



پژوهشنامه ی مدیریت اجرایی

علمی-پژوهشی

سال چهارم، شماره ی هشتم، نیمه ی دوم ۱۳۹۱

آمیخته مدل سازی ساختاری تفسیری و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی برای شناسایی و رتبه بندی عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره ی تأمین

حمید شاهبندرزاده *

خداکرم سلیمی فرد **

احمد قربان پور ***

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲

چکیده

دستیابی به چابکی در تولید، نیازمند برآورده شدن مجموعه‌ای از نیازمندی‌ها در زنجیره ی تأمین شرکت است تا بتواند از رویکرد چابکی در شرکت پشتیبانی کند. در این میان، عواملی هستند که می‌توانند بر این چابکی اثر گذارند. بنابراین، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر چابکی در زنجیره ی تأمین یکی از مسائل راهبردی است. دستیابی به پاسخی شایسته برای این مسأله، می‌تواند در دراز مدت با اهمیت و دارای پیامدهای شگرف اقتصادی باشد. در مقایسه با دیگر حوزه‌ها، پژوهش‌های کمی برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره ی تأمین چابک انجام شده است. هم چنین، در پژوهش‌های کنونی نیز تأکید بیش تری بر شاخص‌های کمی شده است و شاخص‌های کیفی کمتری بررسی شده است. دلیل این کم توجهی، شاید به ماهیت نادقیق بودن شاخص‌های کیفی و نیز کنش دو سویه ی آن‌ها در شناسایی و رتبه‌بندی مربوط باشد. در این پژوهش با به کارگیری یک رویکرد نوین آمیخته با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره ی تأمین شناسایی و رتبه‌بندی می‌شوند. برای تعیین روابط میان شاخص‌ها از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شده است. رویکرد پیشنهادی در یک بررسی موردی به کار گرفته شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که این رویکرد می‌تواند در دستیابی به عوامل اثر گذار سودمند باشد.

واژه های کلیدی: زنجیره ی تأمین، چابکی، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، مدل‌سازی ساختاری

تفسیری

* استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه خلیج فارس

** نویسنده مسئول - استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه خلیج فارس Email: salimifard@pgu.ac.ir

*** دانشجوی دکتری مدیریت گرایش تحقیق در عملیات دانشگاه فردوسی مشهد

۱. مقدمه

بی‌ثباتی و تغییرات محیط کسب و کار یکی از مهم ترین موضوعاتی است که همواره از سوی محققان مدیریت مورد مطالعه قرار گرفته است. مفهوم چابکی شامل دو عامل اصلی و اساسی می‌شود؛ یکی این که، پاسخ به تغییرات (پیش بینی شده و پیش بینی نشده) به بهترین شیوه ی ممکن و در زمان مناسب و دیگری استفاده از تغییرات و بهره‌برداری از تغییرات به عنوان فرصت می‌باشد. نکته ی دیگر درباره ی کسب و کار دنیای امروز این است که زنجیره‌های تأمین در آن نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند و امروزه رقابت اصلی نه میان شرکت‌ها که بیش تر میان زنجیره‌های تأمین آن‌ها است. این مشتری نهایی است که تعیین کننده ی شکست یا موفقیت یک زنجیره ی تأمین است.

امروزه دیگر تولید محصولات مناسب و به موقع برای مشتریان نه تنها عامل موفقیت در رقابت است، بلکه یک عامل کلیدی برای مانایی است. از این رو رضایت مشتری و بازار عاملی مهم برای شرکت‌ها و زنجیره‌های تأمین شمرده می‌شود. زنجیره ی تأمین چابک به عنوان رویکردی مهم برای دستیابی به مزایای رقابتی در دنیای کسب و کار امروزی به حساب می‌آید. وان هوک^۱ (۲۰۰۱) در زمینه ی دستیابی به هدف‌های رقابتی به دو نکته ی مهم می‌پردازد؛ نخست این که، شرکت‌ها بایستی با تأمین کنندگان، تأمین کننده تأمین کنندگان، مشتریان، مشتری مشتریان، و حتی رقیبان به گونه‌ای در یک راستا قرار گیرند که بتوانند به بهترین و آسان ترین شیوه به تولید ادامه دهند. دیگر این که، شرکت‌های شرکت کننده در زنجیره ی تأمین برای دستیابی به چابکی بیش تر بایستی با یک دیگر کار کنند و روابط نزدیکی با یک دیگر داشته باشند. هم چنین همه ی شرکت‌ها، تأمین کنندگان، تولید کنندگان، توزیع کنندگان و حتی مشتریان بایستی برای دستیابی به یک زنجیره ی تأمین چابک مشارکت کنند.

امروزه موفقیت یک شرکت تنها در گرو فعالیت‌های درونی آن نیست و شریکان تجاری نیز در موفقیت یا شکست یک شرکت نقش ایفا می‌کنند. شاید بتوان اعضای زنجیره ی تأمین را یکی از مؤثرترین عوامل موفقیت یک شرکت به حساب آورد. دستیابی به چابکی به تنهایی شدنی نیست. زنجیره ی تأمین دربرگیرنده ی فرایندهایی بسیار پیچیده است که از ماهیتی پویا، چند معیاره و پیچیده برخوردار است. چابکی در زنجیره ی تأمین عامل مانایی شرکت‌ها و مهم ترین عامل در رقابت‌پذیری آن‌ها است. با

1 - Van Hoek

این حال این مفهوم از یک سو بسیار فراگیر و گسترده است و از سوی دیگر، مدل یگانه و معیار مشخصی برای اندازه‌گیری آن وجود ندارد. با این که نیاز به چابکی در زنجیره ی تأمین پذیرفته شده است (کریستوفر^۱، ۲۰۰۰)، به آسانی نمی‌توان در مفهوم آن و چگونگی اندازه‌گیری آن و حتی عوامل مؤثر بر آن به توافق جمعی رسید.

برای درک هر چه بیش تر پیچیدگی‌ها و ابهام‌های مربوط به ماهیت مسائل مربوطه به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل چابکی زنجیره ی تأمین ، در این مقاله بر اساس یک روش‌شناسی چند شاخصه، روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری با فرایند تحلیل شبکه آمیخته و با رویکرد فازی به کار گرفته شده است. از این رو، تلاش شده است تا فرایند تحلیل شبکه ی کلاسیک به گونه‌ای توسعه و تعدیل یابد که برای کاربرد در شرایط ابهام و نادقیق بودن فضای تصمیم‌گیری و نیز کیفی بودن شاخص‌ها، مناسب‌تر و کاربرد آن آسان تر شود. هم چنین، بتوان چنین رویکردی را برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل چابکی زنجیره ی تأمین به کار گرفت. به کارگیری رویکرد فازی در فرایند تبدیل فرایند تحلیل شبکه‌ای از دیگر ویژگی‌های این مطالعه است.

۲. پیشینه ی پژوهش

تاکنون پژوهش‌های زیادی در زمینه ی زنجیره ی تأمین انجام شده است. این مقاله بر اساس ترکیبی از پژوهش‌های پیشین است که در ادامه برخی از آن‌ها بازخوانی می شود. مسون جونز و تویل^۲ (۱۹۹۹) شیوه نامه‌ای برای دستیابی به چابکی در زنجیره ی تأمین ارائه دادند. آنان اهمیت دیرکرد در زنجیره ی تأمین چابک را بررسی و الگویی را برای کاهش دیرکرد در یک زنجیره ی تأمین ارائه کردند. هم چنین، آنان به مقایسه ی سیستم‌های اطلاعاتی زنجیره‌های تأمین سنتی و چابک و نیز تجزیه و تحلیل سیستم‌های اطلاعاتی زنجیره تامین چابک پرداختند. شریفی و زانگ^۳ (۲۰۰۰) مفاهیم پایه ی چابکی را ارائه کردند و سپس مدلی مفهومی برای دستیابی به چابکی پیشنهاد دادند که دارای سه بعد محرک‌های چابکی، قابلیت‌ها، و مهیا کننده‌های چابکی است. پژوهش‌های بیش تر در این زمینه در جدول ل شماره ی یک آورده شده است.

1- Christopher
2- Mason-Jones & Towill
3- Sharifi & Zhang

جدول شماره ی یک - چکیده پژوهش‌های پیشین در زمینه ی این پژوهش

| مرجع | عنوان |
|--|---|
| (Christopher, Lawson, & Peck, 2004) | ارائه ی مدلی مفهومی برای بررسی رقابت در بازارهای متلاطم با تمرکز بر زنجیره ی تأمین چابک |
| Yusuf, Gunasekaran, Adeleye, & Sivayoganathan, 2004) | بررسی دلایل ادغام زنجیره‌های تأمین و ارائه ی مدلی سه بعدی برای ارزیابی زنجیره ی تأمین |
| Agarwal, Shankar, & Tiwari, 2006) | ارائه ی مدلی برای اندازه‌گیری عملکرد زنجیره‌های تأمین ناب، چابک و ترکیبی |
| (Simchi-Levi, 2008) | طراحی و مدیریت زنجیره ی تأمین |
| (Jaina, Benyoucefa, & Deshmukh, 2008) | ارزیابی چابکی زنجیره ی تأمین |
| (Holweg & Pil, 2001) | اعتماد سازی در زنجیره ی تأمین |
| (Agarwal & Shankar, 2003) | ایجاد استراتژی‌های تولید و ساخت بر اساس سفارش مشتریان در زنجیره‌های تأمین چابک |
| (Ramesh & Devadasan, 2007) | مروری بر معیارهای لازم برای ایجاد تولید چابک |
| (Bultema, 2000) | ارائه ی مدلی عملیاتی برای مدیریت روابط با مشتریان در زنجیره ی تأمین چابک |
| (Simaei & Jolai, 2006) | انعطاف پذیری زنجیره ی تأمین چابک |
| (Chan, Qi, Chan, & La, 2003) | ارائه ی مدلی مفهومی جهت ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد زنجیره ی تأمین چابک |
| (Marshall, Lassk, & Moncrief, 2004) | ارائه ی مدلی عملیاتی برای مدیریت روابط با مشتریان در زنجیره ی تأمین چابک |
| (Jain, Benyoucef, & Deshmukh, 2008) | چابکی زنجیره ی تأمین در توانایی در پاسخ گویی سریع به تغییرات بازار و مشتری |
| (Baker, 2008) | سیستم‌های تولید انعطاف پذیر ریشه ی چابکی |
| Yahaya, Y., & et al, 2012) | بررسی ارتباط میان ابعاد زنجیره ی تأمین چابک، اهداف رقابتی و عملکرد کسب و کار در صنعت گاز انگلستان |
| (Sukati, & et al. 2012) | بررسی رابطه میان شیوه های سازمانی و چابکی زنجیره ی تأمین |
| (Bottani,2012) | بررسی و مطالعه ی توانمند سازهای شرکت‌های چابک |
| (Susana & et al, 2012) | مدل یک پارچه برای ارزیابی نابی و چابکی زنجیره ی تأمین در صنعت خودرو |
| (Minguez, & et al, 2012) | ارائه ی مدلی جامع برای چابکی سیستم‌های تولیدی-خدماتی |

۳. روش پژوهش

این پژوهش یک پژوهش کاربردی و توصیفی است. برای تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده، به دلیل توانایی بیش تر نسبت به دیگر رویکردها در حل و مدل‌سازی، از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای با رویکرد فازی استفاده شده است. اگر چه فرایند تحلیل شبکه‌ای کلاسیک، در مقایسه با حالت فازی با عملیات ساده‌تری، به تلفیق قضاوت‌های زوجی افراد خبره می‌پردازد؛ رویکرد کلاسیک به طور کامل بیان‌کننده ی اندیشه ی واقعی افراد نیست (وو، لین، چن^۱، ۲۰۰۹). در این پژوهش برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اثرگذار بر چابکی زنجیره ی تأمین، آمیخته‌ای از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی پیشنهاد شده است. رویکرد پیشنهادی با نام ISM/FANP در ادامه تشریح می‌شود.

۱.۳. ساخت شبکه ی مسأله

در نخستین، گام تلاش می‌شود تا مسأله به گونه‌ای روشن و دقیق تعریف شود و همانند یک سیستم منطقی هم چون یک شبکه تجزیه شود. بدین ترتیب خوشه‌ها و عناصر مربوط به هر خوشه در یک شبکه ی تصمیم نشان داده می‌شوند (ساعتی^۲، ۱۹۹۹). البته، همانند هر روش چند شاخصه ی دیگر، انجام این عمل با این فرض است که شاخص‌های مناسب و پالایش شده در دسترس است.

۲.۳. تعیین رابطه ی درونی میان شاخص‌های موجود در هر سطح

برای تعیین روابط درونی میان شاخص‌ها از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شده است. این رویکرد یک روش‌شناسی بر اساس ایجاد و درک روابط اساسی در سیستم‌ها یا موقعیت‌های پیچیده است (آیاگ، اوزدمیر^۳، ۲۰۰۹). گام‌های اجرای رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری در جدول شماره ی دو آورده شده است.

1 -Wu, Lin, & Chen

2 -Saaty

3 -Ayağ & Özdemir

جدول شماره ی دو - گام‌های اجرای رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (آیاگ،

اوزدمیر، ۲۰۰۹)

| مرجع | طریقه ی محاسبه | محاسبه | گام |
|--------------------------|--|-------------------|-----|
| (Chang, 2007) | ماتریس روابط بر اساس طرح پرسش‌هایی همچون «آیا شاخص i بر شاخص j اثر می‌گذارد؟» تشکیل می‌شود. در صورتی که پاسخ مثبت باشد، در ماتریس رابطه، $\pi_{ij} = 1$ ، در غیر این صورت $\pi_{ij} = 0$ خواهد بود. | ماتریس روابط | ۱ |
| (Bayazit & Karpak, 2008) | بعد از ایجاد ماتریس رابطه، با بهره‌گیری از معادله‌های زیر ماتریس قابل دسترس تشکیل می‌شود در رابطه ی زیر I بیان کننده ی $M = D + I$ ، $M^* = M^k = M^{k+1}$ ماتریس همانی، K شماره ی توان و M^* ماتریس قابل دسترس است. | ماتریس قابل دسترس | ۲ |

جدول شماره ی دو بیان کننده ی این نکته است که برای ایجاد مدل‌سازی ساختاری تفسیری مسأله لازم می‌باشد که ماتریس‌های رابطه و قابل دسترس به شیوه‌ای که پیش تر گفته شد، محاسبه شوند.

۳.۳. تعریف اعداد فازی مثلثی

در این گام باید ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی تهیه شوند. گردآوری دیدگاه پاسخ دهندگان به صورت متغیرهای زبانی و در قالب طیف شش بخشی لیکرت، انجام می‌شود. پس از این کار، بر مبنای جدول شماره ی سه جدول می‌توان متغیرهای زبانی را به عددهای فازی مثلثی، تبدیل نمود (وو، لی، ۲۰۰۷).

جدول شماره ی یک - عددهای فازی مثلثی (وو، لی، ۲۰۰۷)

| عددهای فازی مثلثی | متغیرهای زبانی |
|-------------------|----------------|
| (۱،۱،۱) | دقیقاً برابر |
| (۰/۵، ۱، ۱/۵) | نسبتاً برابر |
| (۱، ۱/۵، ۲) | ضعیف |
| (۱/۵، ۲، ۲/۵) | نسبتاً مهم |
| (۲، ۲/۵، ۳) | خیلی مهم |
| (۲/۵، ۳، ۳/۵) | کاملاً مهم |

پس از تکمیل پرسش نامه‌های مقایسه‌های زوجی از سوی تصمیم‌گیرندگان، برای انجام محاسبات نیاز است که متغیرهای زبانی به اعداد فازی تبدیل شوند. از این رو، در این پژوهش از طیف طراحی شده در جدول شماره ۱ سه استفاده شد.

۴.۳. انجام مقایسه‌های زوجی

در فرایند تحلیل شبکه‌ای نیز همانند فرایند تحلیل سلسله مراتبی، اهمیت نسبی شاخص‌ها و گزینه‌ها با انجام مقایسه‌های زوجی به دست می‌آید، با این تفاوت که در فرایند تحلیل شبکه‌ای، روابط و تأثیرات متقابل شاخص‌ها نیز در نظر گرفته می‌شوند (نینگ، وی^۱، ۲۰۰۶). در این گام، بر اساس دیدگاه خبرگان و با بهره‌گیری از عددهای فازی، اهمیت نسبی شاخص‌ها نسبت به یک دیگر محاسبه و بر اساس آن ماتریس مقایسه‌های زوجی \tilde{A}' تشکیل می‌شود. در این ماتریس، \tilde{a}'_{ij} یک عدد فازی مثلثی است که بیان‌کننده‌ی اهمیت نسبی شاخص i ام نسبت به شاخص j ام است (گارگ، پندی^۲، ۲۰۰۹).

$$\tilde{A}' = \begin{bmatrix} \tilde{a}'_{11} & \tilde{a}'_{12} & \dots & \dots & \tilde{a}'_{1n} \\ \tilde{a}'_{21} & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{a}'_{n1} & \dots & \dots & \dots & \tilde{a}'_{nn} \end{bmatrix}, \quad \tilde{a}'_{ij} = \frac{1}{\tilde{a}'_{ji}} \quad (1)$$

۵.۳. تهیه‌ی ماتریس قضاوت

همان‌گونه که در (سهنی، بنوت، کارونس^۳، ۲۰۰۸) توضیح داده شده است، برای ادغام دیدگاه خبرگان و تهیه‌ی ماتریس قضاوت از رابطه‌ی (۲) استفاده می‌شود.

$$L_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n l_{ijk}}, \quad M_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n m_{ijk}}, \quad U_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n u_{ijk}} \quad (2)$$

1 -Ning & Wei

2 -Garg & Pandey

3 -Sahney, Banwet, & Karunes

۶.۳. محاسبه ی وزن های اولیه

پس از تهیه ی ماتریس قضاوت، باید وزن های اولیه ی هر یک از ماتریس های قضاوت محاسبه شود. از آن جا که وزن های به دست آمده فازی هستند، برای این کار از روش تحلیل توسعه ای چانگ (بی، وی^۱، ۲۰۰۸) استفاده شد. جدول ی چهار نشان دهنده ی مراحل روش یاد شده است.

جدول شماره ی چهار - گام های روش تحلیل توسعه ای چانگ (بی، وی، ۲۰۰۸)

| گام | محاسبه | روش محاسبه |
|-----|---|--|
| ۱ | $\sum_{j=1}^n M_{ij}$ | جمع اعداد فازی هر یک از سطرهای ماتریس قضاوت |
| ۲ | $\left[\sum_{I=1}^M \sum_{J=1}^N M_{IJ} \right]$ | جمع کل اعداد فازی جدول ماتریس قضاوت |
| ۳ | S_k ارزش | $S_k = \sum_{j=1}^n M_{ij} \otimes \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$ <p>M_{ij} یک عدد فازی مثلثی، k بیان کننده ی شماره ی سطر، i و j به ترتیب نشان دهنده ی سطر و ستون</p> |
| ۴ | درجه ی بزرگی | <p>بطور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی آن ها M_1 بر M_2 به صورت زیر تعریف می شود:</p> $\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & m_1 \geq m_2 \quad \text{if} \\ V(M_1 < M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) & \text{o.w} \end{cases}$ <p>که داریم:</p> $hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{U_1 - L_2}{(U_1 - L_2) + (m_2 - m_1)}$ <p>استفاده از رابطه ی زیر برای به دست آوردن میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر</p> $V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2) \dots \text{and} V(M_1 \geq M_k)$ |
| ۵ | وزن های نابهنجار | <p>به دست آوردن کمترین مقدار عناصر هر ستون موجود در جدول حاصل از مرحله ی قبل</p> $w'(x_i) = \min \left\{ V(S_i \geq S_k) \right\} \quad k = 1, 2, 3, \dots, n, k \neq i$ |
| ۶ | به دست آوردن بردار بهنجار | استفاده از رابطه ی زیر برای به دست آوردن بردار وزن های بهنجار |

¹ Bi & Wei

| | | |
|---|--|--|
| $W(x_k) = \frac{W'(x_k)}{\sum_{k=1}^n W'(x_k)}$ | | |
|---|--|--|

جدول شماره ی چهار گام‌های شش گانه ی روش چانگ همراه با شیوه ی محاسبه ی هر یک از آنها برای تعیین وزن‌های اولیه را نشان می‌دهد.

۷.۳. تهیه ماتریس بزرگ ناموزون

برای به دست آوردن اولویت‌های کلی در یک شبکه با وابستگی درونی و بیرونی میان اجزاء، بردار اولویت‌های جزئی (بخشی) در ستون‌های مناسب یک ماتریس به نام ماتریس بزرگ جای گذاری می‌شوند. شکل ل شماره ی یک ساختار ماتریس بزرگ برای شبکه ی چهار سطحی می‌باشد.

$$\begin{array}{l}
 \text{هدف} \\
 \text{شاخص} \\
 \text{زیرشاخص} \\
 \text{گزینه}
 \end{array}
 \begin{bmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 \\
 W_{21} & W_{22} & 0 & 0 \\
 0 & W_{32} & W_{33} & 0 \\
 0 & 0 & W_{43} & I
 \end{bmatrix}$$

شکل شماره ی یک - ساختار ماتریس بزرگ برای شبکه ی چهار سطحی (وانگ،

۲۰۰۸)

در ساختار ماتریس بزرگ، W_{21} برداری است که بیان کننده ی تأثیر هدف بر شاخص‌ها است. هم چنین، W_{22} ماتریسی است که بیان کننده ی تأثیرات شاخص‌ها بر یک دیگر، W_{32} ماتریسی است که بیان کننده ی تأثیرات شاخص‌ها بر زیر شاخص‌ها، W_{33} ماتریسی است که بیان کننده ی تأثیر زیر شاخص‌ها بر خودشان، W_{43} ماتریسی است که بیان کننده ی تأثیر زیر شاخص بر گزینه‌ها و I یک ماتریس همانی است (وانگ^۱، ۲۰۰۸). درایه‌های ماتریس بزرگ در گام پیش محاسبه شده‌اند.

۸.۳. محاسبه ی ماتریس بزرگ موزون

برای تهیه ی ماتریس بزرگ موزون، نخست حاصل جمع عناصر هر ستون از ماتریس بزرگ ناموزون محاسبه و سپس یکایک عناصر هر ستون بر حاصل جمع عناصر آن ستون تقسیم می‌شوند (لین، لی، وو، ۲۰۰۸).

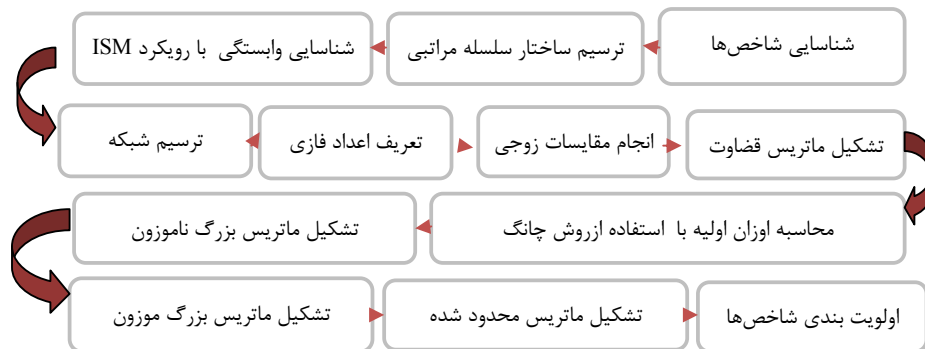
1 -Wang

2 -Lin, Lee, & Wu

۹.۳. محاسبه ی ماتریس بزرگ محدود شده

برای محاسبه ی تأثیر غیر مستقیم میان عناصر موجود در شبکه، باید ماتریس بزرگ موزون چندین بار در خودش ضرب شود. به دیگر سخن، ماتریس بزرگ موزون به توان $2K + 1$ (K یک عدد قراردادی بزرگ است) رسانده می‌شود. این کار تا هنگامی که ستون‌های ماتریس بزرگ همانند یک دیگر شوند، تکرار می‌شود. پیامد این کار، دستیابی به ماتریس بزرگ محدود شده خواهد بود (لین، تسای^۱، ۲۰۱۰).

به طور کلی، رویکرد بکار رفته در این پژوهش دارای ۱۲ گام است که در شکل شماره ی دو نشان داده شده است. سه گام نخست بر پایه ی روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری، و دیگر گام‌ها بر پایه ی فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی است.



شکل شماره ی دو - گام‌های رویکرد ISM/FANP

۴. کاربرد مدل و تحلیل یافته‌ها

روش‌شناسی پیشنهادی و عملیات مربوط به روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره ی تأمین در یک مطالعه ی موردی به کار گرفته شد و یافته‌های زیر به دست آمده است. یادآوری می‌شود که به دلیل محدودیت‌های مربوط به حجم بزرگ و گسترده ی اطلاعات بررسی شده، تنها به نتایج کلی به دست آمده از اجرای روش‌شناسی فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی پرداخته شده است.

۱.۴. شناسایی شاخص‌های اصلی و فرعی

در این گام با بررسی پژوهش‌های پیشین و در دست، ۳۰ شاخص مرتبط با مسأله ی پژوهش شناسایی شد. آن گاه برای پالایش شاخص‌های شناسایی شده، از یک طیف

هفت بخشی استفاده شد. پیامد این کار، دستیابی به ۱۶ زیر شاخص نهایی بود که در پنج گروه، دسته‌بندی شدند. نتیجه در جدول شماره ۵ ی پنج دیده می‌شود.

جدول شماره ۵ ی پنج - شاخص‌های اصلی و فرعی

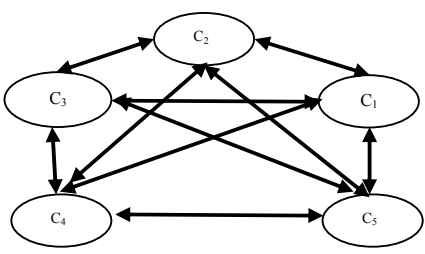
| مرجع | زیر شاخص | | شاخص |
|------------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| (Simchi-Levi, 2008) | S ₁ | روابط مبتنی بر اعتماد بین مشتری و تأمین کننده | یک پارچه- سازی شبکه- ای (C1) |
| (Bultema, 2000) | S ₂ | تمرکز بر توسعه ی شایستگی‌های اصلی با تعالی فرایند | |
| (Holweg & Pil, 2001) | S ₃ S ₄ | مدیریت و برنامه ریزی لجستیک کارگیری رویکردهای JIT در طول زنجیره ی تأمین | |
| (Agarwal & Shankar, 2003) | S ₅ | ایجاد زیر ساخت‌های مناسب برای تشویق نوآوری همراه با کاستن از زمان | یک پارچه- سازی فرایند (C2) |
| | S ₆ | به روز کردن ترکیب فرایندهای موجود در شبکه ی زنجیره ی تأمین | |
| | S ₇ | توسعه محصول به صورت مشترک | |
| (Simchi-Levi, 2008) | S ₈ | به دست آوردن آنی اطلاعات تقاضا | یک پارچه- سازی اطلاعات (C3) |
| | S ₉ | رجهان نگهداری اطلاعات در بایگانی | |
| | S ₁₀ | دسترسی به تمام اطلاعات در طول زنجیره ی تأمین | |
| (Chan, Qi, Chan, & La, 2003) | S ₁₁ | جستجو برای فرصتی برای افزایش ارزش مشتری | مشتری/ حساسیت به بازار (C4) |
| (Marshall, Lask, & Moncrief, 2004) | S ₁₂ | ارائه ی محصولات مشتری مدار | بازار (C4) |
| | S ₁₃ | حفظ و رشد رابطه با مشتری | |
| (Pandey & Garg, 2009) | S ₁₄ | استفاده از اینترنت برای دسترسی به اطلاعات ودانش روز | یک پارچه- سازی مجازی (C5) |
| | S ₁₅ | دسترسی به داده‌های مرتبط با فروش لحظه‌ای | |
| | S ₁₆ | انجام تبادلات بدون کاغذبازی | |

همان گونه که در جدول شماره ۵ ی پنج دیده می‌شود، شاخص‌های اصلی در ۵ گروه معرفی شده‌اند که هر یک خود دارای زیر شاخص‌های فرعی هستند. در مجموع ۱۶ زیر شاخص فرعی که از مطالعات پژوهش استخراج شده‌اند، در این پژوهش به کار گرفته شده است.

۲.۴. تعیین رابطه ی درونی میان شاخص های اصلی

رابطه ی درونی میان شاخص ها (اصلی و فرعی) با اجرای مراحل گفته شده در جدول شماره ی شش و هفت، نشان داده شده است.

جدول شماره ی شش - مراحل تعیین رابطه ی درونی میان شاخص های اصلی

| محاسبات | | | | | | نوع ماتریس | مرحله |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|-------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | | |
| C ₁ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | تشکیل ماتریس رابطه | ۱ |
| C ₂ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₃ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | | |
| C ₄ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | | |
| C ₅ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | | |
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | محاسبه ی ماتریس M^3 | ۲ |
| C ₁ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₂ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₃ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₄ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₅ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | محاسبه ی ماتریس M^4 ماتریس M^3 به عنوان ماتریس قابل دسترس انتخاب می شود. | ۳ |
| C ₁ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₂ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₃ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₄ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₅ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |  <p>نمودار رابطه ی درونی میان شاخص های اصلی</p> | ۴ |
| C ₁ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₂ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₃ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |
| C ₄ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | |

همان گونه که در جدول شماره ی شش نشان داده شده است برای تعیین رابطه میان شاخص های اصلی، از رویکرد ISM استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل های

صورت گرفته، در نهایت در گام چهارم روابط درونی میان شاخص های اصلی شناسایی شد. همان گونه که در مرحله ی چهارم از جدول شماره ی شش دیده می شود، همه ی شاخص های اصلی با یک دیگر ارتباط دارند.

جدول شماره ی هفت - روابط درونی میان شاخص های فرعی

| | S ₁ | S ₂ | S ₃ | S ₄ | S ₅ | S ₆ | S ₇ | S ₈ | S ₉ | S ₁₀ | S ₁₁ | S ₁₂ | S ₁₃ | S ₁₄ | S ₁₅ | S ₁₆ |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| S ₁ | | | √ | | | | √ | | | | | | | √ | | √ |
| S ₂ | √ | | | | | √ | | √ | √ | | | | | | √ | |
| S ₃ | | √ | | √ | | | | | | √ | √ | | √ | | | √ |
| S ₄ | | | √ | | | | | | | | | | √ | | √ | |
| S ₅ | √ | | | | | √ | √ | √ | √ | | √ | √ | | √ | | √ |
| S ₆ | | √ | √ | √ | | | | | | √ | | | | | | |
| S ₇ | | | | | √ | | | √ | √ | | √ | √ | | | √ | |
| S ₈ | | | | | | √ | | | √ | | | | | | √ | |
| S ₉ | | √ | | | | √ | | √ | | √ | | √ | √ | | | |
| S ₁₀ | √ | | | √ | | | | | | | | | | | | √ |
| S ₁₁ | | √ | | | √ | | √ | √ | | | | √ | | √ | | |
| S ₁₂ | √ | | √ | | √ | | √ | | √ | √ | √ | | | | √ | √ |
| S ₁₃ | | | √ | | | √ | √ | | | | | | | √ | | |
| S ₁₄ | √ | √ | | √ | | | | √ | | √ | | | | | | √ |
| S ₁₅ | √ | | √ | | | √ | √ | | √ | √ | | | √ | √ | | |
| S ₁₆ | | √ | √ | √ | | | | | | | | | √ | | | √ |

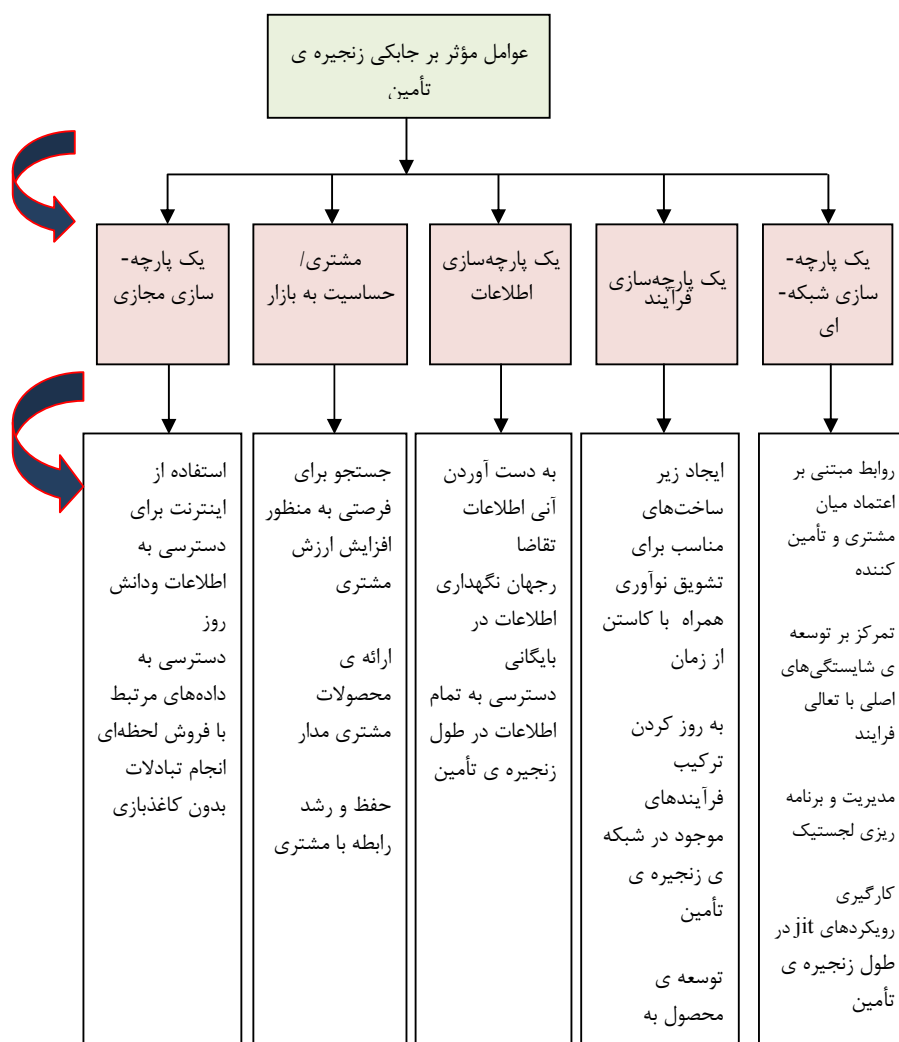
جدول شماره ی هفت نتیجه ی مراحل مدل ساختاری تفسیری به کار رفته برای شاخص های فرعی را نشان می دهد. برای نمونه با توجه به سطر S₁ می توان نتیجه گرفت که شاخص فرعی اول با شاخص های فرعی سوم، هفتم، چهاردهم و شانزدهم رابطه ی درونی دارد.

۳.۴. ترسیم ساختار شبکه ای برای مطالعه ی موردی

پس از تعیین رابطه ی درونی میان شاخص های اصلی (آن گونه که در جدول ی شش نشان داده شده است) و تعیین رابطه ی درونی میان زیرشاخص ها (آن گونه که در جدول ی هفت نشان داده شده است)، ساختار شبکه ای در شکل ی سه نشان داده شده است. در این ساختار خطوط جهت دار پرتگ نشانه ی تأثیر شاخص های سطح بالا

۷۶.....پژوهشنامه ی مدیریت اجرایی،سال چهارم،شماره ی هشتم ، نیمه ی دوم ۱۳۹۱

بر سطح پایین، خطوط خط چین نشانه ی وجود ارتباط درونی میان شاخص‌های هر سطح است.



شکل شماره ی سه - ساختار شبکه ای عوامل مؤثر بر چابکی در زنجیره ی تأمین

۴.۴. ساخت ماتریس مقایسه‌های زوجی فازی

بر اساس شبکه ی به دست آمده از بررسی موردی این پژوهش (شکل ی سه)، نیاز به تشکیل ماتریس تلفیقی قضاوت است. این ماتریس از ترکیب ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی به دست می‌آید. به لحاظ حجم بودن محاسبات مربوطه تنها به ماتریس مقایسه‌های زوجی میان شاخص‌های اصلی نسبت به هدف از سوی متخصص نخست و ماتریس تلفیقی آن نیز اشاره شده است. لازم به ذکر است متخصصان این پژوهش دربرگیرنده ی استادان دانشگاه خلیج فارس و کارشناسان شرکت سایپا هستند.

جدول شماره ی هشت - ماتریس مقایسه‌های زوجی میان شاخص‌های اصلی نسبت به هدف از سوی متخصص نخست

| | C ₁ | | | C ₂ | | | C ₃ | | | C ₄ | | | C ₅ | | |
|----------------|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|-----|-----|----------------|-----|------|----------------|-----|-----|
| C ₁ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱/۵ | ۲ | ۰/۵ | ۱ | ۱/۵ | ۰/۴ | ۰/۵ | ۰/۶۷ | ۰/۵ | ۱ | ۱/۵ |
| C ₂ | ۰/۵ | ۰/۶۷ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱/۵ | ۲ | ۲ | ۲/۵ | ۳ | ۱ | ۱/۵ | ۲ |
| C ₃ | ۰/۶۷ | ۱ | ۲ | ۰/۵ | ۰/۶۷ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۲/۵ | ۳ | ۰/۵ | ۱ | ۱/۵ |
| C ₄ | ۱/۵ | ۲ | ۲/۵ | ۰/۳۳ | ۰/۴ | ۰/۵ | ۰/۳۳ | ۰/۴ | ۰/۵ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۶۷ | ۱ | ۲ |
| C ₅ | ۰/۶۷ | ۱ | ۲ | ۰/۵ | ۰/۶۷ | ۱ | ۰/۶۷ | ۱ | ۲ | ۰/۵ | ۱ | ۱/۵ | ۱ | ۱ | ۱ |

جدول ی هشت می‌تین ماتریس مقایسه‌های زوجی میان شاخص‌های اصلی نسبت به هدف هستند. که توسط تصمیم گیرنده ی نخست این مقایسه‌های زوجی میان شاخص‌ها انجام گرفته است. اعداد درون این جدول، اعداد فازی مثلثی است که از جدول شماره ی سه استخراج شده‌اند.

۵.۴. ساخت ماتریس قضاوت

ماتریس قضاوت از تلفیق کردن ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی از طریق میانگین - گیری هندسی بدست آورده می‌شود. جدول ی نه بیانگر ماتریس قضاوت شاخص‌های اصلی نسبت به هدف است.

جدول شماره ی نه - ماتریس قضاوت شاخص های اصلی نسبت به هدف

| | C ₁ | | | C ₂ | | | C ₃ | | | C ₄ | | | C ₅ | | |
|----------------|----------------|------|------|----------------|------|------|----------------|------|------|----------------|------|------|----------------|------|------|
| C ₁ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۷۶ | ۱/۳ | ۱/۸۳ | ۱/۲۵ | ۱/۷۶ | ۲/۲۷ | ۲/۱۹ | ۲/۶۹ | ۳/۱۹ | ۰/۷۶ | ۱/۰۸ | ۱/۳۵ |
| C ₂ | ۰/۵۵ | ۰/۷۷ | ۱/۳۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۹۴ | ۱/۵ | ۲/۰۲ | ۰/۷۶ | ۱/۰۸ | ۱/۳۵ | ۰/۵۵ | ۰/۷۷ | ۱/۳۲ |
| C ₃ | ۰/۴۴ | ۰/۵۷ | ۰/۸ | ۰/۴۹ | ۰/۶۷ | ۱/۰۶ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۵۷ | ۱/۰۸ | ۱/۵۹ | ۱/۲۵ | ۱/۷۶ | ۲/۲۷ |
| C ₄ | ۰/۳۱ | ۰/۳۷ | ۰/۴۶ | ۰/۷۴ | ۰/۹۲ | ۱/۳۲ | ۰/۶۳ | ۰/۹۲ | ۱/۷۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۷۶ | ۱/۰۸ | ۱/۳۵ |
| C ₅ | ۰/۷۴ | ۰/۹۳ | ۱/۳۲ | ۰/۷۶ | ۱/۳ | ۱/۸۳ | ۰/۴۴ | ۰/۵۷ | ۰/۸ | ۰/۷۴ | ۰/۹۳ | ۱/۳۲ | ۱ | ۱ | ۱ |

اعداد جدول شماره ی نه از میانگین گیری هندسی ماتریس های مقایسات زوجی از طریق رابطه ی (۲) به دست آمده اند.

۶.۴. محاسبه ی وزن های اولیه از ماتریس قضاوت

جدول ی ده مراحل و محاسبه ی وزن های اولیه را برای شاخص های اصلی نشان می دهد.

جدول شماره ی ده - مراحل و محاسبات وزن های اولیه

| محاسبات | | | | مراحل | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------|--|
| $\sum R_i$ | L | M | U | محاسبه ی مجموع سطری اعداد فازی | | |
| R ₁ | ۵/۹۶ | ۷/۸۳ | ۹/۶۴ | | | |
| R ₂ | ۳/۸۰ | ۵/۱۲ | ۷/۰۱ | | | |
| R ₃ | ۳/۷۵ | ۵/۰۸ | ۶/۷۲ | | | |
| R ₄ | ۳/۴۴ | ۴/۲۹ | ۵/۸۷ | | | |
| R ₅ | ۳/۵۸ | ۴/۷۲ | ۶/۲۵ | | | |
| $\sum \sum R$ | 19.629586 | 26.038735 | 34.489761 | محاسبه ی جمع تمام اعداد فازی ماتریس قضاوت | | |
| S _i | L | M | U | محاسبه ی ارزش S _k ها | | |
| S ₁ | ۰/۱۷۳ | ۰/۳۰۱ | ۰/۴۹۲ | | | |
| S ₂ | ۰/۱۱۲ | ۰/۱۹۷ | ۰/۳۵۷ | | | |
| S ₃ | ۰/۱۰۹ | ۰/۱۹۵ | ۰/۳۴۲ | | | |
| S ₄ | ۰/۰۹۹ | ۰/۱۶۵ | ۰/۲۹۹ | | | |
| S ₅ | ۰/۱۰۷ | ۰/۱۸۲ | ۰/۳۱۸ | | | |
| V(S _j / S _i) | S ₁ | S ₂ | S ₃ | S ₄ | S ₅ | محاسبه ی درجه ی بزرگی S _j ها را |
| S ₁ | ۱ | ۰/۶۳۹ | ۰/۶۱۶ | ۰/۴۸۱ | ۰/۵۴۹ | |

| | | | | | |
|------------------|------------------|---|----------------|-------|-------|
| نسبت به S_i ها | | | | | |
| S_2 | ۱ | ۱ | ۰/۹۹۳ | ۰/۸۵۵ | ۰/۹۳۱ |
| S_3 | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۸۶۲ | ۰/۹۳۷ |
| S_4 | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| S_5 | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۹۲۱ | ۱ |
| محاسبه ی وزن ها | | | | | |
| W_j | وزن های نابهنجار | | وزن های بهنچار | | |
| W_1 | ۱ | | ۰/۳۰۴ | | |
| W_2 | ۰/۶۳۹ | | ۰/۱۹۴ | | |
| W_3 | ۰/۶۱۶ | | ۰/۱۸۷ | | |
| W_4 | ۰/۴۸۱ | | ۰/۱۴۶ | | |
| W_5 | ۰/۵۴۹ | | ۰/۱۶۷ | | |

۷.۴. وزن نهایی هر یک از شاخص اصلی و فرعی

پس از محاسبه ی ماتریس بزرگ ناموزون، ماتریس بزرگ موزون، و ماتریس بزرگ محدود شده (که برای پیشگیری از افزایش حجم مقاله از ارائه ی آن ها خودداری شده است)، وزن هر یک از شاخص ها محاسبه و به ترتیب در جدول نشان داده شده است.

جدول شماره ی یازده - وزن نهایی هر یک از شاخص اصلی و فرعی

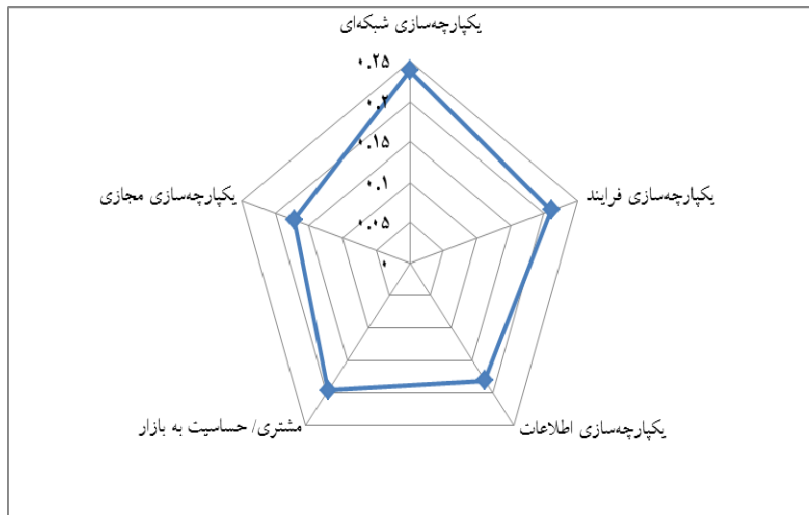
| شاخص اصلی | وزن | شاخص فرعی | وزن |
|------------------------|-------|--|-------|
| یک پارچه سازی شبکه ای | ۰/۲۳۹ | روابط مبتنی بر اعتماد بین مشتری و تأمین کننده | ۰/۰۲۶ |
| | | تمرکز بر توسعه ی شایستگی های اصلی با تعالی فرایند | ۰/۰۵۱ |
| | | مدیریت و برنامه ریزی لجستیک | ۰/۰۲۴ |
| | | به کارگیری رویکردهای JIT در طول زنجیره ی تأمین | ۰/۰۲۴ |
| یک پارچه سازی فرایند | ۰/۲۱۱ | ایجاد زیرساخت های مناسب برای تشویق نوآوری همراه با کاستن از زمان | ۰/۱۸۵ |
| | | به روز کردن ترکیب فرایندهای موجود در شبکه ی زنجیره ی تأمین | ۰/۰۱۳ |
| | | توسعه ی محصول به صورت مشترک | ۰/۱۴۳ |
| یک پارچه سازی اطلاعات | ۰/۱۸۱ | به دست آوردن آنی اطلاعات تقاضا | ۰/۰۴۱ |
| | | برتری نگهداری اطلاعات در بایگانی | ۰/۰۳۱ |
| | | دسترسی به تمام اطلاعات در طول زنجیره ی تأمین | ۰/۰۲۵ |
| مشتری/ حساسیت به بازار | ۰/۱۹۶ | جستجو برای فرصتی برای افزایش ارزش مشتری | ۰/۱۴۳ |
| | | ارائه ی محصولات مشتری مدار | ۰/۱۶۴ |

| | | | |
|---------------------|-------|--|-------|
| | | حفظ و رشد رابطه با مشتری | ۰/۰۵۸ |
| یک پارچه‌سازی مجازی | ۰/۱۷۲ | استفاده از اینترنت برای دسترسی به اطلاعات و دانش روز | ۰/۰۳۳ |
| | | دسترسی به داده‌های مرتبط با فروش لحظه‌ای | ۰/۰۲۸ |
| | | انجام مبادلات بدون کاغذ بازی | ۰/۰۱۳ |

جدول شماره ی یازده نشان دهنده ی این است که شاخص‌های اصلی یک پارچه‌سازی شبکه‌ای و یک پارچه‌سازی فرآیند و هم چنین شاخص‌های فرعی مانند ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای تشویق نوآوری همراه با کاستن از زمان و ارائه ی محصولات مشتری مدار در میان دیگر شاخص‌ها بیش ترین اهمیت را دارا هستند. بنابراین، برای دستیابی به چابکی در زنجیره ی تأمین، شاخص‌های یاد شده نیازمند توجه بیش تر هستند.

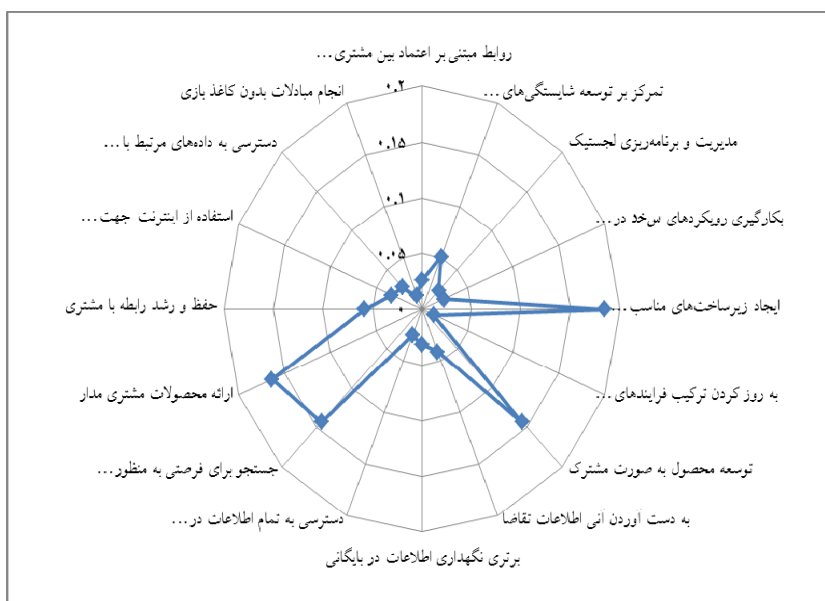
۵. نتیجه‌گیری

در محیط پر چالش کسب و کار امروزین که نبود ثبات و پیش بینی ناپذیر بودن تقاضا به یک هنجار تبدیل شده است، چابک بودن اهمیت به سزایی یافته است. در این مقاله برای دستیابی به این چابکی، نخست با بازخوانی پژوهش‌های پیشین و مصاحبه با متخصصان و خبرگان، یک پایگاه داده از عوامل کلیدی چابکی زنجیره ی تأمین تهیه شده است. سپس، با طراحی یک پرسش نامه و انتخاب یک نمونه ی مقدماتی از خبرگان و اندیشمندان دانشگاهی و با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی به پالایش شاخص‌ها پرداخته شد. از آن جا که شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی زنجیره ی تأمین یک مسأله ی چند شاخصه است، با به کارگیری رویکرد فازی در تحلیل شبکه، شاخص‌ها پالایش و رتبه‌بندی شده‌اند. افزون بر این، با به کارگیری روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری روابط درونی میان شاخص‌ها نیز محاسبه و به مدل وارد شد.



شکل شماره ۴ - نمودار راداری شاخص های اصلی

یافته‌های اجرای روش‌شناسی پیشنهادی در یک مطالعه ی موردی نشان از توانمندی و کاربردپذیری مدل پیشنهاد شده در وضعیت‌های واقعی دارد. با به کارگیری این رویکرد، شاخص‌ها پالایش و رتبه بندی و عوامل کلیدی برای ایجاد چابکی در زنجیره ی تأمین شناسایی شدند. برای تفسیر نتایج به دست آمده، از نمودار راداری که بر اساس میزان اهمیت هر یک از شاخص‌های ترسیم می شود، استفاده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که در میان شاخص‌های مؤثر، هر چه فاصله ی یک شاخص از مرکز نمودار بیش تر باشد، آن شاخص دارای اهمیت بیش تر است و برای دستیابی به چابکی نیاز به توجه بیش تر از سوی سازمان‌ها دارد. نمودار راداری شکل شماره ۴ چهار شاخص اصلی را نشان می‌دهد که از میان شاخص‌های اصلی، شاخص یک پارچه سازی شبکه‌ای از اهمیت بیش تری برخوردار است. پس از آن شاخص‌های یک پارچه سازی فرایند و مشتری / حساسیت بازار در رده‌های دوم و سوم جای می‌گیرند.



شکل شماره ۵ - نمودار راداری شاخص‌های فرعی

هم چنین با توجه به نمودار راداری شکل شماره ۵ پنج، شاخص‌های ایجاد زیر ساخت مناسب برای تشویق نوآوری همراه با کاهش زمان، ارائه ی محصول مشتری مدار، توسعه ی محصول به صورت مشترک، و جستجو برای فرصت، به ترتیب مهم ترین شاخص‌های فرعی هستند.

با توجه به نمودارهای بالا، سازمان‌های شرکت کننده در زنجیره ی تأمین می‌توانند با شناسایی عوامل کلیدی، آن‌ها را در برنامه‌ریزی راهبردی و نیز طراحی زنجیره ی تأمین به کار گیرند تا بتوانند به یک زنجیره ی تأمین چابک دست یابند. البته باید توجه کرد که در زمینه ی شناسایی عوامل مؤثر بر چابکی، پژوهش‌های دیگری نیز انجام شده است. یافته‌های این پژوهش هم راستا با یافته‌های آذر و همکاران (۱۳۸۷) است که شاخص‌هایی مانند توسعه ی مهارت کارکنان، به کارگیری فناوری اطلاعات و برنامه-ریزی متناسب را به عنوان عوامل اصلی چابکی زنجیره ی تأمین معرفی کردند. هم چنین، خورشید (۱۳۸۹) نیز عواملی مانند آموزش، به کارگیری افراد منعطف و چند مهارته، روابط مبتنی بر اعتماد مشتری و رضایت کارکنان را به عنوان ارکان اصلی

چابکی در صنعت فولاد معرفی می کند. این عوامل با یافته های این پژوهش نیز هم راستا است؛ البته، یافته های پژوهش کنونی گستره ی گسترده تری از عوامل را در بر می گیرد. سیمچی-لوی^۱ (۲۰۰۸) نیز شاخص یک پارچه سازی اطلاعات را به عنوان کلیدی ترین عامل برای دستیابی به چابکی برای سازمان ها معرفی می کند. این شاخص در پژوهش کنونی در رده ی چهارم جای گرفت.

پاندی و گرگ (۲۰۰۹) شاخص یک پارچه سازی مجازی را به عنوان عامل کلیدی چابکی در سازمان ها می دانند. اما در بررسی موردی کنونی، شاخص های اصلی یک پارچه سازی شبکه ای و یک پارچه سازی فرایند و هم چنین شاخص های فرعی مانند ایجاد زیرساخت های مناسب برای تشویق نوآوری همراه با کاستن از زمان و ارائه ی محصولات مشتری مدار به ترتیب به عنوان مهم ترین عوامل چابکی زنجیره ی تأمین معرفی شدند. به نظر می رسد دلیل تفاوت با یافته های این پژوهش، در نظر گرفتن روابط درونی میان شاخص ها، تجزیه و تحلیل داده ها در محیط فازی و تصمیم گیری گروهی است. مدیران سازمان می توانند با به کارگیری مدل پیشنهاد شده در این پژوهش و در نظر گرفتن شاخص های کلیدی، در برابر تغییرات سریع واکنش نشان دهند و به چابکی بایسته در برابر تغییرات دست یابند.

منابع و مأخذ

- Azar, A., Tizro, A., Moghbel Baarz, A., Anvari Rostami, A. (2008) « Designing Agile Model of Supply Chain: An Interpretive Structural Modeling Approach», *Iran Management Research Journal*, 14 (4) [in Persian].
- Agarwal, A., & Shankar, R. (2003) « On-line trust building in e-enabled supplies chain». *Supply Chain Management*, 8(4), 324-334.
- Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M. (2006) «Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach». *European Journal of Operational Research*, 173(1), 211-225.

- Ayağ, Z., & Özdemir, R. (2009)« A Hybrid Approach to Concept Selection through Fuzzy Analytic». *Computers and Industrial Engineering*, 56(1), 368-379.
- Bottani, E. (2012)«Profile and enablers of agile companies: An empirical investigation», *International Journal of Production Economics*, 125(2), 251-261.
- Baker, P. (2008)« The design and operation of distribution centre within agile supply chains». *International Journal of Production Economics*, 111(1), 27-41.
- Bayazit, O., & Karpak, B. (2008)« An Analytic Network Process-based Framework for Successful Total Quality Management: An Assessment of Turkish Manufacturing Industry Readiness». *International Journal of Production Economics*, 105, 79-96.
- Bi, R., & Wei, J. (2008)« Application of Fuzzy ANP in Production Line Selection Evaluation Indices System in ERP». *International Conference on Automation and Logistics (ICAL 2008)* (pp. 1604-1608). IEEE.
- Bultema, P. (2000)« The Getting the big picture on operational CRM». *Proceedings of the DCI Customer Relationship Management Conference*. Boston, MA.
- Chan, F., Qi, H., Chan, H., & La, H. (2003)« A conceptual model of performance measurements of supply chain». *Management Decisions*, 41(7), 635-642.
- Chang, S. (2007)« Reverse electronic auctions: cases in Taiwan's high-tech industry». *Technology in Society*, 29(4), 490-496.
- Christopher, M. (2000)«The agile supply chain: competing in volatile markets». *Industrial Marketing Management*, 29(1), 37-44.
- Christopher, M., Lawson, R., & Peck, H. (2004)« Creating Agile Supply Chains in the Fashion Industry». *International Journal of Retail & Distribution Management*, 32(8-9), 367-376.

- Garg, S., & Pandey, V. (2009)« Analysis of Interaction among the Enablers of Agility in Supply Chain» *Journal of Advances in Management Research*, 6(1), 99-114.
- Holweg, M., & Pil, F. (2001)«Successful build-to-order strategies start with the customer». *Sloan Management Review*, 34(1), 74-83.
- Jain, V., Benyoucef, L., & Deshmukh, S. (2008)« A New Approach for Evaluating Agility in Supply Chains Using Fuzzy Association Rules Mining». *International Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21(3), 367-385.
- Jaina, V., Benyoucefa, L., & Deshmukh, S. (2008)« A new approach for evaluating agility in supply chains using Fuzzy Association Rules Mining». *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21(3), 367-385.
- Khorshid, S. (2010)« Measuring and Prioritizing Agile Production Capabilities in Khuzestan Steel Industry Using Fuzzy Hierarchical Entropy Methodology», *Industrial Management Journal of Sanandaj Azad University* 5 (11), [in Persian].
- Lin, C., & Tsai, M. (2010)« Location Choice for Direct Foreign Investment in New Hospitals in China by using ANP and TOPSIS». *Quality and Quantity*, 44(2), 375-390.
- Lin, C., Lee, C., & Wu, C. (2008)« Optimizing a Marketing Expert Decision Process for the Private Hotel». *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5613-5619.
- Marshall, G., Lassk, F., & Moncrief, W. (2004)«Salesperson job involvement: do demographic, job situational, and market variables matter?» *Journal of Business & Industrial Marketing*, 19(5), 337-343.
- Mason-Jones, R., & Towill, D. (1999, May)« Total cycle time compression and the agile supply chain». *International Journal of Production Economics*, 62(1-2), 61-73.
- Minguez, J., Baureis, D., Neumann, D. (2012)« A reference architecture for agile product-service systems», *Journal of Manufacturing Science and Technology*, 5(4), Pages 319-327.

- Ning, M., & Wei, L. (2006, Management Science and Engineering, 2006. ICMSE '06. 2006 International Conference on)« University-Industry Alliance Partner Selection Method Based on ISM and ANP». ***International Conference on Management Science and Engineering (ICMSE '06)*** (pp. 981-985). Lille: IEEE.
- Pandey, V., & Garg, S. (2009)« Analysis of interaction among the enablers of agility in supply chain». ***Journal of Advances in Management Research***, 16(1), 99-114.
- Ramesh, G., & Devadasan, S. (2007)« Literature review on the agile manufacturing criteria». ***Journal of Manufacturing Technology Management***, 18(2), 182-201.
- Saaty, T. (1999)« Fundamental of the Analytic Network Process». ***The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP)***, (pp. 12-18). Kube, Japan.
- Sahney, S., Banwet, D., & Karunes, S. (2008)« An Integrated Framework of Indices for Quality Management in Education: a Faculty Perspective». ***The TQM Journal***, 20(5), 502-519.
- Sharifi, H., & Zhang, Z. (2000)«A methodology for achieving agility in manufacturing organizations». ***International Journal of Operations & Production Management***, 20(4), 496-512.
- Simaei, K., & Jolai, F. (2006, Fall)« Supply Chain Flexibility and the Firm Performance». ***New Economy and Commerce***(6), 7-20.
- Simchi-Levi, D. (2008) ***Designing and Managing Supply Chain***. New Delhi.: Tata McGraw-Hill.
- Sukati, I., & et al. (2012)«The Effect of Organizational Practices on Supply Chain Agility: An Empirical Investigation on Malaysia Manufacturing Industry». ***Social and Behavioral Sciences***, 40, 274-281.
- Susana, G., & et al. (2012)« An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry ». ***Resources, Conservation and Recycling***, 66, 85-94.

- Van Hoek, R. (2001)« Epilogue: Moving forward with agility». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(4), 290-301.
- Wang, Y. (2008)«On the Extent Analysis Method for Fuzzy AHP and its Applications». *European Journal of Operational Research*, 186(2), 735-747.
- Wu, C., Lin, C., & Chen, H. (2009)« Integrated Environmental Assessment of the Location Selection with Fuzzy Analytical Network Process». *Quality and Quantity*, 43(3), 351-380.
- Wu, W., & Lee, Y. (2007)« Selecting Knowledge Management Strategies by using the Analytic Network Process». *Expert Systems with Applications*, 32(3), 841-847.
- Yusuf, Y., Gunasekaran, A., Adeleye, E., & Sivayoganathan, K. (2004)« Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive objectives». *European Journal of Operational Research*, 159(2), 379-392.
- Yahaya, Y., & et al. (2012)« A relational study of supply chain agility, competitiveness and business performance in the oil and gas industry». *International Journal of Production Economics*.