

ارزیابی کارایی فروشگاه‌های اینترنتی با استفاده از مدل دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها

مصطفی سالاری^{۱*}، مصطفی زندیه^۲

۱. کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش: ۹۵/۴/۱۹

دریافت: ۹۴/۹/۱۹

چکیده

فروشگاه‌های اینترنتی در چند سال گذشته از رشد چشم‌گیری برخوردار بوده‌اند. این فروشگاه‌ها جهت حداکثرسازی استفاده از منابع و نزدیک‌تر شدن هر چه بیشتر به اهداف، نیازمند سنجش عملکرد می‌باشند تا از این طریق بتوانند ضمن شناسایی نقاط قوت و ضعف خود با حداقل نمودن منابع ورودی وضعیت موجود را بهبود ببخشند. مدل تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتریک برای اندازه‌گیری کارایی فنی و عملکرد مجموعه‌ای از واحدها است. پژوهش حاضر با توجه به اهمیت سنجش کارایی فروشگاه‌های اینترنتی و با استفاده از مدل CCR مضربی ورودی محور، درصدد است تا کارایی فروشگاه‌های اینترنتی را اندازه‌گیری نماید. در این مطالعه فرایند خدمت‌دهی فروشگاه‌های اینترنتی به دو مرحله عرضه‌پذیری و سودآوری تقسیم شده است. بنابراین برای محاسبه کارایی از یک مدل دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود. براساس داده‌های جمع‌آوری شده، کارایی ۳۷ فروشگاه اینترنتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده شامل کارایی کلی فروشگاه‌های اینترنتی و کارایی مراحل عرضه‌پذیری و سودآوری می‌شود. با مشخص شدن کارایی مراحل عرضه‌پذیری و مرحله سودآوری، نقاط ناکارآمد فروشگاه مشخص شدند و راهکارهایی برای بهبود آن پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: کارایی نسبی، تحلیل پوششی داده‌ها، فروشگاه‌های اینترنتی، فرایند عرضه‌پذیری، فرایند سودآوری.

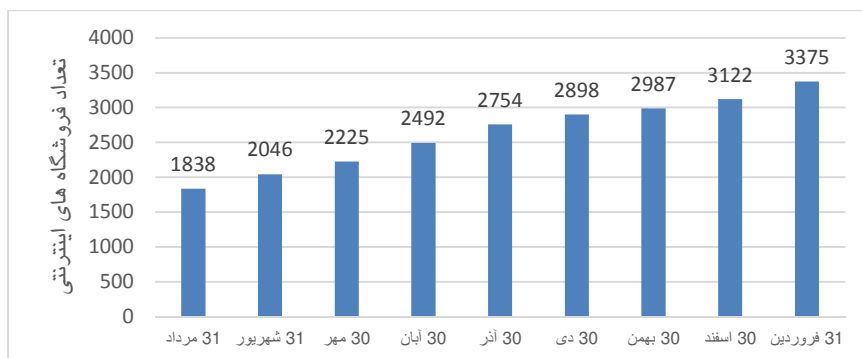


۱- مقدمه

در سالیان اخیر، فناوری اطلاعات، تحولات عملیاتی را در امور تجاری به وجود آورده است و روش‌های کهن بازرگانی به‌طور دائم در حال جایگزینی با شیوه‌های نوین تجاری است. در این راستا هم‌زمان با پیشرفت علوم کامپیوتر، گسترش شبکه‌های کامپیوتری و رواج شبکه جهانی اینترنت، ایده استفاده و به‌کارگیری تکنولوژی شبکه‌های کامپیوتری برای انجام فعالیت‌های تجاری نظیر خرید و فروش کالاها و خدمات مورد استقبال قرار گرفت [۱]. تجارت الکترونیک می‌تواند در کاهش هزینه‌های کسب‌وکار و در ایجاد فرصت‌هایی برای خدمات بهتر برای مشتریان نقش‌آفرینی کند. همچنین مشتریان قادر هستند تا اطلاعات زیادی را برای مقایسه محصولات متشابه که به‌وسیله فروشندگان مختلف تولید می‌شود، جمع‌آوری کنند. فروشندگان می‌توانند بازارهای جدیدی پیدا کنند و مؤسسات مالی هم می‌توانند هزینه تراکنش‌ها را کاهش دهند [۲]. زمانی که تنوع وبسایت‌های مختلف افزایش می‌یابد، اهمیت ارزیابی آنها بیشتر می‌شود؛ از این جهت که مشخص می‌شود که آیا وبسایت‌ها، خروجی‌های مورد انتظار را برآورده می‌کنند [۳].

از طرفی سیستم‌های تولیدی و خدماتی در طول زمان رشد و توسعه یافته‌اند و به نوبه خود مسائل و مشکلات مختلفی را هم ایجاد نموده‌اند. لذا برای حل مسائل و مشکلات و در نهایت کمک به مسئولان به منظور شناخت و بهبود عملکرد و تصمیم‌گیری در مورد سیستم‌ها، روش‌ها و تکنیک‌های متفاوتی به‌وجود آمده‌اند که به‌کارگیری آنها بستگی به نوع سیستم و مشکل مربوط دارد. یکی از روش‌هایی که برای شناخت وضع موجود و ارزیابی کارایی نسبی و بهبود عملکرد سیستم‌ها به‌وجود آمده، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها^۱ (DEA) است [۴].

فروشگاه‌های اینترنتی در ایران به‌سرعت در حال رشد است. روند رشد فروشگاه‌های اینترنتی براساس آنچه در سایت مرکز توسعه تجارت الکترونیک^۲ در فاصله زمانی بین مرداد ۱۳۹۲ تا فروردین ۱۳۹۳ در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱ روند رشد فروشگاه‌های اینترنتی

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در طول بازه زمانی مرداد ۱۳۹۲ تا فروردین ۱۳۹۳، تعداد فروشگاه‌های اینترنتی افزایش چشمگیری داشته‌اند؛ به طوری که در طی این ۹ ماه، تقریباً ۱۵۰۰ فروشگاه به مجموع فروشگاه‌های اینترنتی اضافه شده است (تقریباً افزایش ۸۰ درصدی داشته‌اند). این موضوع نشان می‌دهد که فروشگاه‌های اینترنتی به شدت در حال گسترش هستند. بنابراین مزایایی که کسب‌وکار اینترنتی ایجاد می‌کند، ما را به سمت بهبود این فروشگاه‌ها سوق می‌دهد. هدف این پژوهش ارائه مدل ارزیابی عملکرد فروشگاه‌های اینترنتی بر اساس تحلیل پوششی داده‌هاست.

۲- ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

۲-۱- کارایی

یکی از مسائل عمده علم اقتصاد که در کنار دستیابی به رشد اقتصادی، ثبات قیمت‌ها و تعدیل نرخ بیکاری سهم عمده‌ای از تلاش‌های دانشمندان را به خود اختصاص داده است، دستیابی به کارایی است. رسیدن به کارایی مستلزم تخصیص بهینه منابع و عوامل تولید است. بقای بنگاه‌ها و سازمان‌ها در هر نظام اقتصادی وابسته به این است که این بنگاه‌ها یا سازمان‌ها تا چه حد می‌توانند ارزش افزوده ایجاد کنند. بنابراین اندازه‌گیری کارایی و اطلاع از کم و کیف آن از نیازهای اساسی برای شناخت نقاط قوت و ضعف عملکرد قلمداد می‌شود. راه‌های گوناگونی



جهت ارزیابی و مقایسه عملکرد نظام‌های مختلف وجود دارد که ارزیابی عملکرد براساس مأموریت‌ها و اهداف، ارزیابی عملکرد براساس انتظارات ذینفعان و ارزیابی عملکرد براساس شاخص‌های کمی از این دست روش‌ها هستند. از بین این روش‌ها، شاخص‌های کمی که در آن با استفاده از داده‌های آماری عملکرد سازمان‌ها، شرکت‌ها و مدیران در چهارچوب مدل‌ها معتبر اندازه‌گیری می‌شود، مورد استفاده فراوان مدیران و مهندسان قرار گرفته است. این شیوه بر روی اندازه‌گیری‌های کمیت تمرکز داشته و به‌نوعی ورودی‌ها، منابع و کارایی را همانند خروجی و اثربخشی اندازه‌گیری می‌کند [۵].

مفهوم کارایی به طور عمده در سه حوزه مهندسی، مدیریت و اقتصاد مطرح است. کارایی مفهومی است که هزینه منابع صرف شده در فرایند کسب هدف را ارزیابی می‌کند. بدین صورت که مقایسه خروجی‌های به‌دست آمده با ورودی‌های مصرف‌شده میزان کارایی را مشخص می‌کند. فارل نیز از جمله افرادی است که در زمینه کارایی فعالیت‌های بسیار نموده و برای ارزیابی آن نیز روشی را پیشنهاد داده است. وی در مقاله‌ای با عنوان «اندازه‌گیری کارایی تولید» در سال ۱۹۵۷ کارایی یک بنگاه را «تولید یک ستاده به حد کافی بیشتر از یک مقدار مفروض نهاده» تعریف کرده است [۶؛ ۷].

۲-۲- تحلیل پوششی داده‌ها

اولین مدل تحلیل پوششی داده‌ها براساس حروف اول نام واضعان آنها، CCR نام گرفت. در این مدل هدف اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحدهای سازمانی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، شعب بانک و شهرداری‌ها با چندین ورودی و چندین خروجی شبیه به هم است [۸، ص ۸].

چارنز و کوپر در مقاله معروف خود، تحلیل پوششی داده‌ها را یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی معرفی نمودند که با استفاده از داده‌های قابل مشاهده و انجام یک سری بهینه‌سازی‌ها جهت سنجش و ارزیابی کارایی هر واحد، کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه مشابه و قطعی را تعیین و آنها را با یکدیگر مورد مقایسه قرار می‌دهد [۸، ص ۱۰].

مدل‌های CCR، یکی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که با فرض بازده ثابت نسبت

به مقیاس هستند که توسط چارنز، کوپر و رودز معرفی شدند. در اندازه‌گیری نسبی واحدها، فارل برای اندازه‌گیری کارایی فنی رابطه ذیل را پیشنهاد نمود:

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموعه موزون خروجی‌ها}}{\text{مجموعه موزون ورودی‌ها}}$$

برای محاسبه کارایی هر DMU باید بیشینه شاخص کارایی، یعنی نسبت مجموع خروجی‌های موزون به ورودی‌های موزون را به دست آورد. بنابراین برای واحد مورد ارزیابی خواهیم داشت:

$$\text{Max } E_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

$$\text{S.T: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0, r=1, \dots, s; i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$$

مدل فوق را مدل نسبت CCR می‌نامند که در آن Z_0 حداکثر کارایی ممکن برای واحد مورد ارزیابی Z_0 است. برای خطی‌کردن مدل فوق می‌توان از روش برنامه‌ریزی کسری و خطی‌کردن CCR استفاده کرد [۹].

چارنز و کوپر برای تبدیل مدل نسبت CCR به یک مدل برنامه‌ریزی خطی، روشی را پیشنهاد کردند. در این روش مخرج کسر تابع هدف را نرمالیزه نموده و وارد محدودیت مسئله می‌کنیم. به عبارت دیگر مخرج کسر را برابر با «یک» قرار داده و صورت کسر را حداکثر می‌کنیم. به این ترتیب مدل جدیدی ایجاد می‌شود.

$$\text{Max } Z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

S.T:



$$\sum_{i=1}^m x_{i0} v_i = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0, r=1, \dots, s; i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$$

مدل مذکور، مدل اولیه CCR است. به این مدل مدل مضربی CCR ورودی‌محور می‌گویند. این مدل را برای تکنک واحدهای تصمیم‌گیرنده حل نموده و مقدار بهینه آن، میزان کارایی یا ناکارایی واحد تحت ارزیابی را نشان می‌دهد. این مدل را مدل مضربی می‌نامند که به دنبال حداقل کردن ورودی‌ها با به دست آوردن مقادیر مشاهده شده خروجی می‌باشد، به عبارت دیگر هدف، کمینه‌سازی منابع مصرفی است، مشروط بر آنکه سطح خروجی ثابت باقی بماند.

۲-۳- پیشینه تحقیق

سیرانو سینکا و همکاران در سال ۲۰۰۵ اولین کسانی بودند که از تحلیل پوششی داده‌ها برای ترکیب داده‌های مالی و سنجه‌های وب استفاده کردند تا بتوانند عملکرد شرکت‌های اینترنتی را اندازه‌گیری کنند. آنها از یک مدل کلاسیک CCR برای محاسبه کارایی ۴۰ شرکت اینترنتی استفاده کردند. مدل تحلیل پوششی داده‌ها که توسط آنها ارائه شد، هرکدام از واحدهای DMU را به‌عنوان یک «جعبه سیاه» در نظر می‌گیرد و از فعالیت‌های پیونددهنده درونی صرف‌نظر می‌کند، به عبارت دیگر هر متغیری یا ورودی و یا خروجی است و متغیر میانجی وجود ندارد. چنین رویکردی موجب می‌شود که محل ناکارآمدی تشخیص داده نشود و قادر نیست راهنمایی برای تصمیم‌گیرندگان برای بهبود کارایی واحدهای تصمیم‌گیری فراهم آوردند [۱۰].

العالم و همکاران در سال ۲۰۰۷ از یک مدل یک مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها (بازده به مقیاس ثابت) برای ارزیابی کارایی وب‌سایت‌های تجارت الکترونیک استفاده کردند.

کائو و یانگ در سال ۲۰۱۱ یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها دو مرحله‌ای پیشنهاد کرده‌اند که در آن بازدیدکنندگان به‌عنوان یک عنصر واسطه در نظر گرفته می‌شود. فرایند تولید شرکت‌های اینترنتی به دو مرحله تقسیم می‌شوند [۱۱، ص ۲]:

✓ عرضه‌پذیری^۴

✓ سودآوری^۵

کائو و یانگ از یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها دو مرحله‌ای بازده به مقیاس ثابت (CRS) پیشنهادی توسط کائو و هوانگ [۱۲] برای ارزیابی شرکت‌های اینترنتی استفاده کردند. در این مدل کارایی کل، به کارایی دو زیر فرایند تقسیم‌بندی می‌شود؛ به طوری که کارایی کل سیستم از ضرب کارایی‌های دو زیر فرایند به دست می‌آید. این کار به مدیران کمک می‌کند تا بهتر سطوح ناکارآمد را شناسایی کنند. برای تطابق و بسط تحلیل سیرانو سینکا و همکاران [۱۳] برای یک فرایند تولید پیچیده، مبنای متغیرهای مدل کائو و هوانگ براساس کار سیرانو سینکا و همکاران تدوین شده است. لو استرتو در سال ۲۰۱۳ [۱۴] یک چارچوب یکپارچه را براساس تحلیل پوششی داده‌ها ارائه کرده است که کارایی وبسایت‌های تجاری را از دیدگاه کاربران مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

مطالعات محدودی وجود دارد که شرکت‌های اینترنتی را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌دهد [۱۱، ص ۳]؛ البته در بحث ارزیابی و محاسبه کارایی، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها دو مرحله‌ای و چند مرحله‌ای زیادی ارائه شده است. در پژوهشی که توسط چانگ و همکاران [۱۵] انجام شد، به طور دقیق از مدل ارائه‌شده توسط کائو و هوانگ برای ارزیابی دو مرحله‌ای کارایی مدیریتی تحویلات عالی استفاده شد. همچنین لیو و وانگ در سال ۲۰۰۹ از مدل کائو و هوانگ برای اندازه‌گیری کارایی کارخانه‌های تولیدی استفاده کردند [۱۶]. وانگ و چین در سال ۲۰۱۰ چند پیشنهاد برای مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای معرفی کردند [۱۷]. در پژوهش آنها نخست مدلی دو مرحله‌ای از تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شد که در آن کارایی کل سیستم از میانگین هارمونیک وزن‌دار^۶ کارایی دو زیرفرایند به دست می‌آید. همچنین مدل کائو و هوانگ را براساس فرض بازده به مقیاس متغیر بسط دادند. پیشنهاد دیگر آنها این بود که مدل تجزیه کارایی ارائه‌شده توسط چن و همکاران را می‌توان با در نظر گرفتن وزن اهمیت نسبی آنها تعمیم داد. در تحقیقی دیگر لیو در سال ۲۰۱۱ [۱۸] یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها دو مرحله‌ای رابطه‌ای پیشنهاد داده که قادر است کارایی هر دو زیرفرایند و کارایی کل را به صورت همزمان محاسبه کند؛ برخلاف مدل کائو و هوانگ - که کارایی هر کدام از زیرفرایندها بر اساس کارایی کل تعیین می‌شود - زیرسیستم‌های مدل‌های ارائه‌شده همه به صورت «سری» با یکدیگر رابطه دارند و خروجی یک مرحله، ورودی برای



مرحله دیگر است. کائو در سال ۲۰۱۴ [۱۹، ص ۱۱۸] تجزیه کارایی را در سیستم‌های چند مرحله‌ای براساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها و برای سیستم‌های که زیرسیستم‌های سری و موازی دارند، مورد بررسی قرار داد. مدل رابطه‌ای ارائه شده می‌تواند کارایی سیستم و زیرسیستم‌ها را به صورت همزمان محاسبه کند؛ به طوری که کارایی سیستمی با ساختار سری، از ضرب کارایی‌های زیرفرایندها به دست می‌آید و کارایی سیستمی با ساختار موازی، براساس میانگین وزنی کارایی‌های زیرفرایندها محاسبه می‌شود. همچنین کارایی سیستم‌های چند مرحله‌ای متشکل از چند فرایند، از حاصلضرب کارایی‌های فرایندهای اصلاح شده به دست می‌آید. تحقیق کائو در سال ۲۰۰۹ نیز مانند تحقیق کائو در سال ۲۰۱۴ تجزیه کارایی را در سیستم‌های چند مرحله‌ای براساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها و برای سیستم‌های که زیرسیستم‌های سری و موازی دارند، مورد بررسی قرار داده است.

۳- متدولوژی تحقیق

در این تحقیق از روش‌های مطالعه کتابخانه‌ای و پرسشنامه جهت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز استفاده شد. تحقیق حاضر از لحاظ گردآوری داده‌ها از نوع تحقیق توصیفی - پیمایشی می‌باشد و از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی است. در این نوع تحقیقات محقق پس از تدوین مدل به گردآوری داده‌های مورد نیاز از طریق پرسشنامه و مصاحبه می‌پردازد و سپس داده‌های به دست آمده را با استفاده از ابزارهای مدلسازی موجود، مدل می‌کند و به نتیجه‌گیری در مورد خروجی‌ها می‌پردازد. بنابراین این مطالعه، یک پژوهش میدانی و تحلیل ریاضی است. جامعه آماری این پژوهش، فروشگاه‌های اینترنتی هستند که در مرکز توسعه تجارت الکترونیک (به آدرس www.enamad.ir) نماد اعتماد الکترونیک کسب کرده‌اند. ملاک انتخاب فروشگاه‌های اینترنتی، در دسترس بودن داده‌ها و همچنین متجانس بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد. از بین ۲۷۵۰ فروشگاه‌ای که تا تاریخ ۳۱ آذر سال ۱۳۹۲ در وبسایت «مرکز توسعه تجارت الکترونیک» به ثبت رسیده بودند، حدود ۵۰۰ فروشگاه انتخاب شدند و از طریق ایمیل با مدیریت سایت مکاتبه انجام گرفت. تعداد ۷۰ فروشگاه اینترنتی برای همکاری اعلام آمادگی کردند که از این تعداد داده‌های ۳۷ فروشگاه برای تحقیق مناسب بود (به دلایل مختلفی داده‌های بعضی از فروشگاه‌ها مناسب نبودند که از آن جمله می‌توان به دقیق نبودن

اطلاعات مربوط به بازدیدکنندگان و مشتریان، عدم تفکیک بین هزینه‌ها و پایین بودن عمر وبسایت فروشگاه اشاره کرد).

چارنژ، کوپر و رودز در ساخت مدل تحلیل پوششی داده‌ها به یک رابطه تجربی در ارتباط با «تعداد واحدهای مورد ارزیابی» و «تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها» به صورت زیر رسیده‌اند:

(تعداد خروجی‌ها + تعداد ورودی‌ها) ≥ 3 تعداد واحدهای مورد ارزیابی

به کار نگرفتن رابطه فوق در عمل موجب می‌شود که تعداد زیادی از واحدها بر روی مرز کارا قرار گیرند، به عبارت دیگر، دارای امتیاز کارایی یک شوند، در نتیجه قدرت تفکیک مدل کاهش پیدا می‌کند.

مدل خوب، مدلی است که قدرت تفکیک‌پذیری بالایی داشته باشد. به این معنا که تفاوت میان میزان کارایی واحدهای مختلف را تشخیص دهد. مدلی که امتیاز کارایی تمامی و یا بیشتر واحدها را یک محاسبه می‌کند؛ توان تشخیص تفاوت کارایی واحدها را ندارد و دارای قدرت تفکیک‌پذیری پایین است.

در مدلی که توسط کائو و یانگ در سال ۲۰۱۱ ارائه شد، یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها دو مرحله‌ای پیشنهاد شده است که در آن بازدیدکنندگان به‌عنوان یک عنصر واسطه در نظر گرفته شده و فرایند تولید شرکت‌های اینترنتی به دو مرحله «عرضه‌پذیری» و «سودآوری» تقسیم می‌شود.

اصلاحاتی که در مدل کائو و یانگ می‌توان اعمال کرد عبارتند از:

۱- تمام بازدیدکنندگان در مرحله «سودآوری» شرکت ندارند، بلکه بخشی از بازدیدکنندگان وارد مرحله سودآوری می‌شوند که خریدی انجام داده‌اند؛ به عبارتی همان «مشتریان» هستند.

۲- تمام «هزینه‌ها» و «کارمندان» در مرحله اول، یعنی «عرضه‌پذیری» دخیل نیستند، بلکه در مرحله «سودآوری» نیز دخیل هستند.

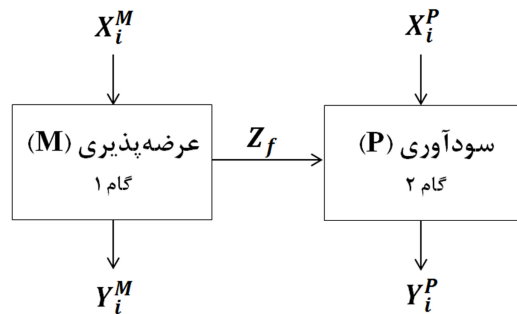
مدل این پژوهش، فرایند ارائه خدمات فروشگاه‌های اینترنتی را به دو فرایند اصلی «عرضه‌پذیری» و «سودآوری» تقسیم می‌کند:

✓ فرایند عرضه‌پذیری^۷: در فرایند عرضه‌پذیری، مدیریت تحت شرایط بازار رقابتی سعی



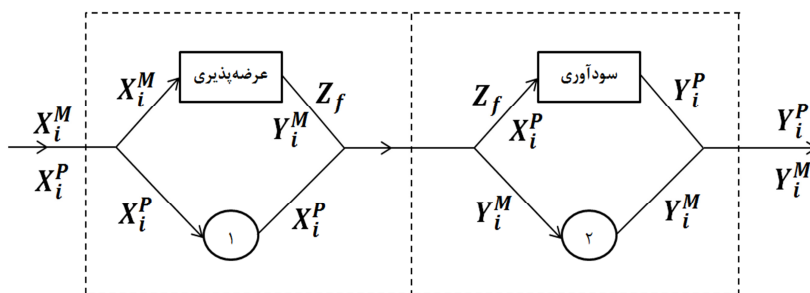
دارد تا «بازدیدکنندگان» بیشتری را جذب کند. در حقیقت با صرف «هزینه‌ها»، «سرمایه‌ها» و کمک از افراد یا همان «کارمندان»، «بازدیدکنندگانی» جذب می‌شوند و گروهی از این «بازدیدکنندگان» به «مشتری» تبدیل می‌شوند؛

✓ فرایند سودآوری^۱: در فرایند سودآوری، سعی بر این است تا «درآمد» بیشتری کسب شود. یک سری از افراد از سایت بازدید کرده‌اند و به «مشتری» تبدیل می‌شوند؛ یعنی از سایت کالا یا خدمتی را خریداری می‌کنند. در این فرایند نیز یک سری «کارمند» و «هزینه» نقش دارند. مدل این پژوهش به شرح شکل ۲ است که در ادامه آمده است:



شکل ۲ مدل دومرحله‌ای پژوهش

برای اینکه بتوان کارایی این سیستم را محاسبه کرد، این سیستم براساس مدل (کائو، ۲۰۱۴) با تعریف یک فرایند مجازی^۲ سیستم به یک سیستم سری-موازی^۱ تبدیل می‌شود. بر اساس تبدیل موازی - سری ارائه شده در [۵، ص ۱۲۲]، مدل شکل ۲ به صورت شکل ۳ تغییر پیدا می‌کند:



شکل ۳ تبدیل سیستم ترکیبی به یک سیستم سری - موازی

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، با اضافه‌کردن یک فرایند مجازی برای هر مرحله، سیستم ارائه خدمت‌دهی به مشتری در فروشگاه‌های اینترنتی به یک سیستم موازی - سری تبدیل شده است.

در این سیستم متغیرها را به صورت جدول ۱ تعریف می‌کنیم:

جدول ۱ متغیرهای مدل

ورودی‌ها:	
X_1 = کارمندی که در مرحله عرضه‌پذیری دخیل هستند	X_4 = کارمندی که در مرحله سودآوری دخیل هستند
X_2 = هزینه‌هایی که در مرحله عرضه‌پذیری دخیل هستند	X_5 = کارمندی که در مرحله سودآوری دخیل هستند
	X_3 = سرمایه‌ها
عنصر واسط:	
Z = مشتریان	
خروجی‌ها:	
Y_1 = بازدیدکنندگان	Y_2 = درآمدها

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، فرایند خدمت‌دهی فروشگاه‌های اینترنتی به دو زیرسیستم تقسیم شده است. این زیرسیستم‌ها به صورت سری با همدیگر در ارتباط هستند.



همچنین هرکدام از زیرسیستم‌ها شامل دو فرایند می‌شود که به صورت موازی با یکدیگر قرار گرفته‌اند. براساس شکل ۴، مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای حداکثرسازی کارایی برای هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری به صورت زیر خواهد بود:

$$E_k = \max. u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k}$$

s.t:

$$v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + v_3 X_{3k} + v_4 X_{4k} + v_5 X_{5k} = 1 ;$$

$$(u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k}) - (v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + v_3 X_{3k} + v_4 X_{4k} + v_5 X_{5k}) + S_j = 0 ;$$

$$j=1, \dots, n$$

$$(w Z_k + u_1 Y_{1k}) - (v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + v_3 X_{3k}) + S_j^{(m)} = 0 ; j=1, \dots, n$$

$$u_2 Y_{2k} - (w Z_k + v_4 X_{4k} + v_5 X_{5k}) + S_j^{(p)} = 0 ; j=1, \dots, n$$

$$w, u_1, u_2, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 \geq \epsilon$$

در نقطه بهینه، کارایی کل سیستم عبارت است از u^* و w^* مقادیر بهینه وزن‌ها هستند):

$$E_k = \frac{u_1^* Y_{1k} + u_2^* Y_{2k}}{v_1^* X_{1k} + v_2^* X_{2k} + v_3^* X_{3k} + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}$$

در نقطه بهینه، کارایی فرایند «عرضه‌پذیری» عبارت است از:

$$E_k^{(M)} = \frac{w^* Z_k + u_1^* Y_{1k}}{v_1^* X_{1k} + v_2^* X_{2k} + v_3^* X_{3k}}$$

در نقطه بهینه، کارایی فرایند «عرضه‌پذیری» عبارت است از:

$$E_k^{(P)} = \frac{u_2^* Y_{2k}}{w^* Z_k + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}$$

پس از سری - موازی کردن سیستم، کارایی زیرسیستم‌ها به شرح زیر است:

$$E_k^{(SubSystem1)} = \frac{w^* Z_k + u_1^* Y_{1k} + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}{v_1^* X_{1k} + v_2^* X_{2k} + v_3^* X_{3k} + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}$$

$$E_k^{(SubSystem2)} = \frac{u_1^* Y_{1k} + u_2^* Y_{2k}}{w^* Z_k + u_1^* Y_{1k} + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}$$

زیرسیستم‌ها از دو فرایند موازی تشکیل شده‌اند. پس می‌توان کارایی هر زیرفرایند را از جمع میانگین وزنی هر کدام از فرایندها و فرایندهای مجازی به دست آورد:

$$E_k^{(SubSystem1)} = w^{(M)} E_k^{(M)} + (1 - w^{(M)}) E_k^{(1)}$$

$$E_k^{(SubSystem2)} = w^{(P)} E_k^{(P)} + (1 - w^{(P)}) E_k^{(2)}$$

از آن جایی که ورودی‌ها و خروجی‌های فرایندهای مجازی، یکسان هستند، بنابراین کارایی

این فرایندها برابر با یک است (مقادیر $E_k^{(1)}$ و $E_k^{(2)}$ برابر یک است)، بنابراین داریم:

$$E_k^{(SubSystem1)} = w^{(M)} E_k^{(M)} + (1 - w^{(M)})$$

$$E_k^{(SubSystem2)} = w^{(P)} E_k^{(P)} + (1 - w^{(P)})$$

به طوری که:

$$w^{(M)} = \frac{v_1^* X_{1k} + v_2^* X_{2k} + v_3^* X_{3k}}{v_1^* X_{1k} + v_2^* X_{2k} + v_3^* X_{3k} + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}$$

$$w^{(P)} = \frac{w^* Z_k + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k}}{w^* Z_k + v_4^* X_{4k} + v_5^* X_{5k} + u_1^* Y_{1k}}$$

کارایی کل برابر خواهد بود با:

$$E_k = E_k^{SubSystem1} \times E_k^{SubSystem2} = [w^{(M)} E_k^{(M)} + (1 - w^{(M)})] \times [w^{(P)} E_k^{(P)} + (1 - w^{(P)})]$$

۴- حل مدل و تجزیه و تحلیل داده‌ها

آمار داده‌های مربوط به متغیرهای ورودی، خروجی مراحل عرضه‌پذیری و سودآوری ۳۷ فروشگاه اینترنتی به شرح جدول ۲ است.



جدول ۲ داده‌های مربوط به ورودی و خروجی‌های ۳۷ فروشگاه اینترنتی در دوره مورد بررسی

ردیف	نام دامنه	مرحله عرضه‌پذیری				مرحله سودآوری			مشتریان
		ورودی		خروجی		ورودی	خروجی		
		هزینه‌ها	سرمایه‌ها	کارمندان	بازدیدکنندگان	کارمندان	هزینه‌ها	درآمدها	
۱	www.Digistar.ir	۶۰۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰	۴	۵۹۷۸۰	۵	۱۰۰۰۰۰۰۰	۲۲۰	
۲	www.shikkala.com	۶۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۴	۲۹۵۰۰	۵	۴۲۰۰۰۰۰۰	۴۵۰	
۳	www.zaban2.ir	۸۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۲	۴۷۸۷۶	۳	۵۴۰۰۰۰۰۰	۱۲۲۴	
۴	www.faridperfume.ir	۲۷۵۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰۰	۲	۲۱۱۱۷	۱	۳۰۰۰۰۰۰۰	۷۰	
۵	www.abtinstamp.com	۱۰۰۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰۰	۲	۱۲۸۶۶۰	۲	۹۰۰۰۰۰۰۰	۴۰	
۶	www.arayeshi.biz	۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۳۵۰۰۰۰۰۰	۵	۲۵۵۲۰۰	۵	۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۰۰	
۷	www.asandownloads.ir	۲۵۰۰۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰۰۰	۵	۴۵۰۰۰۰	۱۰	۲۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰	
۸	www.babygood.ir	۹۰۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۶	۲۵۶۸۰	۳	۱۴۶۴۰۰۰۰	۱۹۲	
۹	www.BazarMazar.com	۵۵۰۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰۰۰	۴	۷۶۱۵۰۰	۵	۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰	
۱۰	www.college-coffee.net	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۱	۶۴۸۵۰۰	۱	۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰	
۱۱	www.datadanesh.com	۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۶	۱۵۴۰۰	۲	۱۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۰۰	
۱۲	www.ecb.ir	۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰۰۰۰	۶	۳۱۱۹۰۰	۱	۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰	
۱۳	www.ecrystal.ir	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰۰۰	۳	۱۱۷۹۰۰	۲	۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۱۰	
۱۴	www.farsoff.ir	۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۴۳۰۰۰۰۰۰۰	۳	۷۵۲۹	۷	۳۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰	
۱۵	www.gamekala.ir	۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰۰	۲	۸۱۸۰۰	۲	۴۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰	
۱۶	www.gorgansalam.ir	۲۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۸	۳۳۱۱۸۰۰	۵	۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۰۰	
۱۷	www.ir-shop.ir	۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰۰۰	۳	۱۱۷۶۰۵	۲	۱۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۲۰	
۱۸	www.jahromkala.ir	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۱	۹۹۴۹۷	۱	۷۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۳	
۱۹	www.kepshop.com	۴۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۴	۲۹۹۴۰	۳	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۰	
۲۰	www.lilipout.ir	۴۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	۳	۱۲۹۳۷	۳	۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۳	
۲۱	www.myclock.ir	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۵	۲۸۶۱۶۰	۵	۱۶۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۴۰	
۲۲	www.naghmebaran.com	۱۸۵۰۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۴	۱۹۹۵۹	۲	۴۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۴۱	
۲۳	www.opencart-theme.ir	۲۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰۰۰	۴	۱۰۵۵۰۸	۲	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۶۷	
۲۴	www.partiano.ir	۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۲	۱۵۷۲۰	۲	۱۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۸۰	
۲۵	www.pefco.ir	۱۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰۰	۲	۵۸۵۶	۲	۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۰	
۲۶	www.projedoni.ir	۳۴۰۰۰۰۰۰۰۰	-	۴	۶۸۰۰	۱	۱۳۴۳۰۰۰۰۰۰	۱۸۷۰	
۲۷	www.publiran.com	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۳	۱۹۵۳۰۰	۱	۴۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۸۴۰	
۲۸	www.shahijan.com	۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۲	۹۸۴۰۰	۲	۵۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۴۶۰	
۲۹	www.sharjbaz.ir	۶۵۰۰۰۰۰۰۰	۶۵۰۰۰۰۰۰۰	۱	۲۰۰۰۰۰	۱	۳۴۵۰۰۰۰۰۰۰	۲۲۵۰	

ردیف	نام دامنه	مرحله عرضه‌پذیری				مرحله سودآوری		
		ورودی		خروجی		ورودی		خروجی
		هزینه‌ها	سرمایه‌ها	کارمندان	بازدیدکنندگان	هزینه‌ها	کارمندان	درآمدها
۳۰	www.smsacc.com	۱۲۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰۰	۲	۲۷۵۰۰	۳	۳۰۰۰۰۰۰۰	۳۰۰
۳۱	www.tahrirforoosh.com	۴۰۰۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰۰	۱	۱۰۰۰۰۰۰	۲	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۰
۳۲	www.tebshop.ir	۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۵	۱۸۹۵۰	۲	۸۰۰۰۰۰۰۰	۵۲۵
۳۳	www.vanooshe.com	۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰۰	۴	۳۴۲۹	۳	۳۰۰۰۰۰۰۰	۰
۳۴	www.Archshop.ir	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱	۲۳۹۸	۱	۴۲۵۰۰۰۰۰	۲۶
۳۵	www.novinkade.com	۲۰۰۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰۰	۴	۹۰۰۰۰۰	۲	۱۱۰۰۰۰۰۰	۹۰۰
۳۶	www.honargah.com	۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	۲	۱۳۱۴۰۰۰	۲	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۵۰۰
۳۷	www.mamashop.ir	۵۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۳	۹۰۴۴۸۲	۲	۶۶۵۰۰۰۰۰۰۰	۵۶۲۹

داده‌های جمع‌آوری شده در مورد شاخص‌ها براساس چهار مدل مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌هایی که برای ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرند برای چهار مدل شبیه هم هستند. فقط حالت‌های مختلفی که می‌توان این شاخص‌ها را به صورت ورودی و خروجی در نظر گرفت، بررسی شده‌اند.

➤ مدل اول

براساس مدل ارائه‌شده توسط سیرانو سینکا و همکاران در سال ۲۰۰۵ ارائه شد. ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم عبارتند از:

✓ ورودی‌ها: کارمندان، سرمایه‌ها، هزینه‌ها

✓ خروجی‌ها: درآمدها، بازدیدکنندگان

➤ مدل دوم

ایرادی که به مدل ارائه‌شده توسط سیرانو سینکا و همکاران در سال ۲۰۰۵ می‌توان گرفت، این است که شاید تعداد بازدیدکنندگان خروجی مناسبی برای فرایند خدمت‌دهی نباشد چرا که ممکن است یک فروشگاه بازدیدکننده زیادی داشته باشد ولی تعداد خیلی کمی از این تعداد بازدیدکننده به مشتری تبدیل شود. بنابراین در مدل دوم، «مشتریان» جایگزین «بازدیدکنندگان» می‌شوند. ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم عبارتند از:

✓ ورودی‌ها: کارمندان، سرمایه‌ها، هزینه‌ها



✓ خروجی‌ها: درآمدها، مشتریان

➤ مدل سوم

در مدل سوم، هم مشتریان و هم بازدیدکنندگان به عنوان خروجی در نظر گرفته می‌شوند. ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم بر اساس مدل سوم عبارتند از:
 ✓ ورودی‌ها: کارمندان، سرمایه‌ها، هزینه‌ها
 ✓ خروجی‌ها: درآمدها، مشتریان، بازدیدکنندگان
 براساس مدل‌های یک، دو و سه کارایی فروشگاه‌های اینترنتی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شد که نتایج در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳ نتایج کارایی محاسبه شده به وسیله مدل‌های یک، دو و سه

ردیف	فروشگاه اینترنتی	کارایی مدل ۱	کارایی مدل ۲	کارایی مدل ۳
۱	www.Digistar.ir	۰/۰۳۶	۰/۰۳۴	۰/۳۲۳
۲	www.shikkala.com	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۳	www.zaban2.ir	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۴	www.faridperfume.ir	۰/۰۴۷	۰/۰۴۱	۰/۰۵۹
۵	www.abtinstamp.com	۰/۹۴۶	۱/۰۰	۱/۰۰
۶	www.arayeshi.biz	۰/۶۱۴	۰/۴۸۰	۱/۰۰
۷	www.asandownloads.ir	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۸	www.babygood.ir	۰/۱۶۲	۰/۱۵۴	۰/۱۸۴
۹	www.BazarMazar.com	۰/۲۴۸	۰/۱۳۵	۰/۴۶۹
۱۰	www.college-coffee.net	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۱	www.datadanesh.com	۰/۰۹۶	۰/۱۴۹	۰/۱۴۹
۱۲	www.ecb.ir	۰/۵۶۵	۰/۴۴۳	۰/۷۶۸
۱۳	www.ecrystal.ir	۰/۳۱۰	۰/۳۲۵	۰/۳۲۵
۱۴	www.farsoff.ir	۰/۰۲۰	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶
۱۵	www.gamekala.ir	۰/۳۹۸	۰/۵۰۸	۱/۰۰
۱۶	www.gorgansalam.ir	۰/۵۱۰	۰/۰۶۸	۱/۰۰
۱۷	www.ir-shop.ir	۰/۴۳۶	۰/۵۱۴	۰/۴۳۶

ادامه جدول ۳

ردیف	فروشگاه اینترنتی	کارایی مدل ۱	کارایی مدل ۲	کارایی مدل ۳
۱۸	www.jahromkala.ir	۰/۳۰۹	۰/۰۱۸	۰/۶۲۲
۱۹	www.kepshop.com	۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵
۲۰	www.lilipout.ir	۰/۱۵۴	۰/۱۵۳	۰/۱۵۹
۲۱	www.myclock.ir	۰/۵۱۸	۰/۵۰۴	۰/۶۱۶
۲۲	www.naghmebaran.com	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۶۲
۲۳	www.opencart-theme.ir	۰/۶۶۷	۰/۶۴۸	۰/۹۳۱
۲۴	www.partianano.ir	۰/۰۹۷	۰/۰۶۳	۰/۱۲۹
۲۵	www.pefco.ir	۰/۰۶۵	۰/۰۶۱	۰/۰۷۲
۲۶	www.projedoni.ir	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۲۷	www.publiran.com	۰/۴۲۳	۱/۰۰	۰/۷۷۲
۲۸	www.shahijan.com	۰/۵۳۱	۱/۰۰	۱/۰۰
۲۹	www.sharjbaz.ir	۰/۱۰۱	۰/۳۲۶	۰/۳۴۷
۳۰	www.smsacc.com	۱/۰۰	۰/۹۹۰	۰/۸۹۲
۳۱	www.tahrirforoosh.com	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۳۲	www.tebshop.ir	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۳۳	www.vanooshe.com	۰/۰۳۶	۰/۰۳۰	۰/۰۳۶
۳۴	www.Archshop.ir	۰/۵۲۹	۰/۵۲۷	۰/۵۳۳
۳۵	www.novinkade.com	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۳۶	www.honargah.com	۱/۰۰	۰/۱۷۴	۱/۰۰
۳۷	www.mamashop.ir	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
	جمع تعداد واحدهای کارا	۱۱	۱۲	۱۵

مدلی که تمرکز این پژوهش بر روی آن است، فرایند خدمت‌دهی فروشگاه‌های اینترنتی را به دو فرایند «عرضه‌پذیری» و «سودآوری» تقسیم می‌کند. بنابراین کارایی مراحل عرضه‌پذیری و سودآوری، همچنین کارایی زیرسیستم یک و زیرسیستم دو محاسبه شده است و نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است.



جدول ۴ کارایی محاسبه شده براساس مدل چهار

رتبه	E_k (کارایی کل)	$E_k^{(SubS1)}$ (کارایی زیرسیستم ۲)	$E_k^{(SubS1)}$ (کارایی زیرسیستم ۱)	$E_k^{(P)}$ (کارایی سودآوری)	$E_k^{(M)}$ (کارایی عرضه‌پذیری)	فروشگاه اینترنتی	ردیف
۲۷	-/۱۲۹	-/۲۱۱	-/۶۱۰	-/۲۰۱	-/۰۷۱	www.Digistar.ir	۱
۳۰	-/۰۸۱	-/۰۹۱	-/۸۸۲	-/۰۸۸	-/۰۶۱	www.shikkala.com	۲
۱۱	-/۸۰۵	-/۸۰۵	۱/۰۰	-/۶۷۴	۱/۰۰	www.zaban2.ir	۳
۳۴	-/۰۴۰	-/۰۴۲	-/۹۴۳	-/۰۴۰	-/۰۴۷	www.faridperfume.ir	۴
۱۷	-/۵۲۹	-/۵۸۰	-/۹۱۲	-/۵۷۴	-/۱۳۱	www.abtinstamp.com	۵
۷	-/۹۶۷	-/۹۹۲	-/۹۷۵	-/۲۶۸	-/۹۷۵	www.arayeshi.biz	۶
۶	-/۹۷۵	۱/۰۰	-/۹۷۵	۱/۰۰	-/۹۳۷	www.asandownloads.ir	۷
۲۴	-/۱۵۹	-/۱۷۴	-/۹۱۱	-/۱۷۲	-/۰۴۸	www.babygood.ir	۸
۱۹	-/۴۵۲	-/۸۹۸	-/۵۰۳	-/۰۸۸	-/۴۷۹	www.BazarMazar.com	۹
۴	-/۹۸۴	۱/۰۰	-/۹۸۴	۱/۰۰	-/۳۳۵	www.college-coffee.net	۱۰
۲۸	-/۰۹۴	-/۰۹۹	-/۹۴۶	-/۰۹۸	-/۱۲۲	www.datanesh.com	۱۱
۱۳	-/۶۹۹	-/۸۴۲	-/۸۳۰	-/۸۳۶	-/۱۶۰	www.ecb.ir	۱۲
۲۲	-/۳۰۴	-/۳۶۸	-/۸۲۸	-/۳۶۷	-/۰۱۹	www.ecrystal.ir	۱۳
۳۵	-/۰۱۷	-/۴۰۴	-/۰۴۲	-/۰۱۸	-/۰۱۹	www.farsoff.ir	۱۴
۳	-/۹۸۷	-/۹۸۷	۱/۰۰	-/۰۰۳	۱/۰۰	www.gamekala.ir	۱۵
۱۶	-/۶۱۳	-/۹۴۴	-/۶۵۰	-/۱۲۰	-/۶۳۵	www.gorgansalam.ir	۱۶
۲۰	-/۳۵۷	-/۴۷۶	-/۷۵۰	-/۴۶۸	-/۱۶۱	www.ir-shop.ir	۱۷
۱۰	-/۸۹۳	-/۹۹۹	-/۸۹۵	-/۰۵۳	-/۸۹۴	www.jahromkala.ir	۱۸
۳۱	-/۰۶۱	-/۰۸۹	-/۶۸۲	-/۰۸۵	-/۰۱۱	www.kepshop.com	۱۹
۲۶	-/۱۳۷	-/۱۵۱	-/۹۱۰	-/۱۴۹	-/۰۲۱	www.lilipout.ir	۲۰
۱۲	-/۷۲۴	-/۸۹۹	-/۸۰۵	-/۸۹۶	-/۱۴۱	www.myclock.ir	۲۱
۳۲	-/۰۵۸	-/۰۶۲	-/۹۴۴	-/۰۶۰	-/۰۴۱	www.naghmebaran.com	۲۲
۸	-/۹۵۱	۱/۰۰	-/۹۵۱	۱/۰۰	-/۲۲۴	www.opencart-theme.ir	۲۳
۲۳	-/۲۰۸	-/۲۱۱	-/۹۸۵	-/۲۱۰	-/۱۳۴	www.partiano.ir	۲۴

ادامه جدول ۴

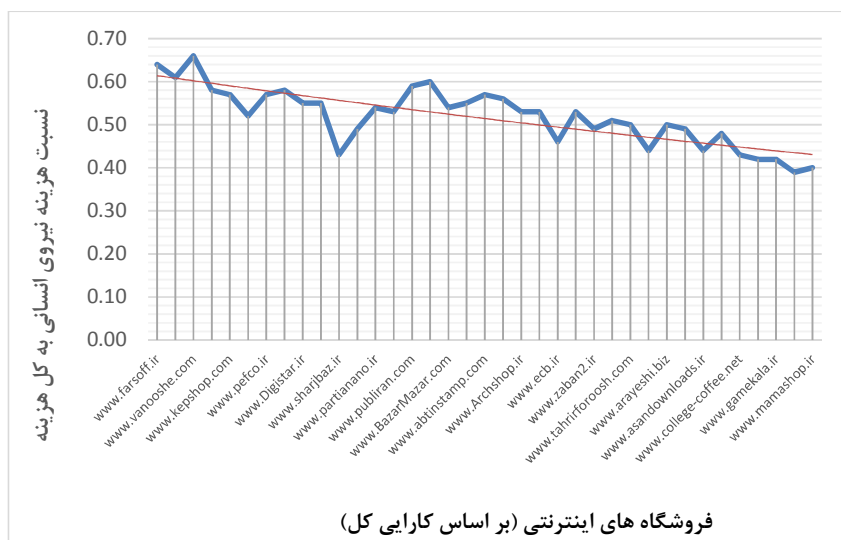
رتبه	E_k (کارایی کل)	$E_k^{(SubS1)}$ (کارایی زیرسیستم ۲)	$E_k^{(SubS1)}$ (کارایی زیرسیستم ۱)	$E_k^{(P)}$ (کارایی سودآوری)	$E_k^{(M)}$ (کارایی عرضه‌پذیری)	فروشگاه اینترنتی	ردیف
۲۹	-/۰۹۳	-/۰۹۷	-/۰۹۵۹	-/۰۹۶	-/۰۱۹	www.pefco.ir	۲۵
۵	-/۰۹۸۱	-/۰۹۸۱	۱/۰۰	-/۰۸۲	۱/۰۰	www.projedoni.ir	۲۶
۲۱	-/۰۳۳۹	-/۰۴۴۳	-/۰۷۶۶	-/۰۴۲۸	-/۰۱۰۷	www.publiran.com	۲۷
۶	-/۰۹۷۵	-/۰۹۷۵	۱/۰۰	-/۰۲۱۷	-/۰۱۰۷	www.shahijan.com	۲۸
۲۵	-/۰۱۴۷	-/۰۹۷۴	-/۰۱۵۹	-/۰۳۴	-/۰۱۵۰	www.sharjbaz.ir	۲۹
۱۴	-/۰۶۵۸	-/۰۸۱۲	-/۰۸۱۰	-/۰۸۱۱	-/۰۸۹	www.smsacc.com	۳۰
۹	-/۰۹۳۵	۱/۰۰	-/۰۹۳۵	۱/۰۰	-/۰۱۳۶	www.tahrirforoosh.com	۳۱
۱۸	-/۰۵۰۸	-/۰۵۲۲	-/۰۹۷۴	-/۰۵۲۱	-/۰۲۱۵	www.tebshop.ir	۳۲
۳۳	-/۰۰۵۶	-/۰۰۵۹	-/۰۹۴۶	-/۰۰۵۸	-/۰۰۰۶	www.vanooshe.com	۳۳
۱۵	-/۰۶۴۲	-/۰۶۴۵	-/۰۹۹۴	-/۰۶۴۵	-/۰۸۰	www.Archshop.ir	۳۴
۲	-/۰۹۸۹	-/۰۹۸۹	۱/۰۰	-/۰۱۰	۱/۰۰	www.novinkade.com	۳۵
۳	-/۰۹۸۷	-/۰۹۸۷	۱/۰۰	-/۰۸۲	۱/۰۰	www.honargah.com	۳۶
۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	www.mamashop.ir	۳۷

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، فقط ۳ فروشگاه کارایی مرحله عرضه‌پذیری و سودآوری بالایی دارند. ۱۱ فروشگاه کارایی مرحله سودآوری بالایی دارند (از ۰.۴ بیشتر) و کارایی مرحله عرضه‌پذیری پایینی دارند (از ۰.۴ کمتر). از تعداد ۳۷ فروشگاه، ۸ فروشگاه کارایی مرحله عرضه‌پذیری بالایی دارند ولی کارایی مرحله سودآوری آنها پایین است. تعداد ۱۵ فروشگاه، هم کارایی مرحله عرضه‌پذیری و هم کارایی مرحله سودآوری پایینی داشته‌اند. اگر تغییر روند نسبت هزینه نیروی انسانی فروشگاه اینترنتی به کل هزینه‌های فروشگاه اینترنتی براساس کارایی فروشگاه‌های اینترنتی ترسیم شود، شکل ۴ به‌دست می‌آید. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، با کاهش نسبت هزینه نیروی انسانی فروشگاه اینترنتی به کل هزینه‌های فروشگاه، روند به سمت فروشگاه‌هایی است که کارایی بالاتری دارند. پس می‌توان گفت که فروشگاه‌هایی که هزینه کمتری نسبت به هزینه کل برای منابع انسانی می‌پردازند،



کارایی بالاتری داشته‌اند. این نتیجه را می‌توان با آنچه در تحقیقات گذشته آورده شده است، مقایسه کرد. براساس نتیجه تحقیقی که توسط صحت و همکاران در سال ۱۳۹۱ انجام شده است [۲۰]، هزینه‌های انجام شده بر نیروی انسانی را که منفعتی برای شرکت ایجاد نمی‌کنند، می‌توان تحت عنوان زیان شناسایی نمود. همچنین دبیری در تحقیقی که در سال ۱۳۹۱ انجام داده است، (تحقیقی مشابه توسط استیودنت در سال ۲۰۱۱ انجام شده است) به این نتیجه رسید که کاستن هزینه‌های منابع انسانی به طرق مختلف می‌تواند به بهبود عملکرد سازمان منجر شود.

بنابراین با مقایسه آنچه در تحقیقات پیشین آمده است و نتایج شکل ۴، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاهش هزینه نیروی انسانی نسبت به هزینه کل را می‌توان یکی از عواملی دانست که به افزایش کارایی یک فروشگاه اینترنتی کمک می‌کند.



شکل ۴ مقایسه کارایی کلی فروشگاه‌های اینترنتی با نسبت هزینه نیروی انسانی به کل هزینه

۵- نتایج و پیشنهادات

مدل تحلیل پوششی داده‌ها در تحقیقات علمی فراوانی برای محاسبه کارایی نسبی مورد استفاده قرار گرفته شده است. تحقیق حاضر نیز از مدل تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای برای ارزیابی کارایی ۳۷ فروشگاه اینترنتی بهره برده است. همچنین نتایج کارایی مدل ارائه‌شده در این تحقیق با نتایج مدل‌های قبلی مقایسه شده است.

فروشگاه‌هایی که طی دوره بررسی کارایی کمتر از یک دارند، به این معناست که واحد کارا با همان درصد کارایی از منابع که واحد ناکارا به آن دست یافته، می‌تواند به همان سطح خروجی دست پیدا کند، برای مثال در بین ۳۷ فروشگاه، فروشگاه اینترنتی «ماماشاپ» کارایی برابر یک یا صد درصد و فروشگاه اینترنتی «زبان ۲» کارایی ۸۰ درصد دارد. فروشگاه اینترنتی «زبان ۲» با میزان کارایی ۸۰ درصد طی دوره مورد بررسی به این معناست که فروشگاه اینترنتی «ماماشاپ» که کارا تشخیص داده شده است، می‌تواند با ۸۰ درصد منابع خود به همان سطح از خروجی دست یابد که فروشگاه اینترنتی «زبان ۲» به آن رسیده است.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که کاهش هزینه‌های نیروی انسانی یکی از شاخص‌هایی است که می‌توان با کاهش آن به سطح بالاتری از کارایی دست یافت، به عبارتی فروشگاه‌هایی کارا تر بوده‌اند که هزینه نیروی انسانی کمتری داشته‌اند.

جهت تکمیل تحقیق حاضر توصیه می‌شود مطالعه‌ای براساس تأثیر دیگر پارامترها بر کارایی فروشگاه‌های اینترنتی انجام پذیرد. هرچند در این تحقیق از یک مدل دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها جهت اندازه‌گیری کارایی نسبی فروشگاه‌های اینترنتی استفاده شده است ولی توصیه می‌شود ترکیبی از روش‌های دیگر مورد استفاده قرار گیرد و در نهایت ترکیب نتایج ارائه شود. بعضی از پیشنهادها برای تحقیقات آینده به شرحی است که در ادامه آمده است:

۱- تحلیل حساسیت منابع ورودی و خروجی در کنار چنین تحقیقی برای آگاهی از نحوه عملکرد انجام شود تا مشخص گردد کدام شاخص در میزان کارایی مؤثرتر است تا بتوان برنامه‌ریزی دقیق‌تری نسبت به توزیع منابع انجام داد؛

۲- استفاده از مدل مطرح‌شده در این تحقیق برای محاسبه کارایی یک فروشگاه اینترنتی در چند دوره مختلف؛

۳- مدل ارائه‌شده در این تحقیق برای ارزیابی و رتبه‌بندی فروشگاه‌های اینترنتی از داده‌های



قطعی به‌عنوان ورودی و خروجی استفاده کرده است، در حالی که در مسائل واقعی، اغلب به حالاتی برخورد می‌کنیم که نمی‌توان آن را به‌طور قطعی بیان کرد و تحت شرایط مختلف ممکن است ثابت و معین نباشد. به این ترتیب استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های فازی برای انعکاس شرایط واقعی حاکم بر ورودی و خروجی‌ها به منظور ارزیابی کارایی فروشگاه‌های اینترنتی پیشنهاد می‌شود؛

۴- از شاخص‌های دیگری مثل کیفیت ارائه خدمات، طراحی سایت و غیره که کیفی هستند به منظور اندازه‌گیری کارایی فروشگاه اینترنتی استفاده شود.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Enamad.ir
3. Black box
4. Marketability
5. Profitability
6. Weighted harmonic mean
7. Marketability
8. Profitability
9. Dummy
10. Series-parallel

۷- منابع

- [1] Richard M. Kesner (1998) "Building an internet commerce capability: A case study", *Information Strategy: The Executive's Journal*, 14:2, 27-36
- [2] Ham W. (2002) "Design of secure and efficient e-commerce protocols using cryptographic primitives", M. S. thesis, School of Engineering, Information and Communications Univ., Daejeon, Korea.
- [3] Hong S., Kim J. (2004) "Architectural criteria for website evaluation – conceptual framework and empirical validation", *Behaviour & Information Technology*, 23(5): 337-357.
- [4] Faraji R (2009) "Performance measurement combined with DEA and fuzzy

- topsis", *Master thesis in Industrial Management*, Shahid Beheshti University.
- [5] Emamimeybodi A. (2005) "Measurement of performance and productivity Principles", *Institute for Trade Studies and Research*.
- [6] El-Aleem A. K. A., W. F. A. El-wahed, et al. (2007) "Efficiency Evaluation of E-Commerce Websites", *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- [7] Farrell M. (1957) "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series (General)*, 120: 253-281.
- [8] Charnes A., W. W. Cooper, et al. (1978) "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
- [9] Mehregan M. (2012) "DEA: quantitative models to assess organizational performance", *Academic Book Publishing*.
- [10] Sexton T. R., Lewis H. F. (2003) "Two-stage DEA: An application to major league baseball", *Journal of Productivity Analysis*, 19(2-3): 227-249.
- [11] Cao X., F. Yang (2011) "Measuring the performance of Internet companies using a two-stage data envelopment analysis model", *Enterprise Information Systems*, 5(2): 207-217.
- [12] Kao C., Hwang S.-N. (2008) "Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan", *European Journal of Operational Research*, 185(1): 418-429.
- [13] Serrano-Cinca C., Fuertes-Callén Y., et al. (2005) "Measuring DEA efficiency in Internet companies", *Decision Support Systems*, 38(4): 557-573.
- [14] Io Storto C. (2013) "Evaluating ecommerce websites cognitive efficiency: An integrative framework based on data envelopment analysis", *Applied Ergonomics*, 44(6): 1004-1014.
- [15] Chang T.-Y., P.-H. Chung, et al. (2012) "Two-stage performance model for evaluating the managerial efficiency of higher education: Application by the Taiwanese tourism and leisure department", *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 11: 168-177.



- [16] Liu S.-T., R.-T. Wang (2009) "Efficiency measures of PCB manufacturing firms using relational two-stage data envelopment analysis", *Expert Systems with Applications*, 36(3): 4935-4939.
- [17] Wang Y.-M., Chin K.-S. (2010) "Some alternative DEA models for two-stage process", *Expert Systems with Applications*, 37(12): 8799-8808.
- [18] Liu S.-T. (2011) "A note on efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, 212(3): 606-608.
- [19] Kao C. (2014) "Efficiency decomposition for general multi-stage systems in data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, 232(1): 117-124.
- [20] Sehat S., Asdollahi A., et al. (2012) "Valuing human resources with an analytical framework: Assessing the application of human resources balance sheet at the National Iranian Oil Company", *The First Regional Conference on Research and New Approaches to Billing*.
- [21] Anderson P., Peterson N.C. (1999) "A procedure for rating efficient units in data envelopment analysis", *Management Science*, 39: 126-164.
- [22] Banker R. D., A. Charnes, et al. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management science*, 30(9): 1078-1092.
- [23] Dabiri A., Samsami A. (2012) " Initiatives of human resources to increase the effectiveness of employees in times of crisis", *Human Resource Development Conference*.
- [24] Fazli S., Azar A., (2002) "Developind a mathematical model for performance assessment of managers using data envelopment analysis (DEA)", *Management Research in Iran (Scientific Research Quarterly)*, Vol. 6, No. 3.
- [25] Ho C. B. (2010) "Measuring dot com efficiency using a combined DEA and GRA approach", *Journal of the Operational Research Society*, 62(4): 776-783.

- [26] Hsu C., Wallace W. A. (2007) "An industrial network flow information integration model for supply chain management and intelligent transportation", *Enterprise Information Systems*, 1(3): 327-351.
- [27] Student L (2011) "Human resources management in a recession: A portfolio management perspective", *Lipscomb University College of Business*.
- [28] Kao C. (2009) "Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model", *European Journal of Operational Research*, 192(3): 949-962.
- [29] Mirghafor S. H., Roodposhti M., et al., (2012) "Financial performance evaluation with data envelopment analysis approach (case study: provincial telecommunication company)", *Management Research in Iran (Scientific Research Quarterly)*, Vol. 16, No. 4, pp. 189-205.
- [30] Xu L., Z. Li, et al. (2005) "A polychromatic sets approach to the conceptual design of machine tools", *International Journal of Production Research*, 43(12): 2397-2421.