فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دوازدهم/ شماره ۴۱/ پاییز ۱۳۹۶

ارزیابی و بهبود عملکرد سیستم‌های دو مرحلهای با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: پروژه های شرکت سورنا سیستم شرق)

مهران خلج (نویسنده مسؤول)
استادیار گروه مهندسی صنایع، واحد رباط کریم ، دانشگاه آزاد اسلامی، رباط کریم ، ایران
Email: mkhalaj@rkiau.ac.ir
حمیدرضا اصیل فرید
کارشناس ارشد مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی ومهندسی، واحد رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۸ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱

چکیده
در این تحقیق، ضمن بهبود مدل‌های قبلی موجود وبررسی تشابهات ساختاری بین آنها، مدل کارآمدتری ارائه می‌گردد که قادر است ضمن ارزیابی همزمان عملکرد DMU یک سیستم دو مرحله‌ای و به تبع آن ارزیابی عملکرد کل سیستم، راه‌حل‌ها و راه‌کارهای بهبود وضعیت را به گونه‌ای ارائه دهد که با پیروی از آنها بتوان وضعیت عملکرد را به حد ایده‌آلی تصویر نمود. مدل مطرح شده ، مشکلات مدل‌های پیشین را که منجر به ارائه مجموعه جواب نشدنی ونامعتبر می‌گردید نیز مرتفع می‌نماید . ازنتایج کاربردی ویژه این تحقیق مدل مفهومی ارزیابی عملکرد پروژه های بازرسی وحفاظت الکترونیکی شرکت سورناسیستم می باشد ایجاد روشی برای بهینه نمودن کارایی واثربخشی باتوجه به میزان تاثیرهریک ازمولفه ها ورودی های اولیه ومیانی برخروجی نهایی وعملکرد اجماعی پروژه ها می‌باشد. هزینه های ریالی برنامه‌های تبلیغاتی وپرسنلی وتجهیزات (به عنوان سه مولفه های ورودی)، ارزش ریالی هزینه ها یارائه خدمات (خصوصی وعمومی) پروژه های بازرسی وحفاظت الکترونیکی(به عنوان دو مولفه های خروجی میانی) وشاخص ومیزان ریالی کارهای انحرافی وارزش ریالی پروژه های بازرسی وحفاظت الکترونیکی (به عنوان دو مولفه های خروجی نهایی،اهداف) موردتحلیل وبررسی قرارخواهندگرفت.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی دادهای دوفرایندی، اثربخشی، کارایی.

۱- مقدمه

این تحقیق بر توسعه مدلی ریاضی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها[1] تاکید دارد که برای انتخاب بهترین واحد از منظر کارایی و اثربخشی مورد استفاده قرار می‌گیردکه در نتیجهء آن، واحدهای تراز[2] و راه‌حل‌های بهبود آنها، مشخص خواهند شد. انتخاب سلیقه‌ای اوزان معیارها در سایر مدل‌های ارزیابی عملکرد از قبیل برنامه‌ریزی آرمانی[3] و فرایند تحلیل سلسله مراتبی[4] در کنار غیرخطی بودن برخی مدل‌های ریاضی موجودِ مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و جامع نبودن آنها، ضروری می‌نماید که به منظور رفع نواقص مطرح شده، مدل ریاضی جدیدی ارائه شود تا ضمن محاسبه هم زمان عملکرد بخش‌های سیستم‌های دو مرحله‌ای[5] (که در این تحقیق، کارایی و اثربخشی، تعریف شده‌است) و در نظر گرفتن رابطهء متقابل آنه ، راه‌حل‌های بهبود وضعیت را نیز برای واحدهای تحت بررسی و اجزاء آنها پیشنهاد نماید. توسعهء روش‌های ریاضی به عنوان ابزارهای پشتیبان تصمیم برای ارزیابی و ارائهء راه‌حل‌های بهبود عملکرد، از حیث هر دو شاخص کارایی و اثربخشی مورد توجه محققان قرار دارد و مدل‌های مختلفی نیز ارائه شده است. برخی از این مدل‌ها از منظر فلسفه مدیریت دارای اشکال هستند؛ چراکه کارایی و اثربخشی را به صورت اجزائی مستقل و غیر وابسته در نظر می‌گیرند و بر این اساس، شاخص‌های فوق را به صورت غیر هم‌زمان محاسبه می‌کنند. مشابه چنین وضعیتی، در مورد سازمان‌های پیمانکار و کارفرما نیز متصور است. چرا که سازمان‌های کارفرما در پی اثربخشی هزینه‌های صورت گرفته خود می‌باشند. به موازات کارفرمایان، سازمان‌های پیمانکار، علاوه بر اینکه در صدد دستیابی به کارایی فعالیت‌های خود می‌باشند، جهت دریافت بازخور و انعکاس آنها در برنامه‌های تبلیغاتی خود، به دنبال اثربخشی فعالیت‌های خود در طرف کارفرما نیز هستند که این امر، یک رابطه‌ی تعاملی را بین کارفرما و پیمانکار به وجود می‌آورد. لذا محققان به دنبال محاسبهء هم زمان این دو شاخص می‌باشند. همچنین این تحقیق بامقایسه تحلیلی بین نتایج مدل‌های موجود ، درصدد یافتن مناسب‌ترین مدل ارائه شده ازحیث تناسب بیشتربا مفاهیم مدیریتی می‌باشد. درادامه برخی از اصطلاحات فنی‌وتخصصی مرتبط با موضوع تعریف گردیده است .

کارایی: "پیتر دارکر" کارایی را انجام درست کارها در سازمان تعریف می‌کند(Alvani,2010). کارایی یعنی کمترین زمان یا انرژی مصرفی برای بیشترین کاری که انجام شده و عمدتاً در رابطه با کارهای درون سازمانیمورد استفاده قرار می‌گیرد. کارایی سازمان عبارت است از مقدار منابعی که برای تولید یک واحد محصول به مصرف رسیده است و می‌توان آنرا برحسب نسبت مصرف به محصول محاسبه کرد. ویا به تعبیری دیگر کارایی بیانگر میزان بهروری یک سازمان از منابع خود در عرضه تولید نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان است (Pierce,1997).

اثربخشی: بنا بـه نظـر "پیتـر دارکـر"، اثربخشـی بـه اجـرای کارهـای درسـت مربـوط مـی‌شـود(Alvani,2010). منظـور از اثربخشی درواقع بررسی میزان موثربودن اقدامات انجام شده برای دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده است. به عبارت ساده‌تـر در مطالعه اثربخشی، میزان تحقق اهداف، اندازه‌گیری می‌شود.

ارزیابی عملکرد : "ارزیابی عملکرد عبارت است ازارزیـابی میـزان موفقیـت مسـتخدم درکـارش. (Waal, 2001)انـدازه‌گیـری عملکردبه عنوان فرایندکمّی‌سازی اثربخشی وکارایی تعریف می‌گردد. (Oliya & Modaresi , 2005).

تحلیل پوششی داده ها: تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر برنامـه‌ریـزی ریاضـی اسـت کـه کـارایی نسـبی مجموعـه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده را بر اساس شاخص‌های ورودی و خروجی محاسبه کـرده و واحـدهای کـارا و ناکـارا و همچنـین میـزان اهداف مطلوب قابل دسترس در هر شاخص را برای واحدهای ناکارا مشخص می‌نماید(Mehregan, 2004). یکی از روشـهای معمول در اندازه گیری و سنجش کارایی استفاده از نسبت هااست. در بیشتروشها، مدیران موظـف بـه تجزیـه وتحلیـل عملکـرد

1 Data Envelopmet Analysis (DEA)
2 Benchmark
3 Goal Programming (GP)
4 Analytic Hierarchy Process (AHP)
5 Two Stage

واحدهای تصمیم‌گیری همگن ،همجنس و مقایسهء کارایی آن‌ها هستند. روش‌های زیادی برای سنجش وارزیابی کارایی پیشنهاد گردیده که می‌توان آنها را به دودسته اصلی بنام روش های پارامتری و غیر پارامتری تقسیم کرد. با استفاده از روشهای غیر پارامتری فارل در سال ۱۹۵۷کارایی راتعیین نمود ، مقاله‌ی فارل نقش مهمی درمقاله چارنز، کوپر و رودز به نام CCR به عهده داشت و به عنوان سرآغاز تحلیل پوششی داده ها طرح گردید(Charnes et al., 1978) . در سال ۱۹۸۴ چارنز، کوپر و بنکر، مقاله‌ای معروف به روش BCC نیز منتشر کردند. بعد از آن مدل‌های اساسی دیگری نظیر مدل‌های جمعی[8] که Slack-Based Modelنیز نامیده می شود و ... مطرح شد. درحال حاضر بکار گیری تحلیل پوششی داده‌ها در زمینه‌ها و کابردهای مختلف مانند بانک‌ها، بیمارستان‌ها، هتل‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها و تمام بخش‌هایی که از ورودی چندگانه برای خروجی چندگانه کار گرفته می شود، ملموس وعینی است چرا که در بسیاری از مراکز تحقیقاتی نقاط مختلف جهان منشاء بسیاری از ایده‌ها و پیشرفت‌های جدید گردیده است(Mehregan, 2013).

۲- مواد و روشها

اهداف عمده تحقیق محاسبه وتعیین،اول امتیازکارایی واثربخشی دوم،حفظ رابطه تعاملی بین دوفرایند پی درپی یک یا دو سیستم مختلف سوم، به دست آوردن راه‌حل‌های مشخصی برای بهبود عملکرد سیستم با بررسی مدل های مختلف و انتخاب بهترین مدل ریاضی می باشد. ازاهداف کابردی این تحقیق، تمامی سازمان هائی که قصداندازه گیری کارایی را داشته و قصدبرنامه ریزی جهت بهبودعملکردسازمانی را دارند، بافرض وجود داده های قطعی،می توانند از نتایج تحقیق استفاده کنند. لذامطالعه درخصوص اجرای پروژه های شرکت سورناسیستم صورت گرفته است. با این اوصاف پرسش اول تحقیق،چگونه می توان برای یک پروژه بطورهمزمان امتیازکارایی واثربخشی رابه دست آورد؟ دوم آیاحصول حفظ رابطه تعاملی بین دوفرایندپی درپی یک سیستم ویا دو فرآیند پی درپی در دو سیستم مختلف میسراست؟ سوم چگونه بامحاسبه همزمان کارایی واثربخشی راه‌حل‌های مشخص برای بهبود عملکردکل سیستم میسرخواهدشد؟ چهارم چه مدلی می تواندهرسه جنبه‌ی اشاره شده فوق (سئوالات فوق) را مد نظرقرارداده تابتواند پاسخ‌گوی نیازمندی‌های مطرح شده باشد؟

– ابزار گردآوری اطلاعات: ابزار گردآوری داده‌های این تحقیق شامل مصاحبه با اساتید، مدیران و متخصصان، فیش‌برداری، جدول و مراجعه به اسناد و مدارک و بانک‌های اطلاعاتی خواهد بود.

– روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها: روش تجزیه و تحلیل در این تحقیق برنامه‌ریزی خطی بوده و تکنیک تجزیه و تحلیل داده‌ها روش سیمپلکس خواهد بود و ابزار رسیدن به نتایج نرم افزار LINGO,SPSS می‌باشد.

– خطی‌سازی معادله ICCR: چیو و همکاران معادله ICCR را با استفاده از مخرج مشترک، از حالت کسری به حالت مضربی تغییر شکل دادند این موضوع بدان معنی است که مدل را با فرض وجود متغیرهای کمکی موزون برای دست‌یابی به راه‌حل‌های بهبود توسعه دادند(Chiou et al., 2010). اما پس از انجام این کار، حالت مدل کم و بیش به صورت غیرخطی باقی می‌ماند. در ضمن، اثباتی مبنی بر اینکه مدل IBCC ارائه شده توسط آنها، از مدل ICCR نشأت می‌گیرد ارائه نشده است. لذا برای به‌دست‌آوردن شکل صحیح معادله IBCC لازم است که معادله ICCR در ابتدا به برنامه‌ریزی خطی تبدیل شود. برای این منظور؛ تابع هدف معادله را به صورت ذیل تفکیک می‌نماییم.

تبدیل معادله ICCR به برنامه ریزی خطی:

$$Max\left(\frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}}\right) + Max\left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) \quad (۱)$$

این معادله، به ساگی به صورت ذیل تغییر می‌یابد:

$$Min\left(\frac{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) + Max\left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) \leftrightarrow -Max\left(\frac{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) + Max\left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) \quad (۲)$$

$$\leftrightarrow$$

6 Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)

7Banker, Cooper and Rhodes (BCC)

8 Additive

$$Max\left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) - \left(\frac{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) \leftrightarrow Max\left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so} - \sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right)$$

بنابراین معادله نهایی یامدل ICCR بهبود یافته که یک برنامه‌ریزی خطی است به صورت ذیل بدست می آید.

$$[N - ICCR]$$

$$Max\left(\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so} - \sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}\right)$$

$$s.t.$$

$$\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro} = 1$$

$$\left(\frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{ij}}\right) \leq 1 \quad \forall j \qquad (۳)$$

$$\left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{sj}}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{rj}}\right) \leq 1 \quad \forall j \qquad v_i, u_r, w_s \geq 0 \qquad \forall i, r, s$$

بنابراین مزدوج معادله به صورت ذیل می شود که در این مدل بردارهای شدت λ_j^a و λ_j^bدر نظرگرفته می شودکه تعیین کننده DMU های تراز هستند.

$$in\theta$$

$$t.$$

$$\sum_{j=1}^{J} \lambda_j^a x_{ij} \leq x_{io} \qquad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^{J} \lambda_j^b y_{rj} - \sum_{j=1}^{J} \lambda_j^a y_{rj} \leq \theta y_{ro} \qquad \forall r \qquad (۴)$$

$$\sum_{j=1}^{J} \lambda_j^b z_{sj} \geq z_{so} \qquad \forall s$$

$$\lambda_j^a, \lambda_j^b \geq 0 \qquad \forall j, \qquad \theta: freeinsign,$$

– ارائه مدل N-IBCC (بهبود یافته) در بازده به مقیاس متغیر: شرط تحدب در مدل (۴)به صورت $\sum_{j=1}^{J} \lambda_j^a = \sum_{j=1}^{J} \lambda_j^b =$ 1در نظرگرفته شده که با اضافه شدن آنها به این مدل، مزدوج آن به صورت ذیل بدست می آید.

$$\text{جدید} N - IBCC \text{مدل}\Big]$$

$$ax\ \left(\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so} + t_1\right) - \left(\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io} - t_0\right)$$

$$\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}\Big) = 1$$

$$t.$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{ij} - t_0}\Big) \leq 1 \quad \forall j \qquad (۵)$$

$$\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{sj} + t_1}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{rj}}\Big) \leq 1 \quad \forall j \qquad v_i, u_r, w_s \geq 0 \qquad \forall i, r, s$$

شکل غیرخطی تابع هدف معادله فوق که متناظر با معادله IBCC است در ذیل آورده شده است:

$$Max\left(\frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io} - t_0}\right) + \left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s z_{so} + t_1}{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}\right) \qquad (۶)$$

مقادیر کارایی فنی[9]، اثربخشی خدمات[10] و اثربخشی فنی[11] در حالت بازده به مقیاس متغیر به‌صورت ذیل محاسبه می‌شوند:

$$TE_o^{VRS*} = \left(\frac{\sum_{r=1}^{R} u_r^* y_{ro}}{\sum_{i=1}^{I} v_i^* x_{io} - t_0^*}\right) \quad \text{کارایی فنی}$$
$$SEF_o^{VRS*} = \left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s^* z_{so} + t_1^*}{\sum_{r=1}^{R} u_r^* y_{ro}}\right) \quad \text{اثربخشی خدمات} \qquad (۷)$$
$$TEF_o^{VRS*} = \left(\frac{\sum_{s=1}^{S} w_s^* z_{so} + t_1^*}{\sum_{i=1}^{I} v_i^* x_{io} - t_0^*}\right) \quad \text{اثربخشی فنی}$$

در مدل IBCC، متغیرهای t_0 t_1 وضعیت بازده به مقیاس را نشان می‌دهند. بطوری که معادله (۶) و مدل (IBCC) که توسط Chiou و همکاران ارائه شد تفاوت‌های بنیادی با یکدیگررا دارا هستند همانطور که مشاهده می شود N-IBCC بهبود یافته از مزدوج ICCR به دست آمده واز پایه ریاضی برخودار است. t_0های (صفر) مثبت، در IBCC بیانگر بازده به مقیاس نزولی بوده در حالی‌که در t_0 های مثبت N-IBCC ، نشان دهنده بازده به مقیاس صعودی در مقدار کارایی‌اند. درIBCC ، ترکیبی از t_0 و t_1 تعیین کننده بازده به مقیاس مقدار کارایی مرحله دوم است. ازاین‌رو تحلیل بازده به مقیاس کل سیستم در این مدل، امکان پذیر نیست. درحالی‌که در N- IBCC t_1 های مثبت، به تنهایی نشان دهنده بازده به مقیاس صعودی در مقدار کارایی مرحله دوم می باشند پس تحلیل بازده به مقیاس کل سیستم، با مقایسه مقادیر t_0 و t_1 امکان پذیر می گردد این نکات در جدول (۱) بصورت خلاصه نشان داده شده است.

جدول شماره (۱) : تحلیل بازده به مقیاس مدلN-IBCC بهبود یافته

t_0^*	t_1^*	بازده به مقیاس مرحله اول			بازده به مقیاس مرحله دوم			بازده به مقیاس کل		
		صعودی	نزولی	ثابت	صعودی	نزولی	ثابت	صعودی	نزولی	ثابت
> 0	> 0				❋			❋		
	< 0	❋				❋		در صورت وقوع حالت ۱	در صورت وقوع حالت ۲	در صورت وقوع حالت ۳
	$= 0$						❋	❋		
< 0	> 0		❋		❋			در صورت وقوع حالت ۴	در صورت وقوع حالت ۵	در صورت وقوع حالت ۶
	< 0					❋			❋	
	$= 0$						❋		❋	
$= 0$	> 0			❋	❋			❋		
	< 0					❋			❋	
	$= 0$						❋			❋

حالت ۱: $t_0^* > |t_1^*|$ حالت ۲: $t_0^* < |t_1^*|$ حالت ۳: $t_0^* = |t_1^*|$

حالت ۴: $t_1^* > |t_0^*|$ حالت ۵: $t_1^* < |t_0^*|$ حالت ۶: $t_1^* = |t_0^*|$

[9] Technical Effictiency
[10] Serrivces Effictiveness
[11] Technical Effictiveness

- ارزیابی عملکرد سیستم‌های دو مرحله‌ای با مدل پیشنهادی تحقیق [Addetive Two-Stage]

$$\sum_{i=1}^{I} d_i^- + \sum_{s=1}^{S} d_s^+$$

$$\begin{array}{ll} s.t. & s.t. \\ (Stage\ 1) & (Stage\ 2) \\ \sum_{j=1}^{J} \lambda_j^a x_{ij} + d_i^- = x_{io} \quad \forall i & \sum_{j=1}^{J} \lambda_j^g z_{sj} - d_s^+ = z_{so} \quad \forall s \\ \lambda_j^a y_{rj} = y_{ro} \quad \forall r & \sum_{j=1}^{J} \lambda_j^b y_{rj} = y_{ro} \quad \forall r \\ \lambda_j^a = 1 & \sum_{j=1}^{J} \lambda_j^b = 1 \\ \lambda_j^a, \lambda_j^b \geq 0 \ \ \forall j, \ \ d_i^-, d_r^+ \geq 0 \ \ \forall i, r & \lambda_j^a, \lambda_j^b \geq 0 \ \ \forall j, \ \ d_i^-, d_r^+ \geq 0 \ \ \forall i, r \end{array} \quad (۸)$$

لازم به توضیح است در مدل ذیل راه‌حل‌های بهبود وضعیت با مقادیر d_s^+, d_i^- نشان‌دهنده شده اند که در وضعیت کاهش مقادیر ورودی‌ها به میزان d_i^- و افزایش مقدار خروجی‌های به میزان d_s^+ و حفظ مولفه‌های میانی، مقدار کارایی هر دو مرحله در وضعیت بهینه قرار می‌گیرد که در نهایت منتج به بهینه شدن عملکرد کل سیستم می شود.

کارایی فنی

$$TE_o^{Additive*} = \frac{AVG\left(\sum_{i=1}^{I} \frac{x_{io}^*}{x_{io}}\right)}{AVG\left(\sum_{r=1}^{R} \frac{y_{ro}^*}{y_{ro}}\right)} = \frac{\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I} \frac{x_{io}^*}{x_{io}}}{\frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R} \frac{y_{ro}^*}{y_{ro}}} = \frac{\frac{1}{I}\left(\sum_{i=1}^{I} \frac{x_{io} - d_i^{*-}}{x_{io}}\right)}{\frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R} 1} \quad (۹)$$

$$= \frac{\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\left(1 - \frac{d_i^{*-}}{x_{io}}\right)}{1} = \frac{1}{I}\left(I - \sum_{i=1}^{I} \frac{d_i^{*-}}{x_{io}}\right) = \left(1 - \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I} \frac{d_i^{*-}}{x_{io}}\right)$$

که مقدارآن در بازهء $[0, 1]$ خواهد بود. رابطه فوق در واقع، بیانگر امتیاز کارایی مرحله اول است ما آن را کارایی فنی می نامیم.

اثر بخشی خدمات

$$SEF_o^{Additive*} = \frac{AVG\left(\sum_{r=1}^{R} \frac{y_{ro}^*}{y_{ro}}\right)}{AVG\left(\sum_{s=1}^{S} \frac{z_{so}^*}{z_{so}}\right)} = \frac{\frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R} \frac{y_{ro}^*}{y_{ro}}}{\frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S} \frac{z_{so}^*}{z_{so}}} = \frac{\frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R} 1}{\frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S} \frac{z_{so} + d_s^{+*}}{z_{so}}} \quad (۱۰)$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S}\left(1 + \frac{d_s^{+*}}{z_{so}}\right)}\left(\frac{1}{1 + \frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S} \frac{d_s^{+*}}{z_{so}}}\right)$$

که مقدار آن در بازهء $[0, 1]$ خواهد بود، رابطه فوق در واقع، بیانگرامتیاز کارایی مرحله دوم است که ما آن را اثربخشی خدمات می نامیم.

اثر بخشی فنی

$$TEF_o^{Additive*} = \frac{AVG\left(\sum_{i=1}^{I} \frac{x_{io}^*}{x_{io}}\right)}{AVG\left(\sum_{s=1}^{S} \frac{z_{so}^*}{z_{so}}\right)} = (TE_o^* \times SEF_o^*) \quad (۱۱)$$

$$= \left(\frac{1 - \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I} \frac{d_i^{-*}}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S} \frac{d_s^{+*}}{z_{so}}}\right)$$

که مقادیر آن در بازهء $\{۰و۱\}$قرار می گیرد. رابطه فوق در واقع، بیانگر امتیاز کارایی کل سیستم است که ما آن را اثربخشی فنی نامیده ایم. لازم به ذکر است ، در این مدل برای بدست آوردن تحلیل بازده به مقیاس ، با بررسی مقادیر $\sum_{j=1}^{J} \lambda_j^{a*}$ و

$\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}$ حاصل می گردد. در نتیجه مدل (۸) که با نام Additive Two-Stage مطرح گردید، می توان راه‌حل‌های بهبود عملکرد کل سیستم را با محاسبه مقادیرکارایی مرحله‌ی اول و دوم و تحلیل بازده به مقیاس، بدست آوردکه با توجه به آن می توان گفت این موضوع نقطه قوت ویا برتری مدل نسبت به مدل های اشاره شده است.

جدول شماره(۲): تحلیل بازده به مقیاس مدلAdditive Two-Stage

$\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1$	$\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1$	بازده به مقیاس مرحله اول			بازده به مقیاس مرحله دوم			بازده به مقیاس کل		
		صعودی	نزولی	ثابت	صعودی	نزولی	ثابت	صعودی	نزولی	ثابت
>0	>0				*			*		
	<0	*				*		در صورت وقوع حالت ۱	در صورت وقوع حالت ۲	در صورت وقوع حالت ۳
	$=0$						*	*		
<0	>0		*		*			در صورت وقوع حالت ۴	در صورت وقوع حالت ۵	در صورت وقوع حالت ۶
	<0					*			*	
	$=0$					*	*		*	
$=0$	>0			*	*			*		
	<0		*			*			*	
	$=0$						*			*

حالت۱: $\left|\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1\right| > \sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1$ حالت ۴: $\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1 > \left|\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1\right|$

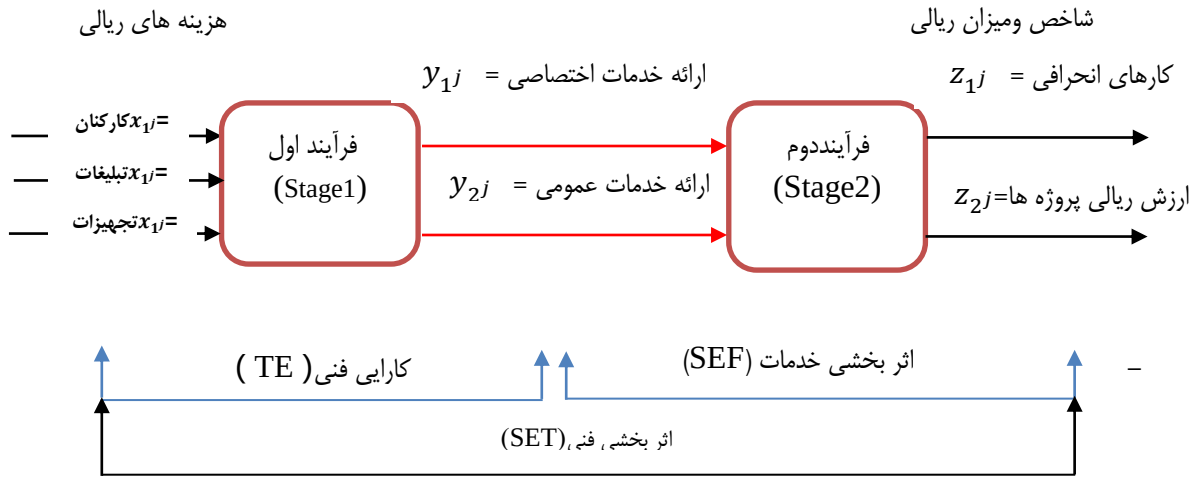
حالت۲: $\left|\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1\right| < \sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1$ حالت ۵: $\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1 < \left|\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1\right|$

حالت ۳: $\left|\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1\right| = \sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1$ حالت ۶: $\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1 = \left|\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1\right|$

۳- نتایج وبحث

فرایند کلی پروژه‌های مورد بررسی شرکت مورد مطالعه: شرکت سورنا با صرف هزینه‌های تبلیغات ،پرسنلی و تجهیزات به عنوان منابع ورودی، خدماتی را به دو صورت عمومی و اختصاصی به کارفرما ارائه می‌دهد. ارزش ریالی پروژه های اجرا شده وکار های انحرافی واحدحفاظت الکترونیک وکمک بازرسی، در حکم خروجی سیستم هستند. لذا این واحد به منظور افزایش سطح کارایی خود درصدد است با صرف هزینه‌های کمتر، ارزش ریالی پروژه ها را افزایش و هزینه های خدمات را کاهش دهد تا بتواند عملکرد خدمات ارائه شده هر پروژه را نیز برای کارفرایان افزایش دهد. مدل مفهومی فرآیند مذکور در شکل (۱) آورده شده.

شکل(۱):وضعیت فرایند پروژه‌های حفاظت الکترونیک وکمک بازرسی



داده‌ها واطلاعات پروژه ها: اطلاعات مربوط به ۲۴ پروژه حفاظت الکترونیک وکمک بازرسی درجدول (۳) نشان می‌دهد. نکته:(تعداد خروجی ها +تعداد ورودی ها)×۳ع تعدادواحد های مورد ارزیابی باشد.

جدول شماره (۳) : داده‌ها واطلاعات پروژه

DMU (پروژه)	متغیرهای ورودی			متغیرهای میانی		متغیرهای خروجی	
	هزینه ریالی کارکنان	هزینه ریالی تبلیغات	هزینه ریالی تجهیزات	ارزش ریالی خدمات عمومی	ارزش خدمات اختصاصی وتخصصی	ارزش ریالی پروژه ها	ارزش کار های انحرافی
۱	۲/۲۵۰	۱۴/۰۰	۲۲/۲۰۰	۶/۳۷۶	۱۵/۰۰۰	۷۱/۱۲۶	۴۱۰
۲	۱/۳۰۰	۱۱/۰۰۰	۴۵/۲۰۰	۸/۰۰	۴۵/۰۰۰	۱۲۲/۸۰۰	۲۸۰
۳	۶۸۰	۱۸/۰۰۰	۶۰۰/.۱۲	۴/۰۰۰	۰۰۰/.۱۸	۳۳۵/۵۸۰	۷۸۰
۴	۶۵۰	۱۲/۳۶۰	۲۲۵/۰۰۰	۴۲/۰۰۰	۰۰۰/.۱۵	۴۴۲/۳۱۰	۱/۲۲۰
۵	۸۵۰	۱۹/۲۰۰	۰۰۰/.۱۸	۲۰۰/.۲	۰۰۰/.۲۷	۵۰۲/۵۵۰	۱/۲۲۰
۶	۱/۳۰۰	۲۵/۶۷۰	۰۰۰/.۵۵	۵۲/۰۰۰	۲۱/۰۰۰	۶۶۲/۲۷۰	۱/۵۸۰
۷	۱/۳۰۰	۱۳/۲۰۰	۶۶/۰۰۰	۶/۷۰۰	۱۰۵/۰۰۰	۲۰۴/۵۰۰	۱/۴۲۰
۸	۱/۲۶۰	۱۵/۹۰۰	۴۷/۵۰۰	۲۳/۰۰۰	۴۵/۰۰۰	۱۴۴/۹۶۰	۶۲۰
۹	۵۲۰	۱۷/۸۰۰	۹۴/۵۰۰	۱۲/۰۰۰	۰۰۰/۶	۱۹۷/۱۲۰	۴۹۰
۱۰	۶۵۰	۱۲/۰۰۰	۳۴/۲۰۰	۶/۳۰۰	۷۲/۰۰۰	۱۳۷/۴۵۰	۵۱۰
۱۱	۱/۲۵۰	۱۶/۰۰۰	۱۰۸/۰۰۰	۱۲/۰۰۰	۰۰۰/.۱۸	۳۲۹/۵۵۰	۱/۷۹۲
۱۲	۲/۳۰۰	۱۸/۹۰۰	۵۶/۰۰۰	۵/۰۰۰	۱۳۵/۰۰۰	۲۲۸/۵۰۰	۱/۲۹۸
۱۳	۸۹۰	۲۲/۰۰۰	۲۹/۲۰۰	۲/۰۰۰	۰۰۰/۶	۱۲۶/۳۹۰	۸۲۰
۱۴	۶۵۰	۶/۷۰۰	۱۹/۳۰۰	۵/۰۰۰	۰۰۰/.۱۲	۱۶۳/۹۵۰	۲/۸۹۰
۱۵	۲/۳۰۰	۸/۹۰۰	۱۹/۴۰۰	۵/۰۵۰	۰۰۰/.۱۲	۱۶۷/۹۵۰	۱/۸۰۰
۱۶	۱/۸۰۰	۹/۰۰۰	۱۸۸/۰۰۰	۸/۰۹۰	۴۰۵/۰۰۰	۶۲۴/۱۹۰	۲/۴۹۰
۱۷	۲/۲۵۰	۱۶/۰۰۰	۹۷/۰۰۰	۶/۶۰۰	۲۰۲/۵۰۰	۳۳۶/۶۵۰	۲/۳۴۰
۱۸	۸۹۰	۱۳/۰۰۰	۲۱/۲۰۰	۵/۳۰۰	۹۶/۰۰۰	۱۴۸/۶۹۰	۱/۱۸۰
۱۹	۲/۳۰۰	۹/۸۰۰	۲۰۰/.۲	۴/۳۰۰	۱۴۴/۰۰۰	۱۹۲/۹۰۰	۱/۲۹۰
۲۰	۲/۴۰۰	۲۰۰/.۱	۰۰۰/.۶۵	۵/۲۰۰	۲۲۵/۰۰۰	۱۰۰/.۳۲	۱۴/۱۲۹
۲۱	۸۸۵	۲۰۰/.۱	۷۶/۰۰۰	۲/۰۰۰	۲۴/۰۰۰	۳۴۱/۳۸۵	۱۲/۲۸۰
۲۲	۶۰۰	۱۳/۲۰۰	۱۵۱/۰۰۰	۴/۱۰۰	۰۰۰/.۹۳	۱/۱۱۱/۲۰۰	۱/۵۹۰
۲۳	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰	۴۲۲/۰۰۰	۸/۵۰۰	۰۰۰/.۲	۴۸۵/۲۰۰	۲/۵۹۰
۲۴	۱/۳۲۰	۱/۲۰۰	۱۱۳/۰۰۰	۲/۵۰۰	۰۰۰/.۲۳	۳۲۰/.۳۶	۲/۵۳۹

– مقادیر کارایی حاصل از مدل‌های ICCR و N-ICCR: مدلICCR ، واحدی راکه هم دراستیج اول وهم دراستیج دوم کارا باشد معرفی نمی کند اما درمدل N-ICCR قادریم به سهولت در فرایند اول و هم در فرایند دوم واحد کارا را تعیین نمایم.

جدول شماره (۴): کارایی مدل‌های مبتنی بر ICCR

DMU	ICCR				N-ICCR				
	TE_j^{ICCR*}	SEF_j^{ICCR*}	TEF_j^{ICCR*}	P_j^{ICCR*}	TE_j^{CRs*}	SEF_j^{CRs*}	TEF_j^{CRs*}	P_j^{CRs*}	Rank
۱	./۶۰۲	./۱۹۳	./۱۱۶	./۷۹۶	./۶۰۲	./۱۹۲	./۱۱۸	./۷۹۸	۲۰
۲	./۴۹۹	./۲۵۶	./۱۲۸	./۷۵۵	./۵۰۹	./۲۶۲	./۱۳۳	./۷۷۱	۲۳
۳	./۲۷۹	./۵۸۲	./۱۶۲	./۸۶۱	./۳۳۰	./۷۰۵	./۲۳۳	۱/۰۳۵	۱۳
۴	./۷۹۰	./۱۸۷	./۱۴۸	./۹۷۸	۱	./۱۹۲	./۱۹۲	۱/۱۹۲	۶
۵	./۵۶۰	./۳۲۴	./۱۸۱	./۸۸۳	./۶۹۰	./۳۵۴	./۲۴۴	۱/۰۴۳	۱۲
۶	./۳۶۱	./۲۶۱	./۰۹۴	./۶۲۲	./۵۸۳	./۲۴۹	./۱۴۵	./۸۳۲	۱۸
۷	./۴۲۷	./۳۳۳	./۱۴۲	./۷۶۰	./۴۲۷	./۳۷۲	./۱۵۹	./۸۰۰	۱۹

٨	١	./١١٥	./١١٥	١/١١٥	١	./١١٦	./١١٦	١/١١٦	٩
٩	./٦٠٩	./٢٨٧	./١٧٤	./٨٩٥	./٦٠٩	./٢٨٧	./١٧٨	./٨٩٥	١٥
١٠	./٦٢٤	./٢٧٨	./١٧٤	./٩٠٣	./٦٢٤	./٢٧٨	./١٧٤	./٩٠٣	١٤
١١	./٥١٩	./٣١٧	./١٦٥	./٨٣٦	./٥٤٥	./٣٤٠	./١٨٥	./٨٨٥	١٧
١٢	./٤٢٩	./٣٦٦	./١٥٧	./٧٩٥	./٤٢٩	./٣٦٩	./١٥٨	./٧٩٨	٢١
١٣	./٢١٧	./٧٠٧	./١٥٣	./٩٢٣	./٣١٥	./٤٧٩	./١٥١	./٧٩٤	٢٢
١٤	١	./٢١٣	./٢١٣	١/٣١٢	١	./٣١٢	./٣١٢	١/٣١٢	٥
١٥	١	./٢٧٤	./٢٧٤	١/٢٧٤	١	./٣١٨	./٣١٨	١/٣١٨	٤
١٦	./٥٢٢	./٤٧٦	./٢٤٩	./٩٩٨	./٦٨٤	./٤٨٨	./٣٣٤	١/١٧٢	٧
١٧	./٤٣٣	./٣٩٨	./١٧٣	./٨٣١	./٤٢٩	./٤٦٣	./١٩٩	./٨٩٣	١٦
١٨	./٨٤٥	./٢٨٥	./٢٤٠	١/١٣٠	./٨٤٥	./٣٠٥	./٢٥٨	١/١٥٠	٨
١٩	./٩٨٦	./٣٤٣	./٣٣٩	١/٣٣٠	./٩٨٦	./٣٥٦	./٣٥١	١/٣٤٢	٣
٢٠	./٦٤٣	./٠٠٠	./٠٠٠	./٦٤٣	./٦٣٠	./٤٦٠	./٢٩٠	١/٠٩٠	١٠
٢١	./٤٨٦	./١٠٩	./٠٥٣	./٥٩٥	./٤٦٦	./٦١٥	./٢٨٧	١/٠٨١	١١
٢٢	١	./٥١٧	./٥١٧	١/٥١٧	١	./٦٨٧	./٦٨٧	١/٦٨٧	٢
٢٣	./٠٩٤	١	٠	١/٠٩٤	١	١	١	٢/٠٠٠	١
٢٤	./٤٨٥	./٥٢١	./٢٥٢	١/٠٠٥	١	١	١	٢/٠٠٠	١

– مقادیر کارایی حاصل از مدل‌های IBCC و N-IBCC: همانطور که ملاحظه مـی شـوددر جـدول (۵) مـدلIBCC ، واحدی که هم دراستیج اول وهم دراستیج دوم کارا باشد معرفی نمی کند. ولیکن مدلN-IBCC قادربـه محاسـبه ایـن امربطـور همزمان می باشد.

جدول شماره (۵): کارایی مدل‌های مبتنی بر IBCC

	IBCC				N-IBCC				
DMU	TE_j^{ICCR*}	SEF_j^{ICCR*}	TEF_j^{ICCR*}	P_j^{ICCR*}	TE_j^{CRs*}	SEF_j^{CRs*}	TEF_j^{CRs*}	P_j^{CRs*}	Rank
١	./٨١٨	./٥٩٩	./٤٩٠	٤١٧/١	./٩٣١	./٣٢٣	./٣٠١	٢٥/١	١١
٢	./٦٢٤	./٦٠٣	./٣٧٧	١/٢٢٧	./٥٢٣	./٤٥٥	./٢٣٨	./٩٨	٢٠
٣	./١٦٢	./٩٩٣	./١٦١	١/١٥٦	./٣٣٨	./٧٩٧	./٢٧٠	١/١٤	١٧
٤	./٣٧١	./٢٦٩	./١٠	./٦٤٠	١/٠٠٠	./١٩٦	./١٩٦	١/١٩٦	١٣
٥	./٦٩٣	./٥٥٢	./٣٨٢	١/٢٤٤	./٢٧١	./٣٤٣	./٢٤٧	١/٠٦	١٨
٦	./١٧٨	./٢٣٢	./٠٥٧	./٥٠١	١/٠٠٠	./٢٧٤	./٢٧٤	١/٢٧	٩
٧	./٣٢٩	./٦٤٥	./٢١٢	./٩٧٤	./٤٣١	./٥٠٢	./٢١٧	./٩٣	٢٣
٨	١/٠٠٠	./٢٧٦	./٢٧٦	١/٢٧٦	١/٠٠٠	./٢٥٦	./٢٥٦	١/٢٥٦	١٠
٩	./٣٠٩	./٥١٥	./١٥٩	./٨٢٥	١/٠٠٠	./٥٠٤	./٥٠٤	١/٥٠٤	٦
١٠	./٥٨٢	./٦٥٣	./٣٨٠	١/٢٣٥	./٧٦٩	./٤٥٤	./٣٤٩	١/٢٢٢	١٢
١١	./٣٠٨	./٥٣٤	./١٦٤	./٨٤٢	./٥٧٢	./٣٨٠	./٢١٨	./٩٥٣	٢٢
١٢	./٣٥٤	./٧٥٨	./٢٦٨	١/١١١	./٤٩٢	./٥٠٠	./٢٤٦	./٩٩٢	١٩
١٣	./٤١٧	١/٠٠٠	./٤١٧	١/٤١٧	./٣٥٠	١/٠٠٠	./٣٥٠	١/٣٥٠	٨
١٤	١/٠٠٠	./٥٤٦	./٥٤٦	١/٥٤٦	١/٠٠٠	./٥١٤	./٥١٤	١/٥١٤	٤
١٥	./٩٩٩	./٦٣٠	./٦٣٠	١/٦٣٠	./٩٩٩	./٥١٩	./٥١٨	١/٥١٨	٣
١٦	./٢٠٤	./٧٤٣	./١٥٢	./٩٤٧	./٧٤٤	./٤٥٠	./٣٣٥	١/١٩٥	١٤
١٧	./٢٥٥	./٦٩٥	./١٧٨	./٩٥٠	./٤٥١	./٥١١	./٢٣٠	./٩٦٢	٢١
١٨	./٨٩٧	./٦٥٤	./٥٨٧	١/٥٥١	./٨٣٨	./٥٣٦	./٤٤٩	١/٣٧٤	٧
١٩	./٩٣٦	./٧٣٠	./٦٨٣	١/٦٦٦	١/٠٠٠	./٥١٠	./٥١٠	١/٥١٠	٥

۱۵	۱/۱۶۷	/۳۳۷	/۵۲۱	/۶۴۶	/۵۸۳	/۰۰۰	/۰۰۰	/۵۸۳	۲۰
۱۶	۱/۱۵۸	/۳۲۵	/۶۸۲	/۴۷۶	/۴۹۶	/۰۲۶	/۰۶۰	/۴۳۵	۲۱
۲	۱/۹۸۶	/۹۸۶	۱/۰۰۰	/۹۸۶	۱/۳۷۳	/۳۷۳	۱/۰۰۰	/۳۷۳	۲۲
۱	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۲۰۳	/۲۰۳	۱/۰۰۰	/۲۰۳	۲۳
۱	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۱۱۵	/۱۵۷	/۹۴۹	/۱۶۵	۲۴

مقادیر کارایی حاصل از مدل جمعی بازده به مقیاس ثابت ومتغیر[۱۲]Additive-Two Stage : دردو جدول (۶)و(۷) از روش جمعی بازده به مقیاس ثابت وبازده به مقیاس متغیر برای محاسبه کارایی فنی واثربخشی خدمات واثربخشی فنی استفاده شده است.

جدول شماره (۶): مدل جمعی بازده به مقیاس متغیرAdditive-Two Stage

DMU	$d^- i1$	$d^- i2$	$d^- i3$	$d^+ s1$	$d^+ s1$ $(-)$	TE_j^{Add*}	SEF_j^{Add}	TEF_j^{Add}	P_j^{Add*}	$Rank$
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱
۳	۰	۱۵۴/۸۶۷	۵۸۰۰۵	۱۲۵۲۳/۷	۰	/۶۷۶	/۷۲۸	/۵۵۳	۱/۴۰۷	۳
۴	۶/۷۳۵۹۰۲	۷۱۵/۱۸۶۷	۱۱۲۷۸۵	۳۸۹۷۲۳/۶	۰	/۸۱۰	/۵۳۲	/۴۵۶	۱/۳۴۲	۶
۵	۲۰۶/۷۳۵۹	۷۵۵۵/۱۸۷	۶۷۷۸۵	۳۲۹۴۸۳/۶	۰	/۶۶۲	/۶۰۴	/۴۵۱	۱/۲۶۶	۹
۶	۶۹۸/۸۳۰۷	۱۲۵۱۲/۰۳	۴۰۰۰۴۸	۴۴۱۳۸۵	۰	/۴۱۶	/۶۰۰	/۳۳۷	۱/۰۱۶	۱۸
۷	۰	۲۷۴۸/۱۹۴	۰	۴۳۱۸۹۵/۸	۰	/۹۳۱	/۳۲۱	/۳۰۵	۱/۲۵۲	۱۳
۸	۰	۵۸۱۶/۰۶۵	۰	۲۲۹۴۱۳/۲	۰	/۸۷۸	/۳۸۷	/۳۵۲	۱/۲۶۵	۱۰
۹	۰	۰	۰	۱۱۷۲۶/۸۲	۰	/۰۰	/۹۴۴	/۹۴۴	۱/۹۴۴	۲
۱۰	۰	۶۵۵/.۴۷۳	۰	۱۲۶۶۴۱/۷	۰	/۸۶۹	/۵۲۰	/۴۶۹	۱/۳۸۹	۴
۱۱	۱۲۹/۰۶۴۳	۳۶۱۹/۳۱۸	۰	۵۷۸۷۹۳/۷	۰	/۸۹۰	/۳۶۳	/۳۳۳	۱/۲۵۳	۱۲
۱۲	۰	۲۲۶/.۹۰۲	۰	۳۳۸۷۰۱/۵	۰	/۸۴۱	/۴۰۳	/۳۵۵	۱/۲۴۴	۱۴
۱۳	۰	۱۴۳/۰۷	۰	۲۳۱۰۶۶/۱	۰	/۷۸۲	/۳۵۴	/۲۹۶	۱/۱۳۶	۱۵
۱۴	۰	۰	۰	۵/.۲۲۱۵۸	۵۳۵/۵۲	۱/۰۰۰	/۳۴۶	/۴۰۶	۱/۳۴۶	۵
۱۵	۱۶۴۷/۸۳۷	۲۱۶۷/۳۷۶	۰	۲۰۷۸۹۳/۳	۰	/۶۸۰	/۴۴۷	/۳۴۰	۱/۱۲۷	۱۶
۱۶	۹۴۸/۰۲۰۲	۰	۴۶۴۳	۲۹۳۰۲۵/۸	۱۲۱۲/.۵۹	/۷۴۲	/۵۱۹	/۵۰۹	۱/۲۶۱	۱۱
۱۷	۱۰۰۶/۴۶۴	۳۷۴۵/۰۳۱	۰	۵۳۵۹۲۹/۱	۳۶۸/۸۱۶۵	/۷۷۳	/۳۲۵	/۳۰۵	۱/۰۹۸	۱۷
۱۸	۰	۱۱۲/.۵۷۴	۰	۲۰۸۵۹۴/۸	۰	/۸۵۳	/۴۱۶	/۳۷۰	۱/۲۶۹	۸
۱۹	۸۲۷/.۱۱۸	۲۰۳۲/۳۷۵	۰	۱۷۴۶۵۸/۱	۰	/۷۶۰	/۵۲۵	/۴۳۰	۱/۲۸۵	۷
۲۰	۱۵۲۵/152	۰	۰	۴۰۸۱۰۴/۷	۱۱۹۲۷/۱۹	/۷۸۸	/۰۶۹	/۲۷۷	/۸۵۷	۲۰
۲۱	۱۹۸/۷۹۳۵	۰	۰	۲/.۴۳۲۸۵	۱۰۱۵۱/۷۲	/۹۲۵	/۰۷۶	/۳۲۵	۱/۰۰۲	۱۹
۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱
۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱
۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱

در جدول (۶)و(۷) مقادیر کارایی فنی، اثربخشی خدمات و اثربخشی فنی که مدل آن را در (۹)، (۱۰) و (۱۱) تعریف شد با کلیه متغیرهای کمکی که می‌توانند واحد تصمیم‌گیر را به وضعیت مناسبی متصور نماید آورده شده است.

[12] Additive Variable Return to Scale

مقادیر کارایی و اثربخشی در بازده به مقیاس ثابت (مدل‌های مبتنی بر ICCR): در جدول (۴) برخلاف نتایج نامعتبر مدل ICCR، نتایج مدل N-ICCR به خوبی بیانگر امتیازات کارایی فنی، اثربخشی خدمات و اثربخشی فنی می‌باشد. به عنوان مثال DMU#۱۳ ۲۳،۲۴در مقایسه با سایرDMU ها، به‌عنوان واحد کارا و اثربخش ارزیابی شده است چرا که کلیه‌ی مقادیر کارایی فنی، اثربخشی خدمات و اثربخشی فنی آن برابر با "یک"است. با توجه به اینکه مدل استفاده شده در بازده به مقیاس ثابت عمل می‌کند، تنها دوDMU به طور هم‌زمان، کارا و اثربخش ارزیابی شده است. به شکلی که قبلاً گفته شد، این مدل‌ها قادر به ارائه راه‌حل‌های بهبود وضعیت برای پروژه‌ها نیستند و نمی‌توانند روش و افق دیدی را برای تصویر DMU به مرز کارا و وضعیت بهینه ارائه نمایند. مقادیر کارایی و اثربخشی در بازده به مقیاس متغیر (مدل‌های مبتنی بر IBCC): در جدول (۵) همانطور که مشاهده می‌شود، نتایج به‌دست آمده از مدل IBCC، عمدتاً نمی تواند بطور همزمان کارایی فنی واثربخشی خدمات رامحاسبه نمایید این وضعیت نیز به دلیل غیرخطی بودن مدل IBCC است که منجر به دست آمدن این نتایج شده‌است. در حالیکه، نتایج به‌دست آمده از مدل N-IBCC به خوبی وضعیت عملکرد کلیه‌ی DMU ها تفسیر می‌نماید. در جدول مربوطه DMU#، ۲۳،۲۴بطور همزمان هم از لحاظ کارایی و هم از لحاظ اثربخشی، عملکرد قابل قبولی دارند و ارقام کارایی فنی و اثربخشی خدمات آنها و نهایتا اثربخشی فنی آن، برابر "یک" است. اما با این اوصاف انتظار می رود نتایج مربوط به حالت بازده به مقیاس متغیر، بر اساس آنچه در فصول قبل گفته شده تعداد واحدهای کارا و اثربخش بیشتری نسبت به مدل قبل را شامل شود. اما هردو مدل با توجه به داده های مسئله دارای همبستگی بالای نسبت به یکدیگر هستند. باید توجه نمود که۲۴،۲۳ DMU#در هر دو مدل N-ICCRو N-IBCC کارا و اثربخش شده اند. سایرDMU های تحت بررسی از قبیل ۳، ۱،۲، DMU# هم از لحاظ کارایی و هم از لحاظ اثربخشی دارای نقصان می‌باشد. توجه کنید که مدل N-IBCC نیز همانند مدل N-ICCR از ارائه راه‌حل‌های بهبود وضعیت کارایی و اثربخشی عاجز است و نمی‌تواند متغیرهای کمکی (کمبود و مازاد) را تعیین نماید. اما از مدل N-IBCC، مقادیر بازده به مقیاس نیز حاصل می‌شود.

- نتایج بازده به مقیاس حاصل از مدلN-IBCC: در جدول (۷) تحلیل بازده به مقیاس بر اساس توضیحات ارائه شده در جدول (۱) آورده شده است:

جدول شماره (۷): نتایج بازده به مقیاس مدل N-BCC

DMU	کارایی فنی		اثربخشی خدمات		اثربخشی فنی (کل)
	t_1^*	تحلیل بازده به‌مقیاس	t_0^*	تحلیل بازده به‌مقیاس	تحلیل بازده به‌مقیاس
۱	./۳۳۳	صعودی	۱/۱۴۸	صعودی	صعودی
۲	./۲۵۵	صعودی	./۱۸۰	صعودی	صعودی
۳	./۲۱۷	صعودی	./۶۶۰	صعودی	صعودی
۴	./۰۲۶	صعودی	./۱۰۶	صعودی	صعودی
۵	./۰۸۴	صعودی	-./۶۱۷	نزولی	نزولی
۶	-./۰۳۱	نزولی	-۱/۰۰۰	نزولی	نزولی
۷	./۲۲۴	صعودی	./۱۶۶	صعودی	صعودی
۸	./۱۹۸	صعودی	-./۱۸۹	نزولی	نزولی
۹	./۴۱۲	صعودی	۱۶/۲۱۹	صعودی	صعودی
۱۰	./۱۵۲	صعودی	۱/۱۲۹	صعودی	صعودی
۱۱	./۱۳۶	صعودی	-./۹۹۹	نزولی	نزولی
۱۲	./۳۵۲	صعودی	-./۳۳۷	نزولی	نزولی
۱۳	./۷۹۹	صعودی	-./۸۷۵	نزولی	نزولی
۱۴	./۱۵۴	صعودی	۱/۳۱۸	صعودی	صعودی

[۱۳]واحد تصمیم گیر شماره (23) که در این مطالعه‌ی موردی، منظور، پروژه‌ی شماره (۲۳) است.

۱۵	./۱۵۳	صعودی	./۵۵۱	صعودی	صعودی
۱۶	-./۰۵۶	نزولی	-./۳۶۶	نزولی	نزولی
۱۷	./۱۷۲	صعودی	-۱/۳۲۷	نزولی	نزولی
۱۸	./۴۱۴	صعودی	-./۴۰۶	نزولی	نزولی
۱۹	./۲۹۲	صعودی	-./۰۸۵	صعودی	صعودی
۲۰	./۱۷۷	صعودی	./۱۳۱	صعودی	صعودی
۲۱	./۲۲۲	صعودی	./۱۶۴	صعودی	صعودی
۲۲	-./۰۶۳	نزولی	۱۵/۵۴۱	صعودی	صعودی
۲۳	./۱۲۷	صعودی	-./۵۶۴	نزولی	صعودی
۲۴	./۱۶۳	صعودی	۱/۳۹۷	صعودی	صعودی

نتایج مدل جمعی بازده به مقیاس ثابت Additive-Two Stage: در جدول (۸) تحلیل بازده به مقیاس بر اساس توضیحات ارائه شده در جدول (۴) آورده شده است:

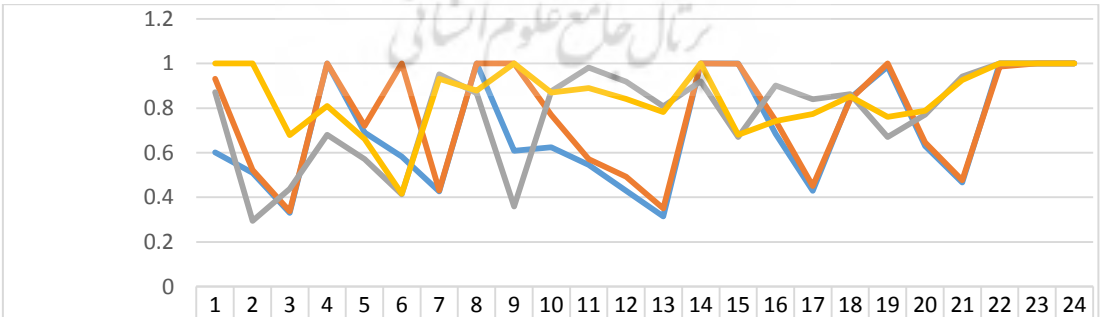
جدول شماره (۸): نتایج مدل جمعی بازده به مقیاس ثابت Additive-Two Stage

DMU	کارایی فنی		اثربخشی خدمات		اثربخشی فنی (کل)
	$\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{b*}-1$	تحلیل بازده به‌مقیاس	$\sum_{j=1}^{J}\lambda_j^{a*}-1$	تحلیل بازده به‌مقیاس	تحلیل بازده به‌مقیاس
۱	./۲۹۳	صعودی	۱/۱۳۶	صعودی	صعودی
۲	./۱۷۶	صعودی	./۱۷۶	صعودی	صعودی
۳	./۴۵۸	صعودی	./۴۵۸	صعودی	صعودی
۴	./۷۶۷	صعودی	./۷۶۷	صعودی	صعودی
۵	./۷۶۷	صعودی	./۷۶۷	صعودی	صعودی
۶	./۹۹۴	صعودی	./۹۹۴	صعودی	صعودی
۷	۱/۷۶۹	صعودی	./.۷۳	صعودی	صعودی
۸	۰/.۹۳	صعودی	۱/.۰۷	صعودی	صعودی
۹	۰/۳۰۸	صعودی	۰/۳۰۸	صعودی	صعودی
۱۰	۰/۳۶۹	صعودی	۱/۰۰۹	صعودی	صعودی
۱۱	۱/۹۲۵	صعودی	۱/۸۵۶	صعودی	صعودی
۱۲	۱/۵۶۷	صعودی	۲/.۰۱	صعودی	صعودی
۱۳	۱/۰۵۷	صعودی	۱/۳۷۱	صعودی	صعودی
۱۴	۱/۰۸۳	صعودی	./۴۲۶	صعودی	صعودی
۱۵	./۹۸۷	صعودی	./۷۹۵	صعودی	صعودی
۱۶	۳/۱۹۲	صعودی	۱/۲۹۶	صعودی	صعودی
۱۷	۳/۰۱۷۶	صعودی	۱/۵۸۰	صعودی	صعودی
۱۸	./۹۷۲	صعودی	۱/۰۹۳	صعودی	صعودی
۱۹	./۹۶۹	صعودی	۱/۰۳۹	صعودی	صعودی
۲۰	۲/۲۷۲	صعودی	./۶۸۲	صعودی	صعودی
۲۱	۲/۴۴۹	صعودی	./۶۹۵	صعودی	صعودی
۲۲	۱/۰۰۰	صعودی	۱/۰۰۰	صعودی	صعودی
۲۳	۱/۰۰۰	صعودی	۱/۰۰۰	صعودی	صعودی
۲۴	۱/۰۰۰	صعودی	۱/۰۰۰	صعودی	صعودی

مقادیر کارایی و اثربخشی مدل پیشنهادی (در بازده به مقیاس متغیر): جدول (۶) نتایج حاصل از مدل متغیر Additive Two-Stage را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است DMU# ۲۴،۲۳،۲۲،۲،۱ هم از لحاظ کارایی و هم از لحاظ اثربخشی، عملکرد مناسبی دارند و مقادیر کارایی فنی و اثربخشی خدمات و در نتیجه اثربخشی فنی آنها، برابر "یک" و مقادیر متغیرهای مازاد و کمبود آنها "صفر" است. همانند نتایج مدل N-IBCC DMU#۹،۱۴ واحدهای کارایی هستند که اثربخشی آنها در حد مطلوبی نیست. به‌عنوان مثال : امتیاز کارایی فنی DMU #۹ برابر با "یک" است اما امتیاز اثربخشی خدمات آن ۸۹۴/. می‌باشد . از این‌رو امتیاز اثربخشی فنی آن نیز ۹۴۴/. شده است.اما جدول (۷) نیزبیانگر نتایج حاصل از مدل ثابتAdditive Two-Stageمی باشد . بطوری ملاحظه می شود۲۲، ۲۴،۲۳ DMU# هم از لحاظ کارایی و هم از لحاظ اثربخشی، عملکرد مطلوبی دارند و مقادیر کارایی فنی و اثربخشی خدمات و در نتیجه اثربخشی فنی آنها، برابر "یک" و مقادیر متغیرهای مازاد و کمبود آنها "صفر" است. در این مدل بغییر از DMU های که عنوان شد در بخش کارایی فنی و اثر بخشی خدمات حتی به طور جداگانه نیز نتیجه مطلوبی دیگری به دست نیامده است. علاوه بر محاسبه امتیازات کارایی فنی، اثربخشی خدمات و اثربخشی فنی در مدل پیشنهادی، متغیرهای کمکی مربوط به هریک از مولفه‌های ورودی و خروجی که مشخص کننده‌ی راه حل‌های بهبود وضعیت عملکرد هستند را نیز نشان می‌دهد. در این مدل، متغیرهای کمکی d_s^+, d_i^- به ترتیب نشان‌دهنده‌ی مازاد ورودی و کمبود در خروجی‌ها هستند وصفر بودن این مقادیر، نشان دهنده‌ی عملکرد بهینه‌ی DMU هاست . به عنوان مثال:۳ DMU# در مقایسه با پروژه‌های تراز(پروژه‌هایی که از لحاظ عملکردی برروی مرز کارا قرار دارند) هیچ (صفر واحد) هزینه‌های ریالی کارکنان مازاد ندارد اما ۸۶۷۰/۱۵۴ واحد مازاد در هزینه‌های ریالی تبلیغات و۵۸۰۰۵/۱۵۴ واحد در هزینه های ریالی تجهیزات مازاد دارد، ضمن اینکه در ارزش ریالی پروژه ها ۱۲۵۲۳۷/۱ واحد و در ارزش کارهای انحرافی صفر واحد کمبود خروجی دارد. بنا براین برای انجام پروژه‌های مشابه و یا در صورت ادامه مسیر پروژه ، باید با در نظر گرفتن مقادیر اتلاف‌ها و کمبودها توجه نمود تا وضعیت عملکردی پروژه، از نظر کارایی و اثربخشی در حد بهینه‌ای قرار گیرد . لازم به توضیح است دراین مدل راه‌حل‌های بهبود وضعیت با مقادیر d_s^+, d_i^- نشان‌داده شده و با حفظ وثابت نگهداشتن مولفه‌های میانی، مقدار کارایی هر دو مرحله در وضعیت بهینه قرار گیردکه در نهایت منتج به بهینه شدن عملکرد کل سیستم شود.

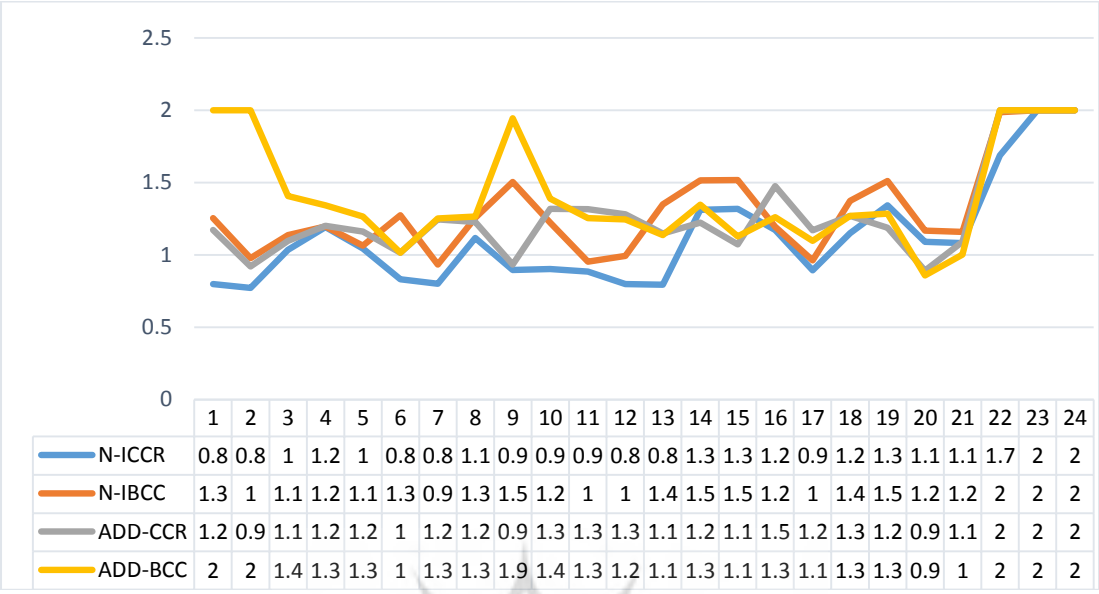
- مقایسه مقادیر کارایی و اثربخشی مدل پیشنهادی : در نمودارهای (۱) ، (۲) و (۳) نتایج کارایی فنی ، اثربخشی خدمات و اثربخشی فنی مدل‌های , N-ICCR N-IBCC وAdditive Two-Stage و در جدول‌های (۹)، (۱۰) و (۱۱) همبستگی نتایج آنها با یکدیگر مقایسه شده است.

نمودار شماره (۱): مقیاس کارایی فنی مدل های Additive Two-Stage, N-IBBC, N-ICCR

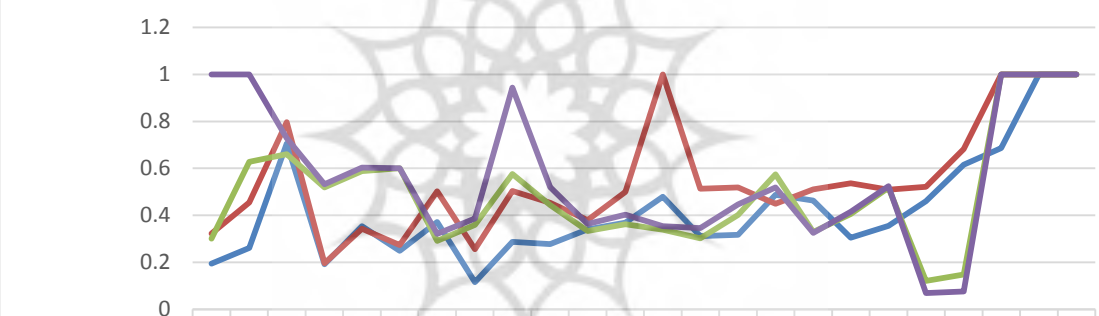


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N-ICCR	0.6	0.5	0.3	1	0.7	0.6	0.4	1	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	1	1	0.7	0.4	0.8	1	0.6	0.5	1	1	1
N-IBCC	0.9	0.5	0.3	1	0.7	1	0.4	1	1	0.8	0.6	0.5	0.4	1	1	0.7	0.5	0.8	1	0.6	0.5	1	1	1
ADD-CCR	0.9	0.3	0.4	0.7	0.6	0.4	1	0.9	0.4	0.9	1	0.9	0.8	0.9	0.7	0.9	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9	1	1	1
ADD-BCC	1	1	0.7	0.8	0.7	0.4	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8	0.8	1	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	1	1	1

نمودار شماره (۲): مقیاس کارایی فنی مدل های Additive Two-Stage, N-IBBC, N-ICCR



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N-ICCR	0.8	0.8	1	1.2	1	0.8	0.8	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	1.3	1.3	1.2	0.9	1.2	1.3	1.1	1.1	1.7	2	2
N-IBCC	1.3	1	1.1	1.2	1.1	1.3	0.9	1.3	1.5	1.2	1	1	1.4	1.5	1.5	1.2	1	1.4	1.5	1.2	1.2	2	2	2
ADD-CCR	1.2	0.9	1.1	1.2	1.2	1	1.2	1.2	0.9	1.3	1.3	1.3	1.1	1.2	1.1	1.5	1.2	1.3	1.2	0.9	1.1	2	2	2
ADD-BCC	2	2	1.4	1.3	1.3	1	1.3	1.3	1.9	1.4	1.3	1.2	1.1	1.3	1.1	1.3	1.1	1.3	1.3	0.9	1	2	2	2



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N-ICCR	0.2	0.3	0.7	0.2	0.4	0.2	0.4	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1	1
N-IBCC	0.3	0.5	0.8	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	1	1	1
ADD-CCR	0.3	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.3	0.4	0.5	0.1	0.1	1	1	1
ADD-BCC	1	1	0.7	0.5	0.6	0.6	0.3	0.4	0.9	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.1	0.1	1	1	1

جدول شماره (۹): همبستگی کارایی فنی مدل هایADD-BCC، ADD-CCR، N- IBCC، N-ICCR

Correlations

		N-ICCR	N-IBCC	ADD-CCR	ADD-BCC
N-ICCR	Pearson Correlation	1	.870**	.235	.202
	Sig. (2-tailed)		.000	.268	.345
	N	24	24	24	24
N-IBCC	Pearson Correlation	.870**	1	.022	.104
	Sig. (2-tailed)	.000		.919	.630
	N	24	24	24	24
ADD-CCR	Pearson Correlation	.235	.022	1	.420*
	Sig. (2-tailed)	.268	.919		.041
	N	24	24	24	24
ADD-BCC	Pearson Correlation	.202	.104	.420*	1
	Sig. (2-tailed)	.345	.630	.041	
	N	24	24	24	24

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول شماره(۱۰): همبستگی اثربخشی خدمات مدل هایADD-BCC، ADD-CCR ،N- IBCC N-ICCR

Correlations

		N.ICCR	N.IBCC	ADD.CCR	ADD.BCC
N.ICCR	Pearson Correlation	1	.862**	.603**	.299
	Sig. (2-tailed)		.000	.002	.156
	N	24	24	24	24
N.IBCC	Pearson Correlation	.862**	1	.509*	.283
	Sig. (2-tailed)	.000		.011	.180
	N	24	24	24	24
ADD.CCR	Pearson Correlation	.603**	.509*	1	.809**
	Sig. (2-tailed)	.002	.011		.000
	N	24	24	24	24
ADD.BCC	Pearson Correlation	.299	.283	.809**	1
	Sig. (2-tailed)	.156	.180	.000	
	N	24	24	24	24

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول شماره (۱۱): همبستگی اثربخشی فنی مدل هایADD-BCC، ADD-CCR ،N- IBCC N-ICCR

Correlations

		N.ICCR	N.IBCC	ADD.CCR	ADD.BCC
N.ICCR	Pearson Correlation	1	.868**	.801**	.407*
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.048
	N	24	24	24	24
N.IBCC	Pearson Correlation	.868**	1	.712**	.546**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.006
	N	24	24	24	24
ADD.CCR	Pearson Correlation	.801**	.712**	1	.514*
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.010
	N	24	24	24	24
ADD.BCC	Pearson Correlation	.407*	.546**	.514*	1
	Sig. (2-tailed)	.048	.006	.010	
	N	24	24	24	24

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

همانطور که ملاحظه می گردد،مقادیر کارایی فنی و اثربخشی خدماتدو مدل، همبستگی معنی‌داری با یکدیگردارند. بنا برای نباید این نکته را مورد توجه قرار داد که، مدل پیشنهادی نتوانسته تعداد واحدهای کارا را کاهش دهد و در این زمینه، نسبت به مدل بهبود داده شدهء N-IBCC برتری ندارد، اما مدل پیشنهادی قادر است علاوه بر آنچه که مدل N-IBCC ارائه می‌کند، اطلاعاتی در خصوص نحوه‌ی عملکرد مورد انتظار هر واحد را مطرح کند که با استفاده از آنها می‌توان وضعیت عملکردی واحد را به سطح بهینه‌ای برساند، لذا از این منظر، مدل پیشنهادی، مدل جامع‌تری به نظر می رسد.

پیشنهادات برای تحقیقات آتی: می توان تحقیقات دیگری را براساس نتایج حاصل از این پژوهش بنا نهاد وتوسعه داددر این خصوص ما تعدادی از آنهارا عنوان کرده ایم:

- استفاده از داده‌های احتمالی و همچنین غیرقابل کنترل در مدل‌های دو مرحله‌ای ارائه شده به منظور تطبیق با مسائل دنیای واقعی.
- توسعه مدل‌های دو مرحله‌ای ارائه شده در شبکه‌های پیچیده‌تر که بین واحدهای داخلی، ارتباطات عمودی، افقی و ارتباط آزاد وجود دارد. زنجیره‌های تأمین در دنیای واقعی تشکیل چنین شبکه‌های تو در تویی را می‌دهند.
- استفاده از مدل‌های ارائه شده در مسائل مربوط به هدفگذاری‌ها[14] و نظارت[15] واحدهایی که به صورت مرکزی اداره می‌شوند.
- استفاده و توسعه‌ی مدل‌های ارائه شده در رتبه‌بندی زنجیره‌های تأمین سبز و اجزاء آنها.
- توسعه مدل‌های ارائه شده در مسائل مربوط به برنامه‌ریزی تولید واحدهایی که به صورت مرکزی اداره می‌شوند.
- توسعه مدل‌های ارائه شده در مسائل مربوط به تخصیص منابع.

٤- منابع

1- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.
2- Chiou, Y., Lan, L. W., & Yen, B. T. (2010). A joint measurement of efficiency and effectiveness for non-storable commodities: Integrated data envelopment analysis approaches. European Journal of Operational Research, 201(2), 477-489.
3- Oliya, M., & Modaresi, N. (2005). A Review On Measuring Organizational Performance in universities. In 2nd National Conference on Performance Management. Tehran: Iran. (In Persian)
4- Waal, A. D. (2001). The power of performance management: how leading companies create sustained wealth. (M. Saabi, Trans.) New York: Wiley.
5- Mehregan M. (2013). Models of Enterprise Competitiveness Measurement. Tehran University Publisher. (In Persian)
6- Mehregan M. (2004). Quantity models for organization performace measurement. Tehran University publisher. (In Persian)
7- Pierce, J. (1997). Efficiency progress in the New South Wales government: presented at the International Conference on Public Sector Efficiency, University of New South Wales, 27 and 28 November 1997. Sydney, NSW: NSW Treasury.
8- Joo, S., Stoeberl, P. A., & Kwon, I. G. (2007). Benchmarking efficiencies and strategies for resale operations of a charity organization. Benchmarking: An International Journal, 14(4), 455-464
9- Alvani, M. (2010). General management. Ney Publishing. Tehran. (In Persian)

[14] Target Settig
[15] Monitoring