور احتمالی توسعه داد. علاوه بر این موارد می‌توان قیمت خرید را که ثابت در نظر گرفته شده در شرایط تخفیف مورد توجه قرار داد.
 - در مدل تخصیص سفارش‌های این پژوهش وزن آرمان‌ها یکسان در نظر گرفته شدند که می‌توان به بررسی مسأله حاضر در شرایطی که آرمان‌ها وزن یکسانی ندارند، پرداخت.
 - با توجه به استفاده از تکنیک‌های متنوع و ارائه رویکردی یکپارچه، پیشنهاد می‌گردد از رویکرد پیشنهادی برای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش در صنایع دیگری نیز استفاده گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد، با استفاده از مدل ریاضی ارائه شده، مسایل مختلفی در حوزه زنجیره تأمین مدنظر قرار گیرند و کارایی مدل ارائه شده مورد آزمون قرار گیرد.
- مدل ارائه شده پژوهش دوره‌های زمانی و نرخ تورم را در نظر نگرفته است. در صورتی که ماهیت این مساله به گونه‌ای است که نحوه استفاده از کالاهای خریداری شده به طور متوالی می‌باشد و در نتیجه می‌توان هزینه‌های سرمایه‌ای را تا میزان قابل توجهی کاهش داد. همچنین نادیده گرفته شدن شرایط تخفیف در خرید قطعات یکی دیگر از محدودیت‌های تحقیق می‌باشد. علاوه بر این مقادیر پارامترهای مدل در شرایط قطعی بررسی شد که خواسته شرکت بود؛ ولی در اکثر مورد‌های مطالعاتی دیگر این مقادیر قطعی نمی‌باشند و از مدل‌های برنامه‌ریزی فازی و احتمالی برای مواجهه با آن به فراخور شرایط بهره‌گیری می‌گردد.

منابع

- [۱۱] ا. جعفر نژاد چقوشی، ع. کاظمی و ع. عرب، (۱۳۹۵). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان بر پایه روش بهترین-بدترین. چشم انداز مدیریت صنعتی، ۶(۳)، ۱۵۹-۱۸۶.
- [۱۲] ا. جعفر نژاد، م. محسنی، (۱۳۹۴). ارائه چارچوبی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین تاب‌آور. فصلنامه مدیریت زنجیره تأمین، ۴۸(۱۷).
- [۱۳] ک. روانستان، ح. اقاچانی، ع. صفایی قادیکلایی و م. یحیی زاده فر، (۱۳۹۵). تعیین و وزن‌دهی استراتژی‌های تاب‌آوری در زنجیره تأمین ایران خودرو. چشم انداز مدیریت صنعتی، ۷(۱)، ۱۴۵-۱۷۲.
- [۱۴] ک. روانستان، ح. اقاچانی، ع. صفایی قادیکلایی و م. یحیی زاده فر، (۱۳۹۶). طراحی مدل تاب‌آوری در زنجیره تأمین ایران خودرو با رویکرد مدل معادلات ساختاری تکنیک‌های کیفی. چشم انداز مدیریت صنعتی، ۷(۱).

- [۱۵] ع. عرب، ا. قاسمیان صاحبی، (۱۳۹۶). به کارگیری رویکرد خاکستری برای ارزیابی موانع استقرار زنجیره تامین تاب آور در صنایع تبدیلی خوراک دام و طیور. فصلنامه مدیریت زنجیره تامین، ۱۹(۵۵)، ۱۰۱-۱۱۸.
- [1] M. Christopher and H. Peck, (2004). Building the resilient supply chain, *The international journal of logistics management*, 15 (2), 1-14.
 - [2] M. Kamalahmadi and M. M. Parast, (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research, *International Journal of Production Economics*, 171, 116-133.
 - [3] R. Rajesh and V. Ravi, (2015). Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey-DEMATEL approach, *Computers & Industrial Engineering*, 87, 126-139.
 - [4] S. Nazari-Shirkouhi, H. Shakouri, B. Javadi, and A. Keramati, (2013). Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming, *Applied Mathematical Modelling*, 37 (22), 9308-9323.
 - [5] T.-Y. Wang and Y.-H. Yang, (2009). A fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments, *Expert Systems with Applications*, 36 (10), 12179-12187.
 - [6] T. Sawik, (2013). Selection of resilient supply portfolio under disruption risks, *Omega*, 41 (2), 259-269.
 - [7] U. Soni and V. Jain, (2011). Minimizing the vulnerabilities of supply chain: A new framework for enhancing the resilience, in *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, IEEE International Conference, 933-939: IEEE.
 - [8] M. Christopher and D. Towill, (2001). An integrated model for the design of agile supply chains, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31 (4), 235-246.
 - [9] S. Y. Ponomarov and M. C. Holcomb, (2009). Understanding the concept of supply chain resilience, *The international journal of logistics management*, 20 (1), 124-143.
 - [10] H. Carvalho, A. P. Barroso, V. H. Machado, S. Azevedo, and V. Cruz-Machado, (2012). Supply chain redesign for resilience using simulation, *Computers & Industrial Engineering*, 62 (1), 329-341.
 - [16] A. Gunasekaran, N. Subramanian, and S. Rahman, (2015). *Supply chain resilience: role of complexities and strategies*, ed: Taylor & Francis.
 - [17] N.-O. Hohenstein, E. Feisel, E. Hartmann, and L. Giunipero, (2015). Research on the phenomenon of supply chain resilience: a systematic review and paths for further investigation, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45 (1/2), 90-117.
 - [18] B. R. Tukamuhabwa, M. Stevenson, J. Busby, and M. Zorzini, (2015). Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study, *International Journal of Production Research*, 53 (18), 5592-5623.
 - [19] R. Rajesh and V. Ravi, (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach, *Journal of Cleaner Production*, 86, 343-359.
 - [20] K. Scholten and S. Schilder, (2015). The role of collaboration in supply chain resilience, *Supply Chain Management: An International Journal*, 20 (4), 471-484.
 - [21] C. Y. Yi, E. Ngai, and K. Moon, (2011). Supply chain flexibility in an uncertain environment: exploratory findings from five case studies, *Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (4), 271-283.
 - [22] C.-Y. Chiang, C. Kocabasoglu-Hillmer, and N. Suresh, (2012). An empirical investigation of the impact of strategic sourcing and flexibility on firm's supply chain agility, *International Journal of Operations & Production Management*, 32 (1), 49-78.
 - [23] E. Simangunsong, L. C. Hendry, and M. Stevenson, (2012). Supply-chain uncertainty: a review and theoretical foundation for future research, *International Journal of Production Research*, 50 (16), 4493-4523.
 - [24] V. L. Spiegler, M. M. Naim, and J. Wikner, (2012). A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience, *International Journal of Production Research*, 50 (21), 6162-6187.
 - [25] A. Wieland, (2013). Selecting the right supply chain based on risks, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24 (5), 652-668.
 - [26] A. Azadeh, M. Abdollahi, M. H. Farahani, and H. R. Soufi, (2014). Green-Resilient Supplier Selection: An Integrated Approach, in *International IEEE Conference*, Istanbul. July 26, 28.
 - [27] A. Fakoor, L. Olfat, K. Feizi, and M. Amiri, (2013). A method for measuring supply chain resilience in the automobile industry, *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3 (2), 537-544.
 - [28] T. J. Pettit, J. Fiksel, and K. L. Croxton, (2010). Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework, *Journal of business logistics*, 31(1), 1-21.

- [29] M. Christopher and M. Holweg, (2011). "Supply Chain 2.0": managing supply chains in the era of turbulence, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1), 63-82.
- [30] M. Christopher, C. Mena, O. Khan, and O. Yurt, (2011). Approaches to managing global sourcing risk, *Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (2), 67-81.
- [31] U. Soni, V. Jain, and S. Kumar, (2014). Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach, *Computers & Industrial Engineering*, 74, 11-25.
- [32] J. M. Whipple and J. Roh, (2010). Agency theory and quality fade in buyer-supplier relationships, *The International Journal of Logistics Management*, 21 (3), 338-352.
- [33] S. M. Wagner and N. Neshat, (2010). Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory, *International Journal of Production Economics*, 126 (1), 121-129.
- [34] S. Chan and G. N. Larsen, (2010). A framework for supplier-supply chain risk management: Tradespace factors to achieve risk reduction—return on investment, in *Technologies for Homeland Security (HST)*, 2010 IEEE International Conference, 29-34: IEEE.
- [35] E. Hofmann, (2011). Natural hedging as a risk prophylaxis and supplier financing instrument in automotive supply chains, *Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (2), 128-141.
- [36] B. Clegg, S. Chandler, M. Binder, and J. Edwards, (2013). Governing inter-organisational R&D supplier collaborations: a study at Jaguar Land Rover, *Production Planning & Control*, 24 (8-9), 818-836.
- [37] S. Matook, R. Lasch, and R. Tamaschke, (2009). Supplier development with benchmarking as part of a comprehensive supplier risk management framework, *International Journal of Operations & Production Management*, 29 (3), 241-267.
- [38] K. Foerstl, C. Reuter, E. Hartmann, and C. Blome, (2010). Managing supplier sustainability risks in a dynamically changing environment—Sustainable supplier management in the chemical industry, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16 (2), 118-130.
- [39] C. Blome and T. Schoenherr, (2011). Supply chain risk management in financial crises—A multiple case-study approach, *International journal of production economics*, 134 (1), 43-57.
- [40] O. Lavastre, A. Gunasekaran, and A. Spalanzani, (2012). Supply chain risk management in French companies, *Decision Support Systems*, 52 (4), 828-838.
- [41] S. K. Mahapatra, R. Narasimhan, and P. Barbieri, (2010). Strategic interdependence, governance effectiveness and supplier performance: A dyadic case study investigation and theory development, *Journal of Operations Management*, 28 (6), 537-552.
- [42] M. Terziovski, (2010). Innovation practice and its performance implications in small and medium enterprises (SMEs) in the manufacturing sector: a resource-based view, *Strategic Management Journal*, 31(8), 892-902.
- [43] I. Ivarsson and C. G. Alvstam, (2010). Upgrading in global value-chains: a case study of technology-learning among IKEA-suppliers in China and Southeast Asia, *Journal of Economic Geography*, 11 (4), 731-752.
- [44] U. Jüttner and S. Maklan, (2011). Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study, *Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (4), 246-259.
- [45] R. J. Kuo, Y. C. Wang, and F. C. Tien, (2010). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection, *Journal of cleaner production*, 18 (12), 1161-1170.
- [46] R. M. Locke, B. A. Rissing, and T. Pal, (2013) Complements or substitutes? Private codes, state regulation and the enforcement of labour standards in global supply chains, *British Journal of Industrial Relations*, 51 (3), 519-552.
- [47] S. Serdarasan, (2013). A review of supply chain complexity drivers, *Computers & Industrial Engineering*, 66 (3), 533-540.
- [48] R. Smith, (2004). Operational capabilities for the resilient supply chain, *Supply Chain Practice*, 6, 24-35.
- [49] T. J. Pettit, (2008). Supply chain resilience: development of a conceptual framework, an assessment tool and an implementation process, OHIO STATE UNIV COLUMBUS.
- [50] J. Blackhurst, K. S. Dunn, and C. W. Craighead, (2011). An empirically derived framework of global supply resiliency, *Journal of Business Logistics*, 32 (4), 374-391.
- [51] M. Christopher and D. R. Towill, (2002). Developing market specific supply chain strategies, *The international journal of logistics management*, 13(1), 1-14.
- [52] V. Narayanan and A. Raman, (2004). Aligning incentives in supply chains, *Harvard business review*, 82 (11), 94-102, 149.

- [53] L. Urciuoli, S. Mohanty, J. Hintsa, and E. Gerine Boekesteijn, (2014). The resilience of energy supply chains: a multiple case study approach on oil and gas supply chains to Europe, *Supply Chain Management: An International Journal*, 19 (1), 46-63.
- [54] G. A. Zsidisin and S. M. Wagner, (2010). Do perceptions become reality? The moderating role of supply chain resiliency on disruption occurrence, *Journal of Business Logistics*, 31 (2), 1-20.
- [55] J. MASCARITOLLO and M. C. HOLCOMB, (2008). Moving towards a resilient supply chain, *Journal of Transportation Management*, 19 (2).
- [56] J. Rezaei, Best-worst multi-criteria decision-making method, *Omega*, 53, 49-57, 2015.
- [57] I. Ghasemian Sahebi, A. Arab, and M. R. Sadeghi Moghadam, (2017). Analyzing the barriers to humanitarian supply chain management: A case study of the Tehran Red Crescent Societies, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 232-241.
- [58] A. Baležentis, T. Baležentis, and W. K. Brauers, (2012). Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA, *Expert Systems with applications*, 39 (9), 7961-7967.
- [59] W. K. Brauers and E. K. Zavadskas, (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy, *Control and Cybernetics*, 35, 445-469.
- [60] C.-T. Chang, (2007). Multi-choice goal programming, *Omega*, 35 (4), 389-396, 2007.
- [61] F. Çebi and İ. Otay, (2016). A two-stage fuzzy approach for supplier evaluation and order allocation problem with quantity discounts and lead time, *Information Sciences*, 339, 143-157.