فصلنامه مدیریت کسب و کار، شماره ۳۹، تابستان ۱۳۹۷

ارزیابی کارایی سود در زنجیره تامین سه مرحله ای با خروجی های برگشت داده شده با تکنیک تحلیل پوششی داده ها

زهره مقدس[۱]
شادان صدیق بهزادی[۲]
محسن واعظ قاسمی[۳]
محمد علوی[۴]

چکیده

مدیریت زنجیره تامین برای مدیران سازمان های مختلف به منظور بهبود عملکرد آن سیستم ها یک امر حائز اهمیت است. از جمله موارد این مدیریت آنالیز، تحلیل، و بررسی هر یک از مراحل یک زنجیره تامین می باشد. ارزیابی یک زنجیره به صورت "جعبه سیاه" به منظور مدیریت آن نمی تواند اطلاعات دقیقی برای تعیین استراتژی و هدف گزاری ارایه دهد. لذا لزوم به استفاده از تکنولوژی‌ها و ابزارهای جدید جهت تحلیل کل زنجیره و هر یک از مراحل آن احساس شده است. در برآوردن این نیاز تکنیک تحلیل پوششی داده ها بسیار تاثیر گذار بوده است. در این تحقیق به معرفی مدل جدیدی برای ارزیابی کارایی سود در یک زنجیره تامین با خروجی برگشت داده شده به مراحل قبل (به علت عدم برخورداری از کیفیت مطلوب) پرداخته شده است. در مثال کاربردی داده هایی از شرکت های نساجی در نظر گرفته شده و مدل ارزیابی کارایی سود در زنجیره تامین معرفی شده برای آن ها اجرا و کارایی کل زنجیره و هر یک از مراحل آن بررسی شده است.

کلمات کلیدی: زنجیره تامین، تحلیل پوششی داده ها، کارایی سود، محصول برگشت داده شده، شرکت های نساجی.

---

[۱] استادیار ، گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین ، قزوین ، ایرانZmoghaddas@QIAU.ac.ir
[۲] استادیار ، گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین ، قزوین ، ایرانShadan_behzadi@yahoo.com
[۳] استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، گروه ریاضی، رشت، ایرانMohsen.vaez@gmail.com
[۴] مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی ، گروه مدیریت، تهران، ایرانmAlavi@yahoo.com

۱ مقدمه

تحلیل پوششی داده ها، روشی به منظور ارزیابی کارایی نسبی مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیرنده است که اصول آن بر مبنای برنامه ریزی ریاضی است. عبارت نسبی از آن جا مورد استفاده قرارمی گیرد که کارایی نتیجه مقایسه مختصات همه واحد با در نظر گرفتن مرز مجموعه امکان تولید است. در این صورت واحد تصمیم گیرنده ی کارا واحدی است که که روی مرز مجموعه امکان تولید قرار دارد. در تکنیک تحلیل پوششی داده ها تابع تولید قسمتی از مرز مجموعه امکان تولید در نظر گرفته می شود. تخمین تابع تولید به روش غیر پارامتری برای اولین بار توسط (فارل[1] ،۱۹۵۷، ۲۵۳–۲۹۰) صورت گرفت. در ادامه کار محققین دیگر (چارنز[2] و همکاران[3]، ۱۹۸۷، ۴۴۴–۴۲۲) با در نظر گرفتن تعاریف اولیه ارائه شده و مدل سازی مجدد، مدل CCR که قابلیت در نظر گرفتن ورودی و خروجی های چندگانه را دارد برای ارزیابی کارایی یک مجموعه از واحد های تصمیم گیرنده با فرض بازده به مقیاس ثابت در نظر گرفتند. در ادامه کارآن ها با در نظر گرفتن بازده به مقیاس متغیر برای مجموعه امکان تولید (بنکر ۳ و همکاران، ۱۹۸۴ ، ۱۰۹۲–۱۰۷۸) مدل BCC را معرفی کردند.

(کامنهو و دایسون[4] ۴ ، ۲۰۰۵، ۴۴۶– ۴۳۲) در ادبیات موضوع پژوهشگران به توسعه مدل و مفهوم ارائه شده برای کارایی هزینه پرداختند. برای اولین بار فار و همکارن ۱۹۸۵ روش هایی به منظور اجرای کارایی های درآمد معرفی کردند. در تکنیک تحلیل پوششی داده ها محققیقن به بررسی و مدل سازی جهت ارزیابی کارایی سود پرداخته اند (آریف و کن[5] ۵، ۰۰۸، ۲۶۰–۲۷۳)، (دلیس[6] ۶ و همکاران ۲۰۰۸، ۲۷– ۱)، (ایسیک[7] و حسن ۲۰۰۲ ۷، ۲۵۷–۲۸۰)، (ری و داس[8] ۸ ، ۲۰۱۰، ۲۹۷–۳۰۷) ، (اسرایری[9]، ۲۰۱۰، ۴۵–۶۲)، و (آپاراچیو[10] و همکاران ، ۲۰۱۵، ۲۸–۱۹).

تمام کسب و کارهایی که به در ارتباط با تامین کنندگان می باشند و برطرف کننده ی تقاضای مشتری هستند یک زنجیره ی تامین نام دارند. این نکته حائز اهمییت است که برخلاف آن چه تصور عامه مردم است عناصر واسطه در مدیریت یک زنجیره تامین زائد نمی باشند. زنجیره ی تامین تنها شامل تولید کنندگان نیست، بلکه شامل تمام عوامل تامین کننده، عامل های فروش، عامل های حمل و نقل و انبار و

---

[1] Farrell
[2] Charnes
[3] Banker
[4] Camanho, Dyson
[5] Ariff, Can
[6] Delis
[7] Isik, Hasan
[8] Ray, Das
[9] Srairi
[10] Aparacio

همچنین شامل فروشندگان و توزیع کنندگان محصول نهایی نیز می باشد. لازم به ذکر است که با حذف و یا کمرنگ کردن نقش هر کدام از مولفه های یک زنجیره، کل آن زنجیره ی تامین نمی تواند درست عمل کند و نه تنها آن مولفه از زنجیر در ست عمل نمی کند بلکه ادامه ی فعالیت بقیه ی مولفه ها نیز دچار مشکل خواهد شد.

بررسی و آنالیز زنجیره تامین از جمله موضوعات مهمی است که امروزه کمک زیادی به مدیران در امر تصمیم گیری انجام می دهد. از این رو از اهمیت ویژه ای در پژوهش های دانشگاهی نیز برخوردار است. از جمله موضوعات مهم بررسی و تحقیق شده در این زمینه می توان به (فرضی پور صائن ۱، ۲۰۱۰ ، ۲۸۳۰–۲۸۲۰) ، (شعبان پور ۲ ، ۲۰۱۷ ۱۲۹–۱۴۳) ، و (بداقی ۳، ۲۰۱۸ ، ۳۴۸–۳۵۹)و (ذوالقدری ۴و همکاران، ۲۰۱۱ ، ۴۸۷–۵۰۰) اشاره کرد. در این مقاله سعی شده است به موضوعات مطرح در زنجیره تامین پرداخته شود. لذا زنجیره تامین ای با خروجی هایی برگشت داده شده به مراحل قبل دلیل عدم برخورداری از کیفیت مطلوب یا خرابی در نظر گرفته شده است. موضوعی که در بسیاری از زنجیره ها به کرات رخ می دهد. در مثال کاربردی داده هایی از کارخانجات نساجی برای توضیح بیشتر مدل های پیشنهاد شده بررسی شده اند. در بخش بعد به مرور مقدمات تحلیل پوششی داده ها پرداخته می شود. در بخش سوم مدل های ارزیابی کارایی سود برای یک زنجیره تامین سه مرحله ای با خروجی های برگشت داده شده به مرحله قبل معرفی می شوند. در بخش چهارم مثال کاربردی و در بخش پنجم نتیجه گیری ارائه خواهد شد

۲ مقدمه ای از تحلیل پوششی داده‌ها

از جمله روش های معروف برای سنجش عملکرد واحد های تصمیم گیرنده، تکنیک تحلیل پوششی داده ها است که روشی بر مبنا ی برنامه ریزی ریاضی می باشد.

واحدی که با دریافت بردار ورودی $(x_1,\ldots,x_m)$، بردار خروجی $(y_1,\ldots,y_s)$ را تولید می‌کند واحد تصمیم‌گیرنده نام دارد. منظور از واحدهای تصمیم‌گیرنده متجانس واحدها یی هستند با عمل مشابه که با دریافت ورودی‌هایی از جنس مشابه، خروجی‌های با جنس مشابه تولید می‌کنند. برای مقال می توان به نمایندگی های یک شرکت، کارخانجات، و یا ادارات یک سازمان اشاره کرد. کارایی یعنی خوب کار کردن که متاثر از شاخص‌های درون سازمانی مثل سود هر واحد، فروش هر واحد و .. می باشد. برای ارزیابی عملکرد واحد های تصمیم گیرنده از جنبه های مختلف، مدل ها ی گوناگون ای در ادبیات موضوع تحلیل پوششی داده ها معرفی شده است. از جمله ویژگی های مهم تکنیک تحلیل پوششی داده ها این است که بوسیله

[1]FarzipoorSaen
[2]Shabanpoor
[3]Bodaghi
[4]Zolghadri

مدل های آن می توان به ارزیابی عملکرد واحد های تصمیم‌گیرنده در هر صنعتی پرداخت.
به مجموعه فعالیت‌های شدنی در تکنیک DEA ، مجموعه امکان تولید گفته می شود که تعریف ریاضی آن به‌صورت است:

$$T = \{(X, Y) \in R^{m+s} \text{ تولید شود: } X \geq 0 \text{ بتواند به وسیله } Y \geq 0\} \quad (۱)$$

از جمله اولین مدل ها در تحلیل پوششی داده ها مدل CCR است که برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده می شود. این مدل اولین بار توسط (چارنز و همکاران، ۱۹۸۷، ۴۲۲-۴۴۴) ارایه شده است.

$$\begin{aligned} &Min \quad \theta \\ &s.t. \\ &(\theta X_o, Y_o) \in T_{CCR} \end{aligned} \quad (۲)$$

مقدار تابع هدف بهین مدل فوق معرف کارایی نسبی واحد تصمیم گیرنده تحت ارزیابی است. توجه داشته باشید که این مدل به مدل CCR در فرم پوششی با ماهیت ورودی معروف است. مدل ماهیت خروجی در فرم پوششی در (چارنز و همکاران، ۱۹۸۷، ۴۴۴-۴۲۲) ارایه شده است.
از جمله مدل های معروف در تکنیک تحلیل پوششی داده ها مدل های ارزیابی کارایی هزینه، درآمد، و سود است. طبق تعریف ارایه شده در ادبیات موضوع قابلیت یک واحد تصمیم گیرنده برای تولید همان سطح از خروجی با معلوم بودن قیمت های ورودی با کمترین هزینه نشان دهنده کارایی هزینه آن واحد است، (کامنهو و دایسون [1] ، ۲۰۰۵، ۴۴۶- ۴۳۲) . در تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی کارایی هزینه، مدلی معروف به مدل کمترین هزینه وجود دارد که با مفروض بودن هزینه های ورودی ها به دنبال کمترین هزینه برای تولید همان سطح از خروجی می پردازد. مشابه این رویکرد برای خروجی ها عبارت است از قابلیت یک واحد تصمیم گیرنده برای مصرف همان سطح از ورودی با معلوم بودن قیمت های خروجی هابه منظور تولید خروجی هایی با بیشترین درآمد نشان دهنده کارایی درآمد آن واحد است، (آپاراچیو [2] و همکاران، (۲۰۱۵، ۲۸-۱۵). در تحلیل پوششی داده ها مدل موجود به مدل بیشترین درآمد معروف است که با مفروض بودن قیمت

[1] Camanho, Dyson
[2] Aparacio

ورودی ها و خروجی ها به دنبال بیشترین درآمد از مصرف ورودی ها و تولید خروجی ها است. برای بدست آوردن ماکسیمم سود واحد تحت ارزیابی، تابع هدف عبارت است از درآمد منهای هزینه. در این صورت مدل ماکسیمم سود عبارت است از:

$$
\begin{aligned}
max \quad & \sum_{r=1}^{s} w_r y_r - \sum_{i=1}^{m} c_i x_i \\
s.t. \quad & \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j = x_i \qquad i = 1,\ldots,m, \\
& \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j = y_r \qquad r = 1,\ldots,s, \\
& y_r \geq 0, x_i \geq 0, \qquad i = 1,\ldots,m, r = 1,\ldots,s, \\
& \lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots,n.
\end{aligned}
\tag{۳}
$$

رابطه (۴) را در تظر بگیرید. با توجه به جواب بهین به دست آمده از مدل (۳) از رابطه زیر مقدار کارایی درآمد واحد های تصمیم گیرنده نتیجه می شود.

$$
\frac{1}{PEo} = \frac{\sum_{r=1}^{s} w_r y^*_r - \sum_{i=1}^{m} c_i x^*_i}{\sum_{r=1}^{s} w_r y_{ro} - \sum_{i=1}^{m} c_i x_{io}} \tag{۴}
$$

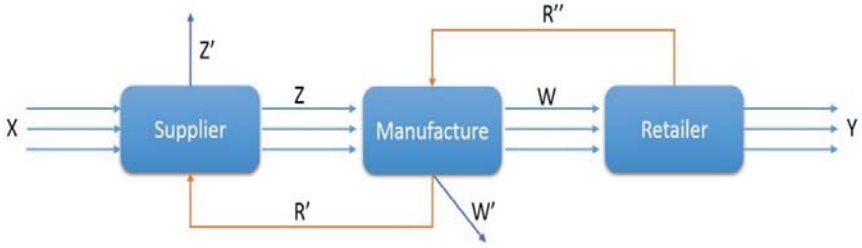
۳ کارایی سود در یک زنجیره تامین با مدل های تحلیل پوششی داده ها

تمام کسب و کارهایی که به در ارتباط با تامین کنندگان می باشند و برطرف کننده ی تقاضای مشتری هستند یک زنجیره ی تامین نام دارند. این نکته حائز اهمییت است که برخلاف آن چه تصور عامه مردم

است عناصر واسطه در مدیریت یک زنجیره تامین زائد نمی باشند. زنجیره ی تامین تنها شامل تولید کنندگان نیست، بلکه شامل تمام عوامل تامین کننده، عامل های فروش، عامل های حمل و نقل و انبار و همچنین شامل فروشندگان و توزیع کنندگان محصول نهایی نیز می باشد. لازم به ذکر است که با حذف و یا کمرنگ کردن نقش هر کدام از مولفه های یک زنحیره، کل آن زنجیره ی تامین نمی تواند درست عمل کند و نه تنها آن مولفه از زنجیر در ست عمل نمی کند بلکه ادامه ی فعالیت بقیه ی مولفه ها نیز دچار مشکل خواهد شد.

سازمان ها برای افزایش توان رقابتی خود تلاش می کنند تا استاندارد ها را الگوی خود قرار دهند و سعی در بهبود فرایندهای داخلی خود دارند. به این ترتیب سعی می کنند تا محصولات آن ها کیفیت بیشینه داشته و هزینه آن ها کمینه باشد. به این منظور آن ها برنامه ریزی خود را معطوف دستیابی به نیاز بازار می کنند و درنتیجه آن، سهم بازار بیشتری عایدشان می گردد. برای نیل به این هدف سازما ن ها تمام تلاش خود را متمرکز به افزایش کارایی شان می کنند. با افزایش تنوع در الگوهای مورد انتظار مشتریان از سازمان ها و کسب و کار آن ها در فرایندهای داخلی و انعطاف پذیری در توانایی آن ها بهبود فزاینده ای شکل گرفت که با توجه به تامین کنگان و توزیع کنندگان و ارتباط آن ها مدیریت زنجیره تامین اهمیت ویژه ای پیدا کرده است.

طبق آن چه با توجه به تعاریف اولیه کارایی هزینه در ادبیات موضوع تحلیل پو ششی داده ها ذکر شده است قابلیت یک واحد تصمیم گیرنده، با توجه به قیمت های ورودی مفروض برای تولید همان سطح از خروجی با حداقل هزینه میزان کارایی هزینه آن واحد تصمیم گیرنده معرفی می گردد، (کامنهو و دایسون [1] ، ۲۰۰۵، ۴۴۶- ۴۳۲). سیستم شبکه ای زنجیره تامین دو مرحله ای زیر را با ورودی ها، خروجی ها و محصولات میانی ذکر شده در شکل ۱ را در نظر بگیرید. در این سیستم علاوه بر ورودی و خروجی و محصولات میانی، بخشی از خروجی های مرحله دوم (به دلیل عدم برخورداری از کیفیت مطلوب) به مرحله اول باز می گردد.



شکل۱: زنجیره تامین سه مرحله ای

[1]Camanho, Dyson

مدل کارایی سود زنجیره تامین شکل ۱ که در آن از خرده فروش کالای برگشت داده شده به تولید کننده و از تولید کننده کالای برگشتی به تامین کننده وجود دارد به کمک تکنینک تحلیل پوششی داده ها به صورت زیر فرموله شده است.

مدل ماکسیمم سود برای ارزیابی زنجیره تامین فوق عبارت است از:

$$Max\ (\sum_{f=1}^{p}\bar{c}_f z_f + \sum_{l=1}^{q}\bar{w}_f z'_f + \sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'_h + \sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w_t + \sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'_d + \sum_{r=1}^{s}\bar{v}_r y_r + \sum_{f=1}^{p}\bar{u}_b R''_b)$$
$$-(\sum_{i=1}^{m}\bar{e}_i x_i + \sum_{f=1}^{p} l_d R'_f + \sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z_f + \sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''_b + \sum_{t=1}^{c}\bar{g}_t w_t)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j x_{ij} \le x_i \qquad i = 1,\dots,m,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j z_{fj} \ge z_f \qquad f = 1,\dots,p,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j z'_{lj} \ge z'_l \qquad l = 1,\dots,q, \qquad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j R'_{dj} \le R'_d \qquad d = 1,\dots,e,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}{}_j z_{fj} \le z_f \qquad f = 1,\dots,p,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}{}_j R''_{bj} \le R''_b \qquad b = 1,\dots,a,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}{}_{j}w_{tj} \geq w_t \qquad t = 1,...,c,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}{}_{j}w'_{hj} \geq w'_h \qquad h = 1,...,v,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{3}{}_{j}w_{tj} \leq w_t \qquad t = 1,...,c,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{3}{}_{j}R''_{bj} \geq R''_b \qquad b = 1,...,a,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{3}{}_{j}y_{rj} \leq y_r \qquad r = 1,...,s,$$

$$\lambda^{1}{}_{j} \geq 0, \lambda^{2}{}_{j} \geq 0, \lambda^{3}{}_{j} \geq 0 \qquad j = 1,...,n.$$

$$R''_b \geq 0, w_t \geq 0, w'_h \geq 0, y_r \geq 0 \qquad b = 1,...,a, t = 1,..,c, h = 1,...,v, r = 1,..,s.$$

$$R'_d \geq 0, x_i \geq 0, z_f \geq 0, z'_l \geq 0 \qquad d = 1,...,e, i = 1,..,m, f = 1,..., p, l = 1,..,q$$

با توجه به مقدار تابع هدف بهین مدل (۵) به منظور بدست آوردن مقدار کارایی سود عبارت (۶) را محاسبه می شود.

$$\frac{1}{PE0} = \frac{(\sum_{f=1}^{p}\bar{c}_f z^{*}{}_{f} + \sum_{l=1}^{q}\bar{w}_f z'^{*}_{f} + \sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'^{*}_{h} + \sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w^{*}{}_{t} + \sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'^{*}_{d} + \sum_{r=1}^{s}\bar{v}_r y^{*}{}_{r} + \sum_{f=1}^{p}\bar{u}_b R''^{*}_{b}) - (\sum_{i=1}^{m}\bar{e}_i x^{*}{}_{i} + \sum_{d=1}^{e}\bar{l}_d R'^{*}_{f} + \sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z^{*}{}_{f} + \sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''^{*}_{b} + \sum_{t=1}^{c}\bar{g}_t w^{*}{}_{t})}{(\sum_{f=1}^{p}\bar{c}_f z_{f0} + \sum_{l=1}^{q}\bar{w}_f z'_{f0} + \sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'_{h0} + \sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w_{t0} + \sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'_{d0} + \sum_{r=1}^{s}\bar{v}_r y_{r0} + \sum_{f=1}^{p}\bar{u}_b R''_{b0}) - (\sum_{i=1}^{m}\bar{e}_i x_{i0} + \sum_{d=1}^{e}\bar{l}_d R'_{f0} + \sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z_{f0} + \sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''_{b} + \sum_{t=1}^{c}\bar{g}_t w_{t0})}$$

(۶)

از جمله موارد مهم در مدیریت یک زنجیره تامین ارزیابی مولفه های متخلف آن است. واضح است ارزیابی جعبه سیاه، استفاده از مدل های کلاسیک، اطلاعات کافی برای ارزیابی و تحلیل یک زنجیره به دست نمی دهد. لذا مدل ها جدیدی مورد نیاز است که روابط میان مولفه ها را نیز در ارزیابی مد نظر قرار دهد. برای ارزیابی تامین کننده مدل ماکسیمم سود عبارت است از:

$$Max\ (\sum_{f=1}^{p}\overline{c}_f z_f + \sum_{l=1}^{q}\overline{w}_f z'_f\ ) - (\sum_{i=1}^{m}\overline{e}_i x_i + \sum_{f=1}^{p} l_d R'_f\ )$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j x_{ij} \le x_i \qquad \text{i} = 1,...,m,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j z_{fj} \ge z_f \qquad \text{f} = 1,..., p,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j z'_{lj} \ge z'_l \qquad \text{l} = 1,...,q, \qquad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{1}{}_j R'_{dj} \le R'_d \qquad \text{d} = 1,...,e,$$

$$\text{R}'_d \ge 0, x_i \ge 0, z_f \ge 0, z'_l \ge 0 \qquad d = 1,...,e, i = 1,..,m,\ f = 1,..., p, l = 1,..,q$$

$$\lambda^{1}{}_j \ge 0, \qquad j = 1,...,n.$$

رابطه (۸) را به دست آوردن کارایی سود در نظر بگیرید. صورت کسر مقدار بهین تابع هدف مدل (۷) است.

(۸)

$$\frac{1}{S.PEo}=\frac{(\sum_{f=1}^{p}\bar{c}_f z^{*}_{f}+\sum_{l=1}^{q}\bar{w}_f z'^{*}_{f})-(\sum_{i=1}^{m}\bar{e}_i x^{*}_{i}+\sum_{d=1}^{e}l_d R'^{*}_{f})}{(\sum_{f=1}^{p}\bar{c}_f z_{fo}+\sum_{l=1}^{q}\bar{w}_f z'_{fo})-(\sum_{i=1}^{m}\bar{e}_i x_{io}+\sum_{d=1}^{e}l_d R'_{fo})}$$

برای ارزیابی تولید کننده در زنجیره تامین مدل ماکسیمم سود عبارت است از:

$$Max\ (\sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'_h+\sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w_t+\sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'_d)-(\sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z_f+\sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''_b)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}_{j} z_{fj}\le z_f \qquad \mathrm{f}=1,\ldots,p,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}_{j} R''_{bj}\le R''_b \qquad \mathrm{b}=1,\ldots,a,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}_{j} w_{tj}\ge w_t \qquad \mathrm{t}=1,\ldots,c, \qquad (9$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{2}_{j} w'_{hj}\ge w'_h \qquad \mathrm{h}=1,\ldots,v,$$

$$\mathrm{R}''_b\ge 0, w_t\ge 0, w'_h\ge 0, z_f\ge 0 \qquad \mathrm{b}=1,\ldots,a, t=1,..,c, h=1,\ldots,v, f=1,..,p.$$

$$\lambda^{2}_{j}\ge 0 \qquad j=1,\ldots,n.$$

مقدار تابع هدف بهین مدل (۹) در بدست آوردن مقدار کارایی سود در رابطه (۱۰) استفاده می شود.

(۱۰)

$$\frac{1}{M.PEo}=\frac{(\sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'^{*}_h+\sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w^{*}_t+\sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'^{*}_d)-(\sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z^{*}_f+\sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''^{*}_b)}{(\sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'_{ho}+\sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w_{to}+\sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'_{do})-(\sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z_{fo}+\sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''_b)}$$

مدل ماکسیمم سود برای ارزیابی مرحله خرده فروشی عبارت است از:

$$Max\ (\sum_{f=1}^{p}\bar{c}_f z_f+\sum_{l=1}^{q}\bar{w}_f z'_f+\sum_{h=1}^{r}\bar{b}_h w'_h+\sum_{t=1}^{c}\bar{d}_t w_t+\sum_{d=1}^{e}\bar{f}_d d'_d+\sum_{r=1}^{s}\bar{v}_r y_r+\sum_{f=1}^{p}\bar{u}_b R''_b)$$

$$-(\sum_{i=1}^{m}\bar{e}_i x_i+\sum_{f=1}^{p}l_d R'_f+\sum_{f=1}^{p}\bar{q}_f z_f+\sum_{b=1}^{a}\bar{s}_b R''_b+\sum_{t=1}^{c}\bar{g}_t w_t)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{3}{}_j w_{tj}\le w_t \qquad t=1,...,c,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{3}{}_j R''_{bj}\ge R''_b \qquad b=1,...,a, \qquad (11$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda^{3}{}_j y_{rj}\le y_r \qquad r=1,...,s,$$

$$R''_b\ge 0, w_t\ge 0, y_r\ge 0 \qquad b=1,...,a, t=1,..,c, r=1,..,s.$$

$$\lambda^{*}_{j} \geq 0 \qquad j = 1,...,n.$$

با توجه به مقدار تابع هدف بهین مدل (۱۱) مقدار کارایی سود را می توان از عبارت (۱۲) محاسبه کرد.

(۱۲)

$$\frac{1}{R.PEo} = \frac{(\sum_{r=1}^{s} \overline{v}_r y^{*}_{r} + \sum_{f=1}^{p} \overline{u}_b R''_b) - \sum_{t=1}^{c} \overline{g}_t w^{*}_{t}}{(\sum_{r=1}^{s} \overline{v}_r y_{ro} + \sum_{f=1}^{p} \overline{u}_b R''_{bo}) - \sum_{t=1}^{c} \overline{g}_t w_{to}}$$

۴ مثال کاربردی

در صنعت نساجی مانیتورینگ پروسه تولید و استفاده ی بهینه از زنجیره ی تامین نیاز بـه تجربـه و تخصـص دارد. بسیاری از شرکت ها که که پروسه های کاری خود را بصورت صحیح ادغـام نکـرده و بـدون شـناخت کافی از متغیرهای درونی و بیرونی صنف خود به فعالیت پرداخته اند متاسفانه نتوانسته انـد مـدت طـولانی در بازار رقابت باقی بمانند.

یک شرکت نساجی تولید کننده پارچه های خاص برای تهیه زنجیره تامین خود یک سال کامل سه مرحله شامل خرید مواد اولیه نخ پنبه، پلی استر، و ویسکوز از کشور های مصر و تاجیکستان و چین و همچنین تولید عمده محصولات پارچه ای مورد نیاز بازار براساس تحقیقات انجام شده می نماید. در مرحله تولید امکان عمده فروشی کالا وجود دارد. این زنجیره با خرده فروشی در بازار به شرکت های تولید کننده در پوشاک تکمیل می گردد. هر مرجله از این زنجیره امکان فروش محصولات خود را به خارج از زنجیره دارا می باشد. تامین کننده می تواند مواد اولیه خریداری شده خود را به قیمت بیشتر در بازار آزاد بفروشد. هر کدام از مرحله های تولید کننده و خرده فروشی کالای مرجوعی خود را به ترتیب به مراحل تامین کننده و تولید کننده بر می گردانند. تولید کننده ممکن است با مواد اولیه بی کیفیت یا خراب مواجه شود و آن ها را به تامین کننده

بازگشت دهد و خرده فروش کالا، کالای خراب یا بی کیفیت را به تولید کننده بازگشت می دهد. جدول ۱ شامل اطلاعات آماری داده های زنجیره تامین معرفی شده را در نظر بگیرید.

جدول ۱: داده ها

شاخص	مینیمم	ماکسیمم	میانگین	واریانس
الیاف طبیعی	۳۴۱۲۴	۵۶۷۸۹	۴۵۶۷	۱۲/۵
الیاف مصنوعی	۵۴۱۷۶	۷۶۵۴۸	۲۷۶۸	۱۲۵/۳۴
نخ پنبه	۴۵۲۶۷	۵۶۷۸۳	۸۳۴۶	۶۵/۵
نخ پلی استر	۲۳۰۰۳	۳۴۵۶۷	۹۴۷۶	۴۶/۷۶
نخ ویسکوز	۴۳۰۲۳	۴۸۹۲۳	۸۳۶۷	۶۳/۸۲
مواد اولیه	۷۶۵۳۶	۸۴۵۶۶	۹۳۶۸	۴۷/۷
مواد اولیه خراب	۴۸۷۳۴	۵۶۷۸۷	۸۲۶۷	۵۶/۸۶
تولیدات خراب	۵۶۸۱۲	۷۸۲۳۵	۶۸۷۵	۳۷/۶

با توجه به مدل کارایی سود معرفی شده برا ی زنجیره تامین و زیر مرحله های تامین کننده، تولید کننده، و خرده فروشی مقدار کارایی سود در جدول ۲ آمده است. لازم به ذکر است که خروجی های برگشت داده شده به مراحل قبل نیز در ارزیابی این زنجیره در نظر گرفته شده اند. اگر مدل کلاسیک جعبه سیاه بدون در نظر گرفتن روابط داخلی و خروجی های برگشت داده شده را در نظر بگیریم شرکت شماره پنج واحدی کارا شناخته می شود. ولی با در نظر گرفتن روابط داخلی این واخد فقط توانسته در مولفه تامین کننده به صورت کارا عمل کند. شرکت شماره سه در ارزیابی کلاسیک واحد ناکارا با مفدار کارایی نسبی ۰,۸۶ ارزیابی شده است. همانطور که در جدول زیر آمده است این واحد در هیچ یک از زیر واحد هایش به صورت کارا عمل نکرده است و می توان گفت در مولفه تامین کننده توانسته نسبتا خوب عمل کند. شرکت شماره هفت در

ارزیابی کلاسیک جعبه سیاه کارا ارزیابی شده است .لی در رویکرد زنجیره تامین در زنجیره کل و تولید کننده کارا بوده است.

جدول ۲: کارایی سود

شرکت های نساجی	کارایی سود			
	زنجیره تامین	تامین کننده	تولید کننده	خرده فروش
۱	/۹۳۲.	۰/۷۶	۰/۷۶۸	۰/۸
۲	۰/۵۴	۰/۶۸۹	۰/۹۸۲	۰/۷۳۴
۳	۰/۶۵۹	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۸۵۴
۴	۰/۷۸۱	۰/۷۴۹	۰/۶۹۸	۰/۷۸۳
۵	۰/۸۷	۱	۰/۹۸۳	۰/۸۷۴
۶	۰/۹	۰/۹۴	۱	۱
۷	۱	۰/۸۹۳	۱	۰/۸۷۳
۸	۰/۸۳	۰/۷۳۲	۰/۶۸۴	۱
۹	۰/۷۱۷	۰/۵۷۹	۰/۷۹۳	۰/۸۷۴
۱۰	۰/۵۷۳	۰/۷۴۳	۰/۸	۰/۶۸۷
۱۱	۱	۰/۷۵۲	۰/۹۵	۰/۸۷

جدول فوق شامل کارایی درآمد زنجیره تامین، مرحله تامین کننده، تولید کننده، و خرده فروشی است. از ویژگی مدل های معرفی شده در نظر گرفتن کالای برگشت داده شده است. کالای برگشتی از مرحله خرده فروشی به مر حله تولید کننده برگشت داده می شود. این کالا به علت خرابی یا برخودار نبودن از کیفیت مد

نظر به مر حله قبل خود برگشت داده شده است. همچنین مرحله تولید کننده نیز کالای مصرفی خراب یا بی کیفیت را به مرجله قبل یعنی تامین کننده باز گشت می دهد.

همان طور که مشاهده می شود با توجه به موضوع مطرح شده در ادبیات موضوع تحلیل پوششی داده ها ارزیابی " جعبه سیاه" و در نظر نگرفتن روابط درون شبکه ای در ارزیابی یک زنجیره تامین ارزیابی دقیقی از زنجیره به دست نمی دهد. با ارزیابی هر مرحله به طور مجزا می توان برای بهتر شدن کارایی آن مرحله تصمیم گیری کرد. در مورد کارخانه شماره ۱۱، ارزیابی " جعبه سیاه" مقدار کارایی سود را یک معرفی می کند ولی ارزیابی مولفه ای نشان هنده این موضوع است که هیچ یک از مولفه های زنجیره کارای سود نیستند. به این ترتیب با به دست آوردن اطلاعات دقیق تر می توان با توجه به عملکرد مولفه های زنجیره برای آن ها به منظور کاراشدن تصمیم گیری کرد.

۵ نتیجه‌گیری

در فرآیند های کسب و کار در صنایع متفاوت مدیریت یک زنجیره تـامین از اهمیـت ویـژه ای دارد. زیـرا از جمله چالش های مدیران استراتژیک کارخانه ها، مدیریت زنجیره تامین، تجزیه و تحلیل، تصمیم گیری، و الگو یابی در مورد آن است. امروزه آنالیز، تحلیل، و بررسی و هر یک از مراحل یک زنجیره تامین از بسیار بـا اهمیت است که مدیران با کمک محققین علوم مختلف بـا اسـتفاده از تکنولوژی‌هـا و ابزارهـای مـردن بـه تحلیل مراحل مختلف آن می پردازند.

لازم به ذکر است که یم زنجیره ی تامین تنها از تولید کنندگان تشکیل نشده است. یک زنجیره تامین شامل تمام عوامل تامین کننده، عامل های فروش، عامل های حمل و نقل و انبار و همچنین شامل فروشندگان و توزیع کنندگان محصول نهایی می باشد. از آن جا که ارتباطات فی ما بین از اهمیت واژه ای در پروسه عملکردی یک زنجیره برخوردارند لذا با حذف و یا کمرنگ شدن نقش هر کدام از مولفه های یک زنجیره، کل آن زنجیره ی تامین نمی تواند عملکرد خوبی داشته باشد. از عواقب مهم این است که در این شرایط نه تنها آن مولفه از زنجیر در ست عمل نمی کند بلکه ادامه ی فعالیت بقیه ی مولفه ها و کل زنجیره نیز دچار مشکل خواهد شد. در این مقاله با کمک تحلیل پوششی داده ها به ارزیابی کارایی سود در یک زنجیره تامین و زیر مولفه های آن پرداخته شده است. از ویژگی های این زنجیره وجود خروجی برگشت داده شده به مراحل قبل (به دلیل عدم برحورداری از کیفیت مطلوب) است. مدل های کلاسیک موجود قابلیت مدل طراحی شده در این مقاله جهت در نظر گرفتن خروجی برگشت داده شده به مراحل قبل را ندارند. این نوع خروجی ها در مثال های حقیقی زنجیره تامین در صنایع مختلف به کرات وجود دارند. خرابی مواد اولیه که در جریان تولید مورد استفاده قرار می گیرد و یا خرابی یا بی کیفیتی کالای تولید شده از موارد بسیار رایج در امر تولید است. لذا در این مقاله به مدل سازی جهت بررسی کارایی سود در یک زنجیره تامین با ورودی، خروجی، محصولات میانی، و خروجی هایی به مرحله قبل برگشت داده شده به کمک تکنیک تحلیل

پوششی داده ها پرداخته شده است. به عنوان مثال کاربردی داده هایی از شرکت های نساجی در نظر گرفته شده و مدل ارزیابی سود در زنجیره تامین برای آن ها اجرا شده است. در مقایسه بعضی شرکت ها عملکرد آن ها در رویکرد جدید و کلاسیک جعبه سیاه متفاوت بوده است. این تفاوت به خاطر در نظر گرفتن روابط میان مولفه ها می باشد.

منابع

1. Aparicio J., Borras, F., Pastor, J.T., Vidal, F. (2015) Measuring and decomposing firm′s revenue and cost efficiency: The Russell measures revisited. International Journal of Production Economics. 165, 19-28.
2. Ariff, M. and L. Can (2008). Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis. China Economic Review. 19, 260-273.
3. Banker, R. D., A., Charnes, W.W., Cooper, (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30,1078–1092.
4. Boudaghi, E., Farzipoor Saen, R. (2018) Developing a novel model of data envelopment analysis–discriminant analysis for predicting group membership of suppliers in sustainable supply chain. Computers and Operations Research 89, 348–359
5. Camanho, A.S., R.G., Dyson, (2005) Cost efficiency measurement with price uncertainty: a DEA application to bank branch assessments Dordrecht MA. European Journal of Operational Research, 161, 432 -446.
6. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research, 2 (6), 422-444.
7. Delis, M. D. ; Fillipaki, A. K. and C. K. Staikouras (2008). Evaluating Cost and Profit Efficiency: A Comparison of Parametric and Nonparametric Methodologies. MPRA, 1-27.
8. Farrell, M.J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. Journal of Royal Statistical Society, 120, 253-290.
9. FarzipoorSaen, R., (2010) Restricting weights in supplier selection decisions in the presence of dual-role factors, Applied Mathematical Modeling, 34, 2010, 2820–2830.
10. Isik, I. and M. K. Hassan (2002). Cost and Profit Efficiency of the Turkish Banking Industry: An Empirical Investigation. The Financial review. 37, 257-280.
11. Ray, S. C. and A. Das (2010). Distribution of cost and profit efficiency: Evidence from Indian banking. European Journal of Operational Research. 201, 297-307
12. Srairi, S. A. (2010). Cost and profit efficiency of conventional and Islamic banks in GCC countries. J. Prod Anal. 34, 45-62.
13. Shabanpour, H., Yousefi, H., Farzipoor Saen, R. (2017) Future planning for benchmarking and ranking sustainable suppliers using goal programming and robust double frontiers DEA. Transportation Research Part D 50, 129–143.
14. Zolghadri, M.,C.Eckert, S.Zouggar, P. Girard, (2011) Power-based supplier selection in product development projects, Computers in Industry, 62, 487–500.