

مدل یکپارچه انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین: رویکرد قابلیت‌های فناوری اطلاعات

مجید هوشمندی ماهر*، مقصود امیری**، لیا الفت***

چکیده

هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، در حدود ۶۰٪ از بهای تمام‌شده (در برخی از صنایع تا ۸۰٪) را در برمی‌گیرد. در چنین شرایطی، منبع‌یابی مناسب، می‌تواند نقشی کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا نموده و تأثیر مستقیمی در کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد. هدف این مقاله ارائه یک مدل ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه‌ای و دیمتل^۱، به‌منظور لحاظ وابستگی میان معیارهای مؤثر بر انتخاب تأمین‌کننده و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان است. پس از شناسایی معیارها و به‌منظور شناسایی و فرمول‌بندی وابستگی‌ها از روش دیمتل استفاده شده و برای استخراج اوزان معیارها و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان فرآیند تحلیل شبکه‌ای به کار گرفته شده است. با توجه به افزایش اهمیت فناوری اطلاعات در موفقیت زنجیره تأمین، معیار قابلیت‌های فناوری اطلاعات به‌عنوان یک معیار مجزا مد نظر قرار گرفته است. به‌منظور نمایش کارایی مدل ارائه‌شده، از مثالی عددی (مبتنی بر اطلاعات واقعی یک شرکت خودرویی) استفاده شده است. نتایج حاصل، نشانگر آن است که معیارهای هزینه و مالی، تحویل و قابلیت‌های فناوری اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین معیارها شناسایی شده‌اند. در انتهای نتایج و پیشنهادات ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت زنجیره تأمین؛ انتخاب تأمین‌کننده؛ فرآیند تحلیل شبکه؛ دیمتل.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۵/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۱۰/۲۰.

* دانش‌آموخته‌ی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشگاه علامه طباطبایی (نویسنده مسئول).

E-mail: Majidhooshmand@gmail.com

** دانشیار، دانشگاه علامه طباطبایی.

*** دانشیار، دانشگاه علامه طباطبایی.

۱. مقدمه

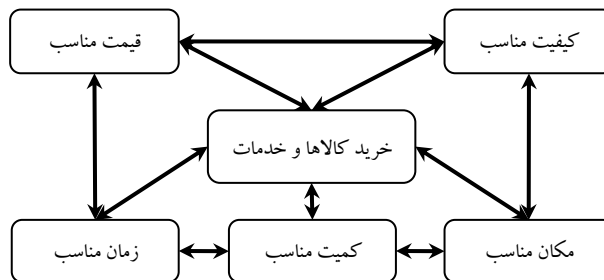
در محیط بشدت رقابتی امروز، که با حاشیه سود اندک، انتظارات بالای مشتری برای محصولات باکیفیت، و زمان‌های انتظار کوتاه شناخته می‌شود، شرکت‌ها مجبور به کسب مزیت از تمامی فرصت‌ها برای بهینه‌کردن فرآیندهای کسب و کارشان هستند. برای دستیابی به این هدف، دست‌اندرکاران به این نتیجه دست یافته‌اند: برای اینکه یک شرکت رقابتی بماند، باید با شرکای زنجیره تأمینش، به‌منظور بهبود عملکرد کلی زنجیره، کار کند [۶]. بر همین اساس امروزه شرکت‌ها بیش از آنکه به فکر رقابت با یکدیگر باشند، خود را بخشی از زنجیره‌های تأمین می‌دانند که در رقابت با دیگر زنجیره‌های تأمین هستند [۱۴]. به عبارتی می‌توان گفت که کارایی و اثربخشی هر سازمانی، حاصل عملکرد مدیریت و ساختار زنجیره تأمین آن سازمان است [۲]. مدیریت زنجیره تأمین یکی از قدرتمندترین پارادایم‌های عملیاتی برای بهبود مزیت رقابتی سازمان‌های تولیدی و خدماتی محسوب می‌شود [۴]. رمز بقای سازمان‌های امروزی در درک و شناخت نیاز مشتریان و پاسخگویی سریع به این نیازها نهفته است. زنجیره تأمین شامل تمامی فعالیت‌های مرتبط با جریان و مبادله کالاها و خدمات، از مرحله ماده خام اولیه تا مرحله محصول نهایی قابل مصرف توسط مشتری است. این نقل و انتقالات علاوه بر جریان مواد، شامل جریان اطلاعات و مالی نیز می‌شود [۲]. در این میان خرید و انتخاب تأمین‌کننده، باتوجه به قرار گرفتن در فرآیندهای اصلی در بالادست زنجیره تأمین، و تأثیرگذاری بر تمامی حوزه‌های یک سازمان، اهمیتی فزاینده یافته‌اند [۶].

در تصمیمات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده دو مبحث دارای اهمیت ویژه‌ای است. اول، چه معیارهایی را باید مورد استفاده قرار داد؟ و دوم، از چه روش‌هایی می‌توان برای مقایسه و انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده نمود [۱۰]. وبر و همکاران (۱۹۹۱)، اشاره می‌کنند که تصمیمات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده، به‌دلیل لزوم لحاظ معیارهای گوناگون، بسیار پیچیده است. ضمن اینکه درجهت این انتخاب می‌توان از نگرش‌های متفاوتی استفاده نمود. تحلیل این دو مبحث (معیارها و روش‌های انتخاب تأمین‌کننده)، توجه بسیاری از دانش‌پژوهان و دست‌اندرکاران خرید، از دهه ۱۹۶۰ به بعد را به خود معطوف ساخته است [۲۱].

هدف از این پژوهش، طراحی یک سیستم پشتیبان از تصمیم برای انتخاب تأمین‌کننده در صنعت خودرو است. صنعت خودرو، براساس گفته پیتز دراکر با گردهم آوردن تعداد زیادی از صنایع گوناگون، صنعت صنعت‌ها شناخته می‌شود و دارای طیف وسیعی از تأمین‌کنندگان، خودروسازان و مشتریان در زنجیره تأمین خود است. امروزه باتوجه به درک اهمیت برون‌سپاری و استفاده از توان اضافه ظرفیت سایر سازمان‌ها، مشارکت و هماهنگی در زنجیره تأمین شرکت‌های خودروسازی روز به روز گسترده‌تر می‌شود؛ به‌طوری‌که موفقیت خودروسازان ژاپنی در روابط

نزدیک با تامین کنندگانشان بررسی می شود [۳].

۲. مرور ادبیات. خرید مؤثر بدین صورت تعریف می شود: انجام درست ۵ کار صحیح که عبارتند از تحصیل کالاها و خدمات با قیمت مناسب، با کیفیت مناسب، در کمیت مناسب، در زمان مناسب، و از منبع مناسب (شکل ۱).



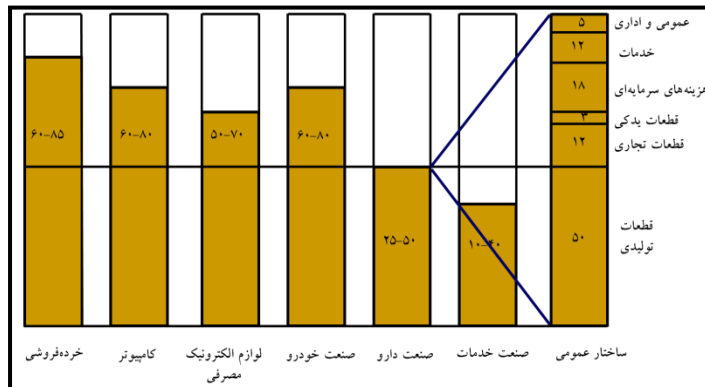
شکل ۱. پنج الزام خرید و رابطه بین آنها- [۱۶]

کاویناتو و کافمن^۱، (۲۰۰۰) بیان می کنند که از بین این موارد، انتخاب منبع مناسب تأثیر بیشتری بر سایر موارد داشته و چیزی است که خرید با استفاده از آن مقدار قابل توجهی از توانایی را برای ایجاد ارزش در فرآیند تدارکات ایجاد می کند. شناسایی، ارزیابی، و تحصیل منابع درست منجر به حصول اطمینان از این امر می شود که شرکت کیفیت، کمیت، زمان، و قیمت مناسبی را دریافت می کند. بنابراین، انتخاب تامین کننده مناسب، کلید فرآیند خرید است [۷]. منبع مناسب می تواند مواد با کیفیت خواسته شده را سر وقت، و با قیمت منطقی مهیا کند [۲۰]. تنها در صورتی برنامه شرکت کامیاب خواهد شد که منابع مواد در زمان و قیمت مناسب در دسترس باشند [۱۶]. از نظر کواپل (۲۰۰۶) خرید قلب تمامی زنجیره های تامین بوده و تسهیل دستیابی به اهداف زنجیره های تامین در گرو استراتژیک بودن خرید است [۱۶].

دیدن تأثیر تامین کنندگان بر هزینه کل شرکت مشکل نیست [۱۷]. در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل دهنده محصول، قسمت عمده ای از بهای تمام شده را در بر می گیرد [۹؛ ۱۱]. این هزینه در برخی موارد ۷۰٪ کل هزینه محصول نهایی را شامل می گردد. در شرکت های صاحب تکنولوژی بالا، این رقم تا ۸۰٪ نیز افزایش می یابد. در چنین شرایطی، مدیریت لجستیک به صورت مناسب می تواند نقشی کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا نماید و تأثیر مستقیمی در کاهش هزینه ها، سودآوری و انعطاف پذیری یک شرکت داشته باشد

1. Cavinato and Kauffman, 2000

[۹]. در شکل ۲ تحلیلی از سهم خرید از بهای تمام‌شده ارائه شده است [۱۷].



شکل ۲. سهم خرید از بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته در صنایع مختلف - منبع: کلوزا (۱۹۹۶)، به نقل از [۱۷]

بهبود در خرید با کاهش هزینه‌های مواد مستقیم، و کاهش سرمایه‌مورد استفاده شرکت، بر بهبود در بازده خالص دارایی‌ها^۲ اثرگذار خواهد بود. همچنین بهبود در خرید بلافاصله به بهبود در سود ویژه شرکت خواهد انجامید که این امر نیز به صورت مستقیم بر بازده خالص دارایی‌ها اثرگذار خواهد بود. [۱۷]. سیاست‌های خرید اساساً به دو طریق بر موفقیت واحدهای تجاری اثرگذار هستند. اولاً یک واحد پولی صرفه‌جویی در خرید به معنای افزایش یک واحد پولی در سود است. ثانیاً پشتیبانی از تأمین‌کننده و کمک به بهبود کالا و خدمات وی منجر به بهبود ضریب گردش سرمایه خواهد شد و تأمین‌کننده را در نوآوری شرکت سهیم خواهد نمود [۱۷]. خرید علاوه بر تأثیرات مستقیم، تأثیرات غیرمستقیمی را نیز بر سازمان به همراه دارد. این تأثیرات عبارتند از: کاهش هزینه‌های کیفیت، استاندارد کردن محصول، بهبود نوآوری، کاهش موجودی اقلام، و افزایش انعطاف‌پذیری [۱۷].

بسته به موقعیت‌های خرید، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب تحت تأثیر طیفی از عوامل قرار می‌گیرد. این پیچیدگی، عمدتاً به خاطر ماهیت چندمعیاره این تصمیم است. تحلیل این جنبه، نقطه ثقل چندین مقاله از دهه ۱۹۶۰ بوده است [۶]. تحلیل رسمی معیارهای انتخاب و ارزیابی تأمین‌کننده با مطالعه دیکسون^۳ (۱۹۶۶) آغاز شد. وی در ابتدا با پیمایش ادبیات دانشگاهی، معیارهای مؤثر بر انتخاب تأمین‌کننده را استخراج و آنها را خلاصه نمود. براساس مطالعات

1. Kluge, 1996

2. Return on Net Asset- RONA

این نسبت از تقسیم سود خالص بر دارایی ثابت به علاوه‌ی سرمایه در گردش خالص بدست می‌آید.

3. Dickson, 1966

دیکسون، کیفیت تنها معیار بسیار مهم با میانگین ۳/۵ بود. معیارهای تحویل، تاریخچه عملکرد، ضمانتنامه‌ها و سیاست‌های تضمین کالا^۱، قابلیت‌ها و تسهیلات تولید، قیمت، قابلیت فنی، و موقعیت مالی با میانگین ۲/۵ تا ۳/۵ به‌عنوان معیارهای با درجه اهمیت قابل توجه شناسایی شدند. از ۱۵ معیار باقی‌مانده، ۱۴ معیار به‌عنوان معیارهای با درجه اهمیت متوسط، با میانگین ۱/۵ تا ۲/۵، و معیار توافقات دوجانبه^۲ به‌عنوان معیار کم‌اهمیت شناخته شد. [۸].

بعد از دیکسون (۱۹۶۶) نویسندگان زیادی چون دمپسی^۳ (۱۹۷۸)، مک‌گینیس و هالون^۴ (۱۹۷۸)، راثو و کیسر^۵ (۱۹۸۰)، مونزکا، جیونپرو، و رک^۶ (۱۹۸۱)، ویلیس و هاستون^۷ (۱۹۹۰)، ... مطالعاتی را درخصوص معیارهای انتخاب تامین کننده انجام دادند. در ادامه وبر و همکاران (۱۹۹۱) مقاله منتشرشده درباره انتخاب تامین کننده از سال ۱۹۶۶ را مرور کرده و نتایج حاصل را با نتایج مرور دیکسون مقایسه نمودند. ژانگ و همکاران^۸ (۲۰۰۴) نیز پیمایش دیکسون (۱۹۶۶) و وبر و همکاران (۱۹۹۱) را بروز نموده و نتایج را با دو مرور قبلی مقایسه نمودند. در جدول ۱ نتایج مطالعات دیکسون (۱۹۶۶)، وبر و همکاران (۱۹۹۱)، و ژانگ و همکاران (۲۰۰۴) ارائه شده است [۲۱].

-
1. Warranties and Claim Policies
 2. Reciprocal Arrangement
 3. Dempsy. 1978
 4. McGinnis and Hollon. 1978
 5. Rao and Kiser. 1980
 6. Monczka, Giunpero. and Reck. 1981
 7. Willis and Huston
 8. Zhang et al. 2004

جدول ۱. معیارهای انتخاب تأمین‌کننده براساس [۲۱] و مقایسه آن با [۱۸] و [۸]

معیار	ژانگ و همکاران (۲۰۰۴)			وبر و همکاران (۱۹۹۱)		
	رتبه‌بندی	تعداد	درصد	رتبه‌بندی	تعداد	درصد
قیمت خالص	۱	۳۹	۸۷	۱	۶۱	۸۰
کیفیت	۲	۳۷	۸۲	۳	۴۰	۵۳
تحويل به موقع	۳	۳۳	۷۳	۲	۴۴	۵۸
ظرفیت و امکانات تولید	۴	۲۰	۴۴	۴	۲۳	۳۰
توانایی فنی	۵	۱۵	۳۳	۶	۱۵	۲۰
وضعیت مالی	۶	۱۳	۲۹	۱۰	۷	۹
موقعیت جغرافیایی	۷	۵	۱۱	۵	۱۶	۲۱
مدیریت و سازمان تأمین‌کننده	۷	۵	۱۱	۷	۱۰	۱۳
عملکرد گذشته	۷	۵	۱۱	۹	۷	۹
کنترل عملیاتی	۷	۵	۱۱	۱۳	۳	۴
سیستم ارتباطی تأمین‌کننده	۷	۵	۱۱	۱۶	۲	۳
موقعیت و اعتبار در صنعت	۱۲	۳	۷	۸	۸	۱۱
خدمات پس از فروش	۱۳	۲	۴	۱۱	۷	۹
توانایی بسته‌بندی	۱۳	۲	۴	۱۴	۳	۴
کمک‌های آموزشی	۱۳	۲	۴	۱۹	۲	۳
تطبیق روش‌های تأمین‌کننده با عملیات خریدار	۱۳	۲	۴	۱۵	۲	۳
سوابق روابط با نیروی کار	۱۳	۲	۴	۱۸	۲	۳
ضمانت‌ها و سیاست‌های تضمین کالا	۱۳	۲	۴	۲۳	۰	۰
نگرش و طرز تفکر	۱۹	۱	۲	۱۲	۶	۸
توافقات دو جانبه	۱۹	۱	۲	۲۰	۲	۳
اثر ایجاد شده توسط پرسنل تأمین‌کننده در خریدار	۲۱	۰	۰	۱۷	۲	۳
تمایل به کسب و کار	۲۱	۰	۰	۲۱	۱	۱
حجم کسب و کار در گذشته	۲۱	۰	۰	۲۲	۱	۱

هو و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مقاله‌ای به مرور ادبیات مربوط به رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده نمودند. آنها ۷۸ مقاله منتشر شده در این حوزه را مرور نموده و بیان نمودند که مشهورترین معیارهای انتخاب به ترتیب عبارتند از: کیفیت، تحويل، قیمت/ هزینه، ظرفیت تولید، سرویس، مدیریت، تکنولوژی، تحقیق و توسعه، مالی،

انعطاف پذیری، شهرت، روابط، ریسک، امنیت و معیارهای محیطی [هو و همکاران، ۲۰۱۰]. درخصوص توسعه روش‌ها و تکنیک‌های انتخاب تأمین کننده، چندین مرور انجام گرفته است. برخی از مرورهایی که بر روش‌های تصمیم انجام گرفته عبارتند از: وبر و همکاران (۱۹۹۱)، هالت^۱ (۱۹۹۸)، دیگرپو و همکاران (۲۰۰۱)، دی بوئر و همکاران (۲۰۰۱)، آیسائوی و همکاران (۲۰۰۷)، و هو و همکاران (۲۰۱۰) [۱۳].

براساس هو و همکاران (۲۰۱۰) از سال ۲۰۰۰ به بعد سارکیس و تالوری (۲۰۰۲)، بیازیت^۲ (۲۰۰۶)، و جنسر و گورپینار^۳ (۲۰۰۷) از فرآیند تحلیل شبکه در انتخاب تأمین کننده سود جسته‌اند [۱۳]. در تحقیق حاضر از رویکرد مذکور، به منظور استخراج اوزان معیارها استفاده شده است.

روش دیمتل. روش دیمتل به منظور بررسی روابط داخلی میان معیارها، برای ساختن یک نقشه روابط شبکه‌ای^۴ مورد استفاده قرار گرفت. این تکنیک به صورت موفقیت آمیزی در بسیاری از موقعیت‌ها، همچون توسعه استراتژی‌ها، سیستم‌های مدیریتی، ارزیابی‌های آموزش الکترونیکی، و مدیریت دانش به کار گرفته شده است [۱۲]. روش دی‌متل، که براساس تئوری گراف توسعه داده شده است، تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا مسئله را به صورت گرافیکی به صورتی برنامه‌ریزی و حل نماید که عوامل مرتبط براساس گروه‌های علت و معلولی، به منظور درک بهتر روابط علی دسته‌بندی شوند [۱۵]. روش مذکور قادر است تا روابط متقابل میان متغیرها را مشخص نموده و به توسعه یک گراف مستقیم از وابستگی‌های داخلی بین متغیرها کمک نماید. این روش حوزه کاربرد وسیعی، از تحلیل دنیای تصمیم‌گیری تا برنامه‌ریزی صنعتی را دارد. عمده‌ترین دلیل استفاده از این روش در تصمیم‌گیری چندمعیاره، توانمندی این روش در ساخت‌دهی به روابط داخلی بین معیارها است. برای اجرای روش دیمتل نیاز به اجرای چهار گام به شرح ذیل است:

۱. محاسبه ماتریس میانگین؛

۲. محاسبه ماتریس تأثیر مستقیم اولیه؛

۳. استخراج ماتریس روابط کل؛

۴. تنظیم ارزش آستانه^۵ و ترسیم نقشه تأثیر- روابط

گام‌های اجرای روش مذکور به شکل خلاصه در شکل ۳ ارائه شده است.

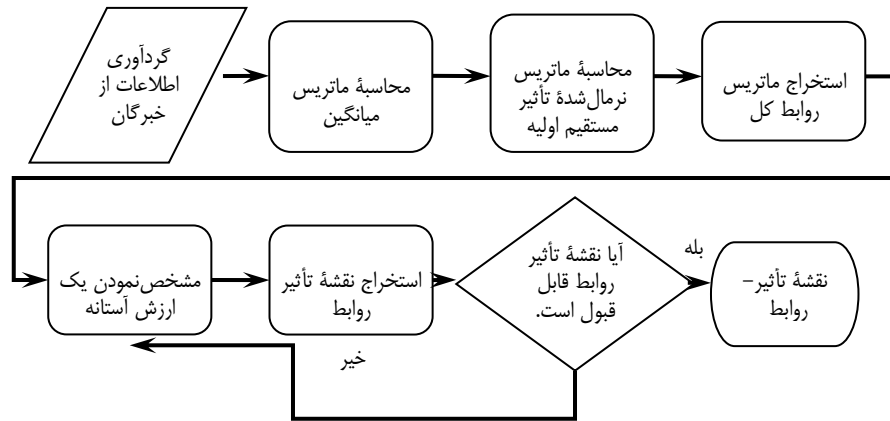
1. Holt. 1998

2. Bayazit. 2006

3. Gencer and Gürpınar. 2007

4. Network relationship map- NRM

5. Threshold value



شکل ۳. فرآیند اجرای دی‌متل - [۱۹]

تشکیل ماتریس میانگین. فرض کنید که به منظور پاسخ به یک مسئله پیچیده h متخصص در دسترس بوده و n عامل باید مد نظر قرار گیرد. امتیازهای داده شده توسط هر متخصص منجر به تشکیل یک ماتریس پاسخ غیر منفی X^k با ابعاد $n \times n$ می‌گردد که در ماتریس مذکور $1 \leq k \leq n$ خواهد بود. بنابراین X^1, X^2, \dots, X^h ماتریس‌های پاسخ h خبره بوده و هر عنصر از X^k عددی صحیح بوده که با x_{ij}^k نشان داده می‌شود. عناصر قطری تمامی ماتریس‌های پاسخ X^k تماماً معادل با صفر خواهند بود. سپس می‌توان ماتریس میانگین A با ابعاد $n \times n$ را با استفاده از میانگین ماتریس‌های امتیاز h خبره محاسبه نمود. عنصر (i, j) ماتریس A بوسیله a_{ij} نشان داده می‌شود:

$$a_{ij} = \frac{1}{h} \sum_{k=1}^h x_{ij}^k \tag{۱}$$

در عمل، از پاسخ‌دهندگان خواسته خواهد شد تا تأثیر مستقیم هر عامل بر سایر عوامل را براساس یک دامنه عدد صحیح ۰ تا ۴ را نشان دهند. امتیاز بالای یک پاسخ‌دهنده به معنای این است که بهبود بیشتر در i نیازمند بهبود j است. سپس ماتریس میانگین با استفاده از ماتریس‌های پاسخ‌دهندگان بدست می‌آید.

محاسبه ماتریس تأثیر روابط بی‌مقیاس شده اولیه. در مرحله بعد با انجام عملیات ماتریسی ساده بر روی ماتریس A ، ماتریس D را به شرح زیر محاسبه می‌نماییم. ماتریس D مساوی است با $D = S \times A$ و S به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$s = \text{Min} \left[\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right] \tag{۲}$$

به ماتریس D ماتریس روابط اولیه بی مقیاس شده می گویند. (i, j) عنصر d_{ij} نشانگر تأثیر مستقیم عامل x_i بر عامل x_j است. فرض کنید که d_i نشانگر جمع سطری سطر i ام ماتریس D باشد.

$$d_{i^{\circ}} = \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad \text{رابطه (۳)}$$

d_i نشانگر مجموع تأثیر مستقیم عامل x_i بر سایر عوامل است. فرض کنید که d_j نشان دهنده جمع ستونی ستون j ام ماتریس D باشد.

$$d_{j^{\circ}} = \sum_{i=1}^n d_{ij} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در اینجا d_j نشانگر مجموع تأثیری است که عامل x_j از سایر عوامل می پذیرد. می توان d_i و d_j را به صورت زیر بی مقیاس نمود:

$$w_i(d) = \frac{d_{i^{\circ}}}{\sum_{i=1}^n d_{i^{\circ}}} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$v_j(d) = \frac{d_{j^{\circ}}}{\sum_{j=1}^n d_{j^{\circ}}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

ماتریس D نشان دهنده تأثیر اولیه ای است که یک عامل بر سایر عوامل وارد نموده و از آنان دریافت می کند. هر عنصر از ماتریس D نشانگر یک رابطه محتوایی میان عناصر سیستم بوده و می توان آن را مبدل به یک مدل ساختاری تصویری - نقضه تأثیر - روابط - از سیستم با لحاظ روابط نمود. نقشه ترسیمی به توضیح ساختار عوامل کمک می کند.

کاهش مستمر در تأثیرات مستقیم مسائل همراه با کاهش توان ماتریس D . به عنوان مثال D^{∞}, D^3, D^2 جواب های هم گرا را در معکوس نمودن ماتریس، مشابه با فرآیند جذب در ماتریس زنجیره مارکوف، تضمین می کند. لازم به ذکر است که $\lim_{m \rightarrow \infty} D^m = [0]_{n \times n}$ در حالی که ماتریس $[0]_{n \times n}$ ماتریسی با عناصر صفر است. ماتریس روابط کل T یک ماتریس $n \times n$ بوده که می توان آن را به صورت زیر تعریف نمود:

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^{\infty} D^m &= D + D^2 + D^3 + \dots + D^m \\ &= D(I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^{m-1}) \\ &= D(I - D)^{-1}(I - D)(I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^{m-1}) \\ &= D(I - D)^{-1}(I - D^m) = D(I - D)^{-1} \end{aligned} \quad \text{رابطه (۷)}$$

در معادله فوق I ماتریس یک‌به‌یکه بوده و ماتریس T نیز ماتریس کلی روابط نامیده می‌شود. t_{ij} ، عنصر (i, j) ماتریس T ، نشان‌دهنده تأثیر مستقیم و غیرمستقیم ایجاد شده توسط عامل i بر عامل j است. همانند رابطه ۳ و ۶ می‌توان t_j ، t_i ، $w_i(t)$ و $v_j(t)$ را محاسبه نمود. ارزش آستانه را مشخص نموده و نقشه تأثیر-روابط را ترسیم نمایید: در نهایت پس از اجرای روش دی‌متل وابستگی بین سطوح مختلف معیارها استخراج می‌شود [۱۹].

فرآیند تحلیل شبکه. فرض اساسی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فرض بر استقلال معیارها است، درحالی‌که این فرض در دنیای واقعی منطقی نیست. بنابراین ساعتی (۱۹۹۶) به منظور حل مسائل دارای وابستگی و یا بازخورد میان معیارها، فرآیند تحلیل شبکه را از طریق بسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ارائه نمود [۱۹]. بنابراین پس از تعیین وابستگی‌های داخلی بین معیارها، نتایج حاصل از دی‌متل را می‌توان در روش تحلیل شبکه‌ای به منظور سنجش وابستگی و روابط بازخوردی بین معیارهای خاص مورد استفاده قرار داد [۱۹].

اجرای روش فرآیند تحلیل شبکه نیازمند اجرای ۴ گام زیر است:

۱. ساخت مدل و ساختاردهی به مسئله: در این مرحله باید مسئله را باید به‌طور شفاف بیان کرده و به یک سیستم منطقی، و به‌صورت یک شبکه تجزیه کرد. ساختار مذکور را می‌توان با استفاده از نظر تصمیم‌گیرندگان و از طریق روش‌هایی چون جلسات زایش ذهن^۱، یا دیگر روش‌های مناسب بدست آورد.

۲. تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی و بردار اولویت: در این مرحله از تصمیم‌گیرندگان در قالب یک سری مقایسات زوجی پرسیده می‌شود که دو عنصر یا دو قسمت در مقایسه با هم چه تأثیری در معیارهای بالادستی خود دارند. به‌علاوه، اگر روابط متقابلی میان عناصر یک قسمت وجود دارد، با استفاده از مقایسات زوجی و بدست آوردن بردار ویژه هر عنصر، باید میزان تأثیر دیگر عناصر روی آن نشان داده شود. اهمیت نسبی، با استفاده از یک مقایسه نسبی بدست می‌آید.^۲

۳. تشکیل سوپرماتریس: بردارهای اولویت محلی در مرحله دوم طبق شکل ۴ در مکان مناسب خود در سوپرماتریس قرار داده می‌شوند.

۴. انتخاب بهترین گزینه: در صورتی که سوپرماتریس تشکیل شده در مرحله قبلی همه شبکه را پوشش دهد، اوزان اولویت را در ستون گزینه‌ها در یک سوپرماتریس نرمال شده می‌توان یافت. از

1. Brain Storming

۲. لازم به ذکر است که در این مرحله همانند روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نرخ ناسازگاری نیز محاسبه خواهد شد.

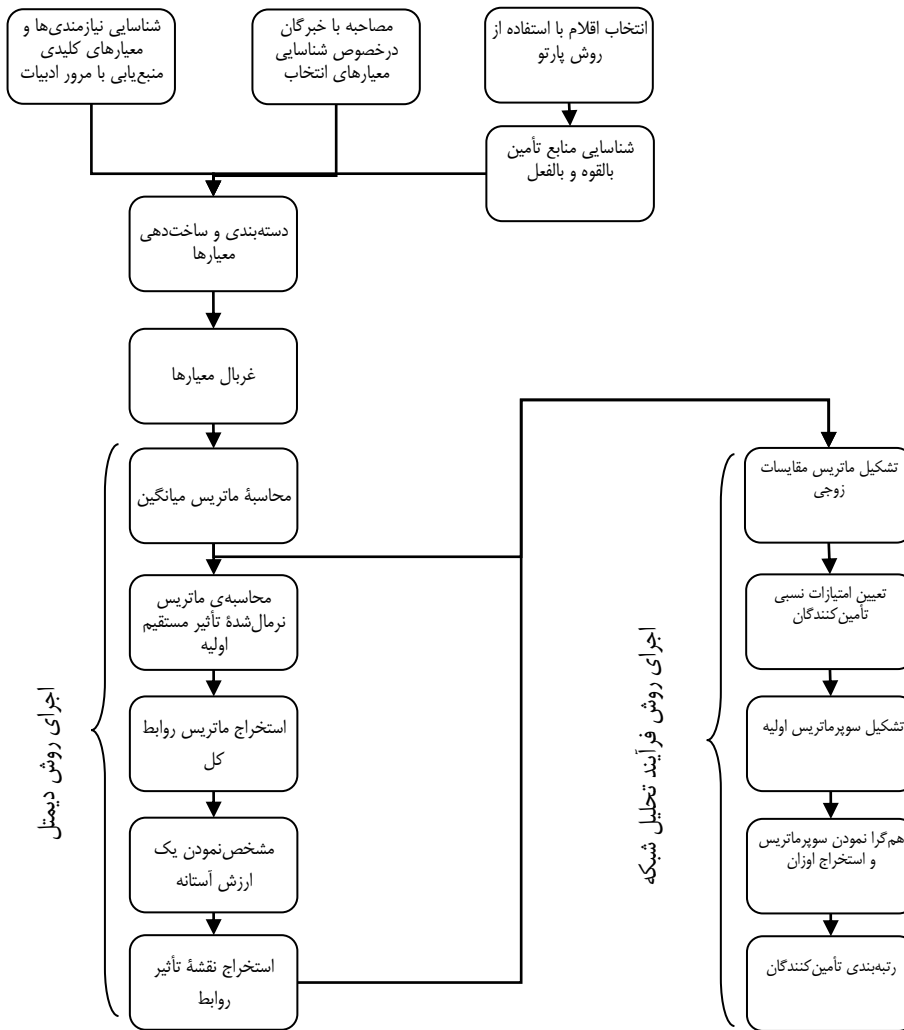
سوی دیگر، اگر یک سوپرماتریس فقط شامل قسمت های به هم مرتبط باشد، نیاز به محاسبات بیشتری برای رسیدن به اولویت های کلی گزینه ها وجود دارد. در نهایت گزینه با بزرگ ترین اولویت به عنوان اولین گزینه برتر شناخته می شود.

$$\begin{matrix}
 C_1 & & C_2 & & \dots & & C_n \\
 e_{11}e_{12} \dots e_{1n} & & e_{21}e_{22} \dots e_{2n} & & \dots & & e_{N1}e_{N2} \dots e_{Nn} \\
 \left[\begin{array}{cccc}
 W_{11} & \dots & W_{12} & \dots & W_{1N} \\
 & & & & \\
 & & & & \\
 W_{21} & \dots & W_{22} & \dots & W_{2N} \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots \\
 & & & & \\
 W_{N1} & \dots & W_{N2} & \dots & W_{NN}
 \end{array} \right]
 \begin{matrix}
 e_{11} \\
 e_{12} \\
 \vdots \\
 e_{1n} \\
 e_{21} \\
 e_{22} \\
 \vdots \\
 e_{2n} \\
 \vdots \\
 e_{N1} \\
 e_{N2} \\
 \vdots \\
 e_{Nn}
 \end{matrix}
 \begin{matrix}
 C_1 \\
 \\
 \\
 C_2 \\
 \\
 \\
 C_n \\
 \\
 \\
 \\
 \\
 \\
 \\
 \end{matrix}
 W =
 \end{matrix}$$

شکل ۴. شکل کلی یک سوپرماتریس [۵].

۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از لحاظ نوع هدف، جزو پژوهش های کاربردی به حساب می آید؛ زیرا این پژوهش تئوری های آزموده شده در جوامع دیگر را به منظور شناسایی و حل مسائل در جامعه آماری خود به کار گرفته است. این پژوهش از نظر نوع روش، توصیفی (غیرآزمایشی) است؛ یعنی هدف آن توصیف شرایط یا پدیده مورد بررسی است.



شکل ۵. روش انجام تحقیق حاضر

به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. برای مرور ادبیات و شناسایی و دسته‌بندی معیارهای اثرگذار از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. برای استخراج مقالات (و طبعا معیارها) در پایگاه‌های اطلاعاتی مطرحی چون ساینس دایکرت، امرالد اینسایت، پروکوئست، متاپرس^۱، و... با عبارات انتخاب تأمین‌کننده، و انتخاب فروشنده، با مد نظر داشتن بیشترین تکرار) جستجو شده است. عمده مقالات مرتبط در مجلاتی چون خرید و

1. Metapress

مدیریت مواد، توزیع فیزیکی و مدیریت لجستیک، مدیریت عملیات و تولید، مدیریت زنجیره تأمین، و اقتصاد تولید^۱ به چاپ رسیده‌اند. به علاوه، از مراجعی چون مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین^۲ و انجام مصاحبه با خبرگان نیز استفاده شده است. داده‌های اصلی تحقیق نیز از طریق توزیع پرسشنامه و انجام مصاحبه با خبرگان گردآوری شده است. لازم به ذکر است که جامعه آماری خبرگان بین ۲۴ تا ۴۹ نفر (بسته به مرحله انجام تحقیق) متغیر بوده است. در شکل ۵ مراحل انجام تحقیق به صورت شماتیک ارائه شده است. لازم به ذکر است که یافته‌های پژوهش (بخش بعد) براساس گام‌های انجام تحقیق ارائه شده است.

۴. یافته‌های پژوهش

همان‌طور که اشاره شد به منظور ارائه یافته‌های تحقیق از چارچوبی منطبق با بخش دوم (روش تحقیق) استفاده شده است. همان‌طور که در شکل ۵ اشاره شده است به منظور انتخاب اقلام مورد نیاز از روش پارتو^۳ استفاده شده است. علت این امر آن است که تعداد اقلامی که توسط یک شرکت خودروساز تأمین می‌شود، بیش از چند هزار عدد بوده و بنابراین تمرکز بر تمامی اقلام استراتژی مناسبی نخواهد بود.

شناسایی، دسته‌بندی و غربال معیارها. همان‌طور که اشاره شد به منظور شناسایی معیارهای اثرگذار از مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان استفاده شده است. پی از انجام این امر لیستی شامل ۳۶ معیار استخراج شده و با توجه به دسته‌بندی‌های متداول در ادبیات طبقه‌بندی شده است. سپس به منظور انتخاب معیارهای مهم پرسشنامه‌ای (مبتنی بر طیف لیکرت) تهیه و بین خبرگان توزیع گردید. برای انتخاب معیارها از روش ناپارامتری آزمون علامت یک‌نمونه‌ای (در سطح خطای ۰/۰۵ درصد استفاده شده است که آزمون فرض آن به شرح زیر بوده است:

$$\begin{cases} H_0 : \mu \leq 3 \\ H_1 : \mu > 3 \end{cases}$$

در صورتی که فرض H_0 پذیرفته شود، اهمیت معیار کمتر از حد میانگین برآورد می‌شود. بنابراین معیارهایی که آزمون فرض H_0 در خصوص آنها رد می‌شود، به عنوان معیارهای نهایی انتخاب گردیدند.

1. Production economics

2. Supply Chain Operational Reference- SCOR

۳. لازم به توضیح است که به منظور انتخاب اقلام می‌توان از ماتریس ارائه شده توسط کراچیک نیز استفاده نمود. به

منظور آشنایی با ماتریس مذکور می‌توان به [۱] مراجعه نمود.

جدول ۲. معیارهای تأثیرگذار بر انتخاب تأمین‌کننده

معیار	شاخص	نتیجه آزمون فرض	سمبول
تحویل (C ₁)	درصد سفارشات دریافت‌شده به‌صورت کامل (رعایت دقیق حجم سفارش)	✓	C ₁₁
	درصد سفارشات دریافت‌شده در زمان تعهدشده (تحویل به‌موقع)	✓	C ₁₂
	درصد سفارشات دریافت‌شده بدون آسیب ^۱	✓	C ₁₃
پاسخگویی و انعطاف‌پذیری (C ₂)	سرعت و توانایی در بازگشت و جایگزینی محصولات معیوب	✓	C ₂₁
	انعطاف‌پذیری در افزایش / کاهش سفارش ^۲	✓	C ₂₂
	زمان / هزینه تسریع محموله و پردازش انتقال ^۳	☒	-
	انعطاف‌پذیری در افزایش / کاهش در تحویل ^۴ (محموله‌ها)	✓	C ₂₃
	پاسخ به تغییرات و انعطاف‌پذیری فرآیند (انعطاف‌پذیری در برآوردن نیازمندی‌های مشتری)	☒	-
	انعطاف‌پذیری در سهمیه	✓	C ₂₄
هزینه و مالی (C ₃)	ظرفیت معکوس ^۵ یا توانایی پاسخگویی به نیازهای پیش‌بینی‌نشده	☒	-
	معیار کیفی توانایی (قدرت) و ثبات مالی شرکت تأمین‌کننده	✓	C ₃₁
	زمان و شرایط پرداخت	✓	C ₃₂
	جریمه تأخیر در پرداخت	☒	-
	روند افزایشی (کاهش) قیمت	✓	C ₃₃
دارایی و زیرساخت (C ₄)	ارائه تحلیل‌های هزینه	☒	-
	ارزبابی سیستم / گواهینامه‌های کیفیت	✓	C ₄₁
	قابلیت طراحی، توسعه، و بهبود محصول	☒	-
	استفاده از ظرفیت	✓	C ₄₂
	به‌کارگیری تجهیزات، ماشین‌آلات، و تکنیک‌های به‌روز	✓	C ₄₃
سازمان و مدیریت (C ₅)	قابلیت تولید / فرآیند	✓	C ₄₄
	تاریخچه عملکرد	✓	C ₄₅
	قراردادهای بلندمدت	☒	-
	اندازه و شهرت (اعتبار) سازمان	✓	C ₅₁
	سازماندهی	✓	C ₅₂
توانمندی (سازمانی)	چشم‌انداز مدیریت ^۶ و تناسب استراتژیک با شرکت	✓	C ₅₃
	قابلیت مذاکره	✓	C ₅₄
	تمرکز بر مشتری	☒	-
	درصد پرسنل فنی	☒	-
	تعداد کارکنان بخش کیفیت	☒	-

1. Damage free orders
2. Order increase/ decrease flexibility
3. Time/ cost for expediting delivery and transfer process
4. Upside/ downside delivery flexibility
5. Reverse Capacity
6. Management outlook

C ₅₅	✓	سطح تحصیلات و آموزش	قابلیت های فناوری اطلاعات (C ₆)
-	☒	نحوه تعامل با مشتریان (میزان رضایت مشتریان پیشین)	
C ₆₁	✓	قابلیت های تبادل الکترونیکی داده ها (جریان اطلاعات بین تامین کننده و شرکت (کیفی))	
C ₆₂	✓	میزان توانایی ها و قابلیت های تکنولوژیکی در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات (شبکه، CAD/CAM، اینترنت و...)	
C ₆₃	✓	پیگیری سفارش به صورت آنلاین	
C ₆₄	✓	قابلیت های تجارت الکترونیکی	
C ₆₅	✓	انعطاف پذیری در زیرساخت های فناوری اطلاعات و ارتباطات	

اجرای روش دیمتل. به منظور اجرای روش دیمتل از پرسشنامه استفاده شده است. در این روش از پاسخ دهندگان خواسته شده تا تأثیر یک معیار بر معیار دیگر را با استفاده از یک طیف صفر (بدون تأثیر) تا چهار (حداکثر تأثیر) اندازه گیری نمایند. با توجه به تعدد ماتریس ها در این بخش تنها ماتریس های مربوط به معیارهای اصلی ارائه شده است. در جدول ۳ ماتریس میانگین برای معیارها اصلی ارائه شده است.

جدول ۳. ماتریس میانگین معیارهای اصلی

معیارهای	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	جمع	max جمع سطر و ستون
C ₁	۰/۰	۱/۳	۳/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۰	۵/۳	۰/۰۸
C ₂	۳/۳	۰/۰	۲/۳	۰/۷	۱/۳	۲/۷	۱۰/۳	۰/۰۷
C ₃	۲/۳	۲/۰	۰/۰	۲/۰	۱/۷	۱/۳	۹/۳	S
C ₄	۳/۰	۳/۰	۲/۷	۰/۰	۱/۰	۲/۰	۱۱/۷	۰/۰۷
C ₅	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۱/۰	۰/۰	۲/۰	۱۰/۰	
C ₆	۳/۳	۳/۷	۲/۳	۱/۳	۱/۷	۰/۰	۱۲/۳	
جمع ستون	۱۴/۳	۱۲/۳	۱۳/۰	۵/۳	۶/۰	۸/۰		

در جدول ۴ ماتریس تأثیر مسقیم اولیه (D) برای معیارهای اصلی ارائه شده است.

جدول ۴. ماتریس تأثیر مستقیم اولیه برای معیارهای اصلی

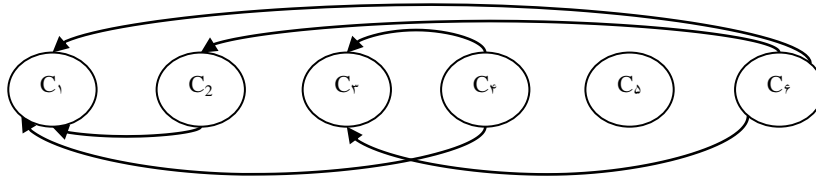
معیارهای	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	d·j	Vj(d)
C ₁	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۱۱
C ₂	۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۷۲	۰/۲۲
C ₃	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۶۵	۰/۲۰
C ₄	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۸۱	۰/۲۵
C ₅	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۷۰	۰/۲۱
C ₆	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۸۶	۰/۲۳
di	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۵۶		
Wi(d)	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۸		

در جدول ۵ ماتریس روابط کل برای معیارهای اصلی ارائه شده است.

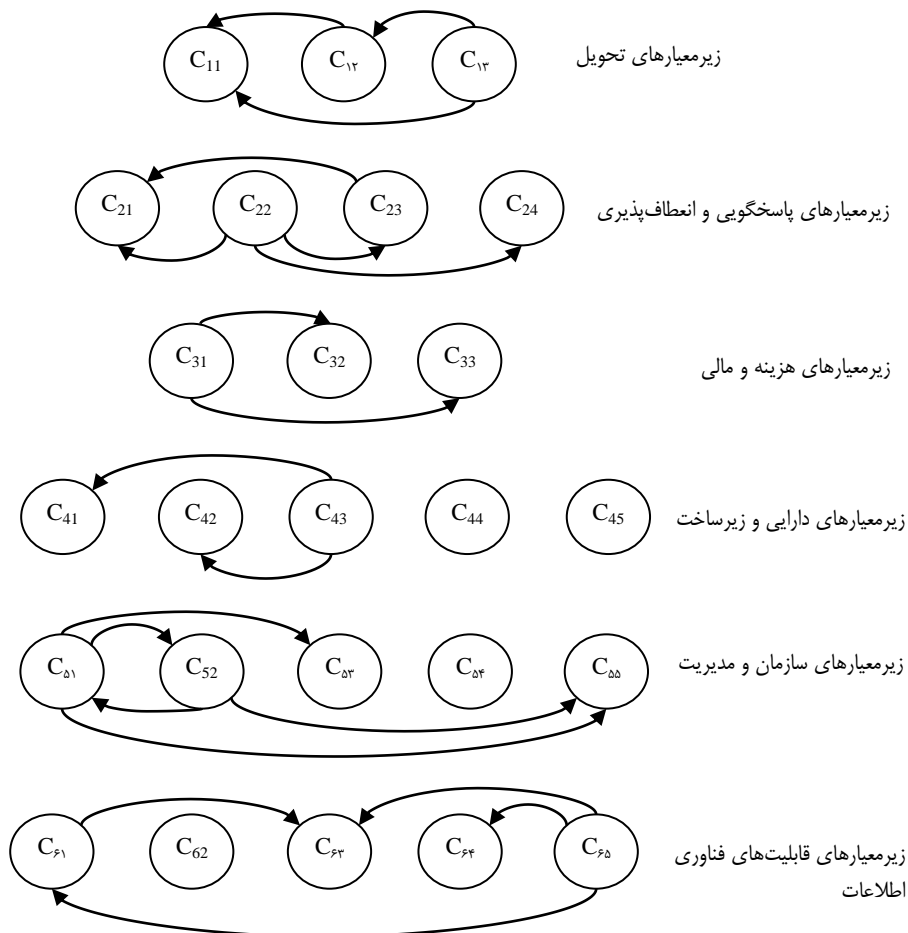
جدول ۵. ماتریس روابط کل برای معیارهای اصلی

معیارهای	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
C ₁	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
C ₂	۰/۵۳	۰/۲۸	۰/۴۶	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۳۴
C ₃	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۶
C ₄	۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۳۳
C ₅	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۳۱
C ₆	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۲۲

پس از استخراج ماتریس روابط کل برای کلیه معیارها و زیرمعیارها ارزش آستانه مشخص و نقشه تأثیر- روابط ترسیم می‌گردد. پس از انجام بررسی‌های لازم ارزش آستانه معادل با ۰/۵ انتخاب گردیده و نقشه تأثیر- روابط (وابستگی میان سطوح) ترسیم گردید (اشکال ۶ و ۷)



شکل ۶. نقشه تأثیر- روابط برای معیارهای اصلی



شکل ۷. نقشه تأثیر- روابط برای زیرمعیارها

فرآیند تحلیل شبکه. همان طور که اشاره شد در تحقیق حاضر به منظور محاسبه اوزان اهمیت معیارها و رتبه بندی گزینه ها از فرآیند تحلیل شبکه استفاده شده است. استخراج وابستگی میان سطوح در مراحل قبل و با استفاده از روش دیمتل صورت گرفت. به منظور استخراج اوزان اهمیت معیارها از پرسشنامه استاندارد فرآیند تحلیل شبکه استفاده گردید. بدین ترتیب از پرسش شوندگان خواسته شد تا بر یک مبنای مقایسات زوجی اهمیت هر معیار را نسبت به سایر معیارها امتیازدهی نمایند. این امر درخصوص وابستگی های استخراج شده از مرحله قبل (خروجی دیمتل) نیز انجام شد.

پس از اجرای دی متل و مشخص شدن روابط میان معیارها و زیرمعیارها نوبت به تشکیل

ماتریس مقایسات زوجی و بردارهای اولویت معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین‌کننده، به‌منظور محاسبه امتیازات نسبی تأمین‌کنندگان در قبال معیارهای کمی و کیفی می‌رسد. به‌منظور تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و استخراج بردار اوزان معیارها و وابستگی بین سطوح، محقق در ابتدا اقدام به طراحی و توزیع پرسشنامه «تعیین اوزان اهمیت معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار در انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای»، نمود. پس از جمع‌آوری و استخراج ماتریس‌های تصمیم مربوطه، نرخ ناسازگاری کلیه ماتریس‌ها محاسبه و ماتریس‌های ناسازگار از محاسبات حذف گردیدند. در مرحله بعد محقق اقدام به محاسبه ماتریس‌های تصمیم گروهی با استفاده از نرم‌هندسی نمود که نتایج آن برای معیارهای اصلی و یکی از وابستگی‌های مربوط به آن در جداول ۶ و ۷ ارائه شده است.^۱

جدول ۶. ماتریس تصمیم گروهی برای معیارهای اصلی تحقیق

انتخاب بهترین	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
C ₁	۱/۰۰	۴/۶۸	۰/۸۷	۳/۶۸	۴/۱۰	۱/۵۵
C ₂	۰/۲۱	۱/۰۰	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۸۷
C ₃	۱/۱۵	۴/۵۵	۱/۰۰	۴/۱۷	۴/۶۰	۱/۱۲
C ₄	۰/۳۷	۲/۳۷	۰/۲۴	۱/۰۰	۱/۳۲	۰/۷۶
C ₅	۰/۲۴	۲/۲۲	۰/۲۲	۰/۷۶	۱/۰۰	۰/۶۸
C ₆	۰/۶۵	۰/۲۲	۰/۷۶	۱/۰۰	۱/۴۷	۱/۰۰

جدول ۷. ماتریس تصمیم گروهی مربوط به وابستگی معیار تحویل

تحویل (C ₁)	C ₂	C ₄	C ₆	C ₁
C ₂	۱/۰۰	۰/۳۱	۰/۸۹	۱/۹۶
C ₄	۳/۱۷	۱/۰۰	۱/۹۶	۵/۸۰
C ₆	۱/۱۲	۰/۵۱	۱/۰۰	۴/۲۰
C ₁	۰/۵۱	۰/۱۷	۰/۲۴	۱/۰۰

سپس محقق اقدام به نرمالیزه‌نمودن ماتریس‌های تصمیم گروهی و استخراج اوزان معیارها و وابستگی بین سطوح مختلف نمود که نتایج آن برای معیارهای اصلی و یکی از وابستگی‌ها (تحویل) در جداول ۸ و ۹ ارائه شده است.

۱. علت عدم ارائه تمامی ماتریس‌ها تعداد بالای ماتریس مقایسات زوجی بوده است.

جدول ۸. ماتریس تصمیم گروهی نرمال شده و بردار وزنی آن برای معیارهای اصلی

CI	Wj	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	انتخاب بهترین تامین کننده
۰/۰۴	۰/۳۹	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۲۸	C ₁
	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶	C ₂
	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۳	C ₃
	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۰۸	C ₄
	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۰۷	C ₅
	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۱۸	C ₆

جدول ۹. ماتریس تصمیم گروهی نرمال شده و بردار وزنی وابستگی تحویل

C ₁	C ₆	C ₄	C ₂	تحویل (C ₁)
۱/۹۶	۰/۸۹	۰/۳۱	۱/۰۰	C ₂
۵/۸۰	۱/۹۶	۱/۰۰	۳/۱۷	C ₄
۴/۲۰	۱/۰۰	۰/۵۱	۱/۱۲	C ₆
۱/۰۰	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۵۱	C ₁

پس از محاسبه بردارهای وزنی معیارهای اصلی و فرعی و بردارهای وابستگی و به منظور تشکیل سوپرماتریس لازم است تا امتیازات تأمین کنندگان در قبال معیارهای کمی و کیفی شناسایی شده مشخص گردد. به منظور تعیین امتیازات تأمین کنندگان در قبال معیارهای کیفی از پرسشنامه «تعیین امتیازات تأمین کنندگان در قبال معیارهای کیفی» استفاده شده است. به همین منظور پرسشنامه طراحی شده در بین خبرگان شرکت تحت بررسی توزیع گردید. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و استخراج ماتریس‌های تصمیم، محاسبه نرخ ناسازگاری، و حذف ماتریس‌های ناسازگار، ابتدا ماتریس تصمیم گروهی با استفاده از نرم هندسی بدست آمده، سپس ماتریس حاصل نرمال شده و در نهایت بردار وزنی مربوط به امتیاز نسبی تأمین کنندگان در قبال معیارهای کیفی محاسبه گردید. در جداول ۱۰ و ۱۱ ماتریس‌های تصمیم گروهی (میانگین و نرمال شده) و بردار وزنی تأمین کنندگان در قبال معیار کیفی به کارگیری تجهیزات، ماشین‌آلات و تکنیک‌های بروز (به عنوان یک نمونه) ارائه شده است.

جدول ۱۰. ماتریس تصمیم‌گروهی برای محاسبه امتیاز تأمین‌کنندگان در قبال معیار کیفی به‌کارگیری تجهیزات، ماشین‌آلات و تکنیک‌های بروز

A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	C ₄₃
۱/۲۶	۱/۴۴	۳/۰۰	۱/۲۶	۰/۹۱	۱/۲۶	۱/۰۰	A ₁
۱/۰۰	۱/۲۶	۲/۶۲	۱/۰۰	۰/۶۳	۱/۰۰	۰/۷۹	A ₂
۱/۲۶	۱/۵۹	۲/۰۸	۱/۲۶	۱/۰۰	۱/۵۹	۱/۱۰	A ₃
۱/۰۰	۱/۲۶	۱/۵۹	۱/۰۰	۰/۷۹	۱/۰۰	۰/۷۹	A ₄
۰/۴۸	۰/۷۹	۱/۰۰	۰/۶۳	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۳۳	A ₅
۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۲۶	۰/۷۹	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۶۹	A ₆
۱/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۸	۱/۰۰	۰/۷۹	۱/۰۰	۰/۷۹	A ₇

جدول ۱۱. ماتریس تصمیم‌گروهی نرمال‌شده و بردار وزنی آن برای محاسبه امتیاز تأمین‌کنندگان در قبال معیار کیفی به‌کارگیری تجهیزات، ماشین‌آلات و تکنیک‌های بروز

CI	W _j	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	C ₄₃
	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۸	A ₁
	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	A ₂
	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۰	A ₃
۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۴	A ₄
	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۶	A ₅
	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۳	A ₆
	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۴	A ₇

به‌منظور استخراج بردارهای وزنی مربوط به معیارهای کمی مستندات مربوط به تأمین‌کنندگان بررسی و اطلاعات مورد نیاز از آنها استخراج گردید. باتوجه به کمی‌بودن این معیارها، احتیاجی به مقایسه دو به دوی آنها نبوده و برای محاسبه بردارهای وزنی مربوط به معیارهای مثبت از نرم‌ساعتی یعنی $\frac{n_{ij}}{\sum n}$ استفاده شده است. امتیازات تأمین‌کنندگان در قبال یکی از معیارهای کمی (درصد سفارشات دریافت‌شده بدون آسیب) و بردار وزنی مربوطه در جدول ۱۲ ارائه شده است.

جدول ۱۲. درصد سفارشات دریافت شده بدون آسیب و بردار وزنی مربوطه

تأمین کننده	امتیاز	بردار
A ₁	۰/۸۷	۰/۱۳
A ₂	۰/۹۹	۰/۱۵
A ₃	۱/۰۰	۰/۱۵
A ₄	۰/۹۹	۰/۱۵
A ₅	۱/۰۰	۰/۱۵
A ₆	۰/۹۹	۰/۱۵
A ₇	۰/۹۶	۰/۱۴
جمع	۶/۸۰	۱/۰۰

پس از محاسبه بردارهای وزنی معیارها و امتیازات نسبی تأمین کنندگان در قبال معیارهای کمی و کیفی نوبت به محاسبه امتیازات نهایی تأمین کنندگان می‌رسد. به منظور انجام این امر بردارهای حاصل در مراحل ذکر شده در قالب سوپر ماتریس (شکل ۸)، ترکیب و ماتریس حاصل با استفاده از نرم افزار متلب حل شده است. لازم به توضیح است که بردارهای W_{33} و W_{22} بردارهای وزنی مربوط به وابستگی‌ها بوده است.

	هدف	معیار	زیرمعیار	گزینه
هدف	I			
معیار	W_{21}	W_{22}		
زیرمعیار		W_{32}	W_{33}	
گزینه			W_{34}	I

شکل ۸. شکل کلی سوپر ماتریس مورد استفاده در تحقیق

پس از تشکیل سوپر ماتریس و همگن نمودن آن، نوبت به هم‌گرا نمودن آن و استخراج امتیازات نهایی تأمین کنندگان می‌رسد. بدین منظور سوپر ماتریس محدود شده را با استفاده از نرم افزار متلب به توان $2K + 1$ (K عددی دلخواه است) می‌رسانیم. در این تحقیق سوپر ماتریس در K معادل با ۲۴ هم‌گرا گردید. در جدول ۱۳ امتیازات نهایی تأمین کنندگان (خروجی روش تحلیل شبکه‌ای) ارائه شده است.

۱. به منظور جلوگیری از طولانی شدن مقاله، متأثر از تعداد بالای معیارها و گزینه‌ها، از ارائه محاسبات مربوطه خودداری شده و تنها شکل کلی سوپر ماتریس مورد استفاده ارائه شده است.

جدول ۱۳. امتیازات نهایی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای

رتبه	امتیاز محاسبه شده با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای	ردیف (کد تأمین‌کننده)
۱	۰/۱۹۹	۱
۲	۰/۱۸۲	۲
۴	۰/۱۳	۳
۵	۰/۱۲۵	۴
۷	۰/۰۹۹	۵
۶	۰/۱۲۵	۶
۳	۰/۱۴	۷

۵. نتیجه‌گیری

باتوجه به اینکه انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین ارکان موفقیت شرکت‌ها در دنیای کسب و کار امروز به‌شمار می‌رود، لذا لازم است تا سیستم مناسبی را به‌منظور ارزیابی و انتخاب آنان به‌کار گرفت. بررسی‌ها حاکی از آن است که انتخاب تأمین‌کنندگان مسئله‌ای چندمعیاره بوده و متأثر از عوامل مختلف و متفاوتی چون محیط صنعت، محیط فعالیت شرکت، و... است. چندین تحقیق به ماهیت چندمعیاره مسئله توجه نموده و به‌منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان از روش‌های وزن‌دهی همچون فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه استفاده نموده‌اند. مزیت‌های مدل ارائه‌شده را می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود:

۱. ارائه فهرستی جامع از معیارها و زیرمعیارهای انتخاب تأمین‌کننده؛
۲. استفاده از تکنیک دیمتل به‌منظور شناسایی روابط و وابستگی میان سطوح مختلف؛
۳. استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه؛ زیرا هم از نظر علمی یک روش شناخته‌شده و توانمند است و هم درک و کاربرد آن در عمل ساده است؛
۴. لحاظ قابلیت‌های فناوری اطلاعات، به‌عنوان یک معیار دارای اهمیت فزاینده در محیط کسب و کار امروز.

در نهایت در مقاله حاضر ۳۶ معیار در ۶ دسته تحویل، پاسخگویی و انعطاف‌پذیری، هزینه و مالی، دارایی و زیرساخت، سازمان و مدیریت و قابلیت‌های فناوری اطلاعات شناسایی شده که پس از اجرای روش ناپارامتری آزمون علامت یک‌نمونه‌ای، ۱۱ زیرمعیار، به‌دلیل اهمیت کمتر، حذف شده‌اند. نتایج حاصل از مقایسات نشانگر آن است که معیارهای هزینه و مالی (۰/۳۱)، تحویل (۰/۲۹) و قابلیت‌های فناوری اطلاعات (۰/۱۳) به‌ترتیب بیشترین میزان اهمیت را در میان معیارهای اصلی به خود اختصاص داده‌اند. معیارهای دارایی و زیرساخت (۰/۱۰)، سازمان و مدیریت (۰/۰۹) و پاسخگویی و انعطاف‌پذیری (۰/۰۷) در رده‌های بعدی جای دارند. در بین زیرمعیارهای گروه تحویل، تحویل به‌موقع (۰/۵۴) مهم‌ترین زیرمعیار بوده و درصد سفارشات

بدون آسیب (۰/۲۷) و رعایت دقیق حجم سفارش (۰/۲۰) در رتبه‌های بعدی جای دارند. در میان زیرمعیارهای گروه پاسخگویی و انعطاف‌پذیری نیز سرعت و توانایی در بازگشت و جایگزینی محصولات معیوب (۰/۲۶۵)، انعطاف‌پذیری در افزایش/ کاهش در تحویل (محموله‌ها) (۰/۲۶۳)، انعطاف‌پذیری در افزایش/ کاهش سفارش (۰/۲۵)، و انعطاف‌پذیری در سهمیه (۰/۲۲) به ترتیب بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. در میان زیر معیارهای هزینه و مالی، روند افزایشی (کاهش) قیمت (۰/۴۸)، توانایی (قدرت) و ثبات مالی شرکت تأمین کننده (۰/۳۸) و زمان و شرایط پرداخت (۰/۱۳) در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در گروه دارایی و زیرساخت نیز ارزیابی سیستم/ گواهینامه‌های کیفیت (۰/۳۹)، به کارگیری تجهیزات، ماشین‌آلات، و تکنیک‌های به‌روز (۰/۲۵)، تاریخچه عملکرد (۰/۱۷)، قابلیت تولید/ فرآیند (۰/۱۱)، و استفاده از ظرفیت (۰/۰۹) در رتبه‌های اول تا پنجم اهمیت قرار دارند. در گروه معیارهای مرتبط با سازمان و مدیریت قابلیت مذاکره (۰/۲۹)، سازماندهی (۰/۲۱)، چشم‌انداز مدیریت و تناسب استراتژیک با شرکت (۰/۲۰)، اندازه و شهرت (اعتبار) سازمان (۰/۱۵) و سطح تحصیلات و آموزش (۰/۱۵) در رده‌های اول تا پنجم بیشترین میزان اهمیت معیارها قرار دارند. در نهایت در گروه معیارهای قابلیت‌های فناوری اطلاعات، انعطاف‌پذیری در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (۰/۳۱)، قابلیت‌های تبادل الکترونیکی داده‌ها (جریان اطلاعات بین تأمین کننده و شرکت (۰/۲۶)، میزان توانایی‌ها و قابلیت‌های تکنولوژیکی در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات (۰/۲۴)، قابلیت‌های تجارت الکترونیکی (۰/۱۰)، و پیگیری سفارش به صورت آنلاین (۰/۰۸) به ترتیب بیشترین میزان اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. بدین ترتیب توصیه می‌شود سازمان‌ها و مؤسساتی که خرید در آنها نقشی اساسی ایفا می‌کند. از مدل مذکور به منظور انتخاب تأمین کنندگان خود استفاده نمایند. در نهایت به منظور جهت‌دهی پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود:

- به منظور لحاظ عدم اطمینان در تصمیم از نسخه فازی فرآیند تحلیل شبکه استفاده شود؛
- در بخش استخراج معیارها می‌توان از روش‌های آماری همچون تحلیل عاملی به منظور خوشه‌بندی آنها استفاده کرد؛
- به منظور رتبه‌بندی تأمین کنندگان از سایر روش‌های وزن‌دهی همچون ویکور، تاپسیس و... استفاده شود.

منابع

۱. حسن قلی پور، طهمورث؛ محترم قلاتی، رحیم؛ و هوشمندی ماهر، مجید (۱۳۹۱). سیستم‌های خرید و انبارداری. انتشارات نگاه دانش، تهران.
۲. رحمان سرشت، حسین؛ و افسر، امیر (۱۳۸۷). اثر تسهیم اطلاعات بر استراتژی‌های رقابتی و عملکرد زنجیره تأمین. نشریه مدیریت فناوری/اطلاعات، ۱ (۱)، ۳۷-۴۸.
۳. صفری، حسین؛ حشمتی پور، فاطمه؛ محرابی، علی؛ و نصایی، وحید رضا (۱۳۹۱). مدل‌سازی عوامل مؤثر بر به اشتراک‌گذاری اطلاعات در زنجیره تأمین شرکت ایران خودرو خراسان با استفاده از روش ترکیبی نگاشت علی و شبکه‌های بیزین. نشریه مدیریت فناوری/اطلاعات، ۴ (۱۰)، ۶۳-۹۰.
۴. محمدی، علی؛ صحراکار، مریم؛ و یزدانی، حمیدرضا (۱۳۹۰). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات بر قابلیت‌ها و عملکرد زنجیره تأمین شرکت‌های لبنیاتی استان فارس: مطالعه چندموردی. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، ۳ (۱)، ۱۷۰-۱۵۱.
۵. هوشمندی ماهر، مجید (۱۳۸۵). طراحی مدل ریاضی انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی.
6. Aissaoui, N., Haouari, M., & Hassini, E., (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Journal of Computers & Operations Research*, 34, 3516– 3540.
7. Cavinato J., & Kauffman R., (2000). *The purchasing handbook: A Guide for the Purchasing and Supply Professional*. (۶th Ed.), McGraw-Hill
8. Dickson, G.W. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Management. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
9. Ghodsypour, S.H, O'Brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *Int. J. Production Economics*, 73, 15-27.
10. Ghodsypour, S.H. (1996). A decision support system for supplier selection integrating analytical hierarchy process with operations research methods. *Thesis (Ph.D) , Univ.of Nottingham, Dept of manufacturing engineering and operations management, U.K*
11. Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection Using An integrating analytical hierarchy process and Linear Programming. *Int. Journal of Production Economics*, 196-212.
12. Ho, W.R.J., Tsai, C.L., Tzeng, G.H., & Fang, S.K. (2011). Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM. *Expert Systems with Applications: An International Journal* ,36(1), 16-25.

13. Ho, W., Xiaowei, X., & Prasanta, K. D. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202, 16-24.
14. Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling, past, present and future. *Journal of Computers & industrial engineering*, 43, 231-249.
15. Pouradab, S., Nadali, A., & Eslami, H. (2011). A Hybrid Method for Credit Risk Assessment of Bank Customers. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 2(2).
16. Qyayle, M. (2006). *Purchasing and Supply Chain Management: Strategies and Realities*. (۱th ed.), IRM Press
17. Van Weele, A. (2010). *Purchasing and supply chain management*. (۵th ed.), Cengage Learning press.
18. Weber, C.A., Current, J.R., & Benton, W.E. (1991). Vendor Selection Criteria and Methods., *European Journal of Operation Research*, 50, 2-18.
19. Wei Li, C., Tzeng, & G. H. (2009). Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall. *Expert Systems with Applications* 36, 9891-9898.
20. Zaim, S., Sevkli, M., & Tarim, M. (2003). Fuzzy Analytic Hierarchy Based Approach for Supplier Selection. *Journal of Euromarketing*, 12(3/4), 147-176.
21. Zhiming, Z., Jiasu, L., Ning, C., Kinman, T., & d Kengpo, N. (2004). Evolution of Supplier Selection Criteria and Methods. *Proceedings of the Second Globelics Conference Innovation Systems and Development Emerging Opportunities and Challenges*.