

انتخاب عوامل مؤثر بر سلسله‌مراتب خروجی‌های ساخت از شاخص‌های تعدیل یافته SCOR

سید محمد سیدحسینی (استاد)

دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران

مژده ربانی* (استادیار)

گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بزد

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، تابستان ۱۳۹۵
دوره ۱ - ۳۲، شماره ۱/۱، ص. ۱۱۳-۱۲۵، (پادداشت شفاهی)

با اعمال راهبردهای ساخت، تولید و تنظیم اهرم‌های تولیدی در بعضی از خروجی‌های ساخت هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری در بازار می‌توان شاهد برتری صنایع در بازار بود. در تحقیق حاضر با کمک شاخص‌های مرجع عملیات زنجیره‌ی تأمین (SCOR)^۱، و با استفاده از روش دلفی این راهبردها در بخش‌های زنجیره‌ی تأمین داخلی خرید، تولید و فروش طبقه‌بندی و تعدیل می‌شود. از آنجا که خروجی‌های ساخت و سلسله‌مراتب اهرم‌های تولید مؤثر بر آنها دارای اثر متقابل و دوسویه‌اند، هدف این مطالعه تشخیص مؤثرترین اهرم‌های تولیدی مرتبط با خروجی‌های ساخت است. برای برخورد با این تعاملات، از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره، آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم‌گیری (دیمتل)، و رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی با برنامه‌نویسی متلب با نظر ۳۵ نفر از خبرگان صنعتی و دانشگاهی زنجیره‌ی تأمین استفاده شد. در نتیجه، عوامل دارای بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری بر خروجی‌های ساخت هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری مستتر در زنجیره‌ی تأمین داخلی خرید، تولید و فروش -- که می‌توانند مشخص‌کننده‌ی محدوده‌ی مدل‌های سیستم‌های پویای زنجیره‌ی تأمین باشند -- انتخاب شد.

واژگان کلیدی: مرجع عملیات زنجیره‌ی تأمین (SCOR)، زنجیره‌ی تأمین داخلی، خروجی‌های ساخت، آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم‌گیری (دیمتل).

۱. مقدمه

هستند.^۴ راهبردهای ساخت شرکت ممکن است خروجی‌های ساخت را با تنظیم اهرم‌های ساخت و براساس سیستم تولیدی به معیارهای برآورده^۴ و یا برنده‌ی بازار^۵ تبدیل کنند.^۶ علی‌رغم ایستایی رویکردهای اولیه‌ی راهبرد ساخت، در تحقیقات دیگری روابط علت و معلولی و سیستم‌های پویا به منظور تکمیل مفهوم راهبرد ساخت در زنجیره‌ی تأمین ارائه شده است.^۷ چالش اصلی بررسی همزمان خروجی‌های ساخت با توجه به تعاملات بین هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری و اثرات خنثی‌کننده‌ی آنها با رویکرد پویا، یعنی با در نظر گرفتن اثر دوسویه و حلقه‌های بازخورد است. از سوی دیگر در زنجیره‌ی تأمین داخلی واحدهای خرید، تولید و فروش، عوامل و اهرم‌های ساخت بسیاری وجود دارد که با اثرات متقابل و مستقیم با وزن‌های مختلف بر خروجی‌های ساخت اثر می‌گذارند. اما مدل‌های سیستم‌های پویا به علت ازدیاد اهرم‌ها با اثرات رفت و برگشتی و دوسویه فقط توانسته‌اند اثر اهرم‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین خرید، تولید و فروش را بر یک یا دو تا از خروجی‌های ساخت پوشش دهند و از کنترل تمامی پنج خروجی ساخت هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری، نوآوری به صورت همزمان در مدل‌های پویا بازمانده‌اند. از این رو در تحقیق حاضر تلاش شده تا روشی برای استخراج مهم‌ترین عوامل و اهرم‌های ساخت

زنجیره‌ی تأمین شبکه‌یی از تسهیلات و گزینه‌های توزیع است که عهده‌دار فرایند خرید مواد اولیه، تبدیل این مواد به محصولات میانی و نهایی، و توزیع محصولات نهایی در بین مشتریان است.^۱ همچنین مدیریت زنجیره‌ی تأمین عهده‌دار برنامه‌ریزی و کنترل جریان اطلاعات و مواد، و فعالیت‌های پشتیبانی تدارکاتی در درون و بیرون کارخانه است.

مدیران زنجیره‌ی تأمین در سال ۱۹۹۶ مدل منبع عملیات زنجیره‌ی تأمین (SCOR) را برای دستیابی به عوامل استاندارد و مشترک بین شرکت‌های تأمین‌کننده، سازنده و مشتری طراحی کرده‌اند.^۲ در همین دوره مفهوم راهبرد ساخت^۳ و تولید در زنجیره‌ی تأمین نیز توسعه یافت.^۳ راهبرد ساخت نقشه‌یی است برای حرکت شرکت از جایگاه کنونی آن به موقعیت مطلوبش، و شامل بخش‌های سیستم‌های تولید، خروجی‌های ساخت^۳ -- هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری، نوآوری -- و نیز اهرم‌های ساخت -- نظیر نیروی انسانی و تسهیلات -- است. در بین اجزای راهبردی ساخت، خروجی‌ها مهم‌ترین عوامل عدم اطمینان بازار در زنجیره‌ی تأمین

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳/۸/۱۳۹۲، اصلاحیه ۱۳/۱۰/۱۳۹۳، پذیرش ۲۷/۱۰/۱۳۹۳.

مؤثر بر خروجی‌های ساخت هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری در سطح زنجیره‌ی تأمین داخلی خرید، تولید و فروش ارائه شود.

با مرور ادبیات تحقیق، نظر خبرگان زنجیره‌ی تأمین و دانشگاهی ایرانی و تعدیل مدل SCOR، عوامل و اهرم‌های ساخت جمع‌آوری شدند. از آنجا که مدل‌سازی همه‌ی این عوامل به‌صورت یکجا با روش‌های محاسباتی و شبیه‌سازی ممکن نیست، پژوهش‌های معدودی در زنجیره‌ی تأمین به جمع‌آوری چنین مجموعه‌ی پرداخته‌اند. برای اولویت‌بندی عوامل با این سطح برهمکنش کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)^۶ مناسب نیست زیرا این روش فقط به روابط یک‌سویه می‌نگرد. اولویت‌بندی عوامل به‌علت پیچیدگی‌های محاسباتی و سختی مقایسات زوجی در این سطح گسترده به روش فرایند تحلیل شبکه‌ی (ANP)^۷، که برای رفع کاستی‌های تحلیل سلسله‌مراتبی طراحی شده، نیز دشوار است. از این رو در تحقیق حاضر روش آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم‌گیری (دیمتل)^۸، که از قابلیت محاسبات ساده‌تر فرایند تحلیل شبکه‌ی برخوردار است، در همه‌ی سطوح افقی اعمال شده است. همچنین برای گزینش عوامل SCOR با بیشترین اثر علت و معلولی بر یکدیگر و بر سلسله‌مراتب خروجی‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین داخلی، از مفاهیم وزن‌های نسبی^۹ و وزن کلی^{۱۰} در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای توسعه‌ی دیمتل استفاده شده است. روش دیمتل توسعه‌یافته‌ی شیوه‌ی جدیدی برای انتخاب مهم‌ترین عوامل با روابط دوسویه و حلقه‌ی بازخوردی ارائه می‌دهد. در مدل‌های شبیه‌سازی زنجیره‌ی تأمین با عوامل متعدد درهم‌تنیده، این روش کمی پیشنهادی را می‌توان جایگزین یا مکمل روش کیفی تحلیل زمینه‌ی^{۱۱} ساخت.

در ادامه‌ی این مقاله ابتدا روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره برای مسائل پیچیده ارائه می‌شود. سپس با بررسی نظر خبرگان و تحقیقات گذشتگان، اهرم‌های ساخت SCOR مؤثر بر خروجی‌ها ساخت در زنجیره‌ی تأمین داخلی خرید، تولید و فروش برای صنایع ایرانی بومی و تعدیل می‌شود. پس از آن با معرفی متدولوژی دیمتل توسعه‌یافته در مطالعه‌ی موردی با اجرای این روش، مهم‌ترین اهرم‌های ساخت عوامل SCOR با روابط دوسویه به‌منظور استفاده در مدل‌های سیستم‌های پویای زنجیره‌ی تأمین انتخاب می‌شود.

۲. پیشینه‌ی تحقیقات درخصوص روش‌های ترکیبی در مسائل پیچیده

روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) ساعتی^{۱۲} دارای نقص بررسی رابطه‌ی یک‌طرفه و عمودی بین عوامل است. رویکرد تحلیل شبکه‌ی که برای رفع این عیب و بررسی روابط دوسویه و حلقوی ارائه شده نیز به‌علت تعدد محاسبات برای مسائل پیچیده با عوامل زیاد مشکل است. به همین منظور، روش دیمتل برای حل مسائل پیچیده براساس نظریه‌ی گراف‌ها با قابلیت‌های تحلیل شبکه‌ی در بررسی روابط دوطرفه و رفت و برگشتی همراه با محاسبات ساده‌تر پایه‌گذاری شد. ورودی دیمتل در برگرفته‌ی نظر خبرگان در مورد شدت برهمکنش عوامل به‌صورت مستقیم در قالب مقایسات زوجی می‌باشد. تعیین رابطه‌ی عوامل به‌لحاظ اثرپذیری و اثرگذاری آنها، اهمیت^{۱۳} عوامل نسبت به هم براساس شدت اثر و موقعیت^{۱۴} آن‌ها هم از نظر نفوذکننده بودن و هم از نظر تحت نفوذ واقع شدن، از خروجی‌های دیمتل است. این روابط در نقشه‌ی شبکه‌ی روابط^{۱۵} به‌صورت دیداری قابل نمایش‌اند. دیمتل هم به‌صورت مستقل هم به‌صورت ترکیبی با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره کاربرد دارد. یکی از انواع ترکیبات، ادغام دیمتل با فرایند تحلیل شبکه‌ی و ویکور^{۱۶} به‌منظور اولویت‌دهی

معیارها، وزن‌دهی به زیرمعیارها و انتخاب گزینه‌هاست.^{۹-۱۱} نوع دیگر ترکیب‌ها، ادغام دیمتل با فرایند تحلیل شبکه‌ی و برنامه‌ریزی هدف صفر و یک^{۱۷} است که امکان بهینه‌سازی تصمیمات برمیانی محدودیت‌ها را فراهم می‌آورد.^{۱۲-۱۵} در تحقیق حاضر برای انتخاب مؤثرترین متغیرهای SCOR تعدیل‌شده در سلسله‌مراتب خروجی‌های ساخت زنجیره‌ی تأمین داخلی از ترکیب دیمتل و مفاهیم اوزان نسبی و کلی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده می‌شود تا شرایط مدل‌سازی سیستم‌های پویا در زنجیره‌ی تأمین فراهم شود. از آنجا که مدل‌های پویا نیازمند انتخاب مهم‌ترین متغیرها با بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری هستند، تحقیق حاضر می‌تواند در کنار روش‌های کیفی تحقیقات زمینه‌ی در انتخاب مرز مدل‌های پویا با حلقه‌های بازخوردی مفید باشد.

۳. شناسایی عوامل و اهرم‌های ساخت مؤثر بر خروجی‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین داخلی شرکت‌ها

در این تحقیق مدل SCOR در سطح زنجیره‌ی تأمین داخلی و خارجی -- منبع اصلی متغیرها و اهرم‌های ساخت مؤثر بر خروجی‌های ساخت، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های ارتباط با تأمین‌کنندگان و مشتریان -- است.^{۱۶-۱۷} در مدل SCOR، فرایندها در گروه‌های اصلی برنامه‌ریزی، منبع‌یابی، ساخت، تحویل و برگشتی در لایه‌های سهام‌داران، سازندگان و مشتریان تقسیم‌بندی شده است. در تحقیق حاضر این عوامل در لایه‌های خرید، تولید و فروش تقسیم‌بندی شده است. همچنین در مدل SCOR، ویژگی‌های عملکردی قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، انعطاف‌پذیری، هزینه و دارایی‌ها برای طبقه‌بندی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها معرفی شده است. بر این اساس، در تحقیق حاضر از طبقه‌بندی خروجی‌های ساخت هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری استفاده شده است. از مدل SCOR همچنین در انتخاب تأمین‌کنندگان^{۱۸} و نیز در مقایسه با ابعاد فلسفه‌ی شش سیگما^{۱۹} استفاده شده است. اما تاکنون امکان استفاده از زیرمعیارهای گسترده و درهم‌تنیده‌ی SCOR در شبیه‌سازی زنجیره‌ی تأمین فراهم نبوده است. در تحقیق حاضر سعی می‌شود با انتخاب مهم‌ترین عوامل و با بیشترین اثر متقابل گامی در جهت شبیه‌سازی پویای‌های سیستم زنجیره‌ی تأمین برداشته شود.

از سوی دیگر، خروجی‌های ساخت در نقش برآورنده‌ی بازار، ضمن پوشش خروجی‌های موردانتظار مشتریان و ضروری برای رقابت در بازار، در نقش خروجی‌های برنده‌ی بازار سازندگان را متمایز می‌کنند و منجر به ساخت در سطح جهانی می‌شوند. راهبردهای ساخت برای رساندن خروجی‌های ساخت به سطوح برآورنده و برنده‌ی بازار در تعامل با اهرم‌های ساخت، سیستم تولیدی و راهبرد شرکتی‌اند.^{۲۰} اهمیت کلیدی خروجی‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین، علت انتخاب آنها در بالاترین سطح تقسیم‌بندی تحقیق حاضر است. تکنیک دیمتل توسعه یافته در این تحقیق، امکان کنترل همه‌ی خروجی‌های ساخت از طریق بررسی سناریوهای مختلف بر اهرم‌های ساخت SCOR انتخابی با بیشترین تعامل در شبیه‌سازی زنجیره‌ی تأمین را به وجود می‌آورد.

در جدول ۱ براساس تعریف‌های ارائه شده از خروجی‌های ساخت توسط میلتنبرگ^{۱۸} (۲۰۰۵)، سطح اول معیارها یعنی هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری معرفی شده است؛ همچنین سطح دوم معیارها در قالب زنجیره‌ی تأمین داخلی با ابعاد هزینه‌های خرید، تولید، فروش، کیفیت خرید، تولید و فروش؛ تحویل خرید، تولید و فروش؛ انعطاف‌پذیری خرید، تولید و فروش؛ و نوآوری خرید، تولید و

جدول ۱. سطوح اول و دوم خروجی‌های ساخت.

شماره	معیار	توضیح	زیر معیار
۱	هزینه (ه)	هزینه‌های مواد اولیه، نیروی انسانی، بالاسری و منابع دیگری که برای تولید محصول کاربرد دارد، و نهایتاً قیمت محصولی که مشتری پرداخت می‌کند.	هزینه خرید (۱ه) هزینه تولید (۲ه) هزینه فروش (۳ه)
۲	کیفیت (ک)	حیطه‌ی مواد و فعالیت‌ها مطابق با مشخصات و توقعات و میزان سخت‌گیرانه بودن حدود.	کیفیت خرید (ک۱) کیفیت تولید (ک۲) کیفیت فروش (ک۳)
۳	تحویل (ت)	زمان بین سفارش‌گذاری و تحویل به مشتریان. تعداد دفعاتی که سفارشات با تأخیر تحویل می‌شوند و مدت زمان تأخیر در هر بار دیرکرد.	تحویل خرید (ت۱) تحویل تولید (ت۲) تحویل فروش (ت۳)
۴	انعطاف‌پذیری (ا)	میزانی که حجم محصولات موجود می‌توانند در پاسخ سریع به نیازهای مشتریان کاهش یا افزایش یابند.	انعطاف‌پذیری خرید (ا۱) انعطاف‌پذیری تولید (ا۲) انعطاف‌پذیری فروش (ا۳)
۵	نوآوری (ن)	توانایی معرفی سریع محصولات جدید یا تغییر طراحی محصولات موجود.	نوآوری خرید (ن۱) نوآوری تولید (ن۲) نوآوری فروش (ن۳)

ابتدا چهار مرحله‌ی ۱ تا ۴ برای جدول خروجی‌های ساخت در سطح اول اجرا می‌شود. سپس همین چهار مرحله برای هر یک از پنج جدول در سطح دوم؛ هزینه (ه)، کیفیت (ک)، تحویل (ت)، انعطاف‌پذیری (ا)، نوآوری (ن) در واحدهای خرید، تولید و فروش انجام می‌شود. در آخرین سطح نیز این چهار مرحله برای ۱۵ جدول از متغیرهای SCOR در جداول ۲ تا ۶ محاسبه می‌شود. در شکل ۱ سلسله‌مراتب جداول دیمتل در این تحقیق نشان داده شده است.

مرحله ۱. محاسبه‌ی ماتریس میانگین اولیه. از پاسخ‌دهندگان درخواست می‌شود تا به میزان اثر مستقیم عوامل بر هم در مقایسات زوجی امتیاز دهند. این ماتریس بالا یا پایین مثلثی نیست و کامل پرمی‌شود. امتیازات در بازه صفر (بی‌اثر) تا (۱۰۰) با بیشترین تأثیر) داده می‌شود. سپس میانگین حسابی ماتریس‌های پاسخ‌دهندگان محاسبه و ماتریس A حاصل می‌شود.

مرحله ۲. محاسبه‌ی ماتریس روابط مستقیم. هر عنصر از ماتریس A در معکوس مجموع بیشترین ردیف ضرب، و ماتریس D حاصل می‌شود.

$$D = S.A, \quad S > 0 \quad (1)$$

$$\text{Or } [d_{ij}]_{n \times n} = S[a_{ij}]_{n \times n}, \quad S > 0, \quad i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

$$S = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n n_{ij} \right)} \quad (3)$$

مرحله ۳. محاسبه‌ی ماتریس اثر کل. در معادله‌ی ۴، ماتریس I یگانه با قطر ۱ و بقیه عناصر صفر است و ماتریس اثر کل T از حاصل ضرب ماتریس D در ماتریس معکوس $I - D$ محاسبه می‌شود.

$$T = D + D^2 + \dots + D^m = D(I - D)^{-1}, \quad m \rightarrow \infty \quad (4)$$

فروش گروه‌بندی شده است. در جداول ۲ تا ۶ نیز شاخص‌های زیرمعیارهای ارائه شده در جدول ۱ که منبع اصلی آنها مدل SCOR است به همراه سایر منابع‌شان -- شامل تحقیقات گذشتگان و نظر خبرگان صنعتی در زنجیره‌ی تأمین -- به تفکیک ثبت شده است.

۴. ارائه‌ی مدل پیشنهادی: توسعه‌ی دیمتل با محاسباتی

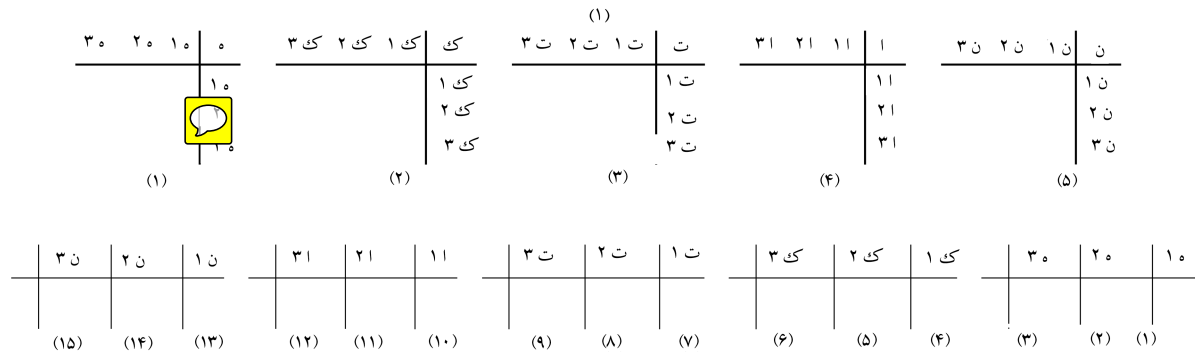
از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

در رویکرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، معیارها و زیرمعیارها به صورت مستقل و سلسله‌مراتبی بدون نگرش شبکه‌ی اولویت‌بندی، و از طریق ضرب سلسله‌مراتبی معیارها از بالا به پایین آخرین سطح اولویت‌ها محاسبه می‌شود. در تحقیق حاضر به منظور انتخاب متغیرهای SCOR که در زنجیره‌ی تأمین بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری را بر هم دارند، ابتدا وزن هر سطح از عوامل تحت عنوان مجموع اثرگذاری و اثرپذیری متغیرها در هر سطح افقی به روش دیمتل محاسبه می‌شود و در مرحله‌ی بعد، اولویت متغیرها در آخرین سطح از حاصل ضرب مجموع اثرات در سطوح بالاتر از بالا به پایین محاسبه می‌شود. در نهایت با تعیین آستانه توسط خبرگان، مؤثرترین عوامل SCOR و مهم‌ترین اهرم‌های ساخت روی خروجی‌ها در راهبردهای ساخت زنجیره‌ی تأمین داخلی مشخص می‌شوند. تفاوت نحوه‌ی استفاده از آستانه در تحقیق حاضر و روش اصلی دیمتل این است که در دیمتل، از مقدار آستانه به منظور کاهش برهمکنش‌های زاید، یعنی حذف متغیرها با کم‌ترین اثرات کل، و در نتیجه برای رسم ساده‌تر نقشه‌ی روابط شبکه استفاده می‌شود ولی در این تحقیق، آستانه با هدف حذف متغیرها با کم‌ترین اثرگذاری و اثرپذیری کلی از بین انبوهی از متغیرها و در نتیجه انتخاب مؤثرترین متغیرها اعمال می‌شود. انحراف معیار امتیازات به دست آمده از خبرگان نیز برای بررسی روایی داده‌های ورودی محاسبه می‌شود که پایین بودن و نزدیکی آن به صفر مؤید روایی داده‌ها خواهد بود. به منظور استفاده از روش دیمتل توسعه‌ی یافته،

جدول ۲. سطح آخر عوامل scor در سلسله مراتب خروجی ساخت هزینه.

منابع	شاخص‌ها	زیر معیار
[۲۰]	ه. نگه‌داری موجودی مواد اولیه (۱-۱۰) قیمت مواد اولیه (۲-۱۰)	
[۲۵-۲۱]	ه. سفارش‌دهی (آزمون و حمل و نقل مواد اولیه) (۳-۱۰) ه. نیروی انسانی خرید (۴-۱۰) ه. مرتبط با گواهی‌نامه‌ی تضمین کیفیت در واحد خرید (۵-۱۰) ه. خرید اینترنتی (۶-۱۰) ه. ارزیابی و ارتقای تأمین‌کنندگان (۷-۱۰) ه. برون‌سپاری تدارک مواد اولیه (۸-۱۰) بهای تمام شده مواد اولیه (۹-۱۰)	۱۰
[۲۸-۲۶٫۵]	ه. دوباره‌کاری ضایعات (۱-۲۰)	
[۲۹-۲۷٫۲۰٫۵]	ه. نگه‌داری موجودی مواد حین تولید (۲-۲۰) ه. نگه‌داری محصولات برگشتی (۳-۲۰)	
[۲۶]	ه. تعمیرات ماشین‌آلات و وسایط نقلیه (۴-۲۰) ه. اجرای طرح توسعه تکنولوژی (۵-۲۰)	
[۳۰]	ه. تحقیقات واحد تحقیق و توسعه (۶-۲۰) ه. طراحی محصول (۷-۲۰)	
[۲۳]	ه. حمل و نقل درون کارخانه‌یی (۸-۲۰) ه. نیروی انسانی تولید (۹-۲۰)	۲۰
[۳۱]	ه. سیستم اطلاعات مدیریت (۱۰-۲۰) ه. گواهی‌نامه تضمین کیفیت (۱۱-۲۰)	
[۳۲]	ه. برون‌سپاری تولید (۱۲-۲۰)	
[۳۴]	ه. بسته‌بندی (۱۳-۲۰)	
[۲۶]	ه. آزمایش محصول (۱۴-۲۰)	
[۳۶-۳۴٫۲۸٫۲۷٫۲۴٫۵]	ه. تولید محصول (۱۵-۲۰)	
	ه. واریانسی (۱-۳۰) ه. نیروی انسانی فروش (۲-۳۰)	
[۳۹-۳۳٫۲۹٫۲۷٫۲۴-۲۲٫۵]	ه. نگه‌داری موجودی محصول نهایی (۳-۳۰)	
[۳۰]	ه. تحقیقات بازاریابی (۴-۳۰)	
[۳۷]	ه. فروش (آزمون و حمل و نقل خروجی بیرونی) (۵-۳۰)	
[۳۲]	تخفیف (۶-۳۰) ه. تبلیغات (۷-۳۰) ه. شرکت در نمایشگاه‌ها (۸-۳۰) ه. خدمات پس از فروش (۹-۳۰) سود مورد انتظار (۱۰-۳۰)	۳۰
[۴۱٫۳۷٫۳۵٫۲۸]	ه. جریمه دیرکرد (۱۱-۳۰)	
[۳۶]	ه. برون‌سپاری شبکه توزیع (۱۲-۳۰) ه. فروش اینترنتی (۱۳-۳۰) ه. گواهی‌نامه تضمین کیفیت (۱۴-۳۰)	
[۴۳٫۴۲٫۳۶٫۳۰٫۲۴٫۲۳]	قیمت محصول نهایی خرده‌فروشی (۱۵-۳۰)	

خروجیهای ساخت	۰	۱	۲	۳
۰	۱	۲	۳	۴



شکل ۱. سلسله مراتب شاخص‌ها در ۲۱ ماتریس.

مرحله ۴. محاسبه‌ی اهمیت و موقعیت (رابطه). بردارهای r و c مجموع سطری و ستونی ماتریس T هستند. مجموع این دو بردار اهمیت و اولویت متغیرها را از نظر شدت اثرگذاری و اثرپذیری نشان می‌دهد و تفاضل این دو بردار موقعیت و نوع رابطه‌ی آنها را مشخص می‌کند؛ به طوری که مثبت بودن مقدار تفاضل نشان‌دهنده‌ی اثرگذاری و منفی بودن آن نشان‌دهنده‌ی اثرپذیری آن متغیر در نقشه‌ی شبکه‌ی روابط خواهد بود.

$$T = [t_{ij}], \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$r = [r_i]_{n \times 1} = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)'_{n \times 1} \quad (6)$$

$$c = [c_j]_{1 \times n} = \left(\sum_{i=1}^n t_{ij} \right)'_{1 \times n} \quad (7)$$

برنامه‌نویسی متلب برای این مراحل از معادله‌ی ۸ تا ۱۱ در ضمیمه آورده شده است. در روش دیمتل توسعه‌یافته، در تحقیق حاضر ابتدا اهمیت «مجموع سطری و ستونی متغیرها در ماتریس اثرکل» برای هر سطح از خروجی‌های ساخت به جای اولویت نسبی در تحلیل سلسله‌مراتبی می‌نشیند؛ سپس از حاصل ضرب این اولویت‌ها به صورت سلسله‌مراتبی -- یعنی حاصل ضرب اولویت هر سطح در اولویت‌های سطح قبلی‌اش، اولویت کلی برای متغیرها در پایین‌ترین سطح شاخص‌ها مشخص می‌شود. دیدگاه‌های متفاوتی برای انتخاب میزان آستانه وجود دارد. مثلاً می‌توان کمینه - بیشینه‌ی وزن‌های کلی را به عنوان آستانه پذیرفت یا وزن‌های کلی را نرمال کرد و ۲۰٪ از متغیرهایی که ۸۰٪ وزن را به خود تخصیص داده‌اند طبق قاعده‌ی پارتو انتخاب کرد. از طرف دیگر می‌توان قواعد کمینه - بیشینه یا پارتو را به جای استفاده برای همه‌ی ۱۵ جدول آخرین سطح خروجی‌های ساخت، برای هر یک از ۳ جدول از ۵ زیرگروه هزینه (۱-۱۵) تا (۱۵-۳)، کیفیت (۱-۱) تا (۷-۳)، تحویل (۱-۱) تا (۳-۳)، انعطاف‌پذیری (۱-۱۱) تا (۳-۳۱) و نوآوری (۱-۱) تا (۳-۱) در اعمال کرد و

جدول ۳. سطح آخر عوامل scor در سلسله‌مراتب خروجی ساخت کیفیت.

زیر معیار	شاخص‌ها	منابع
۱ک	آزمایش مواد اولیه (ک-۱)	[۵]
	آزمایش قطعات یدکی (ک-۱)	[۲۰]
	موجودی قطعات یدکی (ک-۱)	[۲۰]
	کار بر روی گواهینامه تضمین کیفیت (ک-۱)	[۲۰]
	ارزیابی تأمین‌کنندگان (ک-۱)	[۲۰]
	ارتقای تأمین‌کنندگان (ک-۱)	[۲۰]
۲ک	کیفیت مواد اولیه برون‌سپاری شده (ک-۱)	[۲۶, ۲۴, ۲۳]
	درصد ضایعات مواد اولیه (ک-۱)	[۲۶, ۲۶, ۵]
	آزمایش محصولات در حین تولید (ک-۲)	[۲۶, ۲۶, ۵]
	درصد دوباره‌کاری (ک-۲)	[۲۶, ۲۶, ۵]
	نگه‌داری و تعمیرات ماشین‌آلات (ک-۲)	[۲۶, ۲۶, ۵]
	کار بر روی گواهینامه تضمین کیفیت (ک-۲)	[۲۰]
۳ک	اندازه‌گیری کیفیت زیست‌محیطی (ک-۲)	[۲۰]
	طراحی تولید (ک-۲)	[۲۰]
	کیفیت محصول برون‌سپاری شده (ک-۲)	[۲۰]
	کیفیت بسته‌بندی (ک-۲)	[۲۰]
	موجودی محصولات برگشتی (ک-۲)	[۲۰]
	خدمات پس از فروش (ک-۳)	[۲۵]
به‌کارگیری سیستم مدیریت ارتباط با مشتریان (ک-۳)	کار بر روی گواهینامه تضمین کیفیت (ک-۳)	[۲۵]
	تبلیغات (ک-۳)	[۲۵]
	درصد برگشتی‌ها (ک-۳)	[۲۵]
	رسیدگی به شکایات مشتریان (ک-۳)	[۲۵]
	به‌کارگیری سیستم مدیریت ارتباط با مشتریان (ک-۳)	[۲۶]
	کیفیت محصول خرده‌فروشان (ک-۳)	[۲۶]

جدول ۴. سطح آخر عوامل scor در سلسله‌مراتب خروجی ساخت تحویل.

منابع	شاخص‌ها	زیر معیار
[۴۸,۴۷,۲۹,۸]	موجودی مواد اولیه (ت-۱-۱)	۱ ت
[۸]	پیش‌بینی تقاضا (ت-۱-۲)	
	ظرفیت تأمین‌کنندگان (ت-۱-۳)	
	زمان جایگزینی قطعات یدکی (ت-۱-۴)	
	زمان جایگزینی مواد اولیه (ت-۱-۵)	
[۳۲]	کمبود مواد اولیه (ت-۱-۶)	
[۴۹]	خرید اینترنتی (ت-۱-۷)	
	زمان تحویل مواد اولیه برون‌سپاری به انبار مواد اولیه (ت-۱-۸)	
[۵۲-۵۰,۴۷,۲۹,۲۱]	زمان خرید مواد اولیه (سفارش، تحویل و حمل بیرونی) (ت-۱-۹)	
[۳۸,۳۷,۳۵,۲۹,۸,۷,۵]	موجودی مواد حین تولید (ت-۲-۱)	۲ ت
[۳۵,۲۹,۵]	زمان سیکل تولید (راه‌اندازی، تولید، حمل و نقل داخلی) (ت-۲-۲)	
[۵۳,۴۱,۳۴,۱۸,۸,۷]	مقدار سفارشات عقب افتاده از برنامه‌ی تولید (ت-۲-۳)	
	مدت زمان تحویل محصول برون‌سپاری به انبار (ت-۲-۴)	
[۴۶]	سیستم اطلاعات مدیریت (ت-۲-۵)	
	زمان بسته‌بندی (ت-۲-۶)	
[۴۸,۳۸,۳۵,۲۹,۸,۷,۵]	موجودی محصول نهایی (ت-۳-۱)	۳ ت
	کمبود محصول نهایی در زمان تحویل (ت-۳-۲)	
[۴۹]	فروش اینترنتی (ت-۳-۳)	
[۵۰,۳۷,۳۴,۲۲,۱۵]	زمان تحویل محصول عمده فروشان (تحویل و حمل خارجی) (ت-۳-۴)	
	زمان تحویل محصول خرده فروشان (تحویل و حمل خارجی) (ت-۳-۵)	

جدول ۶. سطح آخر عوامل scor در سلسله‌مراتب خروجی ساخت نوآوری.

منابع	شاخص‌ها	زیر معیار
[۵۷-۵۵,۲۸]	آموزش نیروی انسانی خرید (ن-۱-۱)	۱ ن
[۵۸]	تنوع مواد اولیه (ن-۱-۲)	
	تعداد نیروی انسانی متخصص خرید (ن-۱-۳)	
	آزمایش مواد اولیه گوناگون (ن-۱-۴)	
	تنوع جایگزین برای مواد اولیه (ن-۱-۵)	
[۵]	زمان طراحی محصول جدید (ن-۲-۱)	۲ ن
[۵۷-۵۵,۲۸,۵]	آموزش نیروی انسانی تولید (ن-۲-۲)	
[۲۸]	تحقیقات واحد تحقیق و توسعه (ن-۲-۳)	
[۵۷]	اجرای طرح توسعه تکنولوژی تولید (ن-۲-۴)	
	درصد محصولات جدید (ن-۲-۵)	
[۵۷]	تعداد نیروی انسانی متخصص تولید (ن-۲-۶)	
	آموزش نیروی انسانی فروش (ن-۳-۱)	۳ ن
	تعداد نیروی انسانی متخصص فروش (ن-۳-۲)	
[۳۹]	تحقیقات بازاریابی (ن-۳-۳)	

جدول ۵. سطح آخر عوامل scor در سلسله‌مراتب خروجی ساخت انعطاف‌پذیری.

منابع	شاخص‌ها	زیر معیار
	برون‌سپاری تدارک مواد اولیه (۱-۱۱)	۱۱
[۵۱]	تعداد تأمین‌کنندگان (۲-۱۱)	
[۵۱]	تعداد پرسنل خرید (۳-۱۱)	
[۵۴,۳۴]	ظرفیت تأمین‌کنندگان (۴-۱۱)	
	تنوع جایگزین برای قطعات یدکی (۵-۱۱)	
[۵۱]	توان تغییر حجم مواد اولیه (۶-۱۱)	
[۴۳,۵]	حداقل حجم تولید (۱-۲۱)	۲۱
[۴۹]	ظرفیت تولید (۲-۲۱)	
[۵۲,۲۱]	اندازه دسته‌های تولید (۳-۲۱)	
	اضافه‌کاری تولید (۴-۲۱)	
[۳۲]	برون‌سپاری تولید محصول (۵-۲۱)	۲۱
[۴۲]	سطح اتوماسیون ماشین‌آلات تولید (۶-۲۱)	
[۵۱]	تعداد پرسنل تولید (۷-۲۱)	
	توان تغییر حجم تولید (۸-۲۱)	
[۳۵]	برون‌سپاری فروش (۱-۳۱)	۳۱
[۵۱]	تعداد پرسنل فروش (۲-۳۱)	
	توان بستن قرار داد با حجم‌های مختلف (۳-۳۱)	

جدول ۷. ماتریس متوسط اولیه.

خروجی‌های ساخت	ه	ک	ت	ا	ن
هزینه (ه)	۰	۶۰	۳۰	۲۵	۲۰
کیفیت (ک)	۸۰	۰	۴۰	۲۰	۲۰
تحويل (ت)	۵۰	۵۰	۰	۳۰	۲۰
انعطاف‌پذیری (ا)	۳۰	۳۰	۵۰	۰	۳۰
نوآوری (ن)	۵۰	۳۰	۵۰	۴۰	۰

جدول ۸. ماتریس اثرات مستقیم.

خروجی‌های ساخت	ه	ک	ت	ا	ن
هزینه (ه)	۰	۰٫۳۵۲	۰٫۱۷۶	۰٫۱۴۷	۰٫۱۱۷
کیفیت (ک)	۰٫۴۷	۰	۰٫۲۳۵	۰٫۱۱۷	۰٫۱۱۷
تحويل (ت)	۰٫۲۹۴	۰٫۲۹۴	۰	۰٫۱۷۶	۰٫۱۱۷
انعطاف‌پذیری (ا)	۰٫۱۷۶	۰٫۱۷۶	۰٫۲۹۴	۰	۰٫۱۷۶
نوآوری (ن)	۰٫۲۹۴	۰٫۱۷۶	۰٫۲۹۴	۰٫۲۳۵	۰

جدول ۹. ماتریس اثرات کل.

خروجی‌های ساخت	ه	ک	ت	ا	ن
هزینه (ه)	۱٫۶۵۸۱	۱٫۶۹۶۲	۱٫۴۳۰۵	۱٫۰۴۶۵	۰٫۸۶۵۲
کیفیت (ک)	۲٫۱۹۷۶	۱٫۶۲۵	۱٫۶۲۴۶	۱٫۱۴۴۷	۰٫۹۶۰۵
تحويل (ت)	۲٫۰۰۹۹	۱٫۷۷۵	۱٫۳۸۱۱	۱٫۱۴۲۷	۰٫۹۲۷۱
انعطاف‌پذیری (ا)	۱٫۸۳۵	۱٫۶۱۳۵	۱٫۵۵۲۳	۰٫۹۵۳۱	۰٫۹۳۳
نوآوری (ن)	۲٫۱۹۲۵	۱٫۸۶۳۸	۱٫۷۷۳	۱٫۳۰۵۵	۰٫۹۱۶۲

جدول ۱۰. محاسبه اهمیت و موقعیت متغیرها.

خروجی‌های ساخت	مجموع سطری (۱)	مجموع ستونی (۱)	اهمیت (۲+۱)	موقعیت (۲-۱)
هزینه (ه)	۶٫۶۹۶۵	۹٫۸۹۳۱	۱۶٫۵۸۹۷	-۳٫۱۹۶۶
کیفیت (ک)	۷٫۵۵۲۴	۸٫۵۷۳۵	۱۶٫۱۲۵۹	-۱٫۰۲۱۱
تحويل (ت)	۷٫۲۳۵۷	۷٫۷۶۱۵	۱۴٫۹۹۷۳	-۰٫۵۲۵۸
انعطاف‌پذیری (ا)	۶٫۸۸۷	۵٫۵۹۲۵	۱۲٫۴۷۹۵	۱٫۲۹۴۵
نوآوری (ن)	۸٫۰۵۱	۴٫۶۰۲	۱۲٫۶۵۳	۳٫۴۴۹

عناصر اهمیت در این تحقیق در نقش اولویت‌های نسبی در جدول ۱۱ آمده است. به‌عنوان مثال، مقادیری که زیرشان خط کشیده شده از جدول ۱۰ وارد جدول ۱۱ شده‌اند. با تکرار این مراحل ۴ تا برای ۲۰ ماتریس باقی‌مانده، جدول ۱۱ که نشان‌دهنده اولویت‌های نسبی است، تکمیل می‌شود.

جدول ۱۲ مرحله‌بی از الگوریتم دیمتل توسعه‌یافته است که از رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی برای تبدیل اولویت‌های نسبی به اولویت‌های کلی بهره می‌گیرد. به‌عنوان مثال برای محاسبه‌ی وزن کلی ک-۱-۲ در جدول ۱۲، باید وزن‌های نسبی ک، ک-۱ و ک-۲ از جدول ۱۱ در هم ضرب شوند. در نهایت با نظر خبرگان عدد ۱۷۶۰ به‌عنوان آستانه انتخاب شده است. متغیرهای جدول ۱۲ که مقدار وزن کلی آنها بزرگ‌تر یا مساوی ۱۷۶۰ هستند، به‌عنوان مهم‌ترین عوامل SCOR تعدیل‌یافته و

آستانه‌های متفاوتی را برای هر یک از ۵ زیرگروه استفاده کرد. در این صورت می‌توان از همه‌ی واحدها برای همه‌ی خروجی‌های ساخت گزینه‌ی انتخابی داشت. همچنین به‌منظور کاهش سعی و خطا در انتخاب آستانه، الگوریتم پیشینه متوسط آنتروپی^{۱۹} ارائه شده است.^[۵۸] در اینجا متغیرها با اولویت کلی بزرگ‌تر یا مساوی آستانه پس از تعیین آستانه توسط خبرگان به‌عنوان مؤثرترین متغیرهای SCOR تعدیل‌یافته برای صنایع ایرانی در سلسله‌مراتب خروجی‌های ساخت زنجیره‌ی تأمین خرید، تولید و فروش انتخاب می‌شود.

۵. مطالعه‌ی موردی: انتخاب مؤثرترین عوامل SCOR و

اهرم‌های ساخت در راهبردهای زنجیره‌ی تأمین داخلی

شرکت‌های ایرانی

زنجیره‌ی تأمین به‌صورت همزمان با مجموعه عوامل در هم تنیده سرکار دارد. در تحقیق حاضر نیز خروجی‌های ساخت هزینه، کیفیت، تحويل، انعطاف‌پذیری و نوآوری در زنجیره‌ی تأمین داخلی شرکت‌ها (یعنی واحدهای خرید، تولید و فروش با مجموعه‌ی گسترده از عوامل) با پویایی و پیچیدگی زیاد مواجه‌اند. به‌همین دلیل مدل‌سازی پویایی‌های سیستم برای آنها دشوار خواهد بود. برای حل این مسئله از روش دیمتل، که قابلیت بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم و کلی عوامل بر هم را در شبکه‌ی از روابط دارد، به‌منظور انتخاب مهم‌ترین متغیرهای SCOR و اهرم‌های ساخت از لحاظ شدت اثرگذاری و اثرپذیری‌شان بر یکدیگر استفاده شده است. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها، با ۳۵ نفر از مدیران زنجیره‌ی تأمین صنایع در ایران مصاحبه شد. ابتدا جدول‌های شکل ۱، با متغیرهای جدول‌های ۱ تا ۶ برای دیمتل طراحی شدند. سپس این جداول طی دو مصاحبه‌ی ۳ ساعته در دو روز -- یعنی مجموعاً ۶ ساعت -- پر شد. جمع‌آوری داده‌ها ۲ ماه طول کشید. در بین ۳۵ نفر، ۵ نفر علاوه بر مدیریت زنجیره‌ی تأمین دارای سابقه‌ی دانشگاهی (حداقل استادیاری) نیز بوده‌اند. برای بررسی روایی داده‌های ورودی، انحراف معیار امتیازات به دست آمده از نظر خبرگان محاسبه شد که نزدیکی اعداد این شاخص به صفر، مؤید روایی و اعتبار داده‌های جمع‌آوری شده بود.

در این تحقیق، ۲۱ ماتریس متوسط اولیه با توجه به تقسیمات سلسله‌مراتبی شکل ۱ وجود دارد که هر یک از میانگین حسابی ۳۵ ماتریس به دست آمده است. بنابراین مراحل ۱ تا ۴ باید ۲۱ دفعه تکرار شود. در اینجا برای نمونه محاسبات مربوط به اولین ماتریس، یعنی ماتریس مربوط به اثرات مستقیم اجزای خروجی‌های ساخت آورده شده تا روند به‌دست آوردن اولویت‌های نسبی برای ۲۰ ماتریس دیگر نیز مشخص شود.

در جدول ۷، ماتریس متوسط اولیه مربوط به مرحله‌ی اول، از میانگین حسابی ۳۵ ماتریس محاسبه شده است. در مرحله‌ی دوم، ماتریس جدول ۷ طبق معادله‌های ۱ تا ۳ نرمال می‌شود و جدول ۸ یعنی ماتریس اثرات مستقیم حاصل می‌شود. در مرحله‌ی سوم با استفاده از معادله‌ی ۴ ماتریس اثرات کل ایجاد می‌شود (جدول ۹). در آخرین مرحله، یعنی در جدول ۱۰، با بهره‌گیری از معادلات ۶ و ۷ و به‌کمک جمع آنها اهمیت متغیرها تعیین می‌شود؛ تفاضل معادلات نیز موقعیت متغیرها را محاسبه می‌کند. عناصر موجود در ستون اهمیت در جدول ۱۰ تعیین‌کننده‌ی اولویت متغیرهای هزینه، کیفیت، تحويل، انعطاف‌پذیری و نوآوری از نظر مجموع شدت اثرگذاری و اثرپذیری‌شان است.

جدول ۱۱. اولویت‌ها و وزن‌های نسبی.

شخص	اثر	شخص	اثر	شخص	اثر	شخص	اثر	شخص	اثر
۰	۱۶,۵۸۹۷	ک	۱۶,۱۲۵۹	ت	۱۴,۹۹۷۳	ا	۱۲,۴۷۹۵	ن	۱۲,۶۵۳
۱۰	۱۵,۵۵۰۴	۱ک	۱۶,۱۴۹	۱ت	۱۴,۲۸۶۵	۱ا	۱۵,۷۶۱۲	۱ن	۱۰,۷۶۴۴
۲۰	۱۷,۰۱۸	۲ک	۱۸,۵۱۳۲	۲ت	۱۴,۵۸۸۱	۲ا	۱۶,۷۱۶۴	۲ن	۱۲,۴۱۸۵
۳۰	۱۷,۲۰۱۴	۳ک	۱۶,۷۷۴۸	۳ت	۱۲,۷۷۸۵	۳ا	۱۵,۱۹۴	۳ن	۱۱,۲۳۳۱
۱-۱۰	۵,۶۴۳۸	۱-۱ک	۸,۸۶۲۵	۱-۱ت	۱۶,۱۰۲۵	۱-۱ا	۵,۸۵۸۶	۱-۱ن	۱۲,۰۱۰۷
۲-۱۰	۶,۲۰۱۲	۲-۱ک	۵,۷۵۴۳	۲-۱ت	۱۲,۷۵۱۲	۲-۱ا	۶,۱۹۷۸	۲-۱ن	۱۳,۱۳۳۷
۳-۱۰	۶,۵۵۴۷	۳-۱ک	۳,۸۹۷۴	۳-۱ت	۱۰,۲۰۹۹	۳-۱ا	۳,۹۳۵۷	۳-۱ن	۱۰,۴۹۶۴
۴-۱۰	۵,۱۵۴۴	۴-۱ک	۶,۷۰۴۸	۴-۱ت	۶,۴۴۹۵	۴-۱ا	۵,۵۳۰۹	۴-۱ن	۱۴,۰۴۷۳
۵-۱۰	۲,۹۴۹۸	۵-۱ک	۹,۴۷۵۱	۵-۱ت	۱۳,۶۳۶۱	۵-۱ا	۴,۸۶۰۶	۵-۱ن	۱۴,۸۶۰۸
۶-۱۰	۴,۷۰۰۱	۶-۱ک	۹,۰۸۷	۶-۱ت	۱۶,۴۶۹۱	۶-۱ا	۵,۹۵۸۶	۶-۱ن	۱۴,۱۲۹۳
۷-۱۰	۵,۱۴۵۵	۷-۱ک	۸,۴۱۷۲	۷-۱ت	۷,۳۴۰۸	۷-۱ا	۸,۹۶۸۶	۷-۱ن	۱۵,۲۶۱۷
۸-۱۰	۶,۴۴۸۸	۸-۱ک	۸,۸۶۲۱	۸-۱ت	۱۲,۲۶۲۵	۸-۱ا	۸,۸۴۸۵	۸-۱ن	۱۶,۱۳۴۶
۹-۱۰	۶,۹۴۵۱	۱-۲ک	۶,۵۵۸۷	۹-۱ت	۱۴,۸۳۶۳	۳-۲ا	۷,۵۴۲۸	۴-۲ن	۱۶,۳۵۹
۱-۲۰	۷,۱۷۴۱	۲-۲ک	۶,۰۱۰۸	۱-۲ت	۹,۴۶۹۳	۴-۲ا	۷,۲۵۷۳	۵-۲ن	۱۷,۰۱۸۱
۲-۲۰	۵,۰۶۵۲	۳-۲ک	۴,۵۳۰۲	۲-۲ت	۹,۰۹۱۴	۵-۲ا	۸,۲۲۷۶	۶-۲ن	۱۵,۱۴۹۲
۳-۲۰	۵,۶۵۱۳	۴-۲ک	۴,۵۱۵۹	۳-۲ت	۹,۴۲۷۲	۶-۲ا	۷,۶۲۹۹	۱-۳ن	۸,۹۵۶۱
۴-۲۰	۵,۲۱۵	۵-۲ک	۳,۹۰۰۳	۴-۲ت	۶,۵۶۱۵	۷-۲ا	۷,۵۵۵	۲-۳ن	۸,۵۹۶۷
۵-۲۰	۵,۹۴۸۶	۶-۲ک	۵,۱۵۰۹	۵-۲ت	۶,۴۰۳۵	۸-۲ا	۸,۷۵۵۳	۳-۳ن	۷,۶۵۶۷
۶-۲۰	۶,۴۱۹۴	۷-۲ک	۴,۳۲۷۸	۶-۲ت	۵,۳۹۴۷	۱-۳ا	۵,۸۶۸۸		
۷-۲۰	۶,۱۹۹۴	۸-۲ک	۳,۱۴۸	۱-۳ت	۵,۳۵۹۹	۲-۳ا	۴,۷۳		
۸-۲۰	۵,۰۵۲۳	۹-۲ک	۶,۰۲۴	۲-۳ت	۴,۹۹۶۵	۳-۳ا	۴,۹۹۶۵		
۹-۲۰	۶,۴۲۲۴	۱-۳ک	۱۷,۹۷۹	۳-۳ت	۳,۲۴۵۷				
۱۰-۲۰	۳,۸۱۹۲	۲-۳ک	۱۱,۷۱۵۵	۴-۳ت	۴,۳۶۸۵				
۱۱-۲۰	۴,۱۸۷۳	۳-۳ک	۱۳,۰۲۶	۵-۳ت	۴,۱۵۱۶				
۱۲-۲۰	۶,۰۷۱۳	۴-۳ک	۱۷,۲۹۷۲						
۱۳-۲۰	۳,۹۶۹۷	۵-۳ک	۱۹,۳۶۸۵						
۱۴-۲۰	۵,۹۹۴۷	۶-۳ک	۱۶,۸۰۶۲						
۱۵-۲۰	۷,۵۸۴	۷-۳ک	۱۴,۷۹۵۸						
۱-۳۰	۹,۰۶۰۹								
۲-۳۰	۹,۱۰۰۷								
۳-۳۰	۸,۸۶۶۲								
۴-۳۰	۸,۲۱۶۷								
۵-۳۰	۱۱,۰۰۶۶								
۶-۳۰	۸,۴۶۳۲								
۷-۳۰	۹,۷۷۴۶								
۸-۳۰	۸,۷۶۹۷								
۹-۳۰	۹,۸۱۰۱								
۱۰-۳۰	۱۲,۰۶۱۸								
۱۱-۳۰	۶,۹۴۱۴								
۱۲-۳۰	۸,۷۸۲۸								
۱۳-۳۰	۷,۹۳۴۶								
۱۴-۳۰	۵,۵۱۲۶								
۱۵-۳۰	۸,۴۰۰۲								

جدول ۱۲. اولویت‌ها و وزن‌های کلی.

شاخص	اثر	شاخص	اثر	شاخص	اثر	شاخص	اثر	شاخص	اثر
۱-۱۰	۱۴۵۶	۱-۱ک*	۲۳۰۷,۹	۱-۱ت*	۳۴۵۰,۱	۱-۱ا	۱۱۵۲,۳	ن-۱	۱۶۳۵,۹
۲-۱۰	۱۵۹۹,۸	۲-۱ک	۱۴۹۸,۵	۲-۱ت*	۲۷۳۲,۱	۲-۱ا	۱۲۱۹,۱	ن-۱*	۱۷۸۸,۸
۳-۱۰	۱۶۹۱	۳-۱ک	۱۰۱۴,۹	۳-۱ت*	۲۱۸۷,۶	۳-۱ا	۷۷۴,۱	ن-۱*	۱۴۲۹,۶
۴-۱۰	۱۳۲۹,۷	۴-۱ک	۱۷۴۶	۴-۱ت	۱۳۸۱,۹	۴-۱ا	۱۰۸۷,۹	ن-۱*	۱۹۱۳,۳
۵-۱۰	۷۶۱	۵-۱ک*	۲۴۶۷,۵	۵-۱ت*	۲۹۲۱,۷	۵-۱ا	۹۵۶	ن-۱*	۲۰۲۴,۱
۶-۱۰	۱۲۱۲,۷	۶-۱ک*	۲۳۶۶,۴	۶-۱ت*	۳۵۲۸,۷	۶-۱ا	۱۱۷۱,۷	ن-۲*	۲۲۲۰,۲
۷-۱۰	۱۳۲۷,۴	۷-۱ک*	۲۱۹۲	۷-۱ت	۱۵۷۲,۸	۷-۱ا	۱۸۷۱	ن-۲*	۲۳۹۸,۱
۸-۱۰	۱۶۶۳,۶	۸-۱ک*	۲۳۰۷,۸	۸-۱ت*	۲۶۲۷,۴	۸-۱ا	۱۸۴۵,۹	ن-۲*	۲۵۳۵,۳
۹-۱۰*	۱۷۹۱,۷	۱-۲ک*	۱۹۵۸	۹-۱ت*	۳۱۷۸,۸	۳-۲ا	۱۵۷۳,۵	ن-۲*	۲۵۷۰,۵
۱-۲۰*	۲۰۲۵,۴	۲-۲ک*	۱۷۹۴,۵	۱-۲ت*	۲۰۷۱,۷	۴-۲ا	۱۵۱۴	ن-۲*	۲۶۷۴,۱
۲-۲۰	۱۴۳۰	۳-۲ک	۱۳۵۲,۵	۲-۲ت*	۱۹۸۹	۵-۲ا	۱۷۱۶,۴	ن-۲*	۲۳۸۰,۴
۳-۲۰	۱۵۹۵,۵	۴-۲ک	۱۳۴۸,۲	۳-۲ت*	۲۰۶۲,۵	۶-۲ا	۱۵۹۱,۷	ن-۳	۱۲۷۳
۴-۲۰	۱۴۷۲,۳	۵-۲ک	۱۱۶۴,۴	۴-۲ت	۱۴۳۵,۵	۷-۲ا	۱۵۷۶,۱	ن-۳	۱۲۲۱,۹
۵-۲۰	۱۶۷۹,۴	۶-۲ک	۱۵۳۷,۸	۵-۲ت	۱۴۰۱	۸-۲ا	۱۸۲۶,۵	ن-۳	۱۰۸۸,۳
۶-۲۰*	۱۸۱۲,۳	۷-۲ک	۱۲۹۲	۶-۲ت	۱۱۸۰,۳	۱-۳ا	۱۱۱۲,۸		
۷-۲۰	۱۷۵۰,۲	۸-۲ک	۹۳۹,۸	۱-۳ت	۱۰۲۷,۲	۲-۳ا	۸۹۶,۹		
۸-۲۰	۱۴۲۶,۴	۹-۲ک*	۱۷۹۸,۴	۲-۳ت	۹۵۷,۵	۳-۳ا	۹۴۷,۴		
۹-۲۰*	۱۸۱۳,۲	۱-۳ک*	۴۸۶۳,۵	۳-۳ت	۶۲۲				
۱۰-۲۰	۱۰۷۸,۲	۲-۳ک*	۳۱۶۹,۱	۴-۳ت	۸۳۷,۲				
۱۱-۲۰	۱۱۸۲,۲	۳-۳ک*	۳۵۲۳,۶	۵-۳ت	۷۹۵,۶				
۱۲-۲۰	۱۷۱۴,۱	۴-۳ک*	۴۶۷۹						
۱۳-۲۰	۱۱۲۰,۷	۵-۳ک*	۵۲۳۹,۳						
۱۴-۲۰	۱۶۹۲,۴	۶-۳ک*	۴۵۴۶,۲						
۱۵-۲۰*	۲۱۴۱,۱	۷-۳ک*	۴۰۰۲,۴						
۱-۳۰*	۲۵۸۵,۷								
۲-۳۰*	۲۵۹۷								
۳-۳۰*	۲۵۳۰,۱								
۴-۳۰*	۲۳۴۴,۸								
۵-۳۰*	۳۱۴۰,۹								
۶-۳۰*	۲۴۱۵,۱								
۷-۳۰*	۲۷۸۹,۳								
۸-۳۰*	۲۵۰۲,۶								
۹-۳۰*	۲۷۹۹,۵								
۱۰-۳۰*	۳۴۴۲								
۱۱-۳۰*	۱۹۸۰,۸								
۱۲-۳۰*	۲۵۰۶,۳								
۱۳-۳۰*	۲۲۶۴,۳								
۱۴-۳۰	۱۵۷۳,۱								
۱۵-۳۰*	۲۳۹۷,۱								

* متغیرها با وزن کلی بزرگ‌تر یا مساوی آستانه با مقدار ۱۷۶۰ است.

اهرم‌های ساخت مؤثر بر سلسله‌مراتب خروجی‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین داخلی انتخاب می‌شود. این متغیرها به صورت ستاره دار در جدول ۱۲ مشخص شده است.

۶. نتیجه‌گیری

در این تحقیق به منظور کاهش پیچیدگی ناشی از مدیریت تعداد زیادی از متغیرها، الگوریتمی برای انتخاب متغیرها ارائه شده است. روش دیمتل توسعه‌یافته با انتخاب تعداد محدودی از متغیرهای مؤثر بر خروجی‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین داخلی می‌تواند به تحلیل برهمکنش‌های آنها در شبیه‌سازی دقیق‌تر سناریوها کمک کند. به این ترتیب که مجموع اثرات گذاشته شده و پذیرفته شده (اهمیت)، در نقش اولویت نسبی در هر سطح از سلسله‌مراتب عوامل خروجی‌های ساخت عمل می‌کنند. سپس از دیدگاه تحلیل سلسله‌مراتبی برای محاسبه‌ی اولویت کلی در متغیرهای پایین‌ترین سطوح استفاده می‌شود. روش دیمتل توسعه‌یافته برای انتخاب متغیرها با اثر متقابل و دوطرفه بر روش تحلیل سلسله‌مراتبی که در آن ارتباطات یک‌سویه مد نظر قرار می‌گیرد ارجح است. همچنین به‌عمل چرخه‌ی محاسبات کم‌تر نسبت به تحلیل شبکه‌ی، که برای روابط رفت و برگشتی طراحی شده این روش مناسب‌تر است.^{[۹]، [۱۱]}

کاهش تعداد متغیرها البته با فرض عدم وابستگی بین متغیرها به روش‌های آماری خوشه‌سازی و تحلیل عاملی تأییدی نیز امکان‌پذیر است.^[۵] اما این روش‌های آماری هم به دلیل وابستگی و همبستگی عوامل SCOR در زنجیره‌ی تأمین، و هم به‌خاطر نیاز به حجم بالایی از خبرگان برای این تحقیق کارایی ندارد.

روش دیمتل توسعه‌یافته برای مسائل بسیار پیچیده که سطوح عمودی افقی و شبکه‌ی از روابط درهم تنیده دارند همچون خروجی‌های ساخت پنجگانه و عناصر SCOR و اهرم‌های ساخت مؤثر بر آنها در زنجیره‌ی تأمین کاربرد دارد. این روش کمی می‌تواند در کنار روش کیفی تحلیل زمینه‌ی به‌عنوان پیشنهاد سازنده ساخت مهم‌ترین متغیرهای درونی و بیرونی مدل‌های پویایی سیستم در مسائل پیچیده استفاده شود.

در این تحقیق در بالاترین سطح معیارها در جدول ۱۱، خروجی ساخت هزینه بالاترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را داشته و خروجی ساخت کیفیت نیز با فاصله‌ی کمی از آن در صدر اولویت‌ها قرار دارد. پس از آن خروجی ساخت تحویل و در نهایت خروجی‌های ساخت نوآوری و انعطاف‌پذیری از مهم‌ترین معیارها محسوب شده‌اند. برای انتخاب متغیرها با آستانه‌ی ۱۷۶۰ در پایین‌ترین سطح جدول ۱۲ از عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت مؤثر بر خروجی ساخت هزینه در واحد خرید (بهای تمام شده‌ی مواد اولیه)، واحد تولید (به ترتیب هزینه‌های تولید محصول، دوباره‌کاری ضایعات، نیروی انسانی تولید، تحقیقات واحد تحقیق و توسعه)، و واحد فروش (به ترتیب هزینه‌های سود مورد انتظار، فروش شامل آزمایش و حمل و نقل خروجی بیرونی، خدمات پس از فروش، تبلیغات، نیروی انسانی فروش، واریاتی، نگهداری موجودی محصول نهایی، برون‌سپاری شبکه‌ی توزیع، شرکت در نمایشگاه‌ها، تخفیف، قیمت محصول نهایی خرده‌فروشی، تحقیقات بازاریابی، فروش اینترنتی و جریمه‌ی دیرکرد) انتخاب شده است. از عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت مرتبط با خروجی ساخت کیفیت در واحد خرید عوامل ارزیابی تأمین‌کنندگان، ارتقای تأمین‌کنندگان، آزمایش مواد اولیه، درصد ضایعات مواد اولیه،

کیفیت مواد اولیه‌ی برون‌سپاری شده؛ در واحد تولید عوامل آزمایش محصولات در حین تولید، موجودی محصولات برگشتی، درصد دوباره‌کاری؛ و در واحد فروش عوامل رسیدگی به شکایات مشتریان، خدمات پس از فروش، درصد برگشتی‌ها، کاربرد سیستم مدیریت ارتباط با مشتریان و کیفیت محصول خرده‌فروشان ارجحیت داشته‌اند. از عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت خروجی تحویل در بخش خرید به ترتیب کمبود مواد اولیه، موجودی مواد اولیه، زمان خرید مواد اولیه (شامل سفارش، تحویل، حمل بیرونی)، زمان جایگزینی مواد اولیه، پیش‌بینی تقاضا، زمان تحویل مواد اولیه‌ی برون‌سپاری به انبار مواد اولیه؛ و در بخش تولید به ترتیب موجودی مواد حین تولید، مقدار سفارشات عقب‌افتاده از برنامه‌ی تولید و زمان چرخه‌ی تولید (راه‌اندازی، تولید، حمل و نقل داخلی) انتخاب شده است. در زمینه‌ی عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت مرتبط با تحویل در بخش فروش هیچ انتخابی صورت نگرفته است. از عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت خروجی ساخت انعطاف‌پذیری در واحدهای خرید و فروش گزینه‌ی انتخاب نشده ولی در واحد تولید به ترتیب عوامل کمینه حجم تولید، ظرفیت تولید و توان تغییر حجم تولید بیشترین عامل را داشته‌اند. از عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت خروجی ساخت نوآوری در واحد خرید به ترتیب تنوع جایگزین برای مواد اولیه، تنوع مواد اولیه؛ و در واحد تولید به ترتیب درصد محصولات جدید، اجرای طرح توسعه فناوری تولید، تحقیقات واحد تحقیق و توسعه، آموزش نیروی انسانی تولید، تعداد نیروی انسانی متخصص تولید و زمان طراحی محصول جدید برگزیده شده ولی در واحد فروش هیچ عاملی انتخاب نشده است. این‌ها مهم‌ترین عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت بومی شده‌ی صنایع ایرانی است که با توجه به شدت برهمکنش (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری) آنها بر هم و بر خروجی‌های ساخت توسط متخصصین زنجیره‌ی تأمین شرکت‌های ایرانی اولویت‌بندی شده‌اند.

در تفسیر کاربردی نتایج می‌توان گفت هزینه و کیفیت از نظر مدیران زنجیره‌ی تأمین شرکت‌های ایرانی مؤثرترین عوامل در بالاترین سطح خروجی‌های ساخت شناخته شده‌اند. درحالی که نوآوری و انعطاف‌پذیری که در جهان رقابتی شرط بقا شرکت‌های توسعه‌یافته است در ایران پایین‌ترین اولویت را دارند. این نوع امتیازدهی نشان می‌دهد که شرکت‌های ایرانی هنوز در مرحله‌ی نوزادی از رشد سازمانی قرار دارند و مدیران صنعت هنوز چالش‌های رقابت در بازار آزاد را درک نکرده‌اند. همچنین تحلیل عوامل SCOR و اهرم‌های ساخت مؤثر بر خروجی‌های ساخت در پایین‌ترین سطح نشان می‌دهد که فناوری تبادل داده‌های الکتریکی و در کنار آن خرید و فروش اینترنتی، که در زمان تحویل در زنجیره‌ی تأمین شرکت‌های تولیدی در کلاس جهانی و کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین نقش اساسی دارد، از نظر مدیران ایرانی اولویت نداشته، و فقط هزینه‌ی فروش اینترنتی -- آن هم در پایین‌ترین اولویت -- انتخاب شده، و این نشان‌گر ضرورت نهادینه کردن و آموزش چنین فناوری‌هایی را به مدیران شرکت‌های ایرانی برای بهبود مدیریت خروجی‌های ساخت در زنجیره‌ی تأمین داخلی خرید، تولید و فروش است.

تحقیق حاضر با در نظر گرفتن اثرات غیر قابل چشم‌پوشی مستقیم، غیرمستقیم، تعاملات و وابستگی متغیرها در زنجیره‌ی تأمین از دیمتل توسعه‌یافته استفاده کرده است. در تحقیقات آینده می‌توان با توجه به مبهم بودن نظرات مدیران از دیمتل فازی روش برش α برای آستانه کمک گرفت. همچنین می‌توان به جای استفاده محض از نظر خبرگان از روش‌های کمینه - بیشینه یا قاعده‌ی پارتو برای تعیین آستانه استفاده کرد.

پانوشتها

1. supply chain operations reference model (SCOR)
2. manufacturing strategy
3. manufacturing outputs
4. market qualifying
5. market winner
6. analytic hierarchical process (AHP)
7. analytic network process (ANP)
8. decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL)
9. local priority
10. overall priority
11. grounded theory
12. saaty
13. prominence
14. position
15. network relation map (NRM)
16. Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)
17. zero-one goal programming (ZOGA)
18. Miltenburg
19. maximam mean de- entropy algorithm

(References) منابع

1. Shapiro, J.F., *Modeling the Supply Chain*, Duxbury Press, Pacific Grove (2000).
2. Handfield, R.B. and Nichols Jr, E.L., *Supply Chain Redesign: Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems*, Prentice Hall (2002).
3. Gillyard, A.E., *The Relationships Among Supply Chain Characteristics, Logistics and Manufacturing Strategies, and Performance*, Doctoral Dissertation, The Ohio State University (2003).
4. Das, S.K. and Abdel-Malek, L. "Modeling the flexibility of order quantities and lead-times in supply Chains", *Int. J. Production Economics*, **85**, pp. 171-181 (2003).
5. Miltenburg, J., *Manufacturing Strategy*, Second ed., Productivity Press, New York (2005).
6. Miltenburg, J. "Setting manufacturing strategy for a factory-within-a-factory", *Int. J. Production Economics*, **113**, pp. 307-323 (2008).
7. Campuzano, F. and Mula, J., *Supply Chain Simulation: A System Dynamics Approach for Improving Performance*, Springer-Verlag, London Limited (2011).
8. Sterman, J.D., *Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Irwin McGraw-Hill (2000).
9. Huang, C.-Y., Cheng, Y.-L. and Tzeng, G.-H. "Multiple generation product life cycle based marketing promotion mix strategy definitions by hybrid MCDM methods", *International Journal of Information Systems for Logistics and Management*, **6**(1), pp. 55-71 (2010).
10. Kao-Yi, S. and Min-Ren, Y. "A hybrid value investing method for the evaluation of banking stocks", *International Journal of Trade, Economics and Finance*, **1**(3), pp. 277-282 (2010).
11. Lee, W.S., Tzeng, G.H. and Cheng, C.-M. "Using novel MCDM methods based on fama-french three-factor model for probing the stock selection", *APIEMS2009*, Kitakyushu, pp. 1460-1474 (14-16 Dec. 2009).
12. Buyukozkan, G. and Berkol, C. "Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment", *Expert Systems with Applications*, **38**(11), pp. 13731-13748 (2011).
13. Liou, J.H. and Chuang, Y.T. "A hybrid model for selection of an outsourcing provider", *Expert Systems with Applications*, **37**(5), pp. 3755-3761 (2010).
14. Tsai, W.-H. and Kuo, H.-C. "Entrepreneurship policy evaluation and decision analysis for SMEs", *Expert Systems with Applications*, **38**(7), pp. 8343-8351 (2011).
15. Wang, Y.-L. and Tzeng, G.-H. "Brand marketing for creating brand value based on a MCDM model combining DEMATEL with ANP and VIKOR methods", *Expert Systems with Applications*, **39**(5), pp. 5600-5615 (2012).
16. Bolstorff, P. and Rosenbaum, R., *Supply Chain Excellence: A Handbook for Dramatic Improvement Using the SCOR Model*, Second ed., American Management Association, New York (2007).
17. Cohen, S. and Roussel, J., *Strategic Supply Chain Management: The Five Disciplines for Top Performance*, McGraw-Hill, United States of America (2005).
18. Wang, G., Huang, S.H. and Dismukes, J.P. "Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology", *Int. J. Production Economics*, **91**, pp. 1-15 (2004).
19. Yeung, W.-K., Choi, T.M. and Cheng, T.C.E. "Supply chain scheduling and coordination with dual delivery modes and inventory storage cost", *Int. J. Production Economics*, **132**, pp. 223-229 (2011).
20. Das, K. "Integrating effective flexibility measures into a strategic supply chain planning model", *European Journal of Operational Research*, **211**, pp. 170-183 (2011).
21. Farahani, R.Z. and Elahipanah, M. "A genetic algorithm to optimize the total cost and service level for just-in-time distribution in a supply chain", *Int. J. Production Economics*, **111**, pp. 229-243 (2008).
22. Franca, R.B., Jones, E.C., Richards, C.N. and Carlson, J.P. "Multi-objective stochastic supply chain modeling to evaluate trade offs between profit and quality", *Int. J. Production Economics*, **127**, pp. 292-299 (2010).
23. Sana, S.S. "A production-inventory model of imperfect quality products in a three-layer supply chain", *Decision Support Systems*, **50**, pp. 539-547 (2011).
24. Zhang, Y. and Xia, G. "Short-run cost-based pricing model for a supply chain network", *Int. J. Production Economics*, **128**, pp. 167-174 (2010).

25. Castillo-Villar, K.K., Smith, N.R. and Simonton, J.L. "A model for supply chain design considering the cost of quality", *Applied Mathematical Modeling*, **36**(12), pp. 5920-5935 (2012).
26. El Saadany, A.M.A. and Jaber, M.Y. "Coordinating a two-level supply chain with production interruptions to restore process quality", *Computers & Industrial Engineering*, **54**, pp. 95-109 (2008).
27. Markard, J. and Truffer, B. "Innovation processes in large technical systems: Market liberalization as a driver for radical change?", *Research Policy*, **35**, pp. 609-625 (2006).
28. Osman, H. and Demirli, K. "Economic lot and delivery scheduling problem for multi-stage supply chains", *Int. J. Production Economics*, **136**, pp. 275-286 (2012).
29. Matsui, K. "Cost-based transfer pricing under R&D risk aversion in an integrated supply chain", *Int. J. Production Economics*, **139**, pp. 69-79 (2012).
30. Schober, F. and Gebauer, J. "How much to spend on flexibility? Determining the value of information system flexibility", *Decision Support Systems*, **51**, pp. 638-647 (2011).
31. Benaroch, M., Webster, S. and Kazaz, B. "Impact of sourcing flexibility on the outsourcing of services under demand uncertainty", *European Journal of Operational Research*, **219**, pp. 272-283 (2012).
32. Sachan, A., Sahay, B.S. and Sharma, D. "Developing Indian grain supply chain cost model: A system dynamics approach", *International Journal of Productivity and Performance Management*, **54**(3), pp. 187-205 (2005).
33. Chan, H.K. and Chan, F.T.S. "Comparative study of adaptability and flexibility in distributed manufacturing supply chains", *Decision Support Systems*, **48**, pp. 331-341 (2010).
34. Takahashi, K., Aoi, T., Hirotani, D. and Morikawa, K. "Inventory control in a two-echelon dual-channel supply chain with setup of production and delivery", *Int. J. Production Economics*, **133**, pp. 403-415 (2011).
35. Tsao, Y.-C. and Sheen, G.-J. "A multi-item supply chain with credit periods and weight freight cost discounts", *Int. J. Production Economics*, **135**, pp. 106-115 (2012).
36. Duc, T.T.H., Luong, H.T. and Kim, Y.-D. "Effect of the third-party warehouse on bullwhip effect and inventory cost in supply chains", *Int. J. Production Economics*, **124**, pp. 395-407 (2010).
37. Wang, S. and Sarker, B.H. "An assembly-type supply chain system controlled by kanbans under a just-in-time delivery policy", *European Journal of Operational Research*, **162**, pp. 153-172 (2005).
38. Bello, D.C., Lohtia, R. and Sangtani, V. "An institutional analysis of supply chain innovations in global marketing channels", *Industrial Marketing Management*, **33**, pp. 57-64 (2004).
39. Sroufe, R. and Curkovic, S. "An examination of ISO 9000:2000 and supply chain quality assurance", *Journal of Operations Management*, **26**, pp. 503-520 (2008).
40. Tannrisever, F., Morrice, D. and Morton, D. "Managing capacity flexibility in make-to-order production environments", *European Journal of Operational Research*, **216**, pp. 334-345 (2012).
41. Fernandes, R., Gouveia, J.B. and Pinho, C. "Product mix strategy and manufacturing flexibility", *Journal of Manufacturing Systems*, **31**, pp. 301-311 (2012).
42. Kesen, S.E., Kanchanapiboon, A. and Das, S.K. "Evaluating supply chain flexibility with order quantity constraints and lost sales", *Int. J. Production Economics*, **126**, pp. 181-188 (2010).
43. Zhang, G.B., Ran, Y. and Ren, X.L. "Study on product quality tracing technology in supply chain", *Computers & Industrial Engineering*, **60**, pp. 863-871 (2011).
44. Rigopoulou, I.D., Lymperopoulos, C. and Siomkos, G.I. "After-sales service quality as an antecedent of customer satisfaction: The case of electronic appliances", *Managing Service Quality*, **18**(5), pp. 512-527 (2008).
45. Bhatt, G., Emdad, A., Roberts, N. and Grover, V. "Building and leveraging information in dynamic environments: The role of it infrastructure flexibility as enabler of organizational responsiveness and competitive advantage", *Information & Management*, **47**, pp. 341-349 (2010).
46. Pundoor, G. and Chen, Z.-L. "Joint cyclic production and delivery scheduling in a two-stage supply chain", *Int. J. Production Economics*, **119**, pp. 55-74 (2009).
47. Rodriguez, M.A. and Vecchietti, A. "Inventory and delivery optimization under seasonal demand in the supply chain", *Computers and Chemical Engineering*, **34**, pp. 1705-1718 (2010).
48. Chan, C.K. and Kingsman, B.G. "Coordination in a single-vendor multi-buyer supply chain by synchronizing delivery and production cycles", *Transportation Research Part E*, **43**, pp. 90-111 (2007).
49. Garg, D., Narahari, Y. and Viswanadham, N. "Achieving sharp deliveries in supply chains through variance pool allocation", *European Journal of Operational Research*, **171**, pp. 227-254 (2006).
50. Merschmann, U. and Thonemann, U.W. "Supply chain flexibility, uncertainty and firm performance: An empirical analysis of german manufacturing firms", *Int. J. Production Economics*, **130**, pp. 43-53 (2011).
51. Van Nieuwenhuyse, I. and Vandaele, N. "The impact of delivery lot splitting on delivery reliability in a two-stage supply chain", *Int. J. Production Economics*, **104**, pp. 694-708 (2006).
52. Schutz, P. and Tomasgard, A. "The impact of flexibility on operational supply chain planning", *Int. J. Production Economics*, **134**, pp. 300-311 (2011).

53. Amid, A., Ghodsypour, S.H. and O'Brien, C. "A weighted additive fuzzy multi objective model for the supplier selection problem under price breaks in a supply chain", *Int. J. Production Economics*, **121**, pp. 323-332 (2009).
54. Craighead, C.W., Hult, G.T.M. and Ketchen Jr., D.J. "The effects of innovation-cost strategy, knowledge, and action in the supply chain on firm performance", *Journal of Operations Management*, **27**, pp. 405-421 (2009).
55. Santos-Vijande, M.L., López-Sanche, J.A. and Trespalcios, J.A. "How organizational learning affects a firm's flexibility, competitive strategy, and performance", *Journal of Business Research*, **65**, pp. 1079-1089 (2012).
56. Ulusoy, G. "An assessment of supply chain and innovation management practices in the manufacturing industries in turkey", *Int. J. Production Economics*, **86**, pp. 251-270 (2003).
57. Orihata, M. and Watanabe, C. "The interaction between product concept and institutional inducement: A new driver of product innovation", *Technovation*, **20**, pp. 11-23 (2000).
58. Li, C.-W. and Tzeng, G.-H. "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**, pp. 9891-9898 (2009).
59. Tzeng, G.-H., Chiang, C.-H. and Li, C.-W. "Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL", *Expert Systems with Applications*, **32**, pp. 1028-1044 (2007).

در نرم افزار متلب علامت \ دقتی تراز تابع معکوس است.

پیوست

$$D = \text{sum}(C')' + \text{sum}(C)' \quad (10) \quad B = A / \max(\text{sum}(A')') \quad (8)$$

$$E = \text{sum}(C')' - \text{sum}(C)' \quad (11) \quad C = (\text{eye}(\text{size}(B)) - B) \setminus B \quad (9)$$