

ارایه مدلی جهت ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره تامین با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

تهمینه نوحی تهرانی^۱، فرهاد حسین زاده لطفی^{۲*}، مریم شعار^۳، صابر ساعتی مهتدی^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تکنولوژی اطلاعات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد، گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- دانشیار، گروه ریاضی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۷ دی ۱۳۹۸

پذیرش مقاله: ۱۹ شهریور ۱۳۹۹

چکیده

محیط کسب و کاری که سازمان‌ها در آن فعالیت دارند به طور مداوم در حال تغییر است. شرکت‌ها به منظور دستیابی به مزایای رقابتی باید از استراتژی‌های جدید استفاده کنند، یکی از استراتژی‌ها رویکرد مدیریت زنجیره تامین می‌باشد. بهبود جریان اطلاعات بر عملکرد کل زنجیره تامین تاثیر خواهد گذاشت. بر این اساس، هدف این مقاله ارایه مدلی جهت ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره تامین شرکت سایکو می‌باشد. ابتدا با مرور ادبیات موضوع، شاخص‌ها برای ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره تامین تعیین و سپس اعتبار شاخص‌ها بررسی گردید. پس از معرفی واحد تصمیم‌گیرنده و ورودی‌ها و خروجی‌های مدل، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مدل‌سازی ریاضی انجام گردید و با استفاده از نرم افزار GAMS، مدل برنامه‌ریزی آرمانی پیاده‌سازی گردید. در نهایت نتایج حل مدل مشخص گردید. براساس مقایسه نتایج به دست آمده چهار مقطع زمانی: در مرحله اول، واحد شماره ۳ در سال ۱۳۹۴ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۲ در سال ۱۳۹۵ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله دوم، واحد شماره ۱ در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۴ در سال ۱۳۹۴ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله سوم، واحد شماره ۱ در سال‌های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد و همچنین واحد شماره ۲ در سال ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۳ در سال ۱۳۹۴ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۸ در سال ۱۳۹۷ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله پنجم، واحد شماره ۶ در سال ۱۳۹۵ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۱ در سال ۱۳۹۶ پایین‌ترین کارایی را دارد.

کلمات کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، مدیریت زنجیره تامین، جریان اطلاعات.

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: farhad.hosseinzadeh.ir

۱ مقدمه

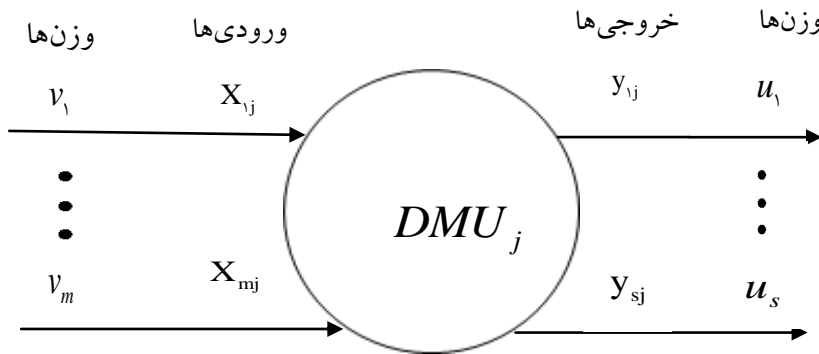
تغییر، باثبات‌ترین مشخصه‌ای است که می‌توان برای دنیای کنونی کسب و کار معرفی کرد [۱]. سازمان‌های تولیدی در تمام دنیا هر روز بیشتر از قبل به اهمیت یکپارچه شدن و پیوستن به زنجیره تامین کنندگان و مشتریان خود واقف شده‌اند تا توان رقابت خود را در بازارهای رقابتی حفظ کنند. این جریان تجربه‌های مدیریتی، باعث خلق مفهوم مدیریت زنجیره تامین به عنوان یکی از مهم‌ترین مفاهیم و پارادایم‌های مدیریت جدید شده است [۲]. در عصر حاضر، سازمان‌های مختلف برای پاسخگویی به تقاضای بازار و تامین نیازهای مشتریان، به برقراری همکاری با سایر عناصر زنجیره تامین نیازمند هستند؛ بنابراین عملکرد یک سازمان، به وسیله فعالیت‌های سایر اعضای زنجیره تامین، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. امروزه، اصل پذیرفته شده در تجارت این است که رقابت بین زنجیره‌های تامین شرکت‌ها است و نه بین خود شرکت‌ها، وقتی که زنجیره تامین کارا باشد، در نهایت باعث ایجاد ارزش افزوده برای شرکت‌ها خواهد شد که منجر به بهبود وضعیت رقابتی شرکت‌ها می‌شود [۳]. مدیریت زنجیره تامین بر پایه دو اصل هماهنگی و همکاری، سازمان‌های یک زنجیره را از طریق به اشتراک گذاری و شفاف سازی اطلاعاتی با یکدیگر هماهنگ تر نموده و به همکاری برای کسب مزایای رقابتی بیشتر دعوت می‌نماید. در بین کلیه زمینه‌های بالقوه بهبود در مدیریت زنجیره تامین، تسهیم اطلاعات، اهمیت و توجه بسیار زیادی را به خود اختصاص داده است. زمانی که یک شرکت از اطلاعات سایر شرکت‌های زنجیره تامین استفاده نماید اثرات منفی عدم اطمینان در محیط تجاری مدرن از قبیل سطح موجودی بالا، پیش‌بینی نادقیق و سفارشات ناقص می‌تواند کاهش داده شود. تسهیم اطلاعات، پایه و ستون ایجاد هماهنگی در زنجیره تامین می‌باشد و با ایجاد هماهنگی منافی که مدیریت زنجیره تامین وعده آن‌ها را داده است به وجود خواهد آمد [۴]. اصطلاح "مدیریت زنجیره تامین" در اواخر دهه هشتاد میلادی مطرح شد و در دهه نود به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفت. پیش از این تاریخ، عباراتی همچون "لجستیک" و "مدیریت عملیات" به کار می‌رفت [۵]. دستاوردهای مدیریت زنجیره تامین که شامل کلیه فعالیت‌های جابه‌جایی مواد (مواد اولیه تا محصول نهایی)، جریان اطلاعات، و تبادلات مالی است [۶]، موجب افزایش عملکرد کسب و کار و افزایش توان رقابتی شرکت‌ها در بازارهای جهانی می‌گردد [۷]. زنجیره تامین که شبکه لجستیک یا شبکه تدارکات نیز نام دارد متشکل از تامین کنندگان، مراکز تولید، انبارها، مراکز توزیع و خرده فروشان است. مواد خام، نیمه ساخته و محصولات ساخته شده در میان تسهیلات و حلقه‌های زنجیره تامین در جریان هستند [۸]. دسترسی به اطلاعات با یک نرخ نمایی در طول دهه‌ی گذشته رو به افزایش بوده است. گسترش دسترسی به اطلاعات برای تصمیم گیرندگان مدیریت زنجیره تامین، فرصت‌ها و امکانات زیادی را برای بهبود کارایی زنجیره تامین ایجاد کرده است. راجع به اهمیت اطلاعات در زنجیره‌های تامین، فراوانی اطلاعات در دسترس و این که عملکرد یک زنجیره تامین ضرورتاً به چگونگی هماهنگ شدن تصمیمات اعضای آن بستگی دارد، زیاد گفته شده است. به اشتراک گذاشتن اطلاعات، اساسی‌ترین شکل هماهنگی در زنجیره‌های تامین است [۹]. اطلاعات، پایه تصمیم‌گیری درباره چهار محرک دیگر زنجیره تامین است. اطلاعات همچون رابطی بین تمامی فعالیت‌ها و عملیات‌های درون یک زنجیره تامین عمل می‌کنند. اطلاعات در هر زنجیره تامین با دو هدف استفاده می‌شود: ۱. هماهنگ‌سازی فعالیت‌های روزانه

مربوط به چهار محرک دیگر زنجیره‌تأمین یعنی تولید، موجودی، موقعیت و حمل و نقل. ۲. پیش‌بینی و برنامه‌ریزی جهت برآورده ساختن تقاضای آینده. شرکت‌ها و زنجیره‌های تأمین که یاد بگیرند چگونه جهت رسیدن به کارکرد بهینه سایر محرک‌ها، از اطلاعات حداکثر استفاده نمایند، در بلند مدت سهم بیشتری از بازار را به دست آورده و لذا سودآوری بیشتری خواهند داشت. همکاری در زنجیره‌تأمین به هماهنگی نزدیک شرکت‌ها با هم بستگی دارد و این هماهنگی نیز هنگامی اثربخش خواهد بود که تمامی اعضا به اطلاعات مورد نیازشان به آسانی دسترسی داشته باشند [۵]. ارزیابی در لغت به معنای یافتن ارزش و بها، سنجش و بررسی حدود و برآورده کردن ارزش است. از دیدگاه مدیریتی، ارزیابی به عنوان یکی از نگرش‌های علمی و یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های مدیریت در راستای کمی کردن روابط متغیرها و معیارهای مهم به عنوان اساس تحلیل، برنامه‌ریزی، کنترل فعالیت‌ها و تصمیمات مدیریت به شمار می‌رود [۱۰]. اهمیت قطعی جریان اطلاعات در عملکرد زنجیره‌تأمین لزوم توجه به مدیریت رسمی را به وجود می‌آورد. اندازه‌گیری کارایی جریان اطلاعات باید بخش جدایی‌ناپذیر مدیریت زنجیره‌تأمین باشد [۱۱]. مدل‌های سنتی DEA در ارزیابی عملکرد بر اساس تفکر تولید به عنوان جعبه سیاه هستند به گونه‌ای که ورودی‌ها در این جعبه‌ها (واحدهای تصمیم‌گیری) به خروجی‌ها تبدیل می‌شوند؛ در حالی که فرآیند تبدیل واقعی عموماً به صورت واضح مدل‌سازی نمی‌شوند. این مدل‌ها کارایی یک واحد را در مقایسه با دیگر واحدها می‌سنجند و کارایی نسبی آن را تعیین نموده و معین می‌کنند که برای رسیدن به مرز کارایی چه تغییراتی باید در ورودی‌ها و خروجی‌ها صورت گیرد؛ اما درون واحدهای تصمیم‌گیری به عنوان یک جعبه سیاه باقی می‌ماند و هیچ بررسی درون آن‌ها صورت نمی‌گیرد و فقط به ورودی‌های ابتدایی و خروجی‌های نهایی مدل نگاه می‌شود. تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) به مدیران هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند تا تمرکز بیشتری بر روی استراتژی افزایش کارایی مراحل منحصر به فرد فرآیند تولید داشته باشند. در مدل‌های DEA شبکه‌ای، به جای ساختار سلسله‌مراتبی فعالیت‌ها، از ساختار شبکه‌ای کمک گرفته شده است، بر خلاف مدل DEA معمولی، مدل DEA شبکه‌ای یک شکل استاندارد ندارد و بستگی به شبکه مورد بررسی دارد. در DEA شبکه‌ای، نتایج بسیار معنی‌دار و حاوی اطلاعات مفیدتری نسبت به رویکرد متداول جعبه سیاه که عملیات اجزای فرآیند نادیده گرفته می‌شود به دست می‌آید [۱۲].

هدف از این مقاله ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره‌تأمین شرکت ساپکو با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و با در نظر گرفتن مدل شبکه و روابط برگشت‌پذیر در زنجیره‌تأمین می‌باشد. در بخش دوم مبانی نظری بیان می‌شود، سپس در بخش سوم مراحل انجام تحقیق که شامل تعیین شاخص‌ها، بررسی اعتبار شاخص‌ها و معرفی واحد تصمیم‌گیرنده و ورودی‌ها و خروجی‌های مدل و مدل‌سازی ریاضی می‌باشد، بیان می‌شود، در بخش چهارم به حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی پرداخته و نتایج مدل و مقایسه نتایج به دست آمده ارائه می‌گردد و بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها اختصاص دارد.

۲ مبانی نظری

اولین بار فارل در سال ۱۹۵۷ مدلی برای ارزیابی و محاسبه کارایی با ورودی‌های چندگانه و یک خروجی ارایه داد، تقریباً پس از دو دهه چارنز و همکاران در سال ۱۹۷۸ این تکنیک را برای چند خروجی تعمیم دادند و آن را تحلیل پوششی داده‌ها نامیدند [۱۳]. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) روشی نو در ((تحقیق در عملیات)) است که برای سنجش کارایی نسبی به کار می‌رود. این روش روز به روز گسترش بیشتری یافته و کاربردهای گوناگونی پیدا می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها ضمن شناسایی بهترین عملکرد، اهدافی را برای بهبود عملکرد واحدهای ضعیف‌تر و الگوهایی به عنوان گروه مرجع برای واحدهای ناکارآمدتر، ارایه می‌کند [۱۴]. در تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی بر مبنای مقایسه ورودی‌ها و خروجی‌های واحد تصمیم‌گیرنده با ورودی‌ها و خروجی‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده به دست می‌آید. و در نهایت نقطه‌ای روی مرز کارایی پیدا می‌شود که واحد تصمیم‌گیرنده با آن مقایسه می‌شود [۱۳]. منظور از یک واحد تصمیم‌گیرنده، عبارت است از واحدی که با دریافت بردار ورودی مانند $X = (x_1, \dots, x_m)$ بردار خروجی مانند $Y = (y_1, \dots, y_s)$ را تولید می‌نماید. و منظور از واحدهای تصمیم‌گیرنده متجانس عبارت است از واحدهایی که عمل مشابه دارند و با دریافت ورودی‌های مشابه خروجی‌های مشابه تولید می‌نمایند. n واحد تصمیم‌گیرنده DMU_j ($j = 1, \dots, n$) که DMU_j با مصرف بردار ورودی $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})$ بردار خروجی $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{sj})$ را تولید می‌کند، را در نظر بگیرید. فرض کنید وزنهایی به صورت شکل ۱ به ورودی‌ها و خروجی‌ها نسبت داده‌ایم [۱۳].



شکل ۱. واحد تصمیم‌گیرنده و وزن‌ها

فرم مضربی CCR که با استفاده از تعریف کارایی نسبی حاصل گردید، به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } U^t Y_o \\
 & \text{s.t. } U^t Y_j - V^t X_j \leq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\
 & \quad V^t X_o = 1, \\
 & \quad U \geq 0, \quad V \geq 0.
 \end{aligned} \tag{1}$$

چنانچه در DEA کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده کم‌تر از ۱ باشد، آن واحد قطعاً ناکارار می‌باشد و اگر کارایی

یک واحد تصمیم گیرنده برابر ۱ باشد، آن واحد کاندیدای کارای نسبی می باشد [۱۳]. در به کارگیری مدل‌های کلاسیک (مدل‌های CCR) معمولاً دو مشکل رخ می‌دهد: ضعف قدرت تفکیک، و توزیع غیرواقعی وزن به ورودی‌ها و خروجی‌های مدل. مساله ضعف قدرت تفکیک وقتی ظهور می‌کند که تعداد واحدهای تحت ارزیابی در مقایسه با مجموع تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها به اندازه کافی زیاد نباشد. در این حال، جواب مدل‌های کلاسیک بیانگر تعداد زیادی واحد کارا است. مساله وزن‌های غیرمنطقی وقتی بروز می‌کند که مدل وزن‌های بزرگ را به یک خروجی تکی یا وزن‌های خیلی کوچک را به یک ورودی تکی تخصیص دهد که این امر غیرمنطقی و نامطلوب است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی نسبت به مدل کلاسیک توانایی بالاتری در قدرت تفکیک‌پذیری و ارایه وزن‌های واقعی دارد. در مباحث مربوط به برنامه‌ریزی آرمانی، علاوه بر متغیرهای معمول در برنامه‌ریزی خطی، متغیرهای دیگری با عنوان متغیرهای انحراف از آرمان تعریف می‌شود. این متغیرها بیانگر سطح اختلاف بین میزان آرمان تعیین شده و مقدار کسب شده است [۱۵].

مدل DEA با هدف حداقل سازی مجموع متغیرهای انحرافی [۱۵]:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \sum_{j=1}^n d_j \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1, \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + d_j &= 0, \quad j = 1, \dots, n, \\ u_r, v_i, d_j &\geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (2)$$

۳ مراحل انجام تحقیق

۳-۱ تعیین شاخص‌ها

با مرور ادبیات موضوع، شاخص‌ها برای ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره تامین تعیین شدند. لی و همکاران در سال ۲۰۰۶ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: در دسترس بودن، به روز، تحریف نشده، کیفیت اطلاعات، سرعت بخشیدن، زمان به اشتراک گذاری اطلاعات، نحوه به اشتراک گذاری اطلاعات، نوع اطلاعات به اشتراک گذاشته شده، شخص به اشتراک گذارنده اطلاعات، تاخیر در اطلاعات، اطلاعات نادرست، عدم تناسب اطلاعاتی، یکپارچگی، ایمن، موثر، ساده‌سازی، قابل مشاهده بودن، دقت، بهنگام بودن، کافی بودن، اعتبار، سطح به اشتراک گذاری اطلاعات، قابل اعتماد، تکرار شونده، کامل، تسهیل به اشتراک گذاری اطلاعات [۱۶].

فسو و امبا و همکاران در سال ۲۰۰۸ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: یکپارچگی، بهنگام بودن، فیلتر کردن، دسترسی سریع‌تر و ساده‌تر، تبادل اطلاعات، دقت، به اشتراک گذاری اطلاعات به صورت سریع‌تر و ارزان‌تر، تنوع اطلاعات، سرعت بخشیدن به اطلاعات، انعطاف‌پذیری، به روز، کاهش زمان‌های ارسال، حذف اطلاعات دوگانه، قابل رویت بودن، تحریف اطلاعات، کیفیت اطلاعات، اعتبار داده‌ها، معجز دسترسی [۱۷].

سوبرامانیا و همکاران در سال ۲۰۰۸ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: تبادل داده، دقت، بهنگام، بهره‌برداری از اطلاعات، در دسترس بودن، ناکافی بودن اطلاعات، جریان یکپارچه، سرعت بخشیدن جریان اطلاعات، درست بودن اطلاعات، تحریف اطلاعات، عدم ارایه اطلاعات، کنترل اطلاعات، به‌روزرسانی [۱۸].

کالدیریا پدروسو و همکاران در سال ۲۰۰۹ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: دقت، بهنگام بودن، تاخیر در انتقال اطلاعات، پاسخ سریع، به اشتراک گذاری اطلاعات، به روزرسانی، ساختاریافته، اطلاعات کنترل شده، انتشار اطلاعات، درک اطلاعات، در دسترس بودن، اطلاعات زاید، همانندسازی، میزان و تکرار اطلاعات، مرتبط بودن، کاربرد اطلاعات، بدون تحریف [۱۹].

السن و همکاران در سال ۲۰۱۰ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: از دست دادن اطلاعات، تدارکات اطلاعات، در دسترس بودن، سرعت، میزان فراخوان، سطح جزییات، ثبت و دریافت اطلاعات، ارسال اطلاعات، قابل درک بودن، همانندسازی [۲۰].

دو و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: جلوگیری از تحریف، فرمت داده‌ها، کیفیت، بهنگام بودن، دقت، کافی بودن، جامعیت، قابلیت اطمینان، زمان به اشتراک گذاری اطلاعات، نوع اطلاعات به اشتراک گذاشته شده، شخص به اشتراک گذارنده اطلاعات، نحوه به اشتراک گذاری اطلاعات، تبادل داده‌ها، سازگار، امنیت، به‌روزرسانی، حجم و دامنه اطلاعات، یکپارچگی، ساختاریافته و پایدار، به اشتراک گذاری اطلاعات مشارکتی و انعطاف‌پذیر و سریع، کنترل، استانداردها [۲۱].

ایادی و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مقاله خود در حوزه جریان اطلاعات در زنجیره تامین، شاخص‌های زیر را مطرح کرده‌اند: درجه به اشتراک گذاشتن اطلاعات و کیفیت، یکپارچگی به اشتراک گذاشتن اطلاعات، دقت، به هنگام بودن، کافی بودن، اعتبار، تبادل اطلاعات، به اشتراک گذاری و هماهنگی جریان اطلاعات، طبقه‌بندی شده، کیفیت، باورپذیری، عینی بودن، اعتبار، ارزش افزوده، ربط دادن، جامعیت، مقدار مناسب، تفسیرپذیری، سهولت درک، ثبات ارایه، ارایه مختصر، دسترسی، امنیت دسترسی به روز، زمان ارایه اطلاعات، در دسترس بودن، معنی‌دار، طبقه‌بندی شده، گم شدن، نوع اطلاعات [۲۲].

بدنهرست - ویس و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مقاله خود شاخص‌ها و معیارهای مرتبط با آن برای کارایی جریان اطلاعات در مدیریت زنجیره تامین را توسعه داده‌اند، معیارهای مربوط به شاخص‌های جریان اطلاعات زیر در بخش ۳-۳ بیان شده است: قابلیت دسترسی، قابلیت تفسیر، سازگاری، بهنگام بودن، مرتبط بودن، دقت، امنیت، قابلیت پذیرش، سودمندی، باورپذیری، تکرارپذیری، پاسخ‌دهی، جامعیت [۱۱].

۲-۳ بررسی اعتبار شاخص‌ها

پس از تعیین شاخص‌های کارایی جریان اطلاعات در مدیریت زنجیره تامین، اعتبار شاخص‌ها با استفاده از نظرسنجی از ۸ نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعت به کمک پرسشنامه مشخص گردید.

جدول ۱. میانگین نظرات خبرگان

ردیف	شاخص‌ها و معیارهای مربوطه	میانگین نظرات خبرگان	نتیجه
۱	قابلیت دسترسی	۷۶/۵ درصد	پذیرش
۲	قابلیت تفسیر	۷۳/۱۲ درصد	پذیرش
۳	سازگاری	۷۶/۱۲ درصد	پذیرش
۴	بهنگام بودن	۷۷/۳۷ درصد	پذیرش
۵	مرتبط بودن	۷۶/۷۵ درصد	پذیرش
۶	دقت	۷۹/۱۲ درصد	پذیرش
۷	امنیت	۷۸/۱۲ درصد	پذیرش
۸	قابلیت پذیرش	۷۳/۸۷ درصد	پذیرش
۹	سودمندی	۷۵/۸۷ درصد	پذیرش
۱۰	باورپذیری	۷۵/۱۲ درصد	پذیرش
۱۱	تکرار پذیری	۷۴/۵ درصد	پذیرش
۱۲	پاسخ دهی	۷۸/۷۵ درصد	پذیرش
۱۳	جامعیت	۷۵/۵ درصد	پذیرش

با توجه به این که میانگین نظرات خبرگان برای همه شاخص‌ها بالاتر از ۷۰ درصد می‌باشد لذا همه شاخص‌ها دارای اعتبار می‌باشند.

۳-۳ معرفی واحد تصمیم گیرنده و ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

هدف این مقاله ارائه مدلی جهت ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره تامین شرکت ساپکو می‌باشد. در این پژوهش ۸ واحد تصمیم گیرنده (واحد تصمیم گیرنده شماره ۱ الی واحد تصمیم گیرنده شماره ۸) در نظر گرفته شده است. مقادیر شاخص‌های ارزیابی از طریق پرسشنامه برای ۴ مقطع زمانی از سال‌های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید و با توجه به این که تعداد تامین کنندگان قطعات خیلی زیاد بود برای دو گرید B و C طیفی از تامین کنندگان در نظر گرفته شد، و در نهایت با برنامه‌ریزی آرمانی، ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده انجام گردید. ساختار هر واحد تصمیم گیرنده در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. ورودی‌ها و خروجی‌های مراحل شکل ۲

$Z_{۳۱}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات ASN تامین کنندگان گرید B امور تامین قطعات $Z_{۴۱}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات ASN تامین کنندگان گرید C امور تامین قطعات	ورودی‌ها	مرحله اول
$Z_۱^{۱۲}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات برنامه تولید $Z_۴^{۱۲}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات رسید کالا و برگشتی	خروجی‌ها	
$Z_۱^{۱۲}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات برنامه تولید $Z_۴^{۱۲}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات رسید کالا و برگشتی	ورودی‌ها	مرحله دوم

$Z_{۳۳}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات سفارش برای تامین کنندگان گرید B امور تامین قطعات	خروجی‌ها	مرحله سوم
$Z_{۳۴}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات سفارش برای تامین کنندگان گرید C امور تامین قطعات	خروجی‌ها	
$Z_{۳۳}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات سفارش برای تامین کنندگان گرید B امور تامین قطعات	ورودی‌ها	مرحله چهارم
$Z_{۳۱}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات ASN تامین کنندگان گرید B امور تامین قطعات	خروجی‌ها	
$Z_{۳۵}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات بازخور تامین کنندگان گرید B امور تامین قطعات	ورودی‌ها	مرحله پنجم
$Z_{۲۴}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات سفارش برای تامین کنندگان گرید C امور تامین قطعات	خروجی‌ها	
$Z_{۴۱}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات ASN تامین کنندگان گرید C امور تامین قطعات	ورودی‌ها	مرحله پنجم
$Z_{۴۵}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات بازخور تامین کنندگان گرید C امور تامین قطعات	خروجی‌ها	
$Z_{۳۵}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات بازخور تامین کنندگان گرید B امور تامین قطعات	ورودی‌ها	مرحله پنجم
$Z_{۴۵}$ = کیفیت عملکرد جریان اطلاعات بازخور تامین کنندگان گرید C امور تامین قطعات	خروجی‌ها	
$Z_{۵۲}$ = MRP کیفیت عملکرد جریان اطلاعات درخواست تغییر درصد	خروجی‌ها	

باتوجه به جدول ۲ ارزیابی ورودی‌ها و خروجی‌ها جهت مقاردهی بر اساس شاخص‌ها و معیارهای مربوطه تعیین شدند.

معرفی شاخص‌ها جهت بررسی کیفیت عملکرد جریان اطلاعات:

قابلیت دسترسی (معیارهای این شاخص عبارتند از: دسترسی به اطلاعات، صفحه‌های دسترسی کاربرپسند، دسترسی شخصی شده یا سفارشی شده، انتخاب محتوای اطلاعاتی خود، هزینه‌های مرتبط با دسترسی به اطلاعات) قابلیت تفسیر (معیارهای این شاخص عبارتند از: تعریف مشخصی از متغیرها در ارایه اطلاعات، طبقه‌بندی‌های قابل درک، در دسترس بودن توابع کمکی، در نظر گرفتن چند زبانی)

سازگاری (معیارهای این شاخص عبارتند از: قابلیت قیاس، تطبیق با تغییرات در سطح سازمان، تعریف مشخص از فرایندهای ارایه اطلاعات)

بهنگام بودن (معیارهای این شاخص عبارتند از: زمان صرف شده برای بازیابی داده‌ها، ارایه به موقع داده‌ها، بازه زمانی بین دریافت و خواندن داده، بازه زمانی بین دریافت و پاسخ، گزارش داده‌های از دست رفته یا تاخیر در انتقال داده‌ها)

مرتبط بودن (معیارهای این شاخص عبارتند از: برآورد نیازهای مربوط به ارایه داده‌ها، قدرت تطبیق محتوا با نیازهای آینده، بررسی منظم نیازهای اطلاعاتی، در نظر گرفتن اولویت‌های اطلاعاتی)

دقت (معیارهای این شاخص عبارتند از: صحت و درستی، تعداد تصحیح‌های مورد نیاز، وجود استانداردهای کیفی برای اطلاعات، کنترل سازگاری اطلاعات، برخورد با داده‌های نادرست، سطوح دقت خاص برای اطلاعات).

امنیت (معیارهای این شاخص عبارتند از: حفاظت در برابر دسترسی بدون مجوز، حفاظت در برابر تغییرات بدون مجوز، بکاپ‌گیری‌های منظم).

قابلیت پذیرش (معیارهای این شاخص عبارتند از: توافق همه کاربران با ارایه داده‌ها، تسهیل سفارشی‌سازی روش‌های ارایه اطلاعات، استفاده از روش‌های ارایه خاص برای کاربران خاص).

سودمندی (معیارهای این شاخص عبارتند از: سودمند برای کاربر، محو شدن استفاده از نمایش داده در طول زمان، سودمندی داده‌ها برای همه کاربران از سطح عملیاتی تا استراتژیک).

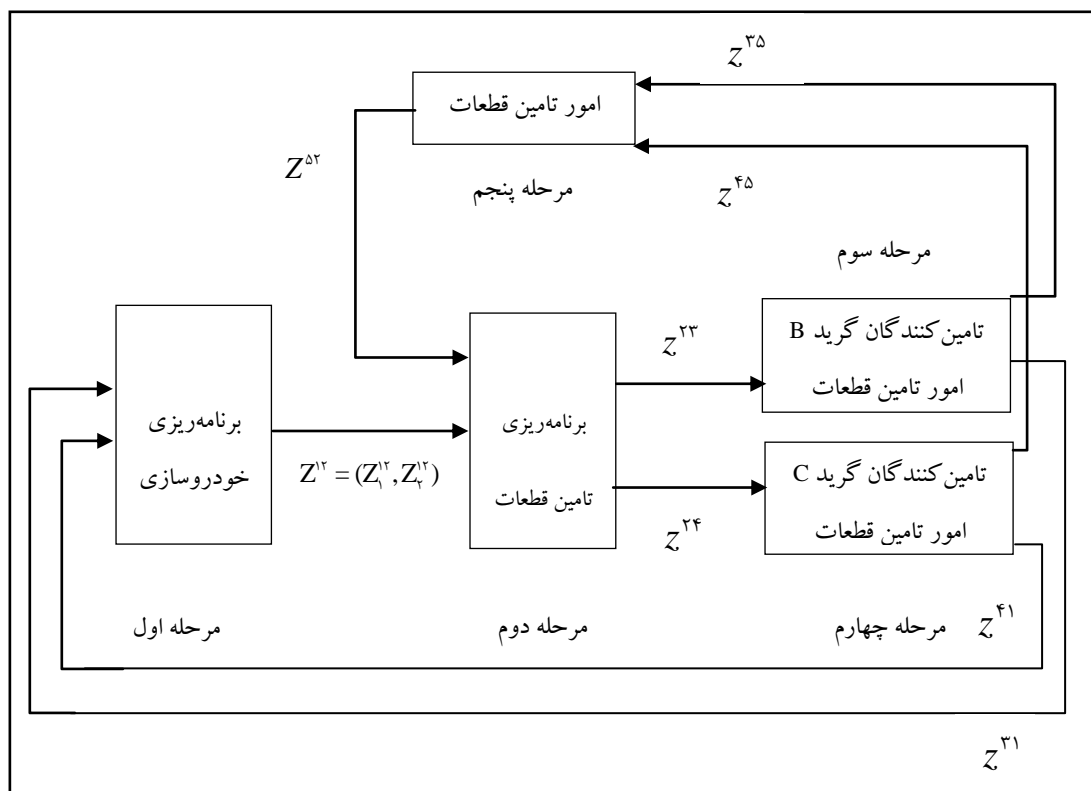
باورپذیری (معیارهای این شاخص عبارتند از: صحت داده‌ها، تعداد برخورد داده‌های غلط با هم، وجود نسخه‌های مختلفی از داده‌ها، جایگزین کردن داده‌های قدیمی‌تر با داده‌های جدیدتر).

تکرارپذیری (معیارهای این شاخص عبارتند از: تکرارپذیری داده‌ها در صورتی که در روز چند بار به صورت مجدد به وجود آمده‌اند، دوره اعتبار داده‌ها، تکرارپذیری داده‌ها در صورتی که از ابزارهای گزارشی مختلفی به صورت مجدد به وجود آمده‌اند).

پاسخ‌دهی (معیارهای این شاخص عبارتند از: تاخیر زمانی بین رخداد و گزارش انتقال یا تراکنش، به‌روزرسانی به موقع گزارش‌ها، به روز رسانی به موقع داده‌های انتقال یافته).

جامعیت (معیارهای این شاخص عبارتند از: داده‌های پوشش‌دهنده همه ابعاد مورد نیاز، گزارش‌ها/اطلاعات پوشش‌دهنده الزامات همه سطوح سازمانی، توانایی آشنایی کردن در قالب شاخص عملکرد سطح بعدی) [۱۱].

مدل مفهومی ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره‌تأمین شرکت ساپکو از طریق مصاحبه با خبرگان طراحی شد.



شکل ۲. مدل مفهومی ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره‌تأمین شرکت ساپکو

۴-۳ مدلسازی ریاضی

۳-۱-۴ تبیین مدل

فرمول ریاضی مدل طراحی شده به شرح زیر است:

$$\theta_p^1 = \frac{w^{1r} z_p^{1r}}{w^{r1} z_p^{r1} + w^{f1} z_p^{f1}} \quad (3)$$

$$\theta_p^r = \frac{w^{rr} z_p^{rr} + w^{rf} z_p^{rf}}{w^{\Delta r} z_p^{\Delta r} + w^{1r} z_p^{1r}}$$

$$\theta_p^r = \frac{w^{r1} z_p^{r1} + w^{r\Delta} z_p^{r\Delta}}{w^{rr} z_p^{rr}}$$

$$\theta_p^f = \frac{w^{f1} z_p^{f1} + w^{f\Delta} z_p^{f\Delta}}{w^{rf} z_p^{rf}}$$

$$\theta_p^\Delta = \frac{w^{\Delta r} z_p^{\Delta r}}{w^{r\Delta} z_p^{r\Delta} + w^{f\Delta} z_p^{f\Delta}}$$

مساله DMU_p

$$\text{Min } N_p^1 + N_p^r + N_p^r + N_p^f + N_p^\Delta$$

s.t.

$$w_r^{1r} z_{rj}^{1r} + N_j^1 - w_r^{r1} z_{rj}^{r1} - w_r^{f1} z_{rj}^{f1} = 0, \forall j$$

$$w_r^{rr} z_{rj}^{rr} + w_r^{rf} z_{rj}^{rf} + N_j^r - w_r^{\Delta r} z_{rj}^{\Delta r} - w_r^{1r} z_{rj}^{1r} = 0, \forall j$$

$$w_r^{r1} z_{rj}^{r1} + w_r^{r\Delta} z_{rj}^{r\Delta} + N_j^r - w_{rj}^{rr} z_{rj}^{rr} = 0, \forall j$$

$$w_r^{f1} z_{rj}^{f1} + w_r^{f\Delta} z_{rj}^{f\Delta} + N_j^f - w_r^{rf} z_{rj}^{rf} = 0, \forall j$$

$$w_r^{\Delta r} z_{rj}^{\Delta r} + N_j^\Delta - w_r^{r\Delta} z_{rj}^{r\Delta} - w_r^{f\Delta} z_{rj}^{f\Delta} = 0, \forall j$$

$$w_r^{1r} \geq 1\mathcal{E}$$

$$w_r^{rr} \geq 1\mathcal{E}$$

$$w_r^{rf} \geq 1\mathcal{E}$$

(4)

$$w_r^{r1} \geq 1\varepsilon$$

$$w_r^{f1} \geq 1\varepsilon$$

$$w_r^{r5} \geq 1\varepsilon$$

$$w_r^{f5} \geq 1\varepsilon$$

$$w_r^{\Delta r} \geq 1\varepsilon$$

$$w_1^{r2} \geq \frac{5}{3/5} w_1^{\Delta r}$$

$$w_1^{r4} \geq \frac{5}{3/5} w_1^{\Delta r}$$

$$w_1^{\Delta r} \geq \frac{3/5}{3} w_1^{r1}$$

$$w_1^{\Delta r} \geq \frac{3/5}{3} w_1^{f1}$$

$$w_1^{\Delta r} \geq \frac{3/5}{3} w_1^{r5}$$

$$w_1^{\Delta r} \geq \frac{3/5}{3} w_1^{f5}$$

$$w_1^{r1} \geq \frac{3}{2} w_r^{1r}$$

$$w_1^{f1} \geq \frac{3}{2} w_r^{1r}$$

$$w_1^{r5} \geq \frac{3}{2} w_r^{1r}$$

$$w_1^{f5} \geq \frac{3}{2} w_r^{1r}$$

$$w_r^{1r} \geq \frac{2}{1} w_1^{1r}$$

همه متغیرها $w_r^{ij} \geq 1\varepsilon, \forall i, \forall j, \forall r$

$$N_j^1, N_j^r, N_j^f, N_j^5, N_j^{\Delta} \geq 0 \quad \forall j$$

θ_p^i کارایی ایستگاه i ام واحد p ام می باشد

چنانچه در DEA کارایی یک واحد تصمیم گیرنده کم تر از ۱ باشد، آن واحد قطعاً ناکارا می باشد و اگر کارایی یک واحد تصمیم گیرنده برابر ۱ باشد، آن واحد کاندیدای کارای نسبی می باشد. حل مدل با استفاده از برنامه ریزی آرمانی انجام گردید. بعد از حل مدل (۴) کارایی تمام مراحل از روابط (۳) به دست می آید.

۴ حل مدل

۴-۱ نتایج مدل

نهایتاً با استفاده از نرم افزار GAMS، مدل برنامه ریزی آرمانی مندرج در بخش ۳-۴-۱ پیاده سازی گردید و با اجرای نرم افزار، اعداد کارایی واحدها استخراج گردید. جدول ۳ الی ۶ نتایج این مدل را نشان می دهد.

جدول ۳. نتایج مدل در مقطع زمانی اول (سال ۱۳۹۴)

شماره واحد	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی مرحله سوم	کارایی مرحله چهارم	کارایی مرحله پنجم
۱	۰/۶۸۱۸	۰/۶۵۴۰	۱	۰/۹۵۹۲	۰/۹۰۶۵
۲	۰/۶۷۷۸	۰/۶۵۲۱	۰/۹۹۳۱	۰/۹۶۸	۰/۹۱۷۴
۳	۰/۶۹۶۸	۰/۶۵۰۰	۰/۹۳۹۹	۰/۹۸۵۷	۰/۹۱۱۶
۴	۰/۶۷۹۲	۰/۶۴۸۱	۰/۹۶۴۰	۰/۹۹۸۵	۰/۹۱۷۱
۵	۰/۶۸۵۵	۰/۶۴۸۸	۰/۹۸۰۱	۰/۹۸۰۲	۰/۹۱۰۵
۶	۰/۶۹۲۲	۰/۶۴۸۳	۰/۹۵۹۱	۰/۹۵۶۲	۰/۹۴۱۰
۷	۰/۶۸۵۵	۰/۶۵۰۲	۰/۹۷۳۳	۰/۹۸۰۲	۰/۹۱۳۴
۸	۰/۶۹۴۸	۰/۶۵۴۰	۰/۹۶۱۷	۰/۹۴۹۲	۰/۹۲۵۹
بالاترین کارایی	۰/۶۹۶۸	۰/۶۵۴۰	۱	۰/۹۹۸۵	۰/۹۴۱۰
شماره واحد	۳	۱ و ۸	۱	۴	۶
پایین ترین کارایی	۰/۶۷۷۸	۰/۶۴۸۱	۰/۹۳۹۹	۰/۹۴۹۲	۰/۹۰۶۵
شماره واحد	۲	۴	۳	۸	۱

بر اساس نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۴: در مرحله اول، واحد شماره ۳ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به واحدهای دیگر این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۲ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. در مرحله دوم، واحدهای شماره ۸ و ۱ بالاترین کارایی را دارند زیرا میزان $Z_{۲۳}$ و $Z_{۲۴}$ این واحدها نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۴ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۲۳}$ و $Z_{۲۴}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله سوم، واحد شماره ۱ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ و $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. و واحد شماره ۳ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ و $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۸ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله پنجم، واحد شماره ۶ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۵۳}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۱ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است.

جدول ۴. نتایج مدل در مقطع زمانی دوم (سال ۱۳۹۵)

شماره واحد	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی مرحله سوم	کارایی مرحله چهارم	کارایی مرحله پنجم
۱	۰/۶۸۱۵	۰/۶۵۸۸	۱	۰/۹۵۳۳	۰/۹۰۱۲
۲	۰/۶۷۷۱	۰/۶۵۶۹	۰/۹۸۹۰	۰/۹۶۸۶	۰/۹۱۰۵
۳	۰/۶۹۵۹	۰/۶۵۸۰	۰/۹۴۸۹	۰/۹۶۹۹	۰/۹۰۱۹
۴	۰/۶۷۹۵	۰/۶۵۴۳	۰/۹۶۶۰	۱	۰/۸۹۶۵
۵	۰/۶۸۵۶	۰/۶۵۵۱	۰/۹۷۵۳	۰/۹۷۱۴	۰/۹۰۷۸
۶	۰/۶۹۲۰	۰/۶۴۹۷	۰/۹۵۵۴	۰/۹۴۲۸	۰/۹۵۵۱
۷	۰/۶۸۵۶	۰/۶۴۸۳	۰/۹۵۶۵	۰/۹۸۶۷	۰/۹۲۷۶
۸	۰/۶۹۴۶	۰/۶۵۶۹	۰/۹۴۵۷	۰/۹۴۳۶	۰/۹۴۰۵
بالاترین کارایی	۰/۶۹۵۹	۰/۶۵۸۸	۱	۱	۰/۹۵۵۱
شماره واحد	۳	۱	۱	۴	۶
پایین ترین کارایی	۰/۶۷۷۱	۰/۶۴۸۳	۰/۹۴۵۷	۰/۹۴۲۸	۰/۸۹۶۵
شماره واحد	۲	۷	۸	۶	۴

بر اساس نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۵: در مرحله اول، واحد شماره ۳ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۲ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. در مرحله دوم، واحد شماره ۱ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۲۳}$ و $Z_{۲۴}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۷ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۵۲}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. در مرحله سوم، واحد شماره ۱ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۸ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۶ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله پنجم، واحد شماره ۶ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۴ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است.

جدول ۵. نتایج مدل در مقطع زمانی سوم (سال ۱۳۹۶)

شماره واحد	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی مرحله سوم	کارایی مرحله چهارم	کارایی مرحله پنجم
۱	۰/۶۸۱۳	۰/۶۵۸۸	۱	۰/۹۷۵۳	۰/۸۱۱۵
۲	۰/۶۷۷۶	۰/۶۵۶۹	۰/۹۹۴۲	۰/۹۶۲۸	۰/۹۱۰۲
۳	۰/۶۹۵۵	۰/۶۵۶۲	۰/۹۵۱۲	۰/۹۶۴۷	۰/۹۰۹۸
۴	۰/۶۷۸۹	۰/۶۵۴۳	۰/۹۷۵۰	۱	۰/۸۹۹۶
۵	۰/۶۸۴۹	۰/۶۵۵۱	۰/۹۸۱۸	۰/۹۸۰۰	۰/۸۹۵۳
۶	۰/۶۹۱۲	۰/۶۴۹۷	۰/۹۵۸۳	۰/۹۸۰۰	۰/۹۱۷۷

۷	۰/۶۸۴۹	۰/۶۴۸۳	۰/۹۸۷۶	۰/۹۸۶۹	۰/۹
۸	۰/۶۹۳۶	۰/۶۵۶۹	۰/۹۶۷۲	۰/۹۳۸۲	۰/۹۲۶۵
بالاترین کارایی	۰/۶۹۵۵	۰/۶۵۸۸	۱	۱	۰/۹۲۶۵
شماره واحد	۳	۱	۱	۴	۸
پایین ترین کارایی	۰/۶۷۷۶	۰/۶۴۸۳	۰/۹۵۱۲	۰/۹۳۸۲	۰/۸۸۱۵
شماره واحد	۲	۷	۳	۸	۱

بر اساس نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۶: در مرحله اول، واحد شماره ۳ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۲ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. در مرحله دوم، واحد شماره ۱ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۳}$ و $Z_{۳۴}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۷ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۵۳}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. سوم، واحد شماره ۱ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ و $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۳ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ و $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۸ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ و $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله پنجم، واحد شماره ۸ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۱ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است.

جدول ۶. نتایج مدل در مقطع زمانی چهارم (سال ۱۳۹۷)

شماره واحد	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی مرحله سوم	کارایی مرحله چهارم	کارایی مرحله پنجم
۱	۰/۶۸۱۳	۰/۶۵۳۵	۱	۰/۹۵۷۲	۰/۹۱۰۵
۲	۰/۶۷۷۶	۰/۶۵۳۵	۱	۰/۹۷۷۲	۰/۸۹۹۷
۳	۰/۶۹۵۵	۰/۶۵۲۹	۰/۹۴۰۷	۰/۹۶۰۴	۰/۹۳۲۱
۴	۰/۶۷۸۹	۰/۶۵۴۸	۰/۹۷۴۱	۱	۰/۸۸۹۳
۵	۰/۶۸۴۹	۰/۶۵۳۵	۰/۹۷۰۹	۰/۹۶۸۶	۰/۹۲۰۰
۶	۰/۶۹۱۲	۰/۶۴۹۷	۰/۹۴۲۰	۰/۹۶۸۶	۰/۹۴۴۳
۷	۰/۶۸۴۹	۰/۶۴۸۳	۰/۹۷۰۹	۰/۹۶۸۶	۰/۹۳۲۷
۸	۰/۶۹۳۶	۰/۶۵۳۵	۰/۹۶۰۸	۰/۹۳۴۴	۰/۹۴۵۱
بالاترین کارایی	۰/۶۹۵۵	۰/۶۵۴۸	۱	۱	۰/۹۴۵۱
شماره واحد	۳	۴	۱ و ۲	۴	۸
پایین ترین کارایی	۰/۶۷۷۶	۰/۶۴۸۳	۰/۹۴۰۷	۰/۹۳۴۴	۰/۸۸۹۳
شماره واحد	۲	۷	۳	۸	۴

بر اساس نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۷: در مرحله اول، واحد شماره ۳ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است و واحد شماره ۲ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. در مرحله دوم، واحد شماره ۴ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۵۲}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. و واحد شماره ۷ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۵۲}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است. در مرحله سوم، واحدهای شماره ۱ و ۲ بالاترین کارایی را دارند زیرا میزان $Z_{۳۱}$ و $Z_{۳۵}$ این واحدها نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۳ پایین ترین کارایی را دارند زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ و $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است و واحد شماره ۸ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۱}$ و $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. واحد شماره ۸ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۴۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله پایین تر است. و واحد شماره ۴ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله بالاتر است.

۴-۲ مقایسه نتایج مدل

جدول ۷. مقایسه نتایج به دست آمده چهار مقطع زمانی

نام ایستگاه	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی مرحله سوم		کارایی مرحله چهارم	کارایی مرحله پنجم
ماکزیمم	۰/۶۹۶۸	۰/۶۵۸۸	۱	۱	۱	۰/۹۵۵۱
شماره واحد	۳	۱	۱	۲	۴	۶
مقطع زمانی	۱۳۹۴	۱۳۹۵ و ۱۳۹۶	۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷	۱۳۹۷	۱۳۹۵ الی ۱۳۹۷	۱۳۹۵
مینیمم	۰/۶۷۷۱	۰/۶۴۸۱	۰/۹۳۹۹		۰/۹۳۴۴	۰/۸۸۱۵
شماره واحد	۲	۴	۳		۸	۱
مقطع زمانی	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۴		۱۳۹۷	۱۳۹۶

مقایسه نتایج به دست آمده چهار مقطع زمانی: در مرحله اول، واحد شماره ۳ در سال ۱۳۹۴ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع های زمانی کمتر است و واحد شماره ۲ در سال ۱۳۹۵ پایین ترین کارایی را دارد زیرا مجموع وزن دار شده این واحد بهتر است. در مرحله دوم، واحد شماره ۱ در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بالاترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۳}$ و $Z_{۳۴}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع های زمانی بالاتر است و واحد شماره ۴ در سال ۱۳۹۴ پایین ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۳}$ و $Z_{۳۴}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع های زمانی پایین تر است. در مرحله سوم، واحد شماره ۱ در سال های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد زیرا مجموع وزن دار شده این واحد در سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ بهتر است و میزان $Z_{۳۱}$ این واحد در سال ۱۳۹۶ نسبت به دیگر

واحدهای این مرحله در همه مقطع‌های زمانی بالاتر است و همچنین میزان $Z_{۳۵}$ این واحد در سال ۱۳۹۷ نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع‌های زمانی بالاتر است و واحد شماره ۳ در سال ۱۳۹۴ پایین‌ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۱}$ و $Z_{۳۵}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع‌های زمانی پایین‌تر است. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد زیرا مجموع وزن‌دار شده این واحد در سال ۱۳۹۵ بهتر است و میزان $Z_{۳۱}$ این واحد در سال ۱۳۹۶ نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع‌های زمانی بالاتر است و همچنین میزان $Z_{۳۵}$ این واحد در سال ۱۳۹۷ نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع‌های زمانی بالاتر است و واحد شماره ۸ در سال ۱۳۹۷ پایین‌ترین کارایی را دارد زیرا میزان $Z_{۳۴}$ این واحد نسبت به دیگر واحدهای این مرحله در همه مقطع‌های زمانی بالاتر است. در مرحله پنجم، واحد شماره ۶ در سال ۱۳۹۵ بالاترین کارایی را دارد زیرا مجموع وزن‌دار شده این واحد در سال ۱۳۹۵ بهتر است و واحد شماره ۱ در سال ۱۳۹۶ پایین‌ترین کارایی را دارد زیرا مجموع وزن‌دار شده این واحد در سال ۱۳۹۶ بهتر است.

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادها برای تحقیق‌های آینده

در این پژوهش با توجه به این که در مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها، درون واحدهای تصمیم‌گیری به عنوان یک جعبه سیاه باقی می‌ماند و هیچ بررسی درون آن‌ها صورت نمی‌گیرد و فقط به ورودی‌های ابتدایی و خروجی‌های نهایی مدل نگاه می‌شود و از سوی دیگر، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به مدیران در دستیابی به اطلاعات مفیدتر کمک می‌کند، لذا در این پژوهش ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره‌تأمین شرکت ساپکو با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و با در نظر گرفتن مدل شبکه و روابط برگشت‌پذیر در زنجیره‌تأمین انجام گردید. در ابتدا با مرور ادبیات موضوع، شاخص‌ها برای ارزیابی کارایی جریان اطلاعات در زنجیره‌تأمین تعیین گردید، سپس اعتبار شاخص‌ها بررسی گردید. پس از معرفی واحد تصمیم‌گیرنده و ورودی‌ها و خروجی‌های مدل، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی مدل‌سازی ریاضی انجام گردید و در نهایت اجرای حقیقی مدل با استفاده از نرم‌افزار GAMS صورت گرفت. بر اساس مقایسه نتایج به‌دست آمده چهار مقطع زمانی: در مرحله اول، واحد شماره ۳ در سال ۱۳۹۴ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۲ در سال ۱۳۹۵ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله دوم، واحد شماره ۱ در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۴ در سال ۱۳۹۴ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله سوم، واحد شماره ۱ در سال‌های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد و همچنین واحد شماره ۲ در سال ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۳ در سال ۱۳۹۴ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله چهارم، واحد شماره ۴ در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۷ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۸ در سال ۱۳۹۷ پایین‌ترین کارایی را دارد. در مرحله پنجم، واحد شماره ۶ در سال ۱۳۹۵ بالاترین کارایی را دارد و واحد شماره ۱ در سال ۱۳۹۶ پایین‌ترین کارایی را دارد. در تحقیق‌های آینده پیشنهاد می‌شود با توجه به این که بعضی از شاخص‌های کارایی جریان اطلاعات در زنجیره تامین ماهیت کیفی دارند، از داده‌های غیرقطعی مانند داده‌های فازی استفاده گردد. از آن‌جا که در تحلیل پوششی داده‌های فازی، ورودی‌ها و

خروجی‌های مدل به صورت اعداد فازی در نظر گرفته می‌شود باعث می‌گردد تا جواب‌های مدل دقت بیشتری داشته باشد. به منظور اعتبارسنجی شاخص‌ها می‌توان روش‌های دیگری را برگزید و همچنین علاوه بر ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده، جهت رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا می‌توان از روش‌هایی مانند اندرسون پترسون استفاده کرد.

منابع

- [1] Olfat, L., Zanjirchi, S.M., (2010). Data Envelopment Analysis: a new approach to measure the agility of organizations. *Management Research In Iran (Modares Human Sciences)*, 14 2(66), 21-44.
- [2] Kros, S.A., (2014). An exploration of quality management practices, perceptions and program maturity. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(6), 786 -806.
- [3] Ozdemir, A.I., Aslan, E., (2012). Supply Chain Integration, Competition Capability and Business Performance: A Study on Turkish SMEs. *Asian Journal of Business Management*, 3 (4), 325-332.
- [4] Gera, A.W., Taco, V., Dirk Pieter, D., (2008). The influence of business conditions on supply chain information-sharing mechanism: A study among supply chain links of SMEs. *Int. J. Production Economics* 113, 706-720.
- [5] Hugos, M.H, Translation: Sheikh Sajadieh, M., Akbari Jokar, M., (1387). *Essentials Of Supply Chain Management*. Tehran, Adineh.
- [6] Handfield, R. B., Nichols, E. L., (1999) . *Introduction to Supply Chain Management*. Upper Saddle River, NJ. , Prentice-Hall.
- [7] Kannan, V.R., Choon, K., (2005). Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance. *Omega*, 33, 153-162.
- [8] Chopra, S., & Meindl, P., (2013). Supply Chain Management: Strategy, planning and operation. *journal of purchasing & supply management*, 19, 212-213.
- [9] Zhou, H., Jr, W.C.B., (2007). supply chain practice and Information sharing. *Journal of Operations Management*. 25, 1348-1365.
- [10] Rajat, B, & Tmilind Kumar, Sh. (2007). Performance Measurement of Supply Chain Management: A Balanced Scorecard Approach. *Computer & Industrial Engineering*.
- [11] Badenhorst-Weiss, J.A., Maurer, C. & Brevis-Landsberg, T., (2013). Developing measures for the evaluation of information flow efficiency in supply chains. *Journal of Transport and Supply Chain Management* 7(1), Art. #88, 13 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/jtscm.v7i1.88>.
- [12] Zarei mahmoodabadi, M., (1397). *New Models Of Data Envelopment Analysis (DEA)*. Yazd University, 75-77.
- [13] Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Nikomaram, H., (1387). *Data Envelopment Analysis and its Applications*. Islamic Azad University - Science and Research Branch.
- [14] Momeni, M., (1389), *New Topics in Operation Research*. Publisher: Author.
- [15] Mehregan, M.R., (1391), *Data Envelopment Analysis - Quantitative models in evaluating the performance of organizations*. Tehran, Nashre Ketabe Daneshghi.
- [16] Li ,S., Lin ,B. (2006). Accessing information shaing and information quality in supply chain management. *Decision Support Systems* 42, 1641-1656.
- [17] FossoWamba, S., Boeck, H. (2008). Enhancing Information Flow in a Retail Supply Chain Using RFID and the EPC Network: A Proof-Of-Concept Approach. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* ,VOL 3/ISSUE 1/ 92-105.
- [18] Subramanya, K.N., Sharma, S.C. (2008). Simulation Modeling Of Information Flow in a 3-stage efficient Supply Chain Network. *IJCSNS International Journal Of Computer Science and Network Security*, VOL.8 No. 11.
- [19] Caldeira Pedroso, M., Nakano, D. (2009). Knowledge and information flows in supply chains :A study on pharmaceutical companies. *Int. J. Production Economics* 122, 376-384.
- [20] Olsen, P., Aschan, M. (2010). Reference method for analyzing material flow, information flow and information loss in food supply chains. *Trends in Food Science & Technology* 21, 313-320.

- [21] Du, T.C., Lai, V.S., Cheung, W., Cui, X. (2012). Willingness to share information in a supply chain :A partnership-data-process perspective. *Information & Management* 49 , 89-98.
- [22] Ayadi, O., Cheikhrouhou, N., Masmoudi, F. (2013). A decision support system assessing the trust level in supply chains based on information sharing dimensions. *Computers & Industrial Engineering* 66, 242-257.