فصلنامه
سیاست‌نامهٔ علم و فناوری
دورهٔ ۹ شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸

استفاده از تحلیل پوششی داده‌های فازی به‌منظور ارزیابی نحوهٔ بهره‌گیری از مزایای کسب‌وکار الکترونیکی در شبکهٔ لجستیک

امیر امینی[۱]
علیرضا علی‌نژاد[۲]

چکیده

کسب‌وکار الکترونیک از پیامدهای مهم انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات است که در دههٔ گذشته رشد چشمگیری داشته است. با گسترش روزافزون حوزهٔ کار تجارت الکترونیک، سرعت و کیفیت ارائهٔ خدمات به مشتریان نیز افزایش یافته و سبب شده شرکت‌ها، برای اطمینان از دقت در تحویل کالاها و به‌موقع‌بودن آن، کنترل بیشتری بر مؤلفه‌های کیفیت داشته باشند تا بتوانند پاسخ‌گوی نیازهای فزایندهٔ مشتریان باشند و رضایت آنان را جلب کنند. به‌کارگیری کسب‌وکار الکترونیکی در فعالیت‌های تجاری نیازمند توجه به عوامل درون‌زا و برون‌زای تأثیرگذار در آن است. بنابراین، برای پی‌ریزی نظام ارزیابی مؤثر و هدفمند، لازم است عملکرد شبکهٔ لجستیک در کسب‌وکار الکترونیکی ارزیابی شود. تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های قدرتمند مدیریتی است که ابزاری در اختیار مدیران قرار می‌دهد تا بتوانند عملکرد شرکت خود را در مقایسه با سایر رقبا محک بزنند و برای آینده‌ای بهتر تصمیم‌گیری کنند. در این پژوهش روش جدیدی برای ارزیابی همکاری شبکهٔ لجستیک در کسب‌وکار الکترونیکی ارائه می‌شود که در آن از شیوهٔ تحلیل پوششی داده‌های فازی (DEA) استفاده شده است. پس از معرفی دو مدل خوش‌بینانه و بدبینانه، هر دو مدل حل شده‌اند. در پایان، به‌کارگیری مدل با مثال عددی نشان داده شده و حساسیت پارامترهای ورودی و خروجی نیز تحلیل شده است.

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد، لجستیک، کسب‌وکار الکترونیک، تحلیل پوششی داده‌های فازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸

مقدمه

با توسعهٔ شبکهٔ اقتصادی و فناوری اطلاعات، اهمیت شبکهٔ حمل‌ونقل (لجستیک) در سرمایه‌گذاری‌ها آشکار شد. مدل ارزیابی تحلیل پوششی داده‌ها اهمیت عملیاتی بسیاری دارد و با کمک به کسب‌وکار الکترونیکی[۳] سبب بهبود عملکرد حمل‌ونقل خواهد شد. بنابراین، سرمایه‌گذاری باید از دو منظر کارایی و اثربخشی ارزیابی شود. ارزیابی کارایی در به‌حداقل‌رساندن هزینه‌ها کمک می‌کند. هدف از ارزیابی اثربخشی این است که سرمایه‌گذاری و خدمت‌رسانی شبکهٔ حمل‌ونقل به بازدهی

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع، دانشکدهٔ مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه (نویسندهٔ مسئول)؛ A.Amini@ine.uut.ac.ir
۲. دانشیار، دانشکدهٔ مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

3. Electronic Business (EB)

بیشتری برسد. با گسترش روزافزون حوزهٔ کار تجارت الکترونیک، سرعت ارائهٔ خدمات به مشتریان و کیفیت خدمات نیز افزایش یافته و سبب شده شرکت‌ها کنترل بیشتری بر مؤلفه‌های کیفیت داشته باشند تا از دقت در تحویل کالاها و به‌موقع‌بودن آن اطمینان یابند و بتوانند پاسخ‌گوی نیازهای فزایندهٔ مشتریان باشند و رضایت آنان را جلب کنند (Chao, 2016, pp. 77-81). در کشورهای توسعه‌یافته، کسب‌وکارهای الکترونیکی شبکهٔ حمل‌ونقلی کاملی دارند که بر پایهٔ مقیاس، خودکارسازی (اتوماسیون)، اطلاعات و یک‌پارچگی استوار است. مدیران بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌ها، برای حفظ مزایای رقابتی خود در سرعت و هزینه، به‌دنبال ایجاد و ادغام شبکه‌های حمل‌ونقل‌اند. همچنین ارزیابی‌های به‌موقع عملکرد شبکهٔ حمل‌ونقل به آنان کمک می‌کند که مزایا و معایب را بیابند تا عملکرد اقتصادی را اصلاح کنند و سطح مدیریتی خود را ارتقا بخشند. بنابراین، برای پی‌ریزی نظام ارزیابی مؤثر و هدفمند، ارزیابی عملکرد شبکهٔ حمل‌ونقل در کسب‌وکار الکترونیکی ضروری است. امروزه، با توجه به رشد صنعت و رقابت بین شرکت‌ها و سازمان‌ها و اهمیت آن‌ها در اقتصاد و جامعه، ارزیابی عملکرد زنجیرهٔ هر سازمان بسیار مورد توجه مدیران قرار گرفته است. شاخص‌های متعددی معیار ارزیابی عملکرد شرکت‌ها (زنجیره‌ها) درنظر گرفته شده که کارایی یکی از آن‌هاست. مدیران همواره درصددند بر کارایی شرکت یا سازمان خود بیفزایند. برای افزایش کارایی ابتدا باید مقدار آن را اندازه‌گیری کرد. روش‌های گوناگونی برای این کار وجود دارد که روش تحلیل پوششی داده‌ها یکی از آن‌هاست (علی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] روشی برای محاسبهٔ کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs)[2] مانند شرکت‌ها، بیمارستان‌ها، دانشگاه‌ها است که هریک از این واحدها چند ورودی را دریافت و چند خروجی را تولید می‌کند. اصلی‌ترین ویژگی این روش آن است که واحدهای تصمیم‌گیری تحت بررسی همگن قرار می‌گیرند و ورودی‌هایی از نوع یکسان برای تولید خروجی‌هایی از نوع یکسان به‌کار برده می‌شوند. واحدها ازنظر این ویژگی با یکدیگر مقایسه می‌شوند (علی‌نژاد و بهروزی‌نژاد، ۱۳۹۴).

پس از مدل‌سازی هر شبکه، این پرسش برای مدیران مطرح می‌شود که آیا این شبکه کاراست و می‌تواند عملکرد خوبی داشته باشد. پس از شناخت مؤلفه‌های مؤثر بر همکاری شبکهٔ لجستیک در کسب‌وکار الکترونیکی شرکت‌ها، عملکرد این شبکه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی می‌شود. در این پژوهش روش جدیدی برای ارزیابی همکاری شبکهٔ لجستیک در کسب‌وکار الکترونیکی ارائه خواهد شد که در آن از شیوهٔ تحلیل پوششی داده‌های فازی استفاده می‌شود. با معرفی و گسترش مدل ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها، امکان استفاده از آن برای مقایسه و ارزیابی واقعی‌تر و عملی‌تر فراهم خواهد شد و بسط و گسترش روش نیز به‌گونه‌ای خواهد بود که مطابقت بیشتری با واقعیت داشته باشد.

در پژوهش پیش رو، پس از مقدمه‌ای که در ابتدا بیان شد، ادبیات و پیشینهٔ تحقیق مرور می‌شود. سپس مدل‌های موجود در این حوزه و مدل پیشنهادی این پژوهش، به‌همراه تابع هدف و محدودیت‌ها، به‌طور کامل تشریح و تجزیه‌وتحلیل می‌شوند. در ادامه، کاربرد مدل پیشنهادی، به‌همراه پیاده‌سازی و اجرا به‌کمک داده‌های موجود در مقالات، تحلیل می‌شود. در پایان، خلاصه‌ای از نتایج پژوهش و پیشنهادهایی برای مطالعات آتی ارائه می‌شود.

۱. ادبیات پژوهش

۱-۱. کسب‌وکار الکترونیکی

امروزه، با ظهور فناوری‌های جدید و توانایی در استفاده از فناوری ارتباطات و اطلاعات، الگوهای نوین کسب‌وکار به‌وجود آمده که نقش‌ها و روابط میان مشتریان، مصرف‌کنندگان، شرکا و تأمین‌کنندگان را تبیین می‌کند. کسب‌وکار الکترونیکی عبارت است از به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات تجاری و ارتباطات بازرگانی و نیز انجام تراکنش‌های کسب‌وکار به‌وسیلهٔ تجهیزات شبکه و ارتباط از راه دور (Choshin and Ghaffari, 2017, pp. 67-74). هدف از این نوع کسب‌وکار تشخیص و تعیین جریان‌های اصلی محصول، اطلاعات، پول و شناسایی مزایای عمده برای سهام‌داران و شرکتکنندگان در کسب‌وکار است و با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین به تعاملات مشتریان و دیگر ذی‌نفعان و خلق ارزش برای آنان می‌انجامد (Currie, 2004). کسب‌وکار الکترونیکی از زیرمجموعه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است که در دههٔ گذشته رشد چشمگیری داشته است. ورود به بازارهای جهانی و جذب مشتریان جدید و مؤثر و کارا رویکرد و سیاست اکثر مؤسسات تجاری در پذیرش و به‌کارگیری کسب‌وکار الکترونیکی است (درگاهی و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۳۹-۴۸). اما بهره‌گیری از کسب‌وکار الکترونیکی در فعالیت‌های تجاری نیازمند توجه به عوامل درون‌زا و برون‌زای تأثیرگذار در آن است (Zimmermann and Pucihar, 2015)؛ توجه بنگاه‌های تجاری به این عوامل و برنامه‌ریزی برای استفادهٔ مطلوب از فناوری کسب‌وکار الکترونیک، ضمن تضمین موفقیت بهره‌برداری از آن، زمینهٔ رشد بنگاه‌های استفاده‌کننده را فراهم می‌کند (Zhu and Kraemer, 2005, pp. ۶۱-۸۴). کسب‌وکار الکترونیکی تعریف‌های متعددی دارد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

ـ کسب‌وکار الکترونیکی مسیر رسیدن بنگاه‌ها به بازار را هموار

1. Data Envelopment Analysis
2. Decision Making Units

می‌سازد و مشتریان از طریق آن به خرید کالا و خدمات اقدام می‌کنند (Yang and Jiang, 2016, pp. 131-142).

ـ کسب‌وکار الکترونیکی امکان دسترسی به مشتریان مؤثر و کارآمد را فراهم می‌کند (Rezaei et al., 2014, pp. 199-216).

ـ کسب‌وکار الکترونیکی امکان هدایت تجارت از طریق شبکه‌های الکترونیک نظیر اینترنت و شبکهٔ جهانی را فراهم می‌آورد (Tuan et al., 2019, pp. 54-68).

کسب‌وکار الکترونیکی باید بهترین فرصت‌ها را برای سازمان‌ها فراهم کند تا ارزشی منحصربه‌فرد خلق کنند. استفاده از این ابزارها و پیاده‌سازی زیرساخت‌های مربوط به آن هزینه‌های زیادی به سازمان تحمیل می‌کند (Attard et al., 2015, pp. 399-418)؛ به‌همین سبب، اجرای موفقیت‌آمیز این‌گونه طرح‌ها برای سازمان‌ها ضروری است.

کسب‌وکار الکترونیکی دربردارندهٔ تجارت الکترونیکی، هوشمندی شرکت‌ها، مدیریت روابط با مشتری، مدیریت زنجیرهٔ تأمین و برنامه‌ریزی منابع شرکت است (صنایعی و همکاران، ۱۳۹۱، ص ۲۲-۴۳):

E-Business= EC + BI + CRM + SCM + ERP

محققان محیط کسب‌وکار الکترونیکی را به دو محیط خرد و کلان تقسیم‌بندی کرده‌اند که هر دو محیط تأثیر مستقیم در سازمان و مدل‌های کسب‌وکاری آن دارند. محیط خرد شامل مجموعهٔ عواملی همچون سامانه، مشتریان، واسطه‌ها و توزیع‌کنندگان و رقبای سازمان و محیط کلان دربردارندهٔ مجموعهٔ عوامل کلی‌تری همچون عوامل سیاسی، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، اخلاقی، قانونی و فناورانه است (Chaffey, 2009). پس به‌طور خلاصه، کسب‌وکار الکترونیکی تلفیق سیستم‌ها، فرایندها، زنجیره‌های تأمین و کل بازار است که از اصول و فناوری‌های مرتبط با اینترنت بهره می‌برد و در هشت بخش انجام می‌شود: شرکت با مصرف‌کننده، شرکت با شرکت، مصرف‌کننده با مصرف‌کننده، شرکت با دولت، دولت با مصرف‌کننده، شرکت با کارکنان، شخص با شخص و مصرف‌کننده با شرکت (Zott et al., 2000, pp. 463-475). براین‌اساس، سه شیوه برای معاملات کسب‌وکار الکترونیکی وجود دارد (موحدی، ۱۳۹۴، ص. ۲۳-۴۲):

ـ آفلاین: در این شیوه، بنگاه‌ها برای انجام فعالیت‌های تجاری از پست الکترونیکی استفاده می‌کنند.

ـ آنلاین: در این شیوه، بنگاه‌ها از طریق «تعیین‌کنندهٔ متحدالشکل منبع» (URL)، معاملات تجاری را انجام می‌دهند. URLها آدرس‌هایی هستند که ساختار آن‌ها برای همهٔ رایانه‌ها یکسان است و به‌وسیلهٔ آن‌ها می‌توان به منبع موردنظر دست یافت.

ـ درگاه شبکه: صفحه‌ای از شبکه است که در آن پیوندهایی برای دسترسی به محتوای اخبار مربوط به موضوعات گوناگون وجود دارد. این صفحات تعداد زیادی آدرس با موضوعات گوناگون دارند. موتورهای جست‌وجو، پست الکترونیک، گفت‌وگو، نقشه‌ها، خرید و فروش و گزینه‌های دیگر، خدماتی است که از طریق دروازهٔ شبکه به مشتریان ارائه می‌شود. درواقع هدف از ایجاد دروازه‌های شبکه تبلیغات و بازاریابی است.

توسعهٔ کسب‌وکار الکترونیک به مجموعه‌ای از مؤلفه‌های زیرساختی و فنی و مدیریتی نیاز دارد که شامل این موارد می‌شود: تجارت الکترونیک، بازاریابی الکترونیکی، بانکداری الکترونیکی، فناوری کارت‌های هوشمند و مدیریت ارتباطات با مشتریان (مژدهی و همکاران، ۱۳۸۶).

بر اساس تحقیقات سرانو و همکاران (Serrano, 2005, pp. 557-573)، مهم‌ترین معیارهای ارزیابی کسب‌وکار الکترونیکی عبارت است از: تعداد کارمندان، هزینه‌ها و مخارج به واحد پولی، دارایی‌های کل به واحد پولی، بازدیدکنندگان منحصربه‌فرد، مدت‌زمان سپری‌شده در وب و وفاداری. به این موارد می‌توان هزینهٔ اکتساب و ترفیعات، تنوع و تعداد خدمات ارائه‌شده، نرخ بازگشت سرمایه، سودآوری و درصد کاهش موجودی‌ها را نیز افزود. وِن و همکاران (Wen, 2003, pp. 703-710)، در پژوهشی جامع‌تر، سه دسته معیار مالی، عملیاتی و خاص کسب‌وکار الکترونیکی را معرفی کرده‌اند.

۱-۲. شبکهٔ لجستیک

لجستیک به‌معنی یک‌پارچه‌سازی دو یا چند فعالیت با هدف برنامه‌ریزی و مدیریت و کنترل کارآمد جریان مواد و محصولات از مکان اصلی به محل مصرف است (Dębkowska, 2017, pp. 143-148). در فرهنگ وبستر واژهٔ لجستیک چنین تعریف شده است: «شاخه‌ای از دانش نظامی که طی آن، فرایند تهیه و تأمین، نگه‌داری و حمل‌ونقل مواد، نیروی انسانی و تجهیزات به‌انجام می‌رسد» (Balcik and Beamon, 2008, pp. 101-121). لجستیک سامانهٔ فراگیری است که به درنظرگرفتن راه‌حل بهینه بر رسیدن به مقصود اهتمام دارد. لجستیک شامل یکپارچه‌سازی اطلاعات، حمل‌ونقل، موجودی، انبار، جابه‌جایی کالا و بسته‌بندی است (Yu et al., 2016, pp. 179-185). لجستیک، بنا به ماهیت آن، اغلب مترادف با فعالیت توزیع می‌آید؛ هم توزیع فیزیکی محصول، مدیریت زنجیرهٔ تأمین، مدیریت خط تولید و هم برای تأمین و حمل‌ونقل. اجزای اصلی لجستیک را طراحی شبکه، تبادل اطلاعات، حمل‌ونقل مواد، موجودی انبار، جابه‌جایی مواد و بسته‌بندی تشکیل می‌دهد (Baudin, 2004). از نگاه انجمن مدیریت لجستیک، لجستیک بخشی از فرایند زنجیرهٔ عرضه است که، به‌منظور برآورده‌کردن نیازهای مشتری، جریان مؤثر و کارای انبارش کالاها، خدمات و اطلاعات وابسته به آن‌ها را از نقطهٔ شروع تا نقطهٔ مصرف برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل

می‌کند. سه ویژگی اساسی لجستیک صرفه‌جویی‌های هنگفت در هزینه‌ها، کسب رضایت مشتری و افزایش فروش، و کسب مزیت رقابتی در بازار است. محققان لجستیک را علمی چندرشته‌ای قلمداد می‌کنند که ترکیبی از مهندسی و اقتصاد و تئوری سازمان است (Bowersox et al., 1999)، به‌طوری‌که در خرید، برنامه‌ریزی، تولید، بازاریابی و... نقش اساسی دارد. جریان‌های مواد، اطلاعات و مالی جریان‌های مهم زنجیرهٔ لجستیک‌اند. جریان‌های مواد دربرگیرندهٔ محصولات فیزیکی، مواد خام جدید و عرضه‌هایی است که در زنجیره جریان دارند. جریان اطلاعات همهٔ داده‌های مرتبط با تقاضا، محموله‌ها و سفارش‌ها را دربر دارد و جریان‌های مالی نیز دربرگیرندهٔ همهٔ انتقال‌های نقدی، پرداخت‌ها، برنامه‌های پرداخت و پرداخت‌های الکترونیکی و داده‌های مرتبط با اعتبار است (شفیع‌زاده، ۱۳۸۳).

امروزه سازمان‌ها برای پاسخ‌گویی به‌هنگام و مناسب به نیاز مشتریان و نیز اثربخش‌کردن زنجیرهٔ عرضهٔ خود به رویکرد جدیدی نیاز دارند. کاربرد روزافزون و فزایندهٔ تجارت الکترونیک و فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی رویکرد نوینی را ضروری ساخته که می‌توان از آن با عنوان لجستیک الکترونیک نام برد. این رویکرد یک ساختار مدیریت اطلاعات شبکه‌ای را به‌وجود می‌آورد که با توزیع اطلاعات میان شرکای حاضر در زنجیرهٔ فعالیت‌های لجستیکی، به‌صورتی هماهنگ در طول زنجیرهٔ عرضه، سازمان را پشتیبانی می‌کند (Bayles and Bhatia, 2000). اولین مزیت لجستیک الکترونیک کمک به کوچک‌ترشدن ساختار سازمان و واگذاری فعالیت‌های فرعی لجستیک آن به سایر بخش‌های خدماتی است. از مزایای دیگر لجستیک الکترونیک امکان دسترسی سریع به اطلاعات، نبود واسطه، کاهش هزینه‌های سربار و ایجاد رقابت بین‌المللی، کاهش هزینه‌های تبلیغاتی به‌ویژه در سطح بین‌المللی، ورود به بازارهای فرامنطقه‌ای و امکان ارائهٔ خدمات جهانی است؛ کنترل روند بازگشت سرمایه، کاهش ذخایر اطمینان، افزایش کارایی، شفافیت شبکهٔ تجاری و پاسخ‌گویی بهینه به سفارش‌ها، شفاف‌سازی و نظارت بر زنجیرهٔ عرضه از مزایای دیگر لجستیک الکترونیک است (Flint et al., 2005, pp. 113-147).

۱-۳. تحلیل پوششی داده‌ها

نظریه، روش و کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها، از زمان ارائهٔ آن توسط چارنز و کوپر به‌عنوان ابزار مدیریتی و تصمیم‌گیری، در سطح جهان گسترده و فراگیر شده است.. مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها، از قبیل مدل‌های CCR و BCC و مانند آن‌ها، با داده‌های مبهم سروکار ندارند و تمام داده‌های ورودی و خروجی آن‌ها را قطعی درنظر می‌گیرند. در موقعیت‌های واقعی ممکن است این فرض همیشه صدق نکند. به‌علت وجود عدم‌قطعیت، تحلیل پوششی داده‌ها گاهی اوقات با وضعیت داده‌های مبهم روبه‌رو می‌شوند، به‌خصوص وقتی که مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری داده‌های مفقود، داده‌های قضاوتی، داده‌های پیش‌بینی‌شده یا اطلاعات برتری ترتیبی را دربر داشته باشند. به‌طورکلی، اطلاعات نادقیق یا داده‌های مبهم را می‌توان به‌صورت اعداد فازی یا بازه‌ای نشان داد. ازاین‌رو چگونگی ارزیابی کارایی مدیریت و عملیات مجموعهٔ واحدهای تصمیم‌گیری، در محیط‌های فازی و بازه‌ای، مسئلهٔ پژوهشی مهمی محسوب می‌شود و این مسئله لزوم گسترش و پیشرفت نظریهٔ تحلیل پوششی داده‌ها، روش و کاربردهای واقعی آن را نشان می‌دهد. منظور از تولید هر نوع تغییر و تبدیل مستقیمی است که مطلوبیت کالا را افزایش می‌دهد. نتیجهٔ فعالیت تولیدی که ناشی از تغییر و تبدیل باشد را محصول می‌نامند و مواد و کالایی را که برای به‌دست‌آوردن محصول استفاده می‌شود منابع تولید می‌نامند. تابع تولید نشان‌دهندهٔ رابطهٔ بین ورودی‌ها ($x_1, x_2, \ldots$) و خروجی y یک فعالیت تولیدی بدون درنظرگرفتن قیمت‌ها در یک زمان واحد است:

$$y=f(x_1,x_2,\ldots) \quad (۱)$$

۲. پیشینهٔ پژوهش

در این زمینه تحقیقات فراوانی طی سالیان گذشته انجام گرفته است که در این مقاله نیز از آن‌ها استفاده شده است. نمونه‌هایی از پژوهش‌های داخلی بدین شرح است:

مهربان و همکاران (۱۳۸۶) لجستیک الکترونیکی، خصوصیات، روند توسعه و در پایان عملکرد آن را در زنجیره تأمین مورد بررسی قرار داده‌اند. هاشمی و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی یازده گروه آموزشی را در دو حالت بازدهی به مقیاس ثابت و بازدهی به مقیاس متغیر ارزیابی کردند (ص ۸۵-۹۱). در تحقیقی دیگر، زارع مهرجردی و همکاران (۱۳۸۹) رویکردی تلفیقی برای ارزیابی و رتبه‌بندی اهمیت نسبی الزامات فنی محصول پیشنهاد دادند (ص ۷۱-۸۶). محبی و همکاران (۱۳۹۰)، برای تعیین دانشکده‌های کارا و ناکارا و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، به اندازه‌گیری و ارزیابی کارایی پژوهشی دانشکده‌های دانشگاه علوم انتظامی پرداختند. آنان در این تحقیق برای ارزیابی کارایی دانشکده‌ها از الگوی CCR اصلاحی با ماهیت خروجی و برای رتبه‌بندی آن‌ها از الگوی اندرسون ـ پیترسون استفاده کرده‌اند (ص ۴۱۰-۴۱۶). شفیعی نیک‌آبادی و همکاران (۱۳۹۰) نیز در زمینهٔ تأثیر یک‌پارچگی فرایندهای سازمانی و ناب‌سازی لجستیک در عملکرد کسب‌وکار در صنعت خودرو تحقیق کردند. افضلی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای عملکرد زنجیرهٔ لجستیک در کسب‌وکار

الکترونیکی را ارزیابی کرده است.

در این زمینه تحقیقاتی بین‌المللی نیز انجام شده است: گرنت و همکاران (2014) ادراک خطر در هنگام تصمیم‌گیری را درمورد سرمایه‌گذاری در حوزهٔ فناوری بررسی کرده‌اند. در تحقیق دیگری، چگونگی استفاده از محیط الکترونیکی در شرکت‌های کوچک و متوسط آن دسته از کشورهای اتحادیهٔ اروپا که با کمبود منابع مواجه بودند، مانند کشور لتونی، بررسی و مشخص شده که مناسب‌ترین راه برای توسعهٔ کسب‌وکار این شرکت‌ها و رقابت جهانی استفاده از فناوری‌های جدید است (Ščeulovs and Gaile-Sarkane, 2014, pp. 409-413). همچنین در تحقیقات دیگری نیز به اهمیت فراوان اینترنت و فناوری‌های مرتبط در کسب‌وکار پرداخته شده است. اینترنت و تجارت الکترونیک فرصت‌های جدیدی برای رقابت در بازار جهانی در اختیار شرکت‌ها قرار می‌دهند. در مدلی مفهومی نشان داده شده که ایجاد رقابت در تجارت الکترونیک یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های کسب‌وکار الکترونیک است (Ciarniene and Stankeviciute, 2015, pp. 734-739). همچنین با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها، عملکرد تدارکات شرکت بررسی شده است (Hong and Xu, 2015, pp. 199-213). در تحقیق دیگری نیز کوپینگ، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، به تجزیه‌وتحلیل عوامل مؤثر در توسعهٔ کسب وکار الکترونیکی پرداخته است (Qiuping, 2016, pp. 267-278).

۳. روش پژوهش

۳-۱. مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی برای ارزیابی عملکرد

تحلیل پوششی داده‌ها روشی ریاضی برای ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری با مجموعهٔ مشخصی از ورودی‌ها و خروجی‌هاست. فرض اصلی در تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای داده‌های دقیق قرار گرفته، اما در دنیای واقعی داده‌ها با اصطلاحاتی نظیر خوب، بد و... ارائه می‌شوند و معمولاً دقیق نیستند و ارزیابی عملکرد با روش‌های معمول دربرگیرندهٔ این داده‌ها به بروز خطاهایی در فرایند تصمیم‌گیری منجر می‌شود و مدل مرسوم تحلیل پوششی داده‌ها نمی‌تواند به‌سادگی عملکرد را اندازه‌گیری کند. برای اتخاذ تصمیمات معقول و مطابقت بیشتر با دنیای واقعی، ضروری است که از ابزار منطق فازی برای رسیدن به هدف‌های نهایی استفاده شود. مفهوم تصمیم‌گیری در محیط فازی از طرف بلمن و زاده پیشنهاد شده است. رویکردهای بسیاری درخصوص داده‌های فازی در تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده است. سنگوپتا اولین کسی است که دربارهٔ کاربرد نظریهٔ مجموعهٔ فازی در تحلیل پوششی داده‌ها تحقیق کرده و اصولی از نظریهٔ مجموعهٔ فازی را، برای معرفی ماهیت فازی در تابع هدف و محدودیت‌های مدل متداول تحلیل پوششی داده‌ها، به‌کار برده است. چیانگ و شیانگ روشی را ارائه داده‌اند که قادر است مقیاس‌های کارایی فازی برای واحدهای تصمیم‌گیری را با مشاهده‌های فازی ارائه کند (Rostamy and Mollaeian, 2012).

در مقالهٔ حاضر، برای توسعهٔ مدل در فضای فازی، از اعداد فازی ذوزنقه‌ای مثبت با قالب گستردگی چپ و راست استفاده می‌شود. ازآنجاکه تمامی مدل‌های ارائه‌شده در این پژوهش در فضای فازی توسعه داده می‌شوند و این فضا با اعداد ذوزنقه‌ای نشان داده خواهد شد، دربارهٔ اعداد فازی و منحصراً عدد فازی ذوزنقه‌ای توضیح مختصری داده می‌شود.

همان‌طور که اشاره شد، در دنیای واقعی ممکن است برای اندازه‌گیری مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌های یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها شاخص‌ها و معیارهایی استفاده شوند که ابهامات ابهامهای قابل‌توجهی فراوانی دارند؛ ازاین‌رو، می‌توان از طریق واژه‌های نشانه‌های زبانی که توسط مجموعه‌های فازی به تصویر کشیده شده‌اند آن‌ها را مدل‌سازی کرد. یکی از پرکاربردترین قالب‌های اعداد فازی، اعداد ذوزنقه‌ای فازی است که در این پژوهش، برای ساخت مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی، از آن استفاده شده است.

تعریف ۱: فرض کنید که X تمامی مقادیر ممکن برای x به‌صورت $X=\{x_1,x_2,\ldots,x_n\}$ باشد. یک مجموعهٔ فازی مانند $\tilde{A}$ بر روی X درواقع مجموعه‌ای از زوج‌های مرتب به‌صورت $\{(x_1,\mu_{\tilde{A}}(x_1)),(x_2,\mu_{\tilde{A}}(x_2)),(x_3,\mu_{\tilde{A}}(x_3))\}$ است، به‌طوری‌که داشته باشیم $\mu_{\tilde{A}}:X\rightarrow[0,1]$، که در آن $\mu_{\tilde{A}}$ را تابع عضویت عدد فازی $\tilde{A}$ می‌نامند و $\mu_{\tilde{A}}(x_i)$ درجهٔ عضویت x_i در $\tilde{A}$ را مشخص می‌کند.

تعریف ۲: آلفا ـ برش و آلفا ـ برش قوی، در مجموعهٔ فازی $\tilde{A}$، به‌ترتیب با علائم $\alpha\text{-cut } \tilde{A}_{\alpha}$ و $\alpha\text{-cut } \tilde{A}_{(\alpha^{+})}$ نشان داده و بدین‌صورت تعریف می‌شوند:

(۲)

$$\tilde{A}_{\alpha}=\{x_i : \mu_{\tilde{A}}(x_i)\geq\alpha, x_i\in X\}, \quad \text{where } \alpha\in[0,1]$$
$$\tilde{A}_{\alpha}=\{x_i : \mu_{\tilde{A}}(x_i)>\alpha, x_i\in X\}, \quad \text{where } \alpha\in[0,1]$$

تعریف ۳: یک عدد فازی ذوزنقه‌ای مثبت را، با قالب گستردگی چپ و راست که به‌اختصار به‌صورت TrFN در متون نمایش داده می‌شود، می‌توان به‌صورت $\tilde{x}=(x^1,x^2,x^3,x^4)$ نوشت که تابع عضویت $\mu_{\tilde{x}}$ مربوط به عدد فازی $\tilde{x}$ بدین‌صورت مشخص می‌شود (Zimmermann, 1999):

(۳)

$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-x^1}{x^2-x^1} & (x^1\leq x\leq x^2)\\ 1 & (x^2\leq x\leq x^3)\\ \dfrac{x^4-x}{x^4-x^3} & (x^3\leq x\leq x^4)\end{cases}$$

$[x^2,x^3]$ بازهٔ میانی عدد فازی $\tilde{x}$ است و x^1 و x^4 حدود پایین و حدود بالای عدد فازی $\tilde{x}$ هستند. فرض کنید که (j=1,2,…,n)، n عدد واحد تصمیم‌گیری وجود دارد که هرکدام (i=1,2,…,m) m عدد ورودی ذوزنقه‌ای را به‌صورت $\tilde{x}_{ij}=(x^1_{ij},x^2_{ij},x^{3ij},x^4_{ij})$، مصرف می‌کنند تا (r=1,2,…,s) s عدد خروجی فازی ذوزنقه‌ای را به‌صورت $\tilde{y}_{rj}=(y^1_{rj},y^2_{rj},y^3_{rj},y^4_{rj})$ تولید کنند. با استفاده از مفهوم آلفا ـ برش، حد بالا و حد پایین این ورودی‌ها و خروجی‌ها بدین‌گونه محاسبه می‌شوند:

$$(x^L_{ij})_\alpha = x^1_{ij} + \alpha(x^2_{ij} - x^1_{ij}),\quad \alpha \in [0,1], i = 1,\dots,m; \quad j = 1,\dots,n \qquad (۴)$$

$$(x^U_{ij})_\alpha = x^4_{ij} - \alpha(x^4_{ij} - x^3_{ij}),\quad \alpha \in [0,1], i = 1,\dots,m; \quad j = 1,\dots,n \qquad (۵)$$

$$(y^L_{rj})_\alpha = x^1_{rj} + \alpha(y^2_{rj} - y^1_{rj}),\quad \alpha \in [0,1], r = 1,\dots,s; \quad j = 1,\dots,n \qquad (۶)$$

$$(y^U_{rj})_\alpha = x^4_{rj} - \alpha(y^4_{rj} - y^3_{rj}),\quad \alpha \in [0,1], r = 1,\dots,s; \quad j = 1,\dots,n \qquad (۷)$$

با فرض اینکه ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای تصمیم‌گیرنده عدم‌قطعیتی دارند که می‌توان آن را با اعداد فازی نشان داد، با استفاده از یکی از مدل‌های کلاسیک مانند CCR و یا BCC، این رویکرد بدین‌صورت تبیین می‌شود:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r \tilde{y}_{ro} \qquad (۸)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i \tilde{x}_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \tilde{x}_{ij} \le 0 \quad j = 1,\dots,n$$

$$V_i \ge 0 \quad i = 1,\dots,m$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1,\dots,s \quad E_0 \text{free}$$

برای حل مدل ۸ از تحلیل خوش‌بینانه ـ بدبینانه استفاده می‌شود. در این روش مدل ۸ به دو مدل فرعی تبدیل می‌شود که هریک نمایندهٔ بهترین حالت و بدترین حالتی است که ممکن است برای یک واحد تصمیم‌گیری رخ دهد. در ادامه، این دو حالت و مدل به‌دست‌آمده از هر حالت تشریح می‌شود:

الف) حالت خوش‌بینانه: برای یک واحد تصمیم‌گیری، بهترین اتفاقی که ممکن است با به‌کارگیری ورودی‌ها و خروجی‌های فازی رخ دهد حالتی است که تمامی ورودی‌های واحد تصمیم‌گیری تحت‌بررسی در حد پایین خود باشند و تمامی خروجی‌های واحد تصمیم‌گیری تحت‌بررسی در حد بالای خود قرار گیرند و هم‌زمان تمامی ورودی‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیری در حد بالای خود و تمامی خروجی‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیری در حد پایین خود باشند. در چنین وضعیتی، کارایی واحد تصمیم‌گیری تحت‌بررسی بیشینه (ماکزیمم) خواهد شد. این وضعیت را می‌توان با مدل ۹ نشان داد:

$$\text{Max } E^U_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r (y^U_{ro})_\alpha \qquad (۹)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i (x^L_{io})_\alpha = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r (y^U_{ro})_\alpha - \sum_{i=1}^{m} v_i (x^L_{io})_\alpha \le 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r (y^L_{rj})_\alpha - \sum_{i=1}^{m} v_i (x^U_{ij})_\alpha \le 0 \quad j = 1,\dots,n$$

$$V_i \ge 0 \quad i = 1,\dots,m$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1,\dots,s \quad E^u_0 \text{free}$$

که در آن، E^U_0 حد بالای کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری تحت‌ارزیابی است. با جای‌گذاری روابط شمارهٔ ۴ تا ۷ در مدل ۹، مدل ۱۰ به‌دست می‌آید:

$$\text{Max } E^U_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r [y^4_{ro} - \alpha(y^4_{ro} - y^3_{ro})] \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i [x^1_{io} + \alpha(x^2_{io} - x^1_{io})] = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r [y^4_{ro} - \alpha(y^4_{ro} - y^3_{ro})] - \sum_{i=1}^{m} v_i [x^1_{io} + \alpha(x^2_{io} - x^1_{io})] \le 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r [y^1_{rj} + \alpha(y^2_{rj} - y^1_{rj})] - \sum_{i=1}^{m} v_i [x^4_{ij} - \alpha(x^4_{ij} - x^3_{ij})] \le 0 \quad j = 1,\dots,n$$

$$V_i \ge 0 \quad i = 1,\dots,m$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1,\dots,s \quad E^u_0 \text{free}$$

ب) حالت بدبینانه: برای یک واحد تصمیم‌گیری، بدترین اتفاقی که ممکن است با به‌کارگیری ورودی‌ها و خروجی‌های فازی رخ دهد حالتی است که تمامی ورودی‌های واحد تصمیم‌گیری تحت‌بررسی در حد بالای خود باشند و تمامی خروجی‌های واحد تصمیم‌گیری تحت‌بررسی در حد پایین خود قرار گیرند و هم‌زمان تمامی ورودی‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیری در حد پایین خود و تمامی خروجی‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیری در حد بالای خود باشند. در چنین وضعیتی، کارایی واحد تصمیم‌گیری تحت‌بررسی کمینه (مینیمم) خواهد شد. این وضعیت را می‌توان با مدل ۱۱ نشان داد:

$$\text{Max } E^{L}_{0} = \sum_{r=1}^{s} u_r (y^{L}_{ro})_\alpha \qquad (۱۱)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i (x^{U}_{io})_\alpha = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r (y^{L}_{ro})_\alpha - \sum_{i=1}^{m} v_i (x^{U}_{io})_\alpha \le 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r (y^{U}_{rj})_\alpha - \sum_{i=1}^{m} v_i (x^{L}_{ij})_\alpha \le 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m$

$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E^{L}_{0}$ free

که در آن، E^{U}_{0} حد پایین کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری تحت‌ارزیابی است. با جای‌گذاری روابط ۴ تا ۷ در مدل ۱۱، مدل ۱۲ به‌دست می‌آید:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r \left[(y^{U}_{ro})_\alpha (y^{L}_{ro})_\alpha\right] \qquad (۱۲)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{m} v_i \left[(x^{L}_{io})_\alpha (x^{U}_{io})_\alpha\right] = 1$$

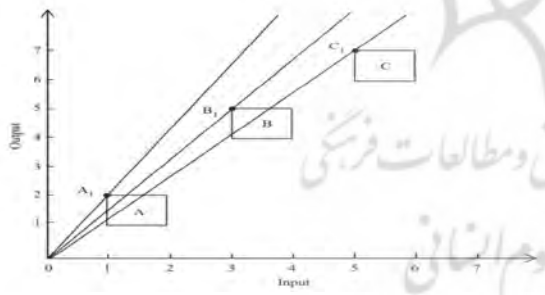
$$\sum_{r=1}^{s} u_r \left[(y^{U}_{rj})_\alpha (y^{L}_{rj})_\alpha\right] - \sum_{i=1}^{m} v_i \left[(x^{L}_{ij})_\alpha (x^{U}_{ij})_\alpha\right] \le 0 j = 1, \dots, r$$

$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m$

$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E^{L}_{0}$ free

با دقت در مدل‌های حدود بالا و پایین تحلیل پوششی داده‌ها، مشاهده می‌شود که مجموعهٔ محدودیت‌های به‌کاررفته برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری، از واحدی به واحد دیگر، تغییر می‌کنند. حتی محدودیت‌های به‌کاررفته برای اندازه‌گیری حد بالا و پایین کارایی یک واحد تصمیم‌گیری در مدل‌های ۷ و ۹ باهم متفاوت است. برای مثال، مجموعهٔ محدودیت‌هایی که برای محاسبهٔ حد بالای کارایی واحد تصمیم‌گیری (DMUO) به‌کار رفته است شامل مجموعهٔ داده‌های $\{(x^{L}_{ijo}, y^{U}_{rjo}), (x^{U}_{ij}, y^{L}_{ri})(j = 1, \dots, n; j \ne 0; i = 1, \dots, m; r = 1, \dots s)\}$ است، درحالی‌که مجموعهٔ محدودیت‌های به‌کاررفته، برای محاسبهٔ حد پایین کارایی، داده‌های $\{(x_{ijo}^{U}, y_{rjo}^{L}), (x_{ij}^{L}, y_{rj}^{U}))\}$ $(j=1,\dots,n; j\ne 0 \; ; i=1,\dots,m \; ; r=1,\dots s)\}$، را دربر می‌گیرد. واضح است که دو مجموعه داده مختلف‌اند.

مهم‌ترین ایراد به‌کارگیری مجموعهٔ محدودیت‌های مختلف برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری قیاس‌ناپذیری بین کارایی‌ها به‌علت درنظرگرفتن مرزهای کارایی متفاوت در فرایند اندازه‌گیری کارایی است. برای نشان‌دادن بهتر این موضوع، ساده‌ترین حالت درنظر گرفته می‌شود که شامل یک ورودی و یک خروجی است. سه واحد تصمیم‌گیری با نام‌های A و B و C، در نمودار شمارهٔ ۱ نشان داده شده که ورودی‌های بازه‌ای [۳,۴],[۱,۲] و[۵,۶] را برای تولید خروجی‌های بازه‌ای [۴,۵],[۱,۲] و[۶,۷] به‌کار می‌گیرند. هنگام محاسبهٔ حد بالای کارایی واحد تصمیم‌گیری A در مدل مجموعهٔ داده‌های {(۱,۲),(۴,۴),(۶,۶)} به‌کار می‌رود که مرز کارایی مشخص‌شده توسط خط OA1 را در نمودار شمارهٔ ۱ تشکیل می‌دهد؛ هنگام محاسبهٔ حد بالای کارایی واحد تصمیم‌گیری B در مدل مجموعهٔ داده‌های {(۲,۱),(۳,۵),(۶,۶)} به‌کار می‌رود که مرز کارایی تعیین‌شده توسط خط OB1 را در نمودار شمارهٔ ۱ نشان می‌دهد؛ درحالی‌که برای محاسبهٔ حد بالای کارایی واحد تصمیم‌گیری C در مدل مجموعهٔ داده‌های {(۲,۱),(۴,۴),(۵,۷)} به‌کار می‌رود که نشان‌دهندهٔ مرز کارایی تعیین‌شده توسط خط OC1 است. مرزهای کارایی به‌کاررفته برای محاسبهٔ حد پایین کارایی واحدهای تصمیم‌گیری A و B و C تقریباً خطوط OA1، OB1و OC1 هستند. ازآنجاکه کارایی نسبت خروجی واقعی به حداکثر خروجی روی مرز تولید است، اگر مرز کارایی ثابت واحد نباشد، مقایسه بین کارایی بی‌معنی خواهد بود. N عدد واحد تصمیم‌گیری فقط می‌توانند یک مرز کارایی واقعی داشته باشند. ازآنجاکه هر واحد تصمیم‌گیری احتمال به‌کارگیری حداقل ورودی‌ها برای تولید حداکثر خروجی‌ها را دارد، مرز کارایی واقعی باید بر اساس بهترین وضعیت فعالیت تولیدی هر واحد تصمیم‌گیری مشخص شود. مرز واقعی کارایی، در نمودار شمارهٔ ۱، خط OA1 است که براساس مجموعهٔ داده‌های {(۱,۲),(۳,۵),(۵,۷)} تعیین شده است.



نمودار ۱: مرز کارایی به‌کار رفته در الگوی ۱۰ و ۱۲

برای اجتناب از به‌کارگیری مرزهای کارایی متعدد برای محاسبهٔ کارایی واحدهای تصمیم‌گیری مختلف، زوج جدیدی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی ارائه شده است. توسعهٔ مدل‌های جدید بر اساس علم محاسبات فازی انجام شده است و همیشه برای محاسبهٔ حد بالا و پایین کارایی مجموعهٔ محدودیت‌های مشابه در این مدل‌ها به‌کار می‌رود که به تشکیل مرز کارایی ثابت واحدی، برای محاسبهٔ کارایی همهٔ واحدها و محاسبهٔ حد بالا و پایین، منجر می‌شود.

الف) مدل خوش‌بینانه:

$$\text{Max } E^U{}_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r (y^U{}_{ro})_\alpha \qquad (۱۳)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i (x^L{}_{io})_\alpha = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r (y^U{}_{rj})_\alpha - \sum_{i=1}^{m} v_i (x^L{}_{ij})_\alpha \le 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m$$
$$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E^u{}_0 \text{free}$$

که در آن، $E^U{}_0$ حد بالای کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری تحت‌ارزیابی است. با جای‌گذاری روابط ۴ تا ۷ در مدل ۱۳، مدل ۱۴ حاصل می‌شود:

$$\text{Max } E^U{}_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r [y^4{}_{ro} - \alpha(y^4{}_{ro} - y^3{}_{ro})] \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i [x^1{}_{io} + \alpha(x^2{}_{io} - x^1{}_{io})] = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r [y^4{}_{rj} - \alpha(y^4{}_{rj} - y^3{}_{rj})] - \sum_{i=1}^{m} v_i [x^1{}_{ij} + \alpha(x^2{}_{ij} - x^1{}_{ij})] \le 0$$

$$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m \qquad j = 1, \dots, n$$
$$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E^u{}_0 \text{free}$$

ب) مدل بدبینانه:

$$\text{Max } E^L{}_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r (y^L{}_{ro})_\alpha \qquad (۱۵)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{m} v_i (x^U{}_{io})_\alpha = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r (y^U{}_{rj})_\alpha - \sum_{i=1}^{m} v_i (x^L{}_{ij})_\alpha \le 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m$$
$$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E^L{}_0 \text{free}$$

در این مدل، $E_o{}^L$ حد پایین کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری تحت‌ارزیابی است. با جای‌گذاری روابط ۴ تا ۷ در مدل ۱۵، مدل ۱۶ به‌دست می‌آید:

$$\text{Max } E^L{}_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r [y^1{}_{ro} + \alpha(y^2{}_{ro} - y^1{}_{ro})] \qquad (۱۶)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i [x^4{}_{io} - \alpha(x^4{}_{io} - x^3{}_{io})] = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r [y^4{}_{rj} - \alpha(y^4{}_{rj} - y^3{}_{rj})] - \sum_{i=1}^{m} v_i [x^1{}_{ij} + \alpha(x^2{}_{ij} - x^1{}_{ij})] \le 0$$

$$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m \qquad j = 1, \dots, n$$
$$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E^L{}_0 \text{free}$$

ازآنجاکه اعداد فازی به‌صورت بازه نشان داده می‌شوند، منطقی است که کارایی نسبی محاسبه‌شده نیز به‌صورت بازه به‌دست آید (شوندی، ۱۳۸۴). ازاین‌رو در مدل پیشنهادی این پژوهش، به‌جای استفاده از اعداد، از بازه استفاده شده است؛ درنتیجه، کارایی به‌دست‌آمده نیز به‌صورت بازه خواهد بود. در مدل‌های قبلی این پژوهش، حد بالا و پایین کارایی با استفاده از مدل‌های جداگانه به‌دست می‌آمد، اما در مدل جدید حد بالا و پایین با استفاده از یک مدل به‌صورت یک کارایی به‌دست می‌آید. در ادامه، مدل پیشنهادی بدین‌صورت ارائه می‌شود:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r [(y^U{}_{ro})_\alpha (y^L{}_{ro})_\alpha] \qquad (۱۷)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{m} v_i [(x^L{}_{io})_\alpha (x^U{}_{io})_\alpha] = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r [(y^U{}_{rj})_\alpha (y^L{}_{rj})_\alpha] - \sum_{i=1}^{m} v_i [(x^L{}_{ij})_\alpha (x^U{}_{ij})_\alpha] \le 0 j = 1, \dots, n$$

$$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m$$
$$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E_0 \text{free}$$

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r [y^4{}_{ro} - \alpha(y^4{}_{ro} - y^3{}_{ro}) y^1{}_{ro} + \alpha(y^2{}_{ro} - y^1{}_{ro})] \qquad (۱۸)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i [x^1{}_{io} + \alpha(x^2{}_{io} - x^1{}_{io}) x^4{}_{io} - \alpha(x^4{}_{io} - x^3{}_{io})] = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r [y^4{}_{rj} - \alpha(y^4{}_{rj} - y^3{}_{rj}) y^1{}_{rj} + \alpha(y^2{}_{rj} - y^1{}_{rj})]$$

$$- \sum_{i=1}^{m} v_i [x^1{}_{ij} + \alpha(x^2{}_{ij} - x^1{}_{ij}) x^4{}_{ij} - \alpha(x^4{}_{ij} - x^3{}_{ij})] \le 0$$

$$V_i \ge 0 \qquad i = 1, \dots, m \qquad j = 1, \dots, n$$
$$u_r \ge 0 \qquad r = 1, \dots, s \qquad E_0 \text{free}$$

همان‌گونه که مشخص است، مدل ۱۶غیرخطی است و به متغیرهایی از جنس آلفا ـ برش نیز وابسته است، لذا امکان به‌دست‌آوردن جواب بهینهٔ سراسری برای آن، در حالت عمومی، میسر نیست. همچنین باید به‌ازای آلفا ـ برش‌های مختلفی حل شود که حجم محاسبات را بسیار بالا می‌برد. ازطرف دیگر قانونی عمومی برای تعیین مقدار بهینهٔ طول قدم آلفا ـ برش‌ها وجود ندارد؛ علاوه‌براین، ممکن است رتبه‌های متناقضی برای واحد تصمیم‌گیری یکسان حاصل شود. ازاین‌رو با تغییر متغیرهای لازم، مدل ۱۷ به مدلی خطی تبدیل می‌شود. بدین‌منظور تغییر متغیرهای زیر برای تمامی ورودی‌ها و خروجی‌های مدل ۱۷ اعمال می‌شود:

$$v'_i = v_i \alpha \qquad i = 1, \dots, m \qquad (۱۹)$$

$$u'_r = u_r\,\alpha \qquad r=1,\ldots,s \qquad (۲۰)$$
$$0 \le v'_i \le v_i \qquad \text{و} \qquad 0 \le u'_r \le u_r$$

از اعمال تغییر متغیرهای ۱۹ و ۲۰ مدل ۲۱ به‌دست می‌آید:

(۲۱)

$$\text{M} \quad \text{ax}\, E_0 = \sum_{r=1}^{s}\left[u_r y^4_{ro} - \acute{u}_r\left(y^4_{ro} - y^3_{ro}\right)u_r y^1_{ro} + \acute{u}_r\left(y^2_{ro} - y^1_{ro}\right)\right]$$

$$\sum_{i=1}^{m}\left[v_i x^1_{io} + \acute{v}_i\left(x^2_{io} - x^1_{io}\right)v_i x^4_{io} - \acute{v}_i\left(x^4_{io} - x^3_{io}\right)\right] = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s}\left[u_r y^4_{rj} - \acute{u}_r\left(y^4_{rj} - y^3_{rj}\right)u_r y^1_{rj} + \acute{u}_r\left(y^2_{rj} - y^1_{rj}\right)\right] - \sum_{i=1}^{m}\left[v_i x^1_{ij} + \acute{v}_i\left(x^2_{ij} - x^1_{ij}\right)v_i x^4_{ij} - \acute{v}_i\left(x^4_{ij} - x^3_{ij}\right)\right] \le 0$$

$$, \; V_i \ge 0 \qquad i=1,\ldots,m \qquad j=1$$
$$u_r \ge 0 \qquad r=1,\ldots,s$$
$$0 \le v'_i \le v_i \qquad 0 \le u'_r \le u_r \qquad E_0 \text{ free}$$

مدل ۲۱ خطی است و از متغیرهایی از جنس آلفا ـ برش مستقل است. با حل‌کردن آن، به ازای هرکدام از n عدد واحد تصمیم‌گیری تحت‌ارزیابی، حد پایین کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری موردنظر به‌دست می‌آید. به‌علت خطی‌بودن مدل ۱۹، پاسخ بهینهٔ سراسری ـ در صورت وجود ـ به‌راحتی از طریق نرم‌افزارهای تحقیق در عملیات قابل‌دست‌یابی است.

۴. مثال عددی

در این بخش، با توجه به مطالب ارائه‌شدهٔ پیشین، نتایج مدل‌سازی ارزیابی عملکرد با تحلیل پوششی داده‌های فازی برای نمونهٔ مدنظر تجزیه‌وتحلیل می‌شود. فرض می‌شود شبکهٔ لجستیک موردبررسی نُه واحد تصمیم‌گیری با سه ورودی و دو خروجی دارد. ورودی اول نشان‌دهندهٔ هزینهٔ حمل‌ونقل، ورودی دوم نرخ وقت‌شناسی و ورودی سوم نرخ خطای ارسال است. خروجی اول نرخ پوشش و خروجی دوم رضایت مشتری به‌حساب می‌آید. نرخ ورودی‌ها و خروجی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: ورودی‌ها و خروجی‌ها

نام DMUها	ورودی اول (X_1)				ورودی دوم (X_2)				ورودی سوم (X_3)				خروجی اول (Y_1)				خروجی دوم (Y_2)			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	B	c	d	a	b	C	d	a	b	c	d
A	۸	۱۱	۱۶	۱۹	۲۰۸	۲۱۲	۲۱۴	۲۱۶	۰	۷۰	۰	۰	۸	۱۱	۱۶	۱۹	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۵
B	۲۹	۲۹	۳۱	۳۸	۱۷۴	۱۹۹	۲۱۵	۲۲۲	۴۸	۶۳	۷۴	۸۲	۲۶	۲۹	۳۱	۳۸	۰/۶۵	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۸
C	۱۹	۲۸	۳۲	۳۹	۰	۲۱۴	۰	۰	۸۴	۸۸	۹۱	۹۲	۱۹	۲۸	۳۲	۳۹	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۴
D	۰	۲۹	۰	۰	۲۷۶	۲۸۰	۳۱۲	۳۲۶	۷۴	۷۷	۹۲	۱۰۶	۰	۲۹	۰	۰	۰/۳۲	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۵
E	۱۸	۱۹	۲۶	۳۵	۲۵۰	۲۶۳	۲۶۶	۲۷۱	۶۱	۷۲	۷۵	۷۵	۱۸	۱۹	۲۶	۳۵	۰/۴	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۶۱
F	۰	۲۱	۰	۰	۲۰۱	۲۰۳	۲۰۶	۲۱۲	۶۳	۷۰	۷۹	۸۶	۰	۲۱	۰	۰	۰/۵	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۵۹
G	۱۵	۱۵	۲۵	۲۸	۲۱۸	۲۲۰	۲۲۶	۲۲۹	۷۶	۸۰	۸۲	۸۳	۱۵	۱۵	۲۵	۲۸	۰/۳	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۴۱
H	۱۵	۱۷	۱۹	۲۵	۰	۲۸۱	۰	۰	۶۰	۷۱	۷۲	۷۳	۱۵	۱۷	۱۹	۲۵	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۷۳

با حل مدل پیشنهادی، واحد اول به‌عنوان واحد کارا انتخاب می‌شود.

جدول۲: کارایی محاسبه‌شده

کارایی	A	B	C	D	E	F	G	H
واحد	۰/۴۱۰	۰/۰۸۰	۰/۰۹۶	۰/۰۸۰	۰/۰۹۱	۰/۰۷۱	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶

۵. تحلیل حساسیت

پس از نتیجه‌گیری فوق، با ایجاد تغییراتی در تعداد و مقدار ورودی‌ها، حساسیت محاسبه تحلیل می‌شود.

۴-۱. اگر تعداد ورودی‌ها افزایش یابد، کارایی نیز به‌صورت جدول ۳ تغییر خواهد کرد.

جدول ۳: کارایی با افزایش تعداد ورودی‌ها

کارایی	A	B	C	D	E	F	G	H
واحد	۰/۴۰۹	۰/۰۷۹	۰/۰۹۶	۰/۰۸۳	۰/۰۹۱	۰/۰۷۱	۰/۰۸۶	۰/۰۸۵

۴-۲. اگر هرکدام از ورودی‌ها به‌اندازهٔ ۰/۱ از مقدار خودش اضافه شود، کارایی به‌دست‌آمده مطابق جدول ۴ خواهد بود.

جدول ۴: کارایی با افزایش مقدار ورودی‌ها

کارایی	A	B	C	D	E	F	G	H
واحد	۰/۴۲۲	۰/۰۷۹	۰/۰۹۶	۰/۰۷	۰/۰۹۰	۰/۰۶۰	۰/۰۸۴	۰/۰۸۵

۴-۳. اگر از هرکدام از ورودی‌ها به‌اندازهٔ ۰/۱ از مقدار خودش کاسته شود، کارایی حاصل مطابق جدول ۵ خواهد بود.

جدول ۵: کارایی با کاهش مقدار ورودی‌ها

کارایی	A	B	C	D	E	F	G	H
واحد	۰/۳۹۷	۰/۰۸۱	۰/۰۹۷	/۰۸۳	۰/۰۹۳	۰/۰۷۳	۰/۰۸۹	۰/۰۸۷

نتیجه‌گیری

فلسفهٔ اصلی ایجاد کسب‌وکار الکترونیکی مزایایی است که در مقایسه با کسب‌وکار سنتی دارد؛ برخی از این مزایا عبارت‌اند از: نزدیک‌شدن ارتباطات، دستیابی به بازارهای جدید، افزایش میزان فروش و سود، حذف هزینه‌های جانبی مانند هزینهٔ تهیهٔ کاغذ و هزینهٔ چاپ (بروشور و کاتالوگ)، کاهش هزینه‌های معاملاتی و تدارکاتی، بهبود مدیریت بر روابط مصرف‌کننده و عرضه‌کننده و کارکنان، کاهش آلودگی محیط‌زیست و کاهش ترافیک و ازدحام. هدف اصلی پژوهش حاضر چگونگی به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی توسعه‌یافته، تبدیل آن به مدل قطعی و حل آن در ارزیابی همکاری لجستیکی در کسب‌وکار الکترونیکی است که در آن مدل فازی و چگونگی دریافت خروجی از آن تشریح شده است. در مدل‌های پیشین تحلیل پوششی داده‌های فازی، که از رویکرد خوش‌بینانه و بدبینانه برای حل‌کردن آن‌ها استفاده می‌شد، به‌علت استفاده از محدودیت‌های متفاوت در هریک از رویکردها، مرزهای متفاوتی برای کارایی به‌دست می‌آمد که مقایسهٔ دقیق کارایی واحدها را غیرممکن می‌ساخت. ازاین‌رو، در این پژوهش، به‌جای استفاده از مجموعهٔ محدودیت‌های متفاوت برای رویکرد خوش‌بینانه و بدبینانه، از مجموعهٔ محدودیت‌های مشابه برای هر دو رویکرد استفاده شده و از این طریق مرز کارایی یکسانی برای همهٔ واحدهای تصمیم‌گیری به‌دست آمده است. در ادامه دو رویکرد با هم ادغام شده و داده‌ها به‌صورت بازه در مدل وارد شده‌اند که در آن، حد پایین بازه رویکرد بدبینانه و حد بالا رویکرد خوش‌بینانه را نشان می‌دهد. برای تبدیل مدل فازی به‌دست‌آمده به مدل قطعی، از روش برش آلفا استفاده شده و پس از اعمال این روش، مدل قطعی و غیرخطی به‌دست آمده است. برای تسهیل حل این مدل، متغیرهای آن تغییر داده شده تا به مدل خطی تبدیل شود. سپس با استفاده از نرم‌افزار گمز[1] حل شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر کردن نتایج پژوهش، موارد زیر توصیه می‌شود:

- می‌توان واحدهای کارا را الگویی برای واحدهای ناکارآمد درنظر گرفت و واحدهای ناکارآمد را تا رسیدن به مرز کارایی تشویق و سازمان‌دهی کرد.

- براساس نتایج حاصل از حل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی، می‌توان با معرفی واحد الگو به هریک از واحدهای ناکارا و مسئولان اجرایی درجهت افزایش کارایی و عملکرد بهینهٔ واحد ناکارآمد برنامه‌ریزی کرد؛ بدین‌منظور، باید برای هر واحد ناکارآمد مقادیر مطلوب مشخص شود (در بخش ایجاد واحد مجازی) و برای رساندن این واحدها به این مقادیر و افزایش کارایی آن‌ها تلاش شود.

در پایان، مباحث زیر برای تحقیق به پژوهشگران توصیه می‌شود:

۱. حل مدل آر دی ای ای[2] با فرض وجود ورودی‌ها و

1. GAMS
2. RDEA

خروجی‌های غیرقطعی؛ برای این منظور، باید مدل مذکور به یک مدل برنامه‌ریزی نیمه‌معین یا یک مدل ان پی- هارد[1] تبدیل شود و سپس با روش‌های مناسب حل شود.

۲. بررسی بحث سازگاری بین جواب‌های مدل آر-دی-ای-ای و سایر مدل‌های عدم‌قطعیت در این حوزه مانند مدل اس اف ای[2].

۳. توسعهٔ سایر مدل‌های مرتبط با تحلیل پوششی داده‌ها مانند مدل جمعی،[3] شاخص مالم‌کوئیست[4] و... در فضای بهینه‌سازی استوار.

۴. به‌کارگیری مدل‌های ارائه‌شده در صنایع دیگر و انجام پژوهش برای کلیهٔ واحدهای تصمیم‌گیری موجود در صنعت.

۵. تجزیهٔ بیشتر کارایی و مقدار کارایی به‌مقیاس واحدها، با مراجعه به نتایج مدل‌های بی سی سی[5] و سی سی آر[6].

۶. بررسی میزان تأثیر ستانده‌های نامطلوب هر واحد یا درنظرگرفتن برخی عوامل محیطی و به‌دست‌آوردن نتایج واقعی‌تر (در این پژوهش فقط ستانده‌های مطلوب و مثبت درنظر گرفته شده است).

منابع

افضلی، احمد (۱۳۹۴). «ارزیابی نحوهٔ عملکرد زنجیرهٔ لجستیک در کسب‌وکار الکترونیک». دومین کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت، تهران، ایران.

درگاهی، حسین، محمدزاده، نیلوفر و رضاییان‌زاده، حمیدرضا (۱۳۹۰). «کسب‌وکار الکترونیکی در حوزهٔ سلامت». مجلهٔ پیاورد سلامت، دورهٔ ۵، شمارهٔ ۳، ص ۳۹-۴۸.

زارع مهرجردی، یحیی، اولیا، محمدصالح و تنها درودزنی، امیر (۱۳۸۹). «یک رویکرد تلفیقی برای ارزیابی و رتبه‌بندی اهمیت نسبی الزامات فنی محصول، مطالعهٔ موردی: صنعت کاشی و سرامیک یزد». فصلنامهٔ توسعهٔ تکنولوژی صنعتی، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۱۶، ص ۷۱-۸۶.

شفیع‌زاده، رضا (۱۳۸۳). «چالش‌ها و راهکارهای فراروی مدیریت زنجیرهٔ تأمین». اولین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیرهٔ تأمین، ایران.

شفیعی نیک‌آبادی، محسن، جعفریان، احمد و جلیلی ابوالحسنی، اعظم (۱۳۹۰). «تأثیر یکپارچگی فراین سازمانی و ناب‌سازی لجستیک بر عملکرد کسب‌وکار». فصلنامهٔ چشم‌انداز مدیریت صنعتی، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۳، ص ۶۷-۸۲.

شوندی، حسن (۱۳۹۴). نظریهٔ مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مهندسی صنایع. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، نوبت پنج.

صنایعی، علی، فیض‌پور، محمدعلی و نادری بنی، محمود (۱۳۹۱). «تأثیر فناوری اطلاعات بر زنجیرهٔ ارزش شرکت‌های نمونهٔ صادراتی ایران». فصلنامهٔ تحقیقات بازاریابی نوین، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۴، ص ۲۲-۴۳.

علی‌نژاد، علیرضا، زهره‌بندیان، مجید و اسفندیاری، نیما (۱۳۹۰). مقدمه‌ای بر سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد. قزوین: انتشارات دانشگاه آزاد قزوین.

علی‌نژاد، علیرضا و بهروزی‌نژاد، امیرصالح (۱۳۹۴). مقدمه‌ای بر تصمیم‌گیری چند معیاره، تحلیل پوششی داده‌ها و ارتباط آن‌ها. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر.

محبی، علی، علیمردانی، اکرم و اسدی، عباس (۱۳۹۰). «اندازه‌گیری کارایی پژوهشی دانشکده‌های علوم انتظامی در سال ۱۳۸۷». فصلنامهٔ مطالعات مدیریت انتظامی، سال ششم، پاییز ۱۳۹۰، شمارهٔ ۳، ص ۴۱۰-۴۱۶.

مژدهی، ناهید، مهربان، امیررضا و جلالی، علی‌اکبر (۱۳۸۶). «معماری مدل‌های کسب‌وکار الکترونیکی در تجارت الکترونیک». چهارمین همایش ملی تجارت الکترونیکی، تهران.

مهربان، امیررضا، مژدهی، ناهید، و جلالی، علی‌اکبر (۱۳۸۶). «لجستیک الکترونیکی و نقش و اهمیت آن در مدیریت زنجیره تأمین». چهارمین همایش ملی تجارت الکترونیکی، تهران.

موحدی، رضا (۱۳۹۴). «راه‌اندازی کسب‌وکارهای الکترونیکی در کشاورزی». نشریهٔ کارآفرینی در کشاورزی، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۳، ص۲۳-۴۲.

هاشمی، نیما، حسین‌زاده لطفی، فرهاد و نجفی، سیداسماعیل (۱۳۸۸). «ارزیابی عملکرد گروه‌های آموزشی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها». مجلهٔ مدیریت توسعه و تحول، دورهٔ ۱۳۸۸، پیش‌شمارهٔ ۲، ص ۸۵-۹۱.

Attard, J., Orlandi, F., Scerri, S. and Auer, S. (2015). "A Systematic Review of Open Government Data Initiatives". *Government Information Quarterly*. 32(4), pp. 399-418.

Balcik, B. and Beamon, B. M. (2008). "Facility Location in Humanitarian Relief". *International Journal of Logistics*. 11(2), pp. 101-121.

Baudin, M. (2005). *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. Productivity Press.

Bayles, D. L. and Bhatia, H. (2000). *E-commerce Logistics & Fulfillment: Delivering the Goods*. Prentice Hall PTR.

Bowersox, D. J., Closs, D. J. and Stank, T. P. (1999). 21st Century Logistics: *Making Supply Chain Integration a Reality, Council of Logistics Management*, United States.

Chaffey, D. (2009). *E-business and E-commerce*

1. NP-hard
2. SFA
3. Cumulative Model
4. Malmquist Index
5. BCC
6. CCR

Management, Strategy, Implementation & Practice (Vol. 1). Prentice Hall.

Chao, K. M. (2016). "E-services in E-business Engineering". *Electronic Commerce Research and Applications*. 16, pp. 77-81.

Choshin, M. and Ghaffari, A. (2017). "An Investigation of the Impact of Effective Factors on the Success of E-commerce in Small-and Medium-Sized Companies". *Computers in Human Behavior*. 66, pp. 67-74.

Ciarniene, R. and Stankeviciute, G. (2015). "Theoretical Framework of E-business Competitiveness". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 213, pp. 734-739.

Currie, W. (Ed.) (2004). *Value Creation from E-business Models*. Elsevier.

Dębkowska, K. (2017). "E-logistics as an Element of the Business Model Maturity in Enterprises of the TFL Sector". *Procedia Engineering*. 182, pp. 143-148.

Flint, D. J., Larsson, E., Gammelgaard, B. and Mentzer, J. T. (2005). "Logistics Innovation: A Customer Value-Oriented Social Process". *Journal of Business Logistics*. 26(1), pp. 113-147.

Grant, K., Edgar, D., Sukumar, A. and Meyer, M. (2014). "Risky Business: Perceptions of E-business Risk by UK Small and Medium Sized Enterprises (SMEs)". *International Journal of Information Management*. 34(2), pp. 99-122.

Hong, H. and Xu, D. (2015). "Performance Evaluation of Logistics Firms based on DEA Model". *Int. J. Services Technology and Management*. 21, pp. 199-213.

Qiuping, L. (2016). "Research on the Customer Satisfaction in Electronic Business Environment based on DEA Method: An Empirical Analysis". *International Journal of Smart Home*. 10(4), pp. 267-278.

Rezaei, R., Chiew, T. K. and Lee, S. P. (2014). "A Review on E-business Interoperability Frameworks". *Journal of Systems and Software*. 93, pp. 199-216.

Rostamy-Malkhalifeh, M. and Mollaeian, E. (2012). "Evaluating Performance Supply Chain by a New Non-Radial Network DEA Model with Fuzzy Data". *Science*. 9, pp.

Ščeulovs, D. and Gaile-Sarkane, E. (2014). "Impact of E-environment on SMEs Business Development". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 156, pp. 409-413.

Serrano-Cinca, C., Fuertes-Callén, Y. and Mar-Molinero, C. (2005). "Measuring DEA Efficiency in Internet Companies". *Decision Support Systems*. 38(4), pp. 557-573.

Tuan, M. N. D., Thanh, N. N. and Le Tuan, L. (2019). "Applying a Mindfulness-based Reliability Strategy to the Internet of Things in Healthcare–A Business Model in the Vietnamese Market". *Technological Forecasting and Social Change*. 140, pp. 54-68.

Wen, H. J., Lim, B. and Lisa Huang, H. (2003). "Measuring E-commerce Efficiency: a Data Envelopment Analysis (DEA) Approach". *Industrial Management & Data Systems*. 103(9), pp. 703-710.

Yang, H. and Jiang, Q. (2016). "Evaluating the Cooperation Performance of Logistics Network in E-business Enterprise based on DEA Method". *International Journal of Database Theory and Application*. 9, pp. 131-142.

Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y. and Huang, G. Q. (2016). "E-commerce Logistics in Supply Chain Management: Practice Perspective". *Procedia Cirp*. 52, pp. 179-185.

Zhu, K. and Kraemer, K. L. (2005). "Post-Adoption Variations in Usage and Value of E-business by Organizations: Cross-Country Evidence from the Retail Industry". *Information systems research*. 16(1),pp. 61-84.

Zimmermann H. J. (1999). "Fuzzy Set Theory and its Application (3rd Ed.)". *Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publisher*, pp. 11-38.

Zimmermann, H. D. and Pucihar, A. (2015). "Open Innovation, Open Data and New Business Models". *Open Data and New Business Models* (September 1, 2015).

Zott, C., Amit, R. and Donlevy, J. (2000). "Strategies for Value Creation in E-commerce: Best Practice in Europe". *European Management Journal*. 18(5), pp. 463-475.

Using Fuzzy DEA Method to Evaluate the Application of E-Business Benefits in Logistics Network

Amir Amini[1]
Alireza Alinezhad[2]

Abstract

Electronic business is one of the major implications of ICT revolution that has experienced high growth over the past decade. With the expansion of e-commerce, the speed and quality of customer service has also increased which forced companies to control quality components more and ensure the accuracy and timeliness of delivery of goods to meet the growing needs of customers and ultimately their satisfaction. The use of electronic business in business activities requires attention to a series of exogenous and exogenous factors affecting it. Therefore, in order to develop an effective and targeted evaluation system, an assessment of performance of logistics network in the electronic business is required. Data Envelopment Analysis is one of the powerful management techniques that provide managers with tools that can benchmark their company's performance compared with other competitors and decide for future prospects based on its results. In this study, using fuzzy DEA a new method for evaluating the logistics network collaboration in an e-business will be presented. After introducing two optimistic and pessimistic models both of them are solved. Finally, the application of the model is shown with numerical example and the sensitivity analysis of the input and output parameters is also performed.

Keywords: Performance Evaluation, Logistics, E- Business, Fuzzy Data Envelopment Analysis

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Corresponding author, MSc Graduate of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Urmia University of Technology, Urmia, Iran; A.amini@ine.uut.ac.ir

2. Associate professor, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran