فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال پانزدهم/ شماره ۵۴ / زمستان ۱۳۹۹

تاب آوری زنجیره تأمین در حمل ونقل پستی با رویکرد تحلیل عاملی

منصور جنگی زهی
دانشجوی دکتری گروه مهندسی صنایع، دانشگاه ایوان کی، سمنان، ایران
محمدرضا ملکی (نویسنده مسؤول)
گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان، گلپایگان، ایران
Email: maleki@gut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۱۲ * تاریخ پذیرش ۹۹/۰۹/۲۶

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی وضعیت تاب آوری زنجیره تامین در حمل و نقل کالا توسط شرکتهای پستی در شرایط بحرانی است. برای این منظور پس از بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق و مصاحبه با خبرگان، ۱۴ شاخص تاب آوری استخراج و پرسشنامه بین ۹۸ نفر از مشتریان پستی توزیع و جمع آوری شده است. بررسی و تحلیل اولیه داده ها از طریق نرم افزار spss و روش تحلیل مولفه های اصلی و تحلیل عاملی اکتشافی انجام گردیده است. پس از چرخش واریماکس، متغیرهایی که دارای مقادیر ویژه بزرگتر از یک و بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵۵ هستند و بیشترین همبستگی و واریانس را تبیین می کنند، مشخص شده و درنهایت شش عامل پنهان بدست آمده که خدمات بیمه، خدمات دریافت، خدمات پشتیبانی، خدمات توزیع و تحویل، خدمات ارسال و خدمات ویژه نام گذاری می شوند. همچنین سیزده شاخص که دارای ارتباط درونی با شش عامل هستند بدست آمده است. برای شناسایی ارتباط بین شاخص ها و عامل ها و ارتباط درونی بین شاخص ها از روش فرآیند تحلیل شبکه ای (از طریق محاسبات سوپر ماتریس، ماتریس های موزون و ماتریس حدی) و از نرم افزار متلب استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد هرشش عامل پنهان در تاب آوری زنجیره تامین تاثیر بسزایی دارند که البته سه عامل؛ خدمات بیمه، خدمات دریافت و خدمات پشتیبانی به ترتیب بیشترین اهمیت را داشته است. همچنین از سیزده شاخص تاب آوری، سه شاخص ؛ تحویل به موقع کالا به مشتریان، برنامه ریزی و مسیریابی در زمینه تحویل انعطاف پذیر، تکنیک های خلاقانه درتوزیع کالا به ترتیب مهمترین شاخص ها در تاب آوری حاصل شده است.

کلمات کلیدی: تاب آوری، تحلیل عاملی، تحلیل شبکه ای، حمل و نقل پستی، زنجبره تامین.

۱-مقدمه

زنجیره های تأمین به ستون فقرات اقتصاد جهانی تبدیل شده اند، که بخشی از رشد سریع اینگونه مجتمع های غول پیکر مانند والمارت و آمازون را تشکیل می دهند (Van der Vegt et al., 2015). علیرغم اهمیت آنها، زنجیره های تأمین با ریسک قابل توجهی روبرو هستند، و مدیریت آنها همیشه آسان نبوده و تحقیقات زیادی در مورد یافتن راههای جدید مقابله با آنها و غلبه بر ریسک ها و اختلالات موجود در زنجیره های تأمین وجود دارد (Sheffi, 2007). محققان به عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک و آسیب پذیری زنجیره تأمین، بر تاب آوری زنجیره تأمین، بر اساس ظرفیت یک سیستم برای کاهش اختلال متمرکز شده اند (Christopher & Peck, 2004). با توجه به اهمیت آن، درک ما از چگونگی توسعه، مدیریت و اندازه گیری تاب آوری که از اهمیت نظری و عملی برخوردار است بوجود خواهد آمد. با وجود تحقیقات فزاینده، مفهوم تاب آوری همچنان واضح و کامل نظریه پردازی نشده است (Tukamuhabwa, et al, 2015). تحقیقات نشان داده است که بین تاب آوری یک عامل و تاب آوری زنجیره تأمین به طور کلی تفاوت هایی وجود دارد (Van der Vegt et al., 2015).

عملکرد زنجیره های عرضه مدرن به مدیریت کارآمد عملیات لجستیک بستگی دارد(Lai et al., 2004). با این حال، ممکن است برخی از رویدادهای پیش بینی نشده اتفاق بیفتد که عملیات لجستیک را تحت تأثیر قرار دهد. این وقایع مانند زلزله، سیل، آتش سوزی، اعتصاب کارگری، بسته شدن مرزها، ریزش پل و تصادفات بزرگراه اتفاق می افتد، که وجود تأثیر اقتصادی آنها قابل توجه است. به عنوان مثال، زمین لرزه ها در کالیفرنیا باعث شده است ضرر بزرگ مالی به مشاغل به دلیل خرابی حمل و نقل ایجاد شود(Gordon, et al, 1998). درعرصه جهانی، زمین لرزه ها و سونامی ها در کشورهای حاشیه اقیانوس آرام بر روی لوازم الکترونیکی مصرفی و زنجیره های تأمین خودرو تأثیر گذاشته است (Wilson, 2007). در زمین لرزه کوب، شبکه های حمل و نقل آسیب دید، که تولید قطعات کارخانه های ژاپنی را مختل کرد (Chang & Nojima, 2001).

حمل و نقل آسیب دیده یا عدم امکان استفاده از آن، به ویژه در مسیرهای پر مسافر، باعث تاخیر قابل توجهی در ترانزیت می شود. هنگامی که یک اختلال در یک شبکه حمل و نقل رخ دهد، مدیران لجستیک مجبورند مسیرها را مجدداً مسیریابی کرده و برای کاهش تأثیر منفی بر عملکرد عملیاتی اقدام کنند. عملیات لجستیکی که بدون احتساب مشکلات انجام میشود، خدمات ضعیفی ارائه می دهد و هزینه های بالاتری را به همراه دارد (Barad & Sapir, 2003). بنابراین، بسیار مهم است که مدیران لجستیک از وقفه ها در مرحله برنامه ریزی استفاده کنند تا عملیات لجستیکی بتواند در شرایط متغیر و نامشخص عملکرد خوبی داشته باشد (Svensson, 2002). در سالهای اخیر، هم دانشگاهیان و هم پزشکان روی استراتژی هایی متمرکز شده اند تا تاب آوری را در زنجیره تأمین ایجاد نمایند. زنجیره تأمین تاب آور با مدیریت عملی بر مدیریت اختلالات متمرکز است. قابلیت های مبتنی بر اصول انعطاف پذیری ، هم افزایی، امنیت و همکاری (Sheffi, 2007). برای این منظور ، یک شاخصه مهم این است که میزان کارآیی را با هزینه به دست آوردن قابلیت های عملیاتی لازم جهت مدیریت مؤثر بر تأثیرات اختلال قیاس نمود(Christopher & Peck, 2004). تاب آوری زنجیره تامین عبارت است از قابلیت تطبیق پذیری یک زنجیره تامین برای آمادگی نسبت به اختلالات و پاسخگویی به آنها، بهبود و بازگشتی به هنگام و مقرون به صرفه، و بنابراین پیشروی به سمت وضعیت عملکرد پس از اختلال که در حالت ایده آل، وضعیتی بهتر از وضعیت پیش از بروز اختلال است (Sedighpour et al., 2018).

یکی از راههای ایجاد تاب آوری در زنجیره تأمین، ایجاد انعطاف پذیری در عملیات لجستیک است (Rice & Caniato, 2003). انعطاف پذیری یک سیستم لجستیکی را می توان به حدی توصیف کرد که علی رغم برخی از آسیب های موجود در تأسیسات و پیوندهای حمل و نقل، می تواند عملیات خود را انجام دهد (Zhang et al., 2005). بنابراین، انعطاف پذیری توانایی مداوم یک سیستم برای انجام عملکرد خود در مواجهه با خسارات و توقفات است (Feitelson & Salomon, 2000). یک استراتژی لجستیکی انعطاف پذیر نیاز به تغییر در برنامه ریزی تدارکات دارد. رویکرد سنتی در مدیریت لجستیک تمرکز روی ملاحظات کارآیی از جمله هزینه و زمان خدمات است (Chopra & Meindl, 2004). چنین رویکرد عملیاتی مستلزم انتخاب مسیرهای حمل و نقل بهینه بر اساس هزینه و مسافت سفر و استفاده از تعداد کمی از امکانات لجستیکی است. یک استراتژی لجستیکی انعطاف پذیر به یک هدف متفاوت نیاز دارد (Davis, 1993) و لجستیکهای پیشرو در جهان و شرکت های حمل و

نقل نیز عدم قطعیت زنجیره تأمین را تشخیص می دهند و ریسک ممکن است شرکتها را به سمت برتری عملیاتی سوق دهد. بنابراین توجه به عدم اطمینان و ریسک در زنجیره تأمین بسیار مهم است. اما عدم حل مشکلات و ریسکهای موجود در زنجیره تأمین یک مشکل است (Simangunsong, et al, 2012).

براساس دیدگاه مبتنی بر منابع، بنگاه ها می توانند با توسعه و به کارگیری منابع و قابلیت های ارزشمند، مزایای رقابتی را بدست آورند و حفظ کنند (Wernerfelt, 1984). پست یک ارائه دهنده لجستیکی شخص ثالث است (Cowles, 2012). در طی چند دهه گذشته، صنعت لجستیک و حمل و نقل در سراسر جهان رو به رشد است و رقابت در بازار لجستیک شخص ثالث بسیار فشرده است. با توسعه سریع خرید آنلاین، پیکها برای پایداری خود نیاز به توجه و رضایتمندی مشتریان دارند. قابلیت لجستیک به دلیل مزایای مورد انتظار از بهبود عملکرد شرکت منجر به سودآوری و بقای شرکت ها در طولانی مدت می شوند که یک قابلیت متمایز در یک فرآیند استراتژیک یکپارچه می باشد(Mentzer & Flint,1999). ساختار این مقاله بدین صورت است که در بخش ۲، مبانی نظری و پیشینه تحقیق بیان می‌شود. در بخش ۳، مدل پژوهش بیان می‌شود. در بخش ۴ این مقاله، به ارائه روش پژوهش پرداخته می‌شود. بخش ۵، به تحلیل داده‌ها و نتایج می‌پردازد. در نهایت این مقاله در بخش ۵ با نتیجه‌گیری خاتمه می‌یابد.

الف) مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۱. تاب آوری

تاب آوری رویکردی است که تحمل و مقاومت زنجیره تامین را در برابر حوادث احتمالی و ریسک های مرتبط با آن را را بالا می برد. رویکرد تاب آوری زنجیره تامین افزایش انعطاف پذیری و توسعه توانایی زنجیره تامین در پاسخگویی سریع به تغییرات در تقاضای مشتری است. تاب آوری توانایی زنجیره تامین در شناخت اختلالات و بازگشت به حالت اولیه در شرایط بحرانی و خارج از کنترل سیستم با کمترین تاخیر در تحویل محصولات به مشتری است(Faizi, et al, 2019). در میان همه تعریف های ارائه شده در مورد تاب آوری، عبارتها ممکن است جایگزین هم شوند؛ اما مفهوم اصلی تاب آوری، توانایی یک سیستم برای برگشت به یک حالت پایدار بعد از وقوع شکست است. هرچند تعریف برگشت به حالت اصلی بعد از یک تغییر شکل برای تاب آوری نظری قلمداد میشود؛ اما بسیاری از سازمانها این آگاهی را ندارند که درنظرگرفتن تاب آوری زنجیره تأمین به عنوان بخشی از استراتژیهایی که سازمانها در هنگام توسعه مدیریت ریسک و مدیریت مستمر کسب وکار در نظر میگیرند، ضروری است. تمرکز بر شکستهای زنجیره تأمین به شرکتها کمک میکند که از شکستهای قبلی درس بگیرند و آگاهی آنها را نسبت به محیط افزایش میدهد تا بتوانند شکستهای آینده را مدیریت کنند. برای دستیابی به تاب آوری، شرکتها باید بتوانند منابع را در مواجهه با شکستها مجدداً پیکره بندی کنند(Ravanistan, et al, 2017).

۲. قابلیت لجستیک

توانایی لجستیک به یک مفهوم مهم در زنجیره تأمین و تدارکات تبدیل شده است. بزرگترین مقیاس مطالعه در مورد قابلیت لجستیک توسط تیم تحقیق جهانی لجستیک دانشگاه ایالتی میشیگان در سال ۱۹۹۵ انجام شد. قابلیت موقعیت یابی ، قابلیت ادغام ، قابلیت چابکی و قابلیت اندازه گیری از عوامل مهم قابلیت لجستیک هستند. علاوه بر این ، قابلیت تدارکات را می توان از دیدگاه‌های مختلفی تعریف کرد. توانایی نوآوری قابلیت مهم لجستیک است (Fawcett & Stanley, 1997). این تعریف به عنوان توانایی شرکت برای تبدیل مداوم دانش و ایده ها به محصولات ، فرآیندها و سیستم های جدید به نفع شرکت است (Lawson & Samson, 2001). نوسان یکی از ابزارهای مهم برای حفظ مزیت رقابتی خود در بنگاه های اقتصادی است.خدمات مشتری یک توانایی مهم شرکت برای ارائه پاسخگویی بهتر است که یک قابلیت لجستیکی مهم در بازارهای پاسخگویی به مشتریان است(Morash, 2001). سازمان باید با شناسایی و ایجاد قابلیت تأکید بر مشتری ، بیشتر مشتری گرا شود (Day, 1994). علاوه بر این، خدمات مشتری به عنوان یک قابلیت لجستیکی مهم در نظر گرفته می شود (Lu &Yang, 2010). هر دو خدمات مشتری و پاسخگویی با عملکرد شرکت ارتباط دارند (Zhao, et al, 2001). به طور

گسترده ای مشخص شده که انعطاف پذیری یک توانایی مهم شرکت در تدارکات و زنجیره تأمین است (Prater, et al, 2001). انعطاف پذیری منعکس کننده توانایی یک سازمان برای سازگاری یا پاسخگویی مؤثر در برابر تغییر است (Mark & Martin, 2007). انعطاف پذیری به عنوان سازگاری در شرایط عملیاتی غیر منتظره با در نظر گرفته می شود (Zhao, et al, 2001). علاوه بر این ، قابلیت تدارکات توانایی مهمی در کنترل و پاسخگویی به حوادث غیر منتظره یا اختلال در زنجیره تأمین است (Gligor & Holcomb, 2012). از این رو،انعطاف پذیری یکی از ویژگی های اصلی قابلیت تدارکات در این مطالعه است. به طور کلی ، ویژگی های زیر از قابلیت لجستیک متشکل از انعطاف پذیری نوآوری ، فناوری ، فرآیند اطلاعات ، برای ارزیابی توانایی لجستیک در مطالعه در نظر گرفته شده است.

۳. عدم اطمینان و ریسک زنجیره تأمین

عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های زنجیره تأمین مشابه هستند (Simangunsong et a.l, 2012). بین عدم اطمینان زنجیره تأمین و ریسک در تحلیل سطح عمیق‌تری وجود دارد (Peck, 2006). برای مدیران، ریسک تهدیدی است که ممکن است در فعالیت‌های عادی اختلال ایجاد کند. در یک محیط واقعی، مدیران ممکن است همزمان با عدم قطعیت زنجیره تأمین و ریسک مواجه شوند. خطرات رخ می دهد زیرا مردم هرگز نمی دانند که در آینده چه اتفاقی خواهد افتاد. مردم می توانند از بهترین پیش بینی ها استفاده کنند و هر تجزیه و تحلیل ممکن را انجام دهند ، اما همیشه درباره عدم اطمینان از وقایع آینده وجود دارد. این عدم قطعیت است که ریسک ها را به همراه دارد (Waters, 2011).عدم اطمینان و ریسک زنجیره تأمین مفاهیم پیچیده ای است که ممکن است به اشکال مختلف به وجود آید و ممکن است عدم اطمینان زنجیره تأمین و منابع ریسک، عواقب و محرک‌ها را شامل شود (Christopher & Lee, 2004). در ادبیات مدیریت ریسک زنجیره تأمین، ریسک غیر قابل اعتماد است و منابع نامشخص در ایجاد زنجیره تأثیر ایجاد می‌کنند، در حالی که عدم اطمینان منطبق بر ریسک بین عرضه و تقاضا در زنجیره تأمین و فرآیندهای لجستیک است (Tang & Nurmaya Musa, 2011). توجه به انعطاف پذیری زنجیره تأمین به دلیل افزایش خطرات موجود در زنجیره های عرضه جهانی که محصولاتی با چرخه زندگی در حال کاهش روبرو هستند ، مورد توجه واقع شده است (Ponomarov & Holcomb, 2009).

موضوعات اصلی مرتبط با تاب آوری در زنجیره های تأمین عبارتند از همکاری ، چابکی ، فرهنگ مدیریت ریسک و مهندسی مجدد زنجیره تأمین. با توجه به پیچیدگی زنجیره های عرضه مدرن ، نهادهای مختلف به هم پیوسته اند. بنابراین سطح بالاتری از همکاری و فرهنگ مشترک در بین شرکای زنجیره تأمین برای افزایش توجه به زنجیره تأمین برای بررسی ایجاد اختلال در طرف تقاضا یا عرضه ضروری است (Christopher & Peck, 2004). با این حال لازم است که یک استراتژی انعطاف پذیر با فرآیندهای داخلی ساخته شود که قابلیت های عملیاتی را برای رفع اختلالات و سایر ریسک ها ارائه می دهد (Rice & Caniato, 2003). یک استراتژی لجستیک انعطاف پذیر مبتنی بر تاب آوری باید بهترین حالت را بین انعطاف پذیری و کارآیی زنجیره های عرضه مدرن ارائه دهد. مفهوم انعطاف پذیری در متن استراتژی زنجیره تأمین در ادبیات مورد استفاده قرار گرفته است.اصطلاح انعطاف پذیری به طور گسترده ای به پیکربندی دارایی ها و عملیات مربوط به تغییر جهت در روند مصرف کننده و نیازهای بازار اشاره دارد (Duclos, et al, 2003). برای شبکه های حمل و نقل، انعطاف پذیری از نظر گره ، پیوند و انعطاف پذیری زمانی توصیف شده است (Naim, et al, 2006). این سازه ها بر روند بازار متمرکز شده اند که در افق زمانی بلند مدت و میان مدت رخ می دهد. این مفاهیم می توانند در سطح عملیاتی نیز به کار روند ، به ویژه در زمینه اختلال در حمل و نقل که دارای عملکرد کوتاه مدت است (Kerivin & Mahjoub, 2005). برای یک شبکه لجستیکی ، این به معنای در دسترس بودن و استفاده از مسیرهای حمل و نقل اضافی است تا در صورت بروز اختلال ، امکان حمل و نقل فراهم شود (Soni et al., 1999). انعطاف پذیری ریسک مفهومی نوظهور در ادبیات زنجیره تامین است. چندین کار تحقیقاتی در مفهوم انعطاف پذیری ریسک نقش داشته و روشهای ایجاد انعطاف پذیری را مورد بحث قرار داده است.

انعطاف پذیری در معرض ریسک زنجیره تامین بعنوان توانایی زنجیره تامین در بازگشت به حالت اولیه یا وضعیت بهتر پس از آشفتگی یا ضربه ناشی از اختلالات تعریف شده است (Christopher & Peck, 2004). برای دستیابی به چنین توانایی، کریستوفر و پک برای شناسایی نقاط خرابکاری در فرآیند طراحی زنجیره تامین ، توصیف افزونگی منابع، انعطاف پذیری تأمین

کننده ، چابکی و نقشه برداری شبکه زنجیره تامین را توصیه کردند. آنها همچنین ایجاد یک برنامه ریزی مشترک را به عنوان بخشی از فرهنگ مدیریت ریسک برای ایجاد انعطاف پذیری توصیه کردند. برای ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک، رایس و کانیاتو توصیه کردند که امنیت و انعطاف پذیری بخشی از فرهنگ شرکت را با برنامه ریزی تداوم مشاغل، طراحی سیستم هایی برای هوشمند سازی، آموزش پرسنل در زمینه امنیت و الزامات تاب آوری و استفاده از لایه هایی از برنامه ریزی برای تهیه نسخه پشتیبان اقدام شود. اکثر توصیه ها در مورد ایجاد انعطاف پذیری در معرض ریسک زنجیره تامین نیاز به سطح قابل توجهی از تعهد منابع و تلاشهای کلی سازمان دارد. به این ترتیب، ابتکارات سطح استراتژیک برای ایجاد یک شرکت انعطاف پذیر مورد نیاز است(Sheffi & Rice, 2005).

مدیران زنجیره تامین باید مقوله های مختلف ریسک ، ارتباط متقابل آن ها و محرک های اینگونه ریسک ها را برای تدوین استراتژی های کاهش مناسب برای مشاغل خود مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند (Chopra, S & Sodhi, 2004). در یک مطالعه مدیریت ریسک مشابه ، الکینز[1] و همکاران (۲۰۰۵)، ۱۸ راهکار برای جلوگیری از بروز اختلالات ارائه داد. جوتنر[2] (۲۰۰۵)، الزامات شغلی مدیریت تاب آوری زنجیره تامین را از دیدگاه یک پزشک مورد مطالعه قرار داد و شیوه های مدیریت تاب آوری زنجیره تامین انعطاف پذیر یکی از استراتژی های پیشنهادی در ادبیات برای مدیریت ریسک و بهبود مقاومت در برابر ریسک زنجیره تامین است.سه گانه تعادل و چابک و سازگاری سه اصل توصیه شده توسط لی[3] (۲۰۰۴)، برای کاهش اثرات منفی ریسک های عرضه ، فرآیند و تقاضا بود. کنیمیر[4] و همکاران (۲۰۰۹) رویکردهای برنامه ریزی پیشگیرانه را برای مدیریت ریسک در برابر حوادث مورد مطالعه قرار دادند و چارچوب مدیریت ریسک را بر اساس توصیه های موجود در ادبیات ارائه دادند. اشمیت[5] و سینگ (۲۰۱۲) راهکارهایی را برای کاهش و کاهش تأثیر ریسک اختلالات تأمین با نگه داشتن موجودی و ایجاد انعطاف پذیری منابع در مکانهای مناسب شبکه زنجیره تامین با توجه به زمان پاسخگویی و هزینه حمل موجودی برای بهبود پیشنهاد دادند. انعطاف پذیری زنجیره تامین در یک مطالعه مشابه ، کاروالو[6] و همکاران. (۲۰۱۲) از طرح زنجیره تامین مبتنی بر شبیه سازی برای ایجاد انعطاف پذیری با توجه به تأخیر در عرضه به عنوان اختلال استفاده کرد. شیا[7] و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط و تعامل بین چرخه عمر محصول و عناصر ریسک عملیاتی تجاری را در تولید ، تهیه، توزیع، لجستیک و خدمات در نظر گرفتند تا در مورد مراحل مدیریت ریسک با استفاده از مدل فرآیند شبکه تحلیلی تصمیم بگیرند، تسه[8] (۲۰۱۲) با استفاده از یک روش تجزیه و تحلیل افزایشی حاشیه ای، مسئله ریسک کیفیت محصول از زنجیره تامین را حل کردند. برای مقابله با خطرات فاجعه ناشی از تروریسم، ماجر[9] (۲۰۰۲) یک الگوی تحقیقاتی مبتنی بر عملیات ارائه کرده، که می تواند زمینه ساز آمادگی با توجه به حملات تروریستی باشد.

ب) مدل پژوهش

مدل بکار رفته شده در این تحقیق مدلF'ANP [10] است. این مدل در سال ۲۰۱۳ برای ساخت شاخص مرکب تعیین میزان آسیب پذیری اجتماعی در مقابل زلزله و در راستای به حداقل رساندن کاستیهای روش های مرسوم ساخت شاخص های مرکب ارایه شده است. دراین روش تلاش شده است تا با بکارگیری مزیت های ذاتی روش تحلیل عاملی، ابتدا موضوع مورد بررسی به ابعاد تشکیل دهنده آن تجزیه شوند و سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه ای، این ابعاد(خوشه ها) و عناصر آنها، و

1. Elkins
2. Juttner
3. Lee
4. Knemeyer
5. Schmitt
6. Carvalho
7. Xia
8. Tse
9. Major
2. Analytical Network Process with Factor Analysis

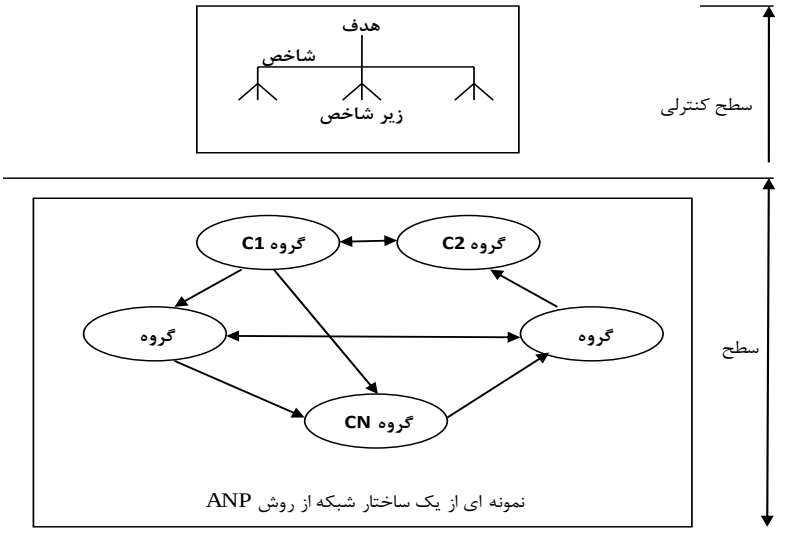
ارتباط و وابستگی های بین عناصر و خوشه ها به شکل شبکه ای مشخص شوند تا بتوان اهمیت نسبی عناصر تشکیل دهنده موضوع مورد بررسی را محاسبه کرد (Zebardast, 2013).

۱. تحلیل عاملی

پس از مرور بر متون نظری و ادبیات تحقیق، شاخص‌های تبیین کننده موضوع مورد بررسی شناسایی و انتخاب می شوند. سپس با روش تحلیل عاملی این شاخصهای مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند و فاکتورهایی که بیشترین واریانس و بار عاملی را دارند تبیین و متغیرهای پنهان کشف و برای مرحله بعد مورد استفاده قرار می گیرند.تحلیل عاملی از تعدادی فنون آماری ترکیب شده و هدف آن ساده کردن مجموعه های پیچیده داده هاست.تحلیل عاملی منجر به شناسایی گروهی از مدلهای تجربی که هر یک نماینده ی یک الگوی زمانی - مکانی هستند می گردد .یه علاوه این روش راهی است برای کاهش حجم داده ها و تبدیل متغیرهای اولیه به چند عامل محدود که بتواند بیشترین پراش متغیرهای اولیه را توضیح دهد .هدف از به کارگیری روش تحلیل عاملی به دست آوردن وزن ویا درجه اهمیت هر شاخص به صورت کمی و نیز استخراج شاخصهای ترکیبی غیرهمبسته تحت عنوان فاکتورها یا عاملها است بدین صورت که هر فاکتور تابعی خطی از چندین شاخص با وزنهای متفاوت است (Movahed, et al, 2011). در تحلیل عاملی برای تفسیر بهتر نتایج ، روشهایی برای خلاصه سازی تحلیل های مولفه های اصلی بیان شده است که یکی از این روشها چرخش عوامل است .هدف از چرخش عوامل تغییر تعداد عوامل نیست بلکه سعی در رسیدن به وضعیتی جدید برای عامل ها دارد که می توان آنها را راحت تر تفسیر کرد .یکی از روشهای چرخش متمایل، روش واریماکس است که عاملهایی تولید میکند که با مجموعه کوچکتری از متغیرها دارای همبستگی قوی و با مجموعه دیگریی از متغیرها دارای همبستگی ناچیز است .در این روش چون تعداد متغیرهایی که بار عاملی قوی در یک عامل دارند، کمینه می شود. تفسیر عامل ها نسبت به روشهای دیگر ساده تر خواهد بود و به همین دلیل کاربرد آن فراوان است (Guevara et al 2016).

۲. فرایند تحلیل شبکه ای

در مرحله دوم، نتایج بدست آمده از تحلیل عاملی، به یک مدل شبکه ای تبدیل می شوند تا با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه، ضریب اهمیت نسبی شاخص‌های تبیین کننده مورد بررسی و ارتباط بین آنها محاسبه می شوند. روش فرآیند تحلیل شبکه ای توسط ساعتی در سال ۱۹۷۵ ارائه شد. این روش توسعه فرآیند سلسله مراتب تحلیلی است. در واقعیت ، عناصر موجود در سلسله مراتب اغلب به هم وابسته هستند. عناصر سطح پایین همچنین بر عناصر سطح بالا تسلط دارند. ویک رابطه بازخورد وجود دارد. در چنین مواردی، ساختار یک سیستم شبیه به یک شبکه است. که این نوع ساختار سیستم شبکه از روش فرآیند تحلیل شبکه ای بدست می آیند. شکل۱، رابطه ساختاری روش فرآیند تحلیل شبکه ای را نشان می دهد (Wang, 2005). این سیستم را می توان به دو بخش تقسیم کرد. قسمت اول است سلسله مراتب کنترلی، متشکل از روابط شبکه بین هدف، شاخص ها و زیر شاخص ها و سلسله مراتب کنترلی بر روابط داخلی سیستم ، بخش دوم سلسله مراتب شبکه است که از روابط شبکه بین عناصر و خوشه ها تشکیل شده است. روش فرآیند تحلیل شبکه ای نه تنها رابطه شبکه نشان می دهد، بلکه رابطه بین قواعد را نیز محاسبه می کند. وزن (بردارهای مشخصه) هر شاخص که درنتیجه محاسبات یک ماتریس فوق العاده را تشکیل می دهد. سرانجام بعد از محاسبه از رابطه ماتریس فوق العاده و جامع ارزیابی ها ، می توان وابستگی متقابل هرکدام را استخراج کرد. معیارها و گزینه های ارزیابی وزن اولویت ها به این صورت است که هرچه وزن بیشتر باشد ، در اولویت قرار داده داده خواهد شد. از این طریق می توان مناسب ترین گزینه را انتخاب کرد (Saaty, 2003). کاربرد ماتریس برای حل ساختار شبکه از روش فرآیند تحلیل شبکه ای ، به روشی مشابه با روش فرآیند سلسله مراتب تحلیلی است. با این حال، رویکرد آنها وابستگی متقابل بین شاخصها و گزینه ها را در نظر می گیرد.



شکل شماره (۱): روابط ساختاری روش تحلیل شبکه ای

۳. فرآیند تصمیم گیری تحلیل شبکه ای

مرحله ۱: تعریف مساله؛ باید تمام عواملی که ممکن است روی موضوعات مورد بحث تأثیرگذار باشند، در تعریف دامنه بحث ها گنجانیده شوند. برای جمع آوری نظرات کارشناسان در زمینه های مربوطه، بر اساس سطوح پیچیدگی و زمینه های دامنه موضوع باید یک بدنه تصمیم گیرنده تشکیل شود. به طور کلی تعداد متخصصان مورد مورد نیاز بین ۵ تا ۵۰ نفر مناسب است.

مرحله ۲: ساخت ساختار سطح سلسله مراتب شبکه چالش ها و مسائل؛ پس از شناسایی، تلفیق و طبقه بندی اطلاعات موضوعات اصلی که بر تصمیمات تأثیر می گذارند، مدل ارزیابی لایه سلسله مراتب شبکه که در شکل ۲ نشان داده شده، بوجود می آید. در ساختار، وابستگی متقابل در هر لایه وجود دارد و از کمان حلقه برای نشان دادن روابط بازخورد استفاده می شود.

مرحله ۳: نظرسنجی پرسشنامه و یکپارچگی اولویت؛ طبق مدل ارزیابی سطح سلسله مراتبی شبکه که برای مسائل تصمیم گیری ساخته شده است ، وزن با توجه به عناصر بالایی مربوط به آنها از طریق پرسشنامه هایی که به متخصصان داده می شود برای جمع آوری نظرات در مورد اهمیت نسبی عناصر مختلف ، به هر عنصر داده می شود. اگر تعدادی از کارشناسان در ارزیابی حضور داشته باشند ، می توان از میانگین ها برای محاسبه وزن جمعی استفاده کرد. به نظرساعتی وقتی به یکپارچگی ترجیحات اقدام می شود، میانگین های هندسی نتایج بهتری دارد.

مرحله۴: ایجاد ماتریس های مقایسه زوجی؛ پس از تلفیق نظرات و اولویت بندی حرفه ای ، امکان ساخت ماتریس مقایسه ای از شاخص ها و گزینه های ارزیابی چندگانه وجود دارد. روش فرآیند تحلیل شبکه ای اندازه گیری ۱ تا ۹ را اعمال می کند و بر اساس این اندازه گیری ، وزن نسبی حاصل می شود. این وزنها بعداً به عنوان مقادیر ساختار فوق ماتریس وارد می شوند تا وابستگی متقابل و اهمیت نسبی هر شاخص و گزینه ها را نشان دهند.

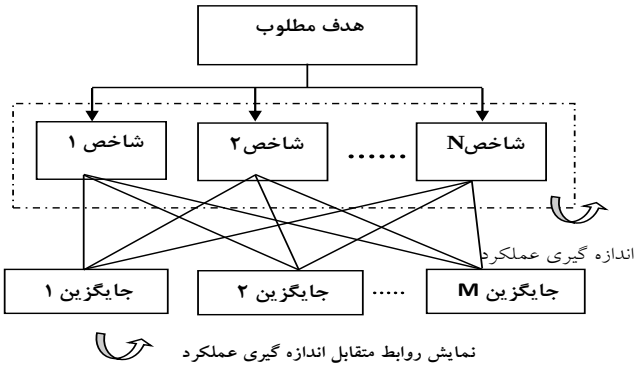
مرحله ۵: آزمون سازگاری؛ در روش فرآیند تحلیل شبکه ای ، تصمیم گیرندگان یا متخصصانی که تصمیم می گیرند عقاید یا ترجیحات باید از طریق آزمون سازگاری که براساس نسبتهای سازگاری ماتریس های مقایسه بررسی می شوند. نسبت سازگاری از یک ماتریس مقایسه زوجی، نسبت شاخص سازگاری آن به مقدار تصادفی مربوطه است(Saaty, 2003).

مرحله ۶: محاسبات ماتریسهای فوق العاده؛ یک ماتریس فوق العاده تمام زیر ماتریس های متشکل از همه خوشه ها و عناصر لازم را به ترتیب در سمت چپ و بالایی ماتریس لیست می کند. اگر مجموع بردارهای ستون یک ماتریس فوق العاده برابر با ۱ نباشد، به آن یک ماتریس سوپر وزنی گفته می شود که ممکن است با روشهای خاصی تبدیل شود تا آن را به یک ماتریس سوپر وزن تبدیل کند. پس از آن ، ماتریس محدود خواهد شد ، وبه تدریج ادغام وابستگی متقابل و وزنهای نسبی حاصل می شود (Saaty, 1996).

مرحله ۷: انتخاب گزینه های بهینه؛ از شاخص مطلوبیت برای تعیین بهینه ترین گزینه ها استفاده میشود. فرمول بشرح زیر است:

$$DI_i=\sum_{j=1}^{r} S_{ij} = \sum_{j=1}^{r} R_j W_{ij} \quad \forall i, j=1,2,\dots,r \qquad (۱)$$

در رابطه بالا DI_i شاخص مطلوبیت مورد انتظار گزینه i، S_{ij} معیار وزن گزینه i تحت معیار j، R_j معادل وزن نسبی معیارها زیر شاخص های j ، W_{ij} وزن نسبی گزینه i در زیرشاخص های j می‌باشند. همچنین A^* برابر گزینه ای که بالاترین مقدار شاخصهای مورد انتظار را دارد، گزینه مطلوبA^* است.



شکل شماره (۲): معماری مدل ارزیابی سلسله مراتب تحلیل شبکه ای

۲- روش شناسی پژوهش

برای کسب اهداف تحقیق با توجه مطالعات و مبانی نظری و پیشینه تحقیق و استفاده از نظرات خبرگان، ۱۴ شاخص جهت ارزیابی و سنجش تاب آوری زنجیره تامین حمل و نقل پستی استخراج و بشرح جدول۱، است. که به عنوان متغیرهای پرسشنامه انتخاب شدند. عدد آلفای کرانباخ بدست آمده که نشاندهنده پایایی پرسشنامه است. جامعه آماری را مشتریان پستی را شامل می شود که تعداد۹۸ نفر به پرسشنامه پاسخ دادند.

جدول شماره (۱): شاخص های تاب آوری

نام متغیر	شرح شاخص
X1	فناوری ها و راه حل های نوآورانه برای ارتباط با مشتریان
X2	بیمه کالا جهت تضمین ایمنی و کاهش ریسک حمل و نقل
X3	رسیدگی به مشکلات و شکایات مشتریان
X4	تکنیک های خلاقانه درتوزیع کالا
X5	برنامه ریزی و مسیریابی در زمینه تحویل انعطاف پذیر
X6	خدمات سفارشی کالا
X7	انعطاف پذیری خدمات جهت پاسخگویی به نیازهای مشتریان
X8	خدمات ردیابی کالا
X9	کاهش زمان عملیات تحویل کالا
X10	بسته بندی مناسب کالا
X11	انعطاف پذیری در نحوه ارسال کالا
X12	بهبود سیستمهای عملیاتی
X13	تحویل به موقع کالا به مشتریان
X14	پرداخت خسارت در صورت معیوب و یا مفقود شدن کالا

برای تحلیل داده ها از طیف پنج گزینه ای لیکرت و از نرم افزار SPSS و آزمون تجزیه و تحلیل عاملی اکتشافی و از روش مولفه های اصلی استفاده شده است. همانطوریکه در جدول۲، مشاهده می شود ضریب کی ام او بیشتر از ۰/۵ است که نشان می دهد اندازه نمونه مناسب است. همچنین مقدار آزمون بارتلت نشان می دهد که استفاده از روش تحلیل عاملی مناسب است.

جدول شماره (۲): ضریب کی ام او و بارتلت

آزمون کفایت نمونه کایزر میبر		۰/۶۱۱
آزمون بارتلت	کای اسکوئر	۸۱۹/۴۷۶
	درجه آزادی	۹۱
	سطح معنی داری	۰/۰۰۰

برای بدست آوردن همبستگی درونی بین متغیرها و ارتباط آن به عوامل پنهان و کشف این عوامل و نیز پیدا کردن متغیرهایی که بیشترین همبستگی و واریانس را دارند ،داده ها وارد نرم افزار شده و خروجی نرم افزار بشرح جدول۳، است. این جدول از روش تحلیلی عاملی اکتشافی و روش مولفه های اصلی بدست آمده است.که دارای سه قسمت است .قسمت اول مقادیر ویژه هستند ، که براساس تعریفی که برای نرم افزار انجام داده ایم، مقادیر ویژه همه متغیره ها را حساب کرده ولی متغیرهایی که مقادیر ویژه بالاتر از یک داشته اند را در تحلیل آورده است. قسمت دوم برچسب مجذورات بارهای عاملی اولیه مربوط به مقادیر ویژه بدون چرخش است که شش عامل استخراج شده، و قسمت سوم برچسب مجذورات بارهای عاملی چرخش یافته با مقادیر ویژه بزرگتر از یک هستند .که درصد کل، سهم واریانس ، درصد واریانس و درصد تجمعی همه متغیرها نشان داده شده است . همچنین شش عامل استخراج شده است بدین صورت هستند که : عامل اول۱۱/۲۶ درصد، عامل دوم ۱۰/۲۷ درصد، عامل سوم ۹/۷۷ درصد، عامل چهارم ۹/۵۱ درصد ، عامل پنجم ۸/۹۹ درصد و عامل ششم ۷/۶۳ درصداز میزان واریانس را شامل می شوند که در مجموع این۶ عامل حدود ۵۷/۵ درصد کل واریانس را تبیین می کنند.

جدول ۴ ، عامل‌ها و بارهای عاملی استخراج شده از نرم افزار قبل چرخش را نشان می‌دهد که از روش تحلیل مولفه های اصلی بدست آمده است.همچنین بمنظور شناسایی و تشخیص بهتر عاملها و تخصیص بارهای عاملی، چرخش واریماکس انجام شده که نتایج آن در جدول ۵، قابل مشاهده است.

جدول شماره (۳): مجموع واریانس ها ، عامل ها قبل و بعد از چرخش

عناصر	مقادیر ویژه			برچسب مجذورات بارهای عاملی (بدون چرخش)			برچسب مجذورات بارهای عاملی (با چرخش)		
	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۲/۰۰۲	۱۴/۲۹۷	۱۴/۲۹۷	۲/۰۰۲	۱۴/۲۹۷	۱۴/۲۹۷	۱/۵۷۷	۱۱/۲۶۱	۱۱/۲۶۱
۲	۱/۴۲۰	۱۰/۱۴۲	۲۴/۴۳۹	۱/۴۲۰	۱۰/۱۴۲	۲۴/۴۳۹	۱/۴۳۸	۱۰/۲۷۲	۲۱/۵۳۳
۳	۱/۲۴۷	۸/۹۰۶	۳۳/۳۴۵	۱/۲۴۷	۸/۹۰۶	۳۳/۳۴۵	۱/۳۶۸	۹/۷۷۰	۳۱/۳۰۴
۴	۱/۱۹۶	۸/۵۴۲	۴۱/۸۸۸	۱/۱۹۶	۸/۵۴۲	۴۱/۸۸۸	۱/۳۳۳	۹/۵۱۸	۴۰/۸۲۲
۵	۱/۱۴۶	۸/۱۸۷	۵۰/۰۷۴	۱/۱۴۶	۸/۱۸۷	۵۰/۰۷۴	۱/۲۶۰	۸/۹۹۹	۴۹/۸۲۱
۶	۱/۰۳۳	۷/۳۸۱	۵۷/۴۵۶	۱/۰۳۳	۷/۳۸۱	۵۷/۴۵۶	۱/۰۶۹	۷/۶۳۴	۵۷/۴۵۶
۷	۰/۹۸۱	۷/۰۰۶	۶۴/۴۶۲						
۸	۰/۸۸۳	۶/۳۱۱	۷۰/۷۷۲						
۹	۰/۸۵۵	۶/۱۱۰	۷۶/۸۸۲						
۱۰	۰/۷۲۸	۵/۱۹۷	۸۲/۰۷۹						
۱۱	۰/۷۱۲	۵/۰۸۴	۸۷/۱۶۳						
۱۲	۰/۶۶۰	۴/۷۱۵	۹۱/۸۷۸						
۱۳	۰/۶۲۶	۴/۴۷۰	۹۶/۳۴۸						
۱۴	۰/۵۱۱	۳/۶۵۲	۱۰۰/۰۰						

جدول شماره (۴): ماتریس عامل ها قبل از چرخش

متغیر	عامل					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
X1		۰/۶۶۲				
X2	۰/۴۵۴		۰/۴۷۵			
X3		۰/۵۹۴				
X4				۰/۳۱۱	۰/۶۴۸	
X5	۰/۴۵۴	-۰/۴۳۰				
X6						۰/۷۵۱
X7		۰/۳۹۵			۰/۴۸۶	
X8			۰/۴۹۹	۰/۶۰۰		
X9		۰/۳۴۵	-۰/۵۴۹			
X10	۰/۴۴۲		-۰/۵۷۱			
X11	۰/۴۰۰			۰/۴۸۹		
X12	۰/۵۷۵					
X13	۰/۵۱۷			۰/۳۰۲		۰/۳۱۱
X14	۰/۶۴۲			-۰/۳۴۳		

جدول شماره (۵): ماتریس عامل ها بعد از چرخش واریماکس

متغیر	عامل					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
X1			۰/۶۹۷			
X2	۰/۷۲۸					
X3	۰/۳۰۱		۰/۵۶۲			
X4	-۰/۳۸۳			۰/۶۰۶		
X5	۰/۳۴۷			۰/۵۷۸		
X6						۰/۸۱۴
X7			۰/۵۶۹			-۰/۳۲۶
X8		-۰/۳۸۱			۰/۶۸۶	
X9		۰/۶۳۳				
X10		۰/۷۴۶				
X11					۰/۶۷۳	
X12		۰/۴۴۱			۰/۴۱۶	
X13				۰/۷۰۳		
X14	۰/۶۹۱					

با توجه به اینکه براساس تعدادنمونه ۹۸ تایی بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵۵ در سطح خطای ۵ درصد معنی دار است، بنابراین در جدول واریماکس متغیرهایی که بیشترین واریانس را با عامل دارند و بزرگتر از ۰/۵۵ هستند انتخاب می شوند. و هر کدام از متغیرها به عاملی اختصاص می یابد، همچنین برای هر عامل نامگذاری براساس ارتباطی که بین متغیرها و عاملها بوجود آمده

انجام می شود. لذا بدین منظور ارتباط بین متغیرها، تخصیص آنها به عاملها و نامگذاری عاملها در جدول۶ ، آمده است. همچنین متغیر ۱۲، بدلیل اینکه بارهای عاملی بیشتر از ۰/۵۵ ندارد حذف می شود.

جدول شماره (۶): تخصیص شاخص ها به عامل ها و نامگذاری عامل ها

نام عامل	شرح عامل	درصد واریانس	نام شاخص	شرح شاخص	بار عاملی
F1	خدمات بیمه	۱۱/۲۶۱	X2	بیمه کالا جهت تضمین ایمنی و کاهش ریسک حمل و نقل	۰/۷۲۸
			X14	پرداخت خسارت در صورت معیوب و یا مفقود شدن کالا	۰/۶۹۱
F2	خدمات دریافت	۱۰/۲۷۲	X9	کاهش زمان عملیات دریافت کالا	۰/۶۳۳
			X10	بسته بندی مناسب کالا	۰/۷۴۶
F3	خدمات پشتیبانی	۹/۷۷۰	X1	فناوری ها و راه حل های نوآورانه برای ارتباط با مشتریان	۰/۶۹۷
			X3	رسیدگی به مشکلات و شکایات مشتریان	۰/۵۶۲
			X7	انعطاف پذیری خدمات جهت پاسخگویی به نیازهای مشتریان	۰/۵۶۹
F4	خدمات توزیع و تحویل	۹/۵۱۸	X4	تکنیک های خلاقانه درتوزیع و تحویل کالا	۰/۶۰۶
			X5	برنامه ریزی و مسیریابی در زمینه توزیع و تحویل انعطاف پذیر	۰/۵۷۸
			X13	تحویل به موقع کالا به مشتریان	۰/۷۰۳
F5	خدمات ارسال	۸/۹۹۹	X8	خدمات ردیابی کالا	۰/۶۷۳
			X11	انعطاف پذیری در نحوه ارسال کالا	۰/۴۱۶
F6	خدمات ویژه	۷/۶۳۴	X6	خدمات سفارشی کالا	۰/۸۱۴
جمع کل		۵۷/۴۵۶%			

۳- بحث و نتایج

در این قسمت به بررسی فرآیند تحلیل شبکه ای می پردازیم:

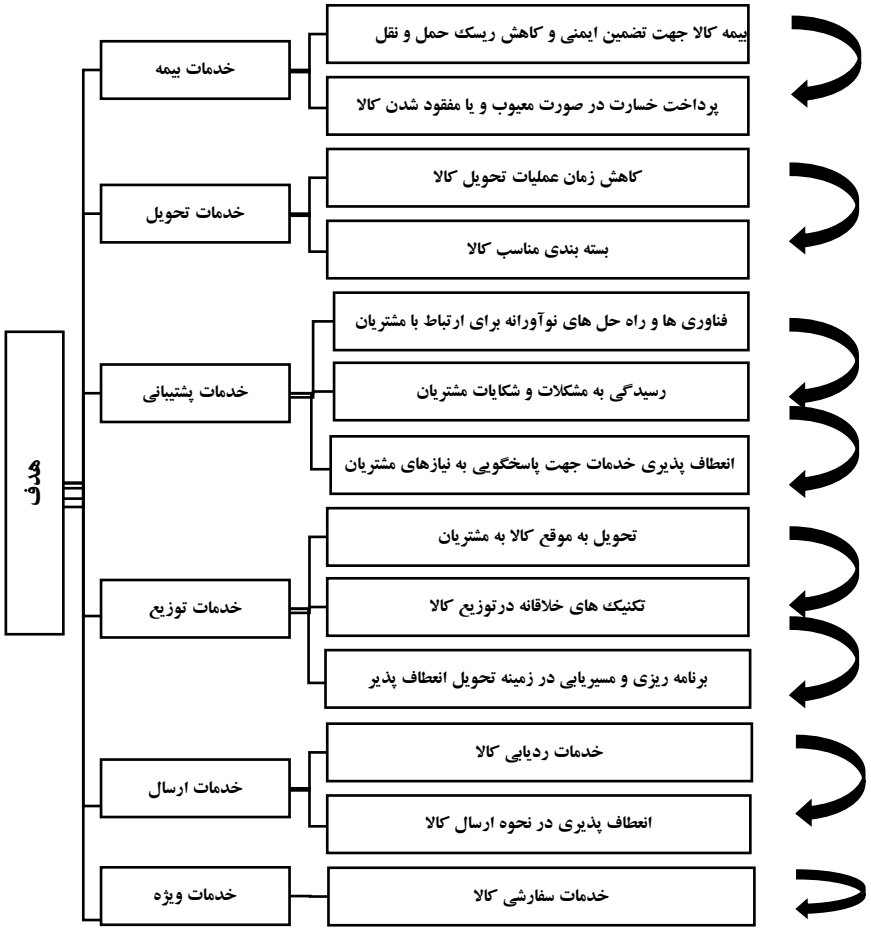
ساخت مدل شبکه ای: مدل شبکه ای براساس نتایج حاصله از تحلیل عاملی اکتشافی و رابطه بین هدف، عامل ها و شاخصها و ارتباط درونی بین آنها بصورت شکل۳ ، ترسیم می شود.

تشکیل سوپر ماتریس اولیه: براساس ساختار مدل شبکه ای سوپر ماتریس اولیه بصورت زیر تشکیل می شود.

$$W=\begin{matrix} Goal \\ Criteria \\ Sub-criteria \end{matrix}\begin{pmatrix} Goal & Criteria & Sub-criteria \\ 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} \end{pmatrix} \qquad (۲)$$

محاسبه ماتریس $[W_{21}]$: از رابطه بین شش عامل استخراج شده از تحلیل عاملی و اهداف، بردار $[W_{21}]$ بدست می آید و براساس روش تحلیل شبکه ای باید مقایسه دو دویی بین این شش عامل انجام شود، لیکن در این تحقیق براساس درصد واریانس تبیین شده هر یک از عامل ها معیار محاسبه در نظر گرفته می شود. که توسط نرم افزار متلب در ابتدا ماتریس مقایسه

دو دویی [A_{21}] بدست آورده و بعد میانگین هندسی عناصر ماتریس [A_{21}] محاسبه می شوند و در ادامه با نرمالیزه کردن آنها، بردار [w_{21}] مطابق جدول۷، بدست می آید.



شکل شماره (۳): ساختار شبکه ای مدل

جدول شماره (۷): ماتریس A_{21} و w_{21}

عامل	F1	F2	F3	F4	F5	F6	GM	$[w_{21}]$	درصد واریانس
F1	۱/۴۷۵۱	۱/۲۵۱۴	۱/۱۸۳۱	۱/۱۵۲۶	۱/۰۹۶۳	۱/۰۰۰۰	۱/۱۸۴۳	۰/۱۹۶۰	۱۱/۲۶۱
F2	۱/۳۴۵۶	۱/۱۴۱۵	۱/۰۷۹۲	۱/۰۵۱۴	۱/۰۰۰۰	۰/۹۱۲۲	۱/۰۸۰۳	۰/۱۷۸۸	۱۰/۲۷۲
F3	۱/۲۷۹۸	۱/۰۸۵۷	۱/۰۲۶۵	۱/۰۰۰۰	۰/۹۵۱۱	۰/۸۶۷۶	۱/۰۲۷۵	۰/۱۷۰۰	۹/۷۷۰
F4	۱/۲۴۶۸	۱/۰۵۷۷	۱/۰۰۰۰	۰/۹۷۴۲	۰/۹۲۶۶	۰/۸۴۵۲	۱/۰۰۱۰	۰/۱۶۵۷	۹/۵۱۸
F5	۱/۱۷۸۸	۱/۰۰۰۰	۰/۹۴۵۵	۰/۹۲۱۱	۰/۸۷۶۱	۰/۷۹۹۱	۰/۹۴۶۴	۰/۱۵۶۶	۸/۹۹۹
F6	۱/۰۰۰۰	۰/۸۴۸۳	۰/۸۰۲۱	۰/۷۸۱۴	۰/۷۴۳۲	۰/۶۷۷۹	۰/۸۰۲۹	۰/۱۳۲۹	۷/۶۳۴
کل							۶/۰۴۲۵		%۵۷/۴۵۶

$[A_{21}]$

محاسبه ماتریس [w_{32}] : از رابطه بین شش عامل و شاخص ها، براساس بارهای عاملی که از طریق تحلیل عاملی بدست آمده ، و با نرمالیزه کردن آنها ماتریس [w_{32}] بدست می آید که نتایج پس از کد نویسی در نرم افزار متلب، مطابق جدول۸، است.

جدول شماره (۸) : ماتریس w_{32}

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
X2	۰/۵۱۳۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X14	۰/۴۸۷۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

X9	۰/۰۰۰۰	۰/۴۵۹۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X10	۰/۰۰۰۰	۰/۵۴۱۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X1	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳۸۱۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X3	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳۰۷۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X7	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳۱۱۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X4	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳۲۱۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X5	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳۰۶۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X13	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳۷۲۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X8	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۴۸	۰/۰۰۰۰
X11	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۴۹۵۲	۰/۰۰۰۰
X6	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

محاسبه ماتریس $[w_{33}]$: با توجه به اینکه شاخص ها دارای همبستگی درونی می باشند . بنابراین ابتدا همبستگی بین شاخصها از طریق نرم افزار spss بدست آمده که در جداول ۹ تا۱۳ نشان داده شده و ضریب همبستگی X6 هم یک است و سپس این اعداد همبستگی بین شاخص ها نرمالیزه کرده که در نتیجه آن ماتریس $[w_{33}]$بدست می آید که مطابق جدول۱۴،آمده است.

جدول شماره (۹): ماتریس همبستگی پیرسون شاخص های X2، X14

	X2	X14
X2	۱	۰/۲۹۹
X14	۰/۲۹۹	۱

جدول شماره (۱۰): ماتریس همبستگی پیرسون شاخص های X9، X10

	X9	X10
X9	۱	۰/۱۵۵
X10	۰/۱۵۵	۱

جدول شماره (۱۱): ماتریس همبستگی پیرسون شاخص های X1، X3 ، X7

	X1	X3	X7
X1	۱	۰/۱۹۷	۰/۱۲۵
X3	۰/۱۹۷	۱	۰/۰۷۳
X7	۰/۱۲۵	۰/۰۷۳	۱

جدول شماره (۱۲): ماتریس همبستگی پیرسون شاخص های X4، X5 ، X13

	X4	X5	X13
X4	۱	۰/۰۵۱	۰/۱۰۲
X5	۰/۰۵۱	۱	۰/۲۳۶
X13	۰/۱۰۲	۰/۲۳۶	۱

جدول شماره (۱۳): ماتریس همبستگی پیرسون شاخص های X8، X11

	X8	X11
X8	۱	۰/۱۴۴
X11	۰/۱۴۴	۱

جدول شماره (۱۴): ماتریس w_{33}

	X2	X14	X9	X10	X1	X3	X7	X4	X5	X13	X8	X11	X6
X2	۰/۷۶۹۸	۰/۲۳۰۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X14	۰/۲۳۰۲	۰/۷۶۹۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X9	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۸۶۵۸	۰/۱۳۴۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X10	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۳۴۲	۰/۸۶۵۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X1	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۷۵۶۴	۰/۱۴۹۰	۰/۰۹۴۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X3	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۴۹۰	۰/۷۵۶۴	۰/۰۵۵۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X7	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۹۴۶	۰/۰۵۵۲	۰/۷۵۶۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X4	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۸۶۷۳	۰/۰۴۴۲	۰/۰۸۸۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X5	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۴۴۲	۰/۸۶۷۳	۰/۲۰۴۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X13	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۸۸۵	۰/۲۰۴۷	۰/۸۶۷۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X8	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۸۷۴۱	۰/۱۲۵۹	۰/۰۰۰۰
X11	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۲۵۹	۰/۸۷۴۱	۰/۰۰۰۰
X6	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

سوپر ماتریس: سه ماتریس $[w_{21}]$ $[w_{32}]$ $[w_{33}]$ براساس ارتباط و همبستگی بین اهداف، عامل ها و شاخص ها که قبلا محاسبه شده اند در این ماتریس قرار داده شده اند. ماتریس بدست آمده، سوپر ماتریس اولیه موزون است (جمع عناصر هر ستون برابر یک است). که در جدول سوپر ماتریس اولیه ، جدول ۱۵، نشان داده شده است.

سوپر ماتریس حدی: سوپر ماتریس موزون را از با استفاده از نرم افزار متلب به توان ۲۰ می رسانیم تا سوپر ماتریس حدی مطابق جدول ۱۶ بدست می آید.

جدول شماره (۱۵): سوپر ماتریس موزون

	Goal	F1	F2	F3	F4	F5	F6	X2	X14	X9	X10	X1	X3	X7	X4	X5	X13	X8	X11	X6
Goal	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F1	۰/۱۹۶۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F2	۰/۱۷۸۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F3	۰/۱۷۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F4	۰/۱۶۵۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F5	۰/۱۵۶۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

	X6	X11	X8	X13	X5	X4	X7	X3	X1	X10	X9	X14	X2	F6
X6	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X11	۰/۸۷۴۱	۱/۰۰۰۰۰	۰/۱۲۵۹	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X8	۰/۱۲۵۹	۰/۸۷۴۱	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X13	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰/۸۶۷۳	۰/۰۸۸۵	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X5	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۸۶۷۳	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۴۴۲	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X4	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۸۸۵	۰/۰۴۴۲	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X7	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۵۵۲	۰/۰۹۴۶	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X3	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۵۵۲	۱/۰۰۰۰۰	۰/۷۵۶۴	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X1	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۹۴۶	۰/۷۵۶۴	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X10	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X9	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X14	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
X2	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
F6	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰

جدول شماره (۱۶): سوپر ماتریس حدی

	X4	X7	X3	X1	X10	X9	X14	X2	F6	F5	F4	F3	F2	F1	Goal
Goal	۰/۲۲۰۰	۰/۰۲۲۲	۰/۰۲۸۷	۰/۰۳۱۲	۰/۰۸۹۴	۰/۰۸۹۴	۰/۰۹۸۰	۰/۰۹۸۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F1	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F2	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۱	۰/۴۹۹۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F3	۰/۰۰۰۰	۰/۱۲۵۵	۰/۱۶۲۴	۰/۱۷۶۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F4	۱/۴۷۰۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F5	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
F6	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X2	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X14	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X9	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۴۹۹۰	۰/۵۰۱۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X10	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۱۰	۰/۴۹۹۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X1	۰/۰۰۰۰	۰/۱۳۵۹	۰/۱۷۶۲	۰/۱۹۱۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X3	۰/۰۰۰۰	۰/۱۳۴۹	۰/۱۶۲۵	۰/۱۷۶۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X7	۰/۰۰۰۰	۰/۰۹۷۵	۰/۱۲۴۹	۰/۱۳۵۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X4	۰/۰۰۰۰	۱/۰۷۳۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X5	۰/۰۰۰۰	۱/۸۳۲۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X13	۰/۰۰۰۰	۱/۹۴۲۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X8	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X11	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X6	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

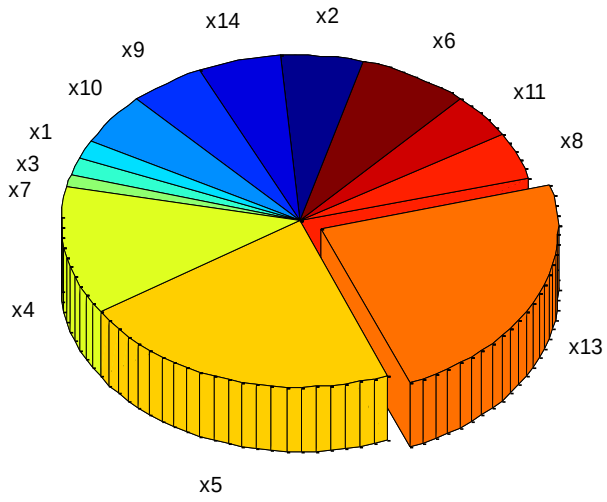
	X5	X13	X8	X11	X6
	۰/۳۸۴۱	۰/۴۰۶۰	۰/۰۷۸۳	۰/۰۷۸۳	۰/۱۳۲۹
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۲/۵۷۱۲	۲/۷۱۷۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۱/۸۳۲۷	۱/۹۴۲۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۳/۲۳۴۴	۳/۴۱۴۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۳/۴۱۴۴	۳/۶۰۶۷	۰/۰۰۰۰	۰/۴۹۸۵	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵۰۱۵	۰/۵۰۱۵	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۴۹۸۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

ضرایب اهمیت نسبی شاخص ها: با موزون کردن ضرایب اهمیت شاخص ها از ستون هدف سوپر ماتریس حدی ضرایب بدست می آید (Zebardast, 2014)، ضرایب اهمیت نسبی شاخصها در جدول ۱۷، نشان داده شده اند.

جدول شماره (۱۷): ضریب اهمیت نسبی شاخص ها

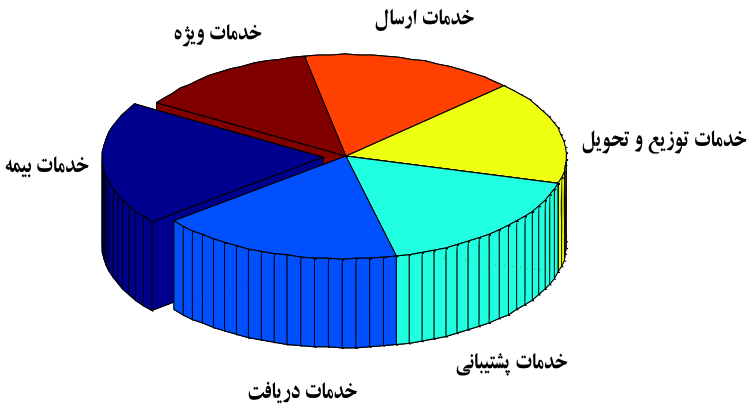
شاخص	ضریب اهمیت
بیمه کالا جهت تضمین ایمنی و کاهش ریسک حمل و نقل	۰/۰۵۵۸
پرداخت خسارت در صورت معیوب و یا مفقود شدن کالا	۰/۰۵۵۸
کاهش زمان عملیات تحویل کالا	۰/۰۵۰۹
بسته بندی مناسب کالا	۰/۰۵۰۹
فناوری ها و راه حل های نوآورانه برای ارتباط با مشتریان	۰/۰۱۷۸
رسیدگی به مشکلات و شکایات مشتریان	۰/۰۱۶۴
انعطاف پذیری خدمات جهت پاسخگویی به نیازهای مشتریان	۰/۰۱۲۶
تکنیک های خلاقانه درتوزیع کالا	۰/۱۲۵۲
برنامه ریزی و مسیریابی در زمینه تحویل انعطاف پذیر	۰/۲۱۸۷
تحویل به موقع کالا به مشتریان	۰/۲۳۱۱
خدمات ردیابی کالا	۰/۰۴۴۶
انعطاف پذیری در نحوه ارسال کالا	۰/۰۴۴۶
خدمات سفارشی کالا	۰/۰۷۵۶

شاخص های تاب آوری (شکل۴)، نشان می دهد که از ۱۳ شاخص تاب آوری، ۳ شاخص به ترتیب شامل : تحویل به موقع کالا به مشتریان، برنامه ریزی و مسیریابی در زمینه تحویل انعطاف پذیر، تکنیک های خلاقانه درتوزیع کالا، دارای بیشترین اهمیت برای مشتریان نسبت به سایر شاخص ها دارند، که این موضوع نشان می دهد بیشترین دغدغه مشتریان تحویل به موقع کالا، راهکارهای بهتر و جدیدتر و همچنین در صورت بروز شرایط بحرانی با تغییر و نوآوری تاخیر در تحویل کالا نداشته باشند.



شکل شماره (۴): سهم شاخص های تاب آوری

نمودار عامل های تاب آوری (شکل۵)، نشان می دهد که: از شش عامل؛ خدمات بیمه، خدمات دریافت، خدمات پشتیبانی، خدمات توزیع و تحویل، خدمات ارسال و خدمات ویژه، مشتریان همه موارد را با اختلاف بسیار کمی مهم دانسته اند که البته اهمیت خدمات بیمه را از همه بیشتر و خدمات ویژه را دارای اهمیت کمتر اعلام کرده اند. بنابراین اولویت اول مشتریان در شرایط بحرانی نگرانی از عدم ضربه، معیوب و مفقود شدن کالا و تضمین سالم و پرداخت هزینه غرامت درصورت هرگونه مشکل در کالا میباشد.



شکل شماره (۵): سهم عوامل تاب آوری

در این پژوهش بینش و دیدگاه جدیدی در مورد قابلیت های لجستیکی شرکت های پستی ارائه شده است تا این امر به ایجاد افزایش قابلیتهای شرکتهای تحت پوشش برای کاهش عدم اطمینان زنجیره تأمین و کاهش ریسک برای دستیابی به پایداری بینجامد. بدین منظور با تحلیل اولیه داده های منتج شده از پرسشنامه های تکمیل شده توسط مشتریان و استفاده از نرم افزار SPSS (روش تحلیل مولفه های اصلی و تحلیل عاملی اکتشافی)، سیزده شاخص های تاب آوری و شش عامل تاب آوری کشف و نام گذاری شدند. و برای شناسایی ارتباط بین شاخص ها و عامل ها و ارتباط درونی بین شاخص ها از روش فرآیند تحلیل شبکه ای استفاده گردید که با استفاده از نرم افزار متلب جهت شناسایی ارتباط و همبستگی بین عامل ها و شاخص ها محاسبات سوپر ماتریس انجام شد و برای موزن کردن آنها ماتریس های موزون محاسبه شدند و با توان ۲۰ رساندن ماتریس موزون، ماتریس حدی بدست آمده است. سپس ضرایب اهمیت نسبی شاخص هابدست آمد. در نهایت با تحلیل شاخص های تاب آوری و تحلیل عامل های تاب آوری به طور واضح شرایط تاب آوری زنجیره تامین را برای شرکت های پستی ارائه شده است که بتوانند منابع و هزینه های لازم را در چارچوب میزان اهمیت فاکتورها و شاخص های منتج شده اقدام نمایند.

٤-منابع

1. Barad, M. and Sapir, D.E. (2003). Flexibility in logistic systems-modelling and performance evaluation. *International Journal of Production Economics*, 85 (2): 155–170.
2. Carvalho, H., A. P. Barroso, V. H. Machado, S. Azevedo, and V. Cruz-Machodo. (2012). Supply chain Redesign for Resilience Using Simulation. *Computers and Industrial Engineering* 62 (1): 329–341.
3. Chang, S.E. and Nojima, N. (2001). Measuring post-disaster transportation system performance: the 1995 Kobe earthquake in comparative perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice,* 35 (6): 475–494.
4. Chopra, S. and Meindl, P. (2004). Supply chain management strategy. *planning and operation. 7th ed*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
5. Chopra, S., and M. Sodhi. (2004). Managing Risk to Avoid Supply Chain Breakdown. *MIT Sloan Management Review* 46 (1): 53–62.
6. Christopher, M. and Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15 (2): 1–14.
7. Christopher, M. and Lee, H. (2004). Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5): 388-396.
8. Cowles, J. (2012). Logistics Management, World Tehnologies, New Delhi.Daniel, H. and Fredrik, N. (2011), Logistics-driven packaging innovation: a case study at IKEA. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 39(9): 638-657
9. Davis, T. (1993). Effective supply chain management. *Sloan Management Review*, 34(4) 35-46.
10. Day, G.S. (1994). The capabilities of market driven organisations.*Journal of Marketing*, 58(4): 37-52.
11. Duclos, L.K., Vokurka, R.J., and Lummus, R.R. (2003). A conceptual model of supply chain lexibility. *IndustrialManagement and Data Systems*, 103 (6): 446–456.
12. Elkins, D., R. B. Handfield, J. Blackhurst, and C. W. Craighead. (2005). 18 Ways to Guard against Disruption .*Supply Chain Management Review*, 9 (1): 46–53.
13. Fawcett, S.E. and Stanley, L.L. (1997). Developing a logistics capability to improve the performance of international operations. *Journal of Business Logistics*, 18(2): 101-27.
14. Feitelson, E. and Salomon, I. (2000). The implications of differential network flexibility for spatial structures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34 (6): 459–479.
15. Faizi, A., Sadeh, E., Amini, Z. and Ehtesham Rathi, R. (2O19). Identifying the components of a resilient economy in the resilient supply chain of the Iranian automotive industry. *Journal of Industrial Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch*, 49(14): 1-18.
16. Gligor, D.M. and Holcomb, M.C. (2012). Understanding the role of logistics capabilities in achieving supply chain agility: a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(4) 38-453.
17. Gordon, P., Richardson, H., and Davis, B. (1998). Transport-related impacts of the Northridge earthquake. *Journal of Transportation and Statistics*, 1 (2): 21–36.
18. Guevara, M, Moinuddin, M, and Abqari, R. (2016). The Impact of Data Reduction Using Factor Analysis on the Accuracy of Bankruptcy Prediction Models, *Journal of Accounting Advances*, 8(2): 189-151.

19. Juttner, U. (2005). Supply Chain Risk Management: Understanding the Business Requirements from a Practitioner Perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 16 (1): 120–141.
20. Kerivin, H. and Mahjoub, A.R. (2005). Design of survivable networks: a survey. *Networks*, 46 (1): 1–21.
21. Knemeyer, A. M., W. Zinn, and C. Eroglu. (2009). Proactive Planning for Catastrophic Events in Supply Chains. *Journal of Operations Management*, 27 (2): 141–153.
22. Lai, K.-H., Ngai, E.W.T., and Cheng, T.C.E. (2004). An empirical study of supply chain performance in transport logistics. *International Journal of Production Economics*, 87 (3): 321–331.
23. Lawson, B. and Samson, D. (2001). Developing innovation capability in organisations, *a dynamic.*
24. Lee, H. L. (2004). The Triple-A Supply Chain. *Harvard Business Review*, 82 (10): 102–112.
25. Lu, C.-S. and Yang, C. C. (2010). Logistics service capabilities and firmperformance of international distribution center operators.*The Service Industries Journal*, 30(2): 281-298.
26. Major, J. A. (2002). Advanced Techniques for Modeling Terrorism Risk. *white paper. www.guycarp.com.*
27. Mark, S. and Martin, S. (2007). Flexibility from a supply chain perspective: definition and review. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(7): 685-713.
28. Morash, E.A. (2001). Supply chain strategies, capabilities, and performance. *Transportation Journal*, 41(1): 37-51.
29. Mentzer, J.T. and Flint, D.J. (1999). Developing a logistics service quality scale. *Journal of Business Logistics*, 20 (1): 9-32.
30. Movahed, A., Firoozi, M. A., and Roozbeh, H. (2011). Analysis of the degree of development of cities in Khuzestan province using factor analysis and cluster analysis, *Journal of Urban Research and Planning*, 2(5): 56-43.
31. Naim, M. M., Potter, A. T., Mason, R. J., & Bateman, N. (2006). The role of transport flexibility in logistics provision. *International Journal of Logistics Managemen*t, 17 (3): 297–311.
32. Peck, H. (2006). Reconciling supply chain vulnerability, risk and supply chain management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 9(2): 127-142.
33. Ponomarov, S. and Holcomb, M. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20 (1): 124–143.
34. Prater, E., Biehl, M. and Smith, M.A. (2001). International supply chain agility – tradeoffs between flexibility and uncertainty. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5): 823-839.
35. Ravanistan, K., Aghajani, H., Safaei,Qadiklayi, A. and Yahya Zadeh Far, M. (2017). Determining and weighting supply chain strategies in the supply chain Iran Khodro. *Journal of Industrial Management Perspective of Shahid Beheshti University*, 25(1): 145-172**.**
36. Rice, J. and Caniato, F. (2003). Building a secure and resilient supply network. *Supply Chain Management Review*, 7 (5): 22–30.
37. Saaty, T. L. (2003). Decision making in complex environments. *Super Decisions*.
38. Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. *RWS Publications*.

39. Schmitt, A. J., and M. Singh. (2012). A Quantitative Analysis of Disruption Risk in a Multi-Echelon Supply Chain. *International Journal of Production Economics*, 139 (1): 22–32.
40. Sedighpour, A., Zandieh, M., AlamTabriz, A.,and DoriNokourani, B. (2018). Design and Explanation of Resilient Supply Chain Model in Iranian Pharmaceutical Industry, *Quarterly Journal of Industrial Management Studies, Year*, 16(15): 106-55.
41. Sheffi,Y. (2007). The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage. *Cambridge, MA:MIT Press Books*.
42. Sheffi, Y., and J. B. Rice. (2005). A Supply Chain View of the Resilient Enterprise. *MIT Sloan Management Review*, 47 (1): 41–48.
43. Simangunsong, E., Hendry, L.C. and Stevenson, M. (2012). Supply-chain uncertainty: a review and theoretical foundation for future research. *International Journal of Production Research*, 50(16): 4493-4523.
44. Soni, S., Gupta, R., and Pirkul, H. (1999). Survivable network design: the state of the art. *Information Systems Frontiers*,1 (3): 303–315.
45. Svensson, G. (2002). Dyadic vulnerability in companies' inbound and outbound logistics flows. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 5 (1): 13–43.
46. Tang, O. and Nurmaya Musa, S. (2011). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 133(1): 25-34.
47. Tse, Y. K., and K. H. Tan. (2012). Managing Product Quality Risk and Visibility in Multi-layer Supply Chain. *International Journal of Production Economics*, 139 (1): 49–57.
48. Tukamuhabwa, B. R., 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.
49. Van der Vegt, G. S., P. Essens, M. Wahlstrom, and G. George. (2015). From the Editors: Managing Risk and Resilience. *Academy of Management Journal*, 58 (4): 971–980.
50. Wang, Z. (2005). Business intelligence. *Taiwan: DrMaster Culture Limited Company*.
51. Waters, D. (2011). Supply Chain Risk Management Vulnerability and Resilience in Logistics.*2nd ed., Kogan Page, London.*
52. Wernerfelt, B. (1984). A resource based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2): 171-180.
53. Wilson, M.C. (2007). The impact of transportation disruptions on supply chain performance. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43 (4): 295–320.
54. Xia, D., and B. Chen. (2011). A Comprehensive Decision Making Model for Risk Management of Supply Chain. *Expert Systems with Applications*, 38 (5): 4957–4966.
55. Zebardast, E. (2014). Application of F'ANP in Urban Planning, *Journal of Fine Arts (Architecture and Urban Planning)*, 19(2): 38-23.
56. Zebardast, E. (2013). Constructing a Social Vulnerability Index to Earthquake Hazards using a Hybrid Factor Analysis and Analytic Network Process (F'ANP) Model. *Natural Hazards*, 65(1): 1331-1359.
57. Zhang, Q.,Vonderembse, M., and Lim, J. (2005). Logistics flexibility and its impact on customer satisfaction. *International Journal of Logistics Management*, 16 (1): 71–95.
58. Zhao, M., Dröge, C. and Stank, T.P. (2001). The effects of logitsics capabilities on firm performance: customer-focused versus informati,on-focused capabilities. *Journal of Business Logistics*, 22(2): 91-107.

Supply Chain Resilience in Postal Transport with Factor Analysis Approach

Monsour Jangizehi
PhD candidate in Industrial Engineering, Eyvanekey University, Semnan, Iran.
Mohammad Reza Maleki (Corresponding Author)
Department of Industrial Engineering, Golpayegan University of Technology, Golpayegan, Iran
Email: maleki@gut.ac.ir

Abstract
The purpose of this study is to investigate the resilience of the supply chain in the transportation of goods by postal companies under critical situations. For this purpose, after reviewing the literature and interviewing with experts, 14 resilience indices are extracted. Then, the proper questionnaire is designed and distributed among 98 customers. Afterwards, based on the collected questionnaire, survey and preliminary analysis, principal component analysis (PCA) as well as exploratory factor analysis is performed through SPSS software. After varimax rotation, the variables that have eigenvalues greater than one and factor loads greater than 0.55 and explain the highest correlation and variance are identified. Finally, six hidden factors including insurance services, receiving services, support services, distribution and delivery services, shipping services, and special services are obtained. Moreover, thirteen indicators have been obtained that are internally related to six factors. To identify the relationship between indicators and factors as well as the interrelationship between indicators, the calculations regarding to supermatrix, weighted matrices, and limit matrices are carried out based on analysis network process (ANP) in MATLAB software package. The obtained results show that all six hidden factors especialy insurance services, receiving services, and support services have a significant effect on supply chain resilience. Also, out of thirteen resilience indicators, three indicators, namely timely delivery of goods to customers, planning and routing regarding flexible delivery, creative techniques in distribution of goods are the most important indicators of resilience.

Keywords: Factor analysis, Network analysis, Postal transportation, Resilience, Supply chain.