مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال نهم، شماره اول (پیاپی ۳۲)، بهار ۹۱، ص ص ۷۹-۶۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارزیابی عملکرد متوازن با تأکید بر شاخص‌های *BSC* (مورد: شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد)

عادل آذر[۱]، محمد زارعی محمودآبادی[۲*]، علی اصغر انواری رستمی[۳]
[۱] استاد گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس
[۲] دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس
[۳] عضو هیأت علمی مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران؛ دانشگاه تربیت مدرس

رسید مقاله: ۱۷ آبان ۱۳۹۰
پذیرش مقاله: ۱۰ اسفند ۱۳۹۰

چکیده

در دنیای رقابتی امروز، بسیاری از شرکت‌های تولیدی و خدماتی، ناگزیر شده‌اند به رویکردهای جدید مدیریتی رو بیاورند. از جمله این رویکردها، می‌توان به روش‌های جدید ارزیابی عملکرد اشاره کرد که نقش مهمی در بهبود عملکرد یک سازمان دارند. کارت امتیازی متوازن از نوآوری‌های اخیر مدیریتی است که سازمان را از چهار دیدگاه عمده مدیریتی مورد ارزیابی قرار می‌دهد و هدف آن، فراهم کردن دید جامعی از کسب‌وکار برای مدیران عالی می‌باشد. ولی یک مسأله اساسی در به کارگیری مدل‌های *BSC*، تعیین خط مبنا و الگویی است که عملکرد سازمان بر اساس آن اندازه‌گیری شود؛ بدون این استاندارد و خط مبنا، ارزیابی غیر ممکن است و از طرفی تعیین استانداردها، سخت و اغلب گمراه کننده می‌باشد. برای حل این مشکل، مدل ترکیبی *BSC* و تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهاد می‌شود. مدل تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی و یک رویکرد ناپارامتریک است که در ارزیابی کارآیی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه با چندین ورودی و خروجی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن‌جا که *DEA*، مبتنی بر تحلیل نسبی است، واحدهای تصمیم، در مقابل یکدیگر ارزیابی می‌شوند؛ بدین ترتیب با استفاده از ترکیب *BSC* و *DEA*، بر یکی از موانع عمده کارت امتیازی متوازن، یعنی نیاز به تعیین استانداردها و خط مبنا، غلبه می‌شود. در این مقاله یک مدل جدید *DEA–BSC* متوازن ارایه شده است. از مهمترین مزایای مدل پیشنهادی را می‌توان به فراهم کردن بینش جامع از کسب و کار برای مدیران، ارزیابی متوازن بر اساس تمام جنبه‌های مطرح شده در *BSC* و حفظ تعادل بین آن‌ها، خطی بودن و انعطاف‌پذیری مدل و قدرت تفکیک بالا اشاره کرد. در پایان، تجربه‌ای از به‌کارگیری مدل پیشنهادی در ارزیابی عملکرد شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد آورده شده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، کارآیی، کارت امتیازی متوازن، تحلیل پوششی داده‌های متوازن، شرکت‌های کاشی و سرامیک.

* عهده دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Zarei.m@modares.ac.ir

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

۱ مقدمه

فعالیت در شرایط محیطی پویا باعث شده است که بسیاری از اطلاعات مورد نیاز، در بهترین حالت به شکل مبهم و در بدترین حالت، غیر قابل دسترسی باشند، بدین ترتیب در اغلب موارد، نظرات و قضاوت‌های ذهنی باید جایگزین داده‌ها شوند و معیارها باید در حالت کیفی تخمین زده شوند. در شرایطی که تخمین معیارهای کمّی اغلب بسیار سخت می‌باشد، به‌کارگیری شاخص‌های کیفی، همانند شناخت و آگاهی از بازار و رضایت مشتری از اهمیت خاصی برخوردار است [۱].

کارت امتیازی متوازن[1] در برگیرنده معیارهای کیفی و از نوآوری‌های اخیر مدیریتی است که توسط نورتن و کاپلان در سال ۱۹۹۲ به عنوان ابزار اندازه‌گیری عملکرد مطرح گردید و در سال ۲۰۰۴ به عنوان مدلی برای برقراری همراستایی بین نیروی انسانی سازمان، اطلاعات و سرمایه‌های سازمان مطرح شد [۲].

ولی یک مسأله اساسی در به‌کارگیری مدل‌های BSC، تعیین خط مبنا و الگویی است که عملکرد سازمان با آن اندازه‌گیری شود؛ بدون این استاندارد و خط مبنا، ارزیابی غیر ممکن است. هنگامی‌که یک خط مبنا برای ارزیابی تعیین شود، ارزیابی در مقابل الگو و طرح‌های مورد هدف، انجام خواهد شد. این در حالی است که تعیین استانداردها، سخت و اغلب گمراه‌کننده می‌باشد. برای حل این مشکل، مدل ترکیبی کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها[2] پیشنهاد شد [۳].

تحلیل پوششی داده‌ها یکی از تکنیک‌های ناپارامتریک در بحث ارزیابی محسوب می‌شود که به طور گسترده در تحقیقات گوناگون از جمله ارزیابی کارآیی مؤسسات آموزشی [۴]، ارزیابی کارآیی شعب بانک [۵، ۶]، بررسی وضعیت مالی سازمان [۷] و رتبه‌بندی پروژه‌های سیستم اطلاعاتی [۸] مورد استفاده قرار گرفته است. هدف این تکنیک، دستیابی به کارآیی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه، که دارای چندین ورودی و چندین خروجی مشابه هستند، می‌باشد [۹]. هرچند روز به روز بر تعداد مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها افزوده شده و هر یک جنبه تخصصی پیدا می‌کند، ولی مبنای همه آن‌ها تعدادی مدل اصلی است که بنیان‌گذاران این روش طراحی کرده‌اند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل «چارنز، کوپر و رودز[3]» با عنوان *CCR* اشاره کرد که با فرض بازدهی ثابت به مقیاس است [۱۰] و هم‌چنین مدل دیگر، مدل ارایه شده توسط «بنکر، چارنز و کوپر[4]»، *BCC* می‌باشد که با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس طراحی شده است [۱۱]. از آن‌جا که *DEA*، مبتنی بر تحلیل نسبی است، واحدهای تصمیم، در مقابل یکدیگر ارزیابی می‌شوند؛ بدین ترتیب با استفاده از ترکیب *BSC* و *DEA*، بر یکی از موانع عمده کارت امتیازی متوازن، یعنی نیاز به تعیین استانداردها و خط مبنا، غلبه شده است [۳].

هدف از این مقاله ارایه یک مدل جدید از تحلیل پوششی داده‌های متوازن با تأکید بر شاخص‌های کارت امتیازی متوازن می‌باشد. مهمترین مزیت مدل پیشنهادی، ارزیابی متوازن و حفظ تعادل بین جنبه‌های *BSC* می‌باشد؛ چرا که تا قبل از این، تمام مدل‌های *DEA* ترکیبی با *BSC* هیچ تضمینی برای حفظ تعادل بین جنبه‌های مختلف

[1] Balanced Scorecard (BSC)
[2] Data Envelopment Analysis (DEA)
[3] Charnes, Cooper & Rohdes (CCR)
[4] Banker, Charnes & Cooper (BCC)

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

نداشتند و در اکثر موارد با حل مدل *DEA*، وزن برخی از ابعاد *BSC*، صفر یا در بهترین حالت برخی از جنبه‌ها، وزن بسیار بالاتری نسبت به دیگر جنبه‌ها می‌گرفتند و این منطق ارزیابی متوازن را زیر سؤال می‌برد. از جمله دیگر مزایای این مدل، خطی بودن مدل، جامع‌نگری، انعطاف‌پذیری مدل در شاخص‌های به کارگرفته شده و اوزان شاخص‌ها و مهمتر از همه قدرت تفکیک بالای مدل می‌باشد. در روش *DEA* برای افزایش قدرت تمایز بین واحدهای کارا و ناکارا بایستی تعداد واحدهای مورد ارزیابی متناسب با تعداد متغیرهای ورودی و خروجی باشد. در صورت رعایت نکردن این اصل باعث می‌شود که در ارزیابی نهایی، تعداد زیادی از واحدها، کارا و مدل‌های پایه *DEA* قادر به تفکیک مناسب این واحدها نباشند، که مدل پیشنهادی ما این مشکل را نیز حل می‌کند.

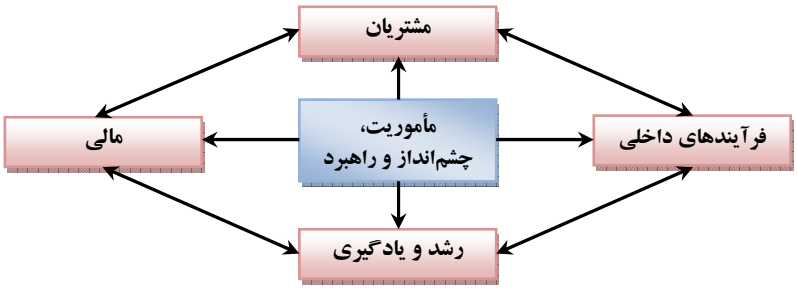
لذا سازماندهی مقاله بدین صورت می‌باشد که در بخش ۲ و ۳ به ترتیب به شرح *BSC* و تکنیک *DEA* و بخش ۴ به شرح مدل ترکیبی *DEA-BSC* می‌پردازد. در بخش ۵ مدل مفهومی پژوهش، در بخش ۶ نتایج به‌کارگیری مدل پیشنهادی در ارزیابی عملکرد شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد و بالاخره در بخش ۷ نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارایه می‌شود.

۲ کارت امتیازی متوازن

در اوایل دهه ۱۹۹۰، مؤسسه نولان نورتن، تحقیقی را با عنوان «اندازه‌گیری عملکرد سازمان‌های آینده» به عهده گرفت [۱۲، ۱۳]. دیوید نورتن مدیر اجرایی این مؤسسه، به عنوان رهبر و رابرت کاپلان به عنوان مشاور آکادمیکی این پژوهش بود [۱۴]. نتیجه تحقیق طبق گفته کاپلان و نورتن مجموعه‌ای از معیارها بود که به مدیران بینش جامع و سریعی از کسب‌وکار می‌دهد. آن‌ها به این حقیقت پی بردند که شرکت‌ها نخواهند توانست مزیت رقابتی خود را تنها با ایجاد و توسعه‌ی دارایی‌های مشهود حفظ نمایند. به عبارت دیگر «دارایی‌های نامشهود» یا «سرمایه ذهنی» عامل بحرانی موفقیت در ایجاد و حفظ مزیت رقابتی خواهد بود [۱۵]. معیارهای کارت امتیازی متوازن در عملکرد سازمانی از چهار دیدگاه مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری تشکیل شده است که در ارتباط با چهار وظیفه‌ی حسابداری و مالی، بازاریابی، زنجیره ارزش و منابع انسانی می‌باشد [۱۶]. کاپلان و نورتن بر این باور بودند که مدیران جهت اداره سازمان‌های امروزی در محیط پیچیده کسب‌وکار، باید به عملکرد، از چندین زاویه نگاه کنند [۱۷، ۱۸]:

- چگونه مشتریان ما را می‌بینند؟
- به منظور رضایت سهامداران و مشتریان در چه فرآیندهایی باید سرآمد باشیم؟
- آیا می‌توانیم به طور مستمر بهبود یابیم و ارزش خلق نماییم؟
- چگونه باید در برابر سهامداران نمایان شویم؟

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]



شکل ۱. چهار وجه کارت امتیازی متوازن

کارت امتیازی متوازن با نمایش سطح عملکرد سازمان‌ها، مدیران را در راستای بهبود عملکرد واحد مربوطه یاری می‌سازد. رویکرد BSC در تعیین جایگاه سازمان این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان از این ابزار برای عارضه‌یابی سازمان‌ها بهره گرفت. در این راستا تنها باید سعی کرد تا معیارهای مناسبی برای اندازه‌گیری عملکرد تعریف و به کار گرفته شود. کاپلان و نورتن معتقدند کارت امتیازی متوازن باید به عنوان سیستم یادگیری، اطلاع رسانی و ارتباطات استفاده شود نه به عنوان سیستم کنترل [۱۹] بنابراین BSC موجب حرکت رو به جلوی سازمان می‌شود [۱۲، ۲۰، ۲۱]. این رویکرد با بسیاری از ابتکارات مدیریتی سازگار است و بسیاری از اصول مدیریتی را در یک سند ترکیب می‌نماید. نمونه‌هایی از این اصول عبارتند از: سازمان مشتری‌مدار، توانمندسازی پرسنل، تولید به موقع، مدیریت ناب، سازمان یادگیرنده، مهندسی مجدد، مدیریت ریسک، مدیریت ذی‌نفعان، نوآوری، مدیریت زمان، مدیریت کیفیت جامع و مدیریت ارزش [۲۰، ۲۲].

۳ تحلیل پوششی داده‌ها

کارآیی یک مفهوم مدیریتی است که سابقه‌ای طولانی در علم مدیریت دارد [۲۳]. کارآیی نشان می‌دهد که یک سازمان به چه خوبی از منابع خود در راستای تولید، نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده کرده است [۲۴]. تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یکی از تکنیک‌های برنامه‌ریزی محسوب می‌شود که به طور گسترده به منظور ارزیابی کارآیی واحدهای مشابه که دارای چندین ورودی و چندین خروجی مشابه هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۵]. در واقع تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک ناپارامتریک کلاسیک و مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی می‌باشد که برای مقایسه ارزیابی کارآیی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری مشابه به کار می‌رود و مزیت قابل توجه آن، عدم نیاز آن به تعیین مشخصات پارامتریک (همچون شکل تابع توزیع و تابع تولید) برای به‌دست آوردن امتیازات کارآیی است [۲۶]. اگرچه تعداد مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها روز به روز افزایش یافته و جنبه تخصصی پیدا می‌کند، ولی مبنای همه آن‌ها تعدادی مدل اصلی است که بنیان گذاران این روش طراحی کرده‌اند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل « چارنز، کوپر و رودز» (۱۹۷۸) با عنوان CCR اشاره کرد که فرض بازدهی ثابت به مقیاس[1] (CRS) در آن لحاظ شده است و هم‌چنین مدل دیگر، مدل ارایه شده

[1] Constant Return to Scale

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

توسط «بنکر، چارنز و کوپر»، BCC می‌باشد که با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس[1] (VRS) طراحی شده است. بازده ثابت نسبت به مقیاس یعنی تغییر در مقدار داده منجر به تغییر در میزان ستاده به همان نسبت شود. این مدل زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. بازده متغیر نسبت به مقیاس یعنی تغییر در داده به نسبتی کمتر یا بیشتر در میزان ستاده تغییر ایجاد می‌کند. از یک دیدگاه مدل‌های DEA به دو دسته مدل‌های با ماهیت ورودی و مدل‌های با ماهیت خروجی تقسیم می‌شوند. هدف مدل‌های با ماهیت ورودی، ارایه مسیر بهبود با کاهش ورودی‌ها و هدف مدل‌های با ماهیت خروجی، طراحی مسیر بهبود با افزایش خروجی‌ها است. با فرض اینکه n واحد تصمیم‌گیری با m ورودی و s خروجی وجود داشته باشد، کارآیی نسبی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری با حل مدل برنامه‌ریزی کسری زیر به‌دست می‌آید [۱۰]:

$$\text{Max} \quad Z_{\circ} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r\circ}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i\circ}}$$

$$\text{s.t.} \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \le 1, \quad j = 1,2,\cdots,n,$$

$$u_r, v_i \ge \circ.$$

مدل ۱) مدل اولیه تحلیل پوششی داده‌ها

که در مدل فوق y_{rj} مقدار خروجی r ام برای واحد تصمیم‌گیری j ام، x_{ij} مقدار ورودی i ام برای واحد تصمیم‌گیری jام، u_r وزن تخصیص داده شده به خروجی r ام؛ v_i وزن تخصیص داده شده به ورودی i ام و z به عنوان امتیاز کارآیی واحد تحت ارزیابی می‌باشد. در مدل فوق امتیاز کارآیی هر واحد تحت بررسی از تقسیم مجموع موزون خروجی‌ها به مجموع موزون ورودی‌ها به‌دست می‌آید که این امتیاز کمتر یا مساوی با عدد یک می‌باشد. در صورتی که این امتیاز برابر با یک شود آن واحد را کارآ و در صورتی که کمتر از یک باشد، آن واحد ناکارآ تلقی می‌شود. با وجود تمام محاسنی که برای تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بیان می‌شود؛ یکی از نقاط ضعف این تکنیک، عدم قدرت تفکیک بالا در مواردی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیری کم باشند یا تعداد شاخص‌های ورودی و خروجی زیاد باشند، می‌باشد که با استفاده از مدل‌های توسعه‌یافته این نقیصه هم قابل رفع می‌باشد.

٤ مدل ترکیبی DEA-BSC

همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد با ترکیب BSC و DEA، یکی از موانع عمده کارت امتیازی متوازن، یعنی نیاز به تعیین استانداردها و خط مبنا، حل می‌شود، چرا که DEA، مبتنی بر تحلیل نسبی است. DEA از خانواده‌ای

[1] Varying Return to Scale

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

از مدل‌ها با مفروضات گوناگونی در مورد روابط ورودی- خروجی تشکیل شده است که توسط DMUها تحت ملاحظاتی به نمایش گذاشته می‌شوند [۳]. به ذعم ریچارد (۲۰۰۳) کاربرد DEA در ارزیابی نتایج BSC می‌تواند یک راه‌حل خوب برای اجرای BSC باشد. مرز کارآیی محاسبه شده توسط DEA، می‌تواند برای محاسبه‌ی کارآیی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده شود. ریچارد بیان می‌کند که DEA می‌تواند تعیین کند که چطور شاخص‌های BSC به‌طور عینی تعیین شود [۲۲].

در تکنیک ترکیبی *DEA-BSC* از *BSC* به عنوان ابزاری برای طراحی شاخص‌های ارزیابی عملکرد و از *DEA* به عنوان ابزاری برای ارزیابی عملکرد استفاده می‌شود [۲۷].

بر اساس مطالعه‌ی ریچارد (۲۰۰۳) به منظور ارزیابی شاخص‌های *BSC*، موارد زیر باید مد نظر قرار گرفته شود: اول این‌که؛ همه‌ی ورودی‌ها و خروجی‌ها برای مطالعه باید موجود بوده و برای هر *DMU* قابل اندازه‌گیری باشند. دوم این‌که؛ رابطه‌ی بین تعداد متغیرهای ورودی و خروجی با تعداد *DMU*های مورد مطالعه نباید از یک حد بالای مشخص تجاوز کند. سوم این‌که؛ صرفه‌جویی در ورودی‌ها و افزایش بالقوه در خروجی‌ها که توسط مدل *DEA* پیشنهاد می‌شود، همیشه قابل دست‌یابی نیستند. چهارم این‌که؛ منبع صرفه‌جویی‌های در ورودی‌ها یا افزایش بالقوه‌ی تولید، همیشه از تحلیل‌ها آشکار نمی‌شود [۲۸]. ولی با این وجود، تکنیک ترکیبی *DEA-BSC* دارای ویژگی‌های متعددی است که از جمله‌ی آن‌ها را می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- اطمینان از ارتباط اهداف و استراتژی‌ها با شاخص‌های کلیدی عملکرد؛
- وجود توازن در شاخص‌های کلیدی عملکرد در ابعاد مختلف سازمان؛
- ارزیابی سازمان در فضای مقایسه‌ای تجربه شده از سال‌های قبل یا سازمان‌های مشابه؛
- تعیین مسیر اصلاح و بهبود شاخص‌ها با تکیه بر نتایج علمی ارزیابی عملکرد؛
- تعیین اهداف شاخص‌ها بر اساس مسیر اصلاح و بهبود.

جدول ۱ برخی از مطالعات انجام شده در زمینه‌ی ترکیب تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن را به همراه فهرست ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌ها نشان می‌دهد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

جدول ۱. پیشینه‌ی به‌کارگیری مدل ترکیبی *DEA-BSC*

مطالعه	فهرست ورودی‌ها	فهرست خروجی‌ها	مورد
آسوشه و همکاران، ۲۰۱۰ [۲۹]	- هزینه - زمان - منابع انسانی	- میزان کنترل- امنیت- قابلیت اطمینان- رضایت مشتری- دسترس پذیری خدمات- برآوردن نیازهای سهامداران- ریسک فرآیندها- ریسک منابع انسانی- ریسک تکنولوژی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ایران
نجفی و همکاران، ۲۰۰۹ [۲۸]	- هزینه‌های انگیزشی - پرسنل عمده و اصلی	- حاشیه سود- نرخ رشد منابع- بازده نسبت به سرمایه‌گذاری	شعب بانک در ایران
چن و چن، ۲۰۰۷ [۳۰]	- (بدون ورودی واقعی)	- نرخ درآمد قبل از پرداخت مالیات- ROA – حسابهای دریافتنی- سود عملیاتی ناخالص- ROI- مقدار فروش- سهم بازار- موجودی برگشتی- هزینه‌های تحقیق و توسعه- حجم موجودی انبار- برنامه‌های آموزشی- شاخص تفویض اختیار- ساعات آموزش	صنعت تولیدی اجسام نیمه رسانا در تایوان
سونر و همکاران، ۲۰۰۵ [۳۱]	- کل هزینه‌های عملیاتی - زمان دستیابی به بازار - توانایی اجرای فرآیند تولید	- سهم بازار - انگیزش و رضایت کارکنان	شرکت تولیدی اتومبیل در ترکیه
ریچارد، ۲۰۰۳ [۲۲]	- ظرفیت ماشین آلات - نیروی انسانی - فضای سالن تولید - هزینه‌ی تبلیغات	- جریان نقدی - تعهد مشتری - کیفیت خدمات داخلی - انگیزش کارکنان	شرکتهای مرتبط با سازمان تحقیقاتی بازار اروپا
مؤمنی و همکاران، ۱۳۸۸ [۳۲]	- منابع انسانی (مهارتهای علمی، مهارتهای تجربی)- مدیریت هزینه (نسبت هزینه دستمزد کارکنان به تعداد کار کنان، نسبت هزینه اسناد فنی به تعداد اسناد صادره)	- بازار (سهم بازار، سرمایه مشتری) - فرآیندهای داخلی (درآمد، اجرائیات، فنی، نام‌نویسی، بازرسی، اداری، مستمری)- رشد و درآمد (نسبت وصولی اجرائیات به برنامه مصوب، نسبت وصولی حق بیمه به بودجه ابلاغی)- رضایت کارکنان	شعب سازمان تأمین اجتماعی شهرستان‌های استان تهران

با توجه به مصاحبه با اساتید و خبرگان، مرور ادبیات پژوهش و مطالعات پیشین، به‌کارگیری همزمان کارت امتیازی متوازن و تکنیک *DEA* و در نهایت استفاده از مدل متوازن ترکیبی *DEA-BSC*، به دلیل ایجاد توازن و حفظ تعادل بین شاخص‌های کلیدی عملکرد و قدرت تفکیک بالا، مناسب‌ترین مدل برای ارزیابی شرکت‌های تولیدی (از جمله شرکت‌های کاشی و سرامیک) شناخته شد، که در نوع خود جدید و بدیع نیز می‌باشد.

۵ تحلیل مدل مفهومی پژوهش

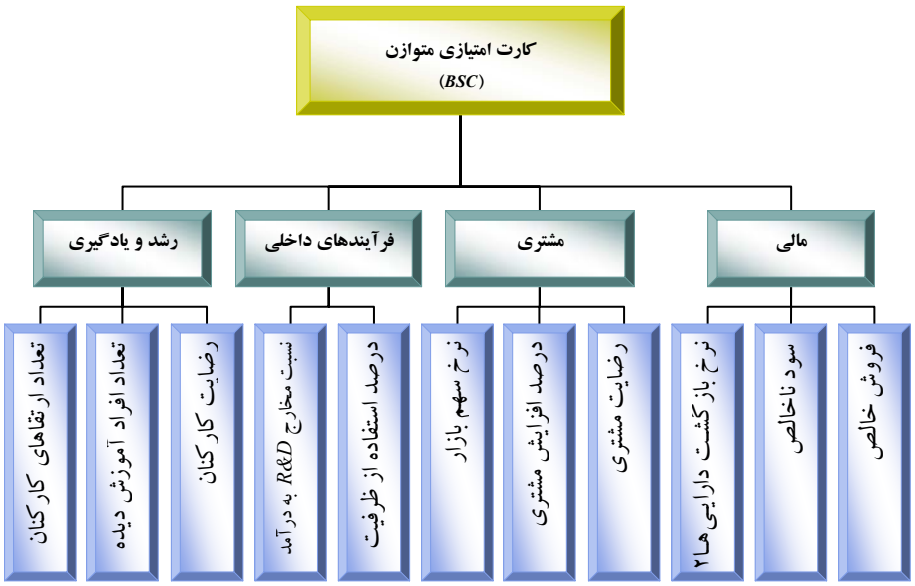
همواره در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و مؤسسات و به طور کلی واحدهای تصمیم‌گیرنده، استفاده از نسبت‌ها به عنوان یکی از ابزارهای بسیار مهم در اندازه‌گیری کارآیی به شمار می‌رود. امتیاز کارآیی یک واحد

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

تصمیم‌گیری[1] در حالت کلی، به صورت جمع وزنی خروجی‌ها تقسیم بر جمع وزنی ورودی‌ها تعریف می‌شود. این نسبت در مقایسه کارآیی واحدهایی که فقط از یک ورودی و یک خروجی استفاده می‌کنند، آسان است؛ ولی وجود این‌گونه واحدها در عمل بسیار نادر است و عمدتاً از تعداد زیادی ورودی و خروجی جهت تحلیل عملکرد واحدها استفاده می‌شود، از این‌رو استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها معقول به نظر می‌رسد. در ادامه به بررسی ورودی‌ها که نشان دهنده‌ی منابع و خروجی‌ها که نشان دهنده‌ی موفقیت و عملکرد می‌باشند، پرداخته می‌شود.

۵-۱ شناسایی شاخص‌های کارت امتیازی متوازن

پس از مرور مطالعات پیشین و نظرسنجی از خبرگان، شاخص‌های کارت امتیازی متوازن برای شرکت‌های کاشی و سرامیک به صورت شکل ۲ شناسایی و تأیید شدند.



شکل ۲. شاخص‌های کلیدی کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی شرکت‌های کاشی و سرامیک

۵-۲ تعریف واحدهای تصمیم‌گیری (*DMUs*)

یک واحد تصمیم‌گیرنده، عبارت است از یک واحد سازمانی یا یک سازمان مجزا که فردی به نام مدیر یا مسئول آن را اداره می‌کند به شرط آن‌که این سازمان یا واحد سازمانی دارای فرآیند سیستمی باشد یعنی تعدادی عوامل تولید به کار گرفته شوند تا تعدادی محصول به دست آید [۳۳]. *DMU*ها، واحدهایی هستند که داده‌ها را به ستانده‌ها تبدیل می‌کنند، نوع یکسانی از وظایف را انجام داده، دارای داده‌ها و ستانده‌های یکسان و همنوع و

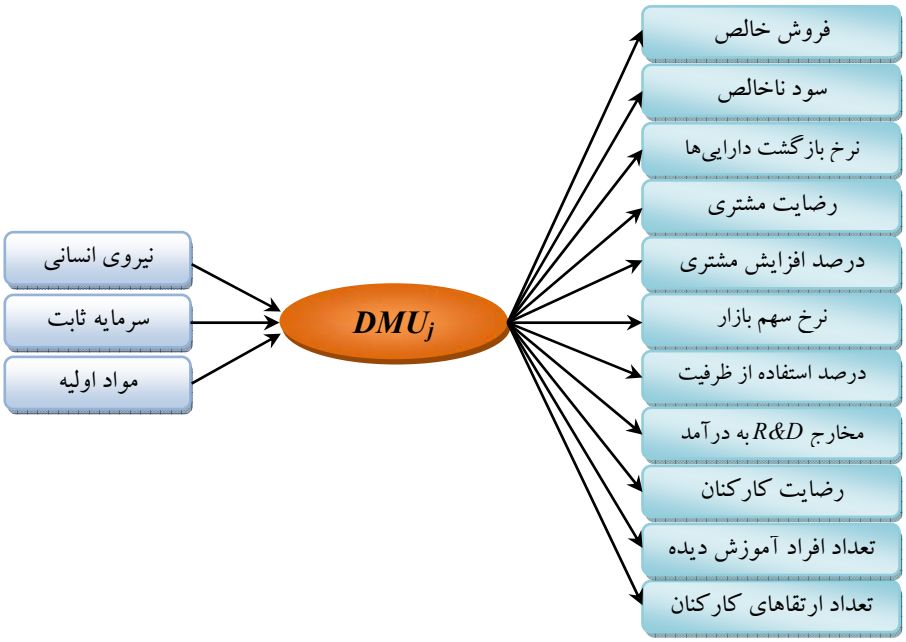
[1] Decision Making Unit (DMU)
[2] Return On Assets (ROA)

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

دارای اهداف و آرمان‌های یکسان می‌باشند [۳۴]. در این پژوهش *DMU*ها، کلیه‌ی شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد که در سال ۱۳۸۸ مشغول به فعالیت بودند، می‌باشد که ۳۸ شرکت را شامل می‌شود.

۵-۳ تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

پس از بحث و تبادل نظر با کارشناسان و صاحب‌نظران موضوع و هم‌چنین بررسی پژوهش‌های پیشین در زمینه مدل ترکیبی *DEA-BSC*، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل مشخص گردید، که ورودی‌ها شامل نیروی انسانی، سرمایه ثابت و مواد اولیه می‌باشد و خروجی‌ها تمامی معیارهای کارت امتیازی متوازن که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند، را شامل می‌شود. شکل ۳ نمایی از ورودی‌ها و خروجی‌های مدل را نمایش می‌دهد.



شکل ۳. نهاده‌ها و ستانده‌های مدل ترکیبی *DEA-BSC*

٥-٤ ماهیت مدل DEA مورد استفاده در پژوهش

انتخاب نوع ماهیت مدل، بستگی به میزان کنترلی دارد که مدیریت یک واحد تصمیم‌گیری می‌تواند بر روی نهاده‌ها و یا ستانده‌ها اعمال کند. در این پژوهش، از مدل DEA با ماهیت خروجی برای ارزیابی کارآیی شرکت‌های کاشی و سرامیک استفاده شده است؛ چرا که به نظر می‌رسد مدیریت، توان اعمال کنترل بیشتری بر روی ستانده‌ها نسبت به نهاده‌ها دارد و از طرفی، هدف از این پژوهش ارایه‌ی رهنمون‌هایی به مدیران جهت بهبود و ایجاد توازن در شاخص‌های مطرح شده در کارت امتیازی متوازن است که همگی جزء خروجی‌های مدل می‌باشند.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

۵-۵ طراحی مدل متوازن ترکیبی DEA-BSC

مدل به کار گرفته شده در این پژوهش، یک مدل توسعه‌یافته از مدل‌های پایه‌ای DEA می‌باشد. در این مدل، دو مجموعه محدودیت توازن ساز زیر به مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها اضافه می‌شوند، که تضمینی برای حفظ و ایجاد توازن و تعادل در ابعاد مطرح شده در کارت امتیازی متوازن می‌باشند. این محدودیت‌ها به گونه‌ای عمل می‌کنند که اولاً وزن داده شده به هر جنبه از کارت امتیازی متوازن بین یک حد پایین و بالایی که توسط خبرگان تعیین می‌شود، قرار گیرد (البته در سختگیرانه‌ترین حالت می‌توان وزن هر جنبه را برابر ۰/۲۵ قرار داد ولی از آن‌جا که بعضی جنبه‌ها در شرکت‌های مختلف مهمتر از بقیه هستند ما این آزادی عمل را برای مدل قائل شده‌ایم) و ثانیاً مجموع وزن هر چهار جنبه برابر با یک شود.

$$(۱) \quad L_k \le \left(\sum_{r \in o_k} u_r y_{ro} \Big/ \sum_r u_r y_{ro} \right) \le U_k \; ; \; \forall k \; ;$$

$$(۲) \quad \sum_{k=۱}^{K} \left(\sum_{r \in o_k} u_r y_{rj} \Big/ \sum_r u_r y_{rj} \right) = ۱ ; \quad \forall j$$

که در آن O_k، ابعاد اصلی کارت امتیازی متوازن می‌باشد (مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی، یادگیری و رشد) و هم‌چنین L_k و U_k به ترتیب حد پایین و حد بالای وزن، برای هر بُعد کارت امتیازی متوازن می‌باشد؛ مشروط به این‌که:

$$(۱) \quad \sum_{k=۱}^{K} L_k \le ۱ ; \qquad (۲) \quad \sum_{k=۱}^{K} U_k \ge ۱ ;$$

$$(۳) \quad L_k \le U_k \; , \forall k \; ; \qquad (۴) \quad U_k \ge ۰ , \forall k$$

با توجه به مطالب بیان شده، مدل‌های نهایی مورد استفاده در این پژوهش، در دو گروه بازده متغیر نسبت به مقیاس (BCC) و بازده ثابت نسبت به مقیاس (CCR) به صورت زیر می‌باشند.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

مدل ۳) مدل *CCR* متوازن ترکیبی با *BSC*

$$\text{Min} \quad Z_{\circ} = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i\circ}$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r\circ} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0; \quad (j = 1,2,\cdots,n),$$

$$L_k \le \left(\sum_{r\in o_k} u_r y_{r\circ} \Big/ \sum_{r} u_r y_{r\circ} \right) \le U_k ; \forall k,$$

$$\sum_{k=1}^{K} \left(\sum_{r\in o_k} u_r y_{rj} \Big/ \sum_{r} u_r y_{rj} \right) = 1 \quad ; \quad \forall j,$$

$$u_r , v_i \ge \varepsilon.$$

مدل ۲) مدل *BCC* متوازن ترکیبی با *BSC*

$$\text{Min} \quad Z_{\circ} = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i\circ}$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r\circ} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0; \quad (j = 1,2,\cdots,n),$$

$$L_k \le \left(\sum_{r\in o_k} u_r y_{r\circ} \Big/ \sum_{r} u_r y_{r\circ} \right) \le U_k ; \forall k,$$

$$\sum_{k=1}^{K} \left(\sum_{r\in o_k} u_r y_{rj} \Big/ \sum_{r} u_r y_{rj} \right) = 1 \quad ; \quad \forall j,$$

$$u_r , v_i \ge \varepsilon.$$

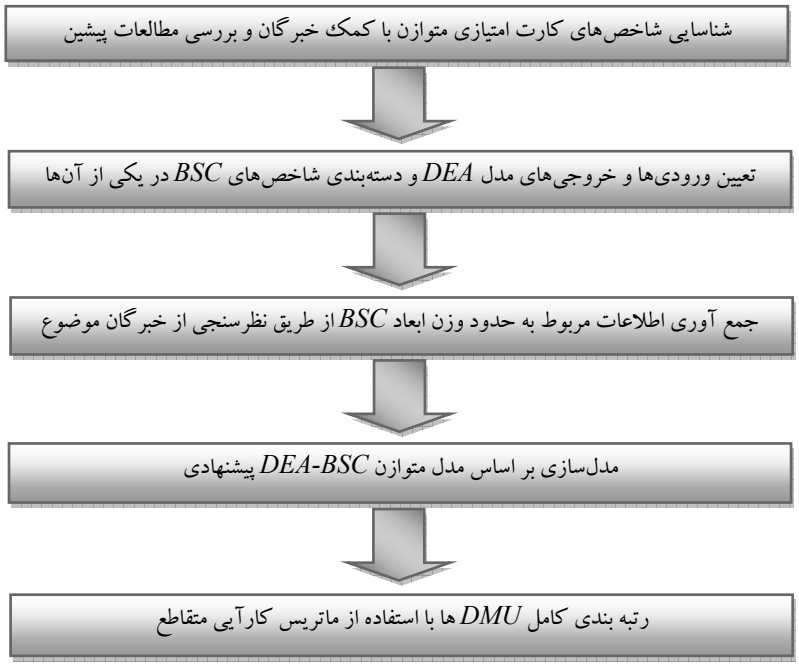
در نهایت پس از نظر سنجی از خبرگان، حدود بالا و پایین وزن هر یک از ابعاد کارت امتیازی متوازن برای شرکت‌های کاشی و سرامیک به شرح جدول ۲ به‌دست آمدند.

جدول ۲. حدود بالا و پایین ابعاد *BSC*

ابعاد کارت امتیازی متوازن	حد پایین (L_k)	حد بالا (U_k)
مالی	۰/۲۱۷۱	۰/۳۶۰۵
مشتری	۰/۱۷۲۴	۰/۳۳۶۸
فرآیندهای داخلی	۰/۱۶۵۸	۰/۳۱۸۴
رشد و یادگیری	۰/۱۶۸۴	۰/۳۰۷۹
مجموع	۰/۷۲۳۷	۱/۳۲۳۶

در ادامه، ابتدا با استفاده از نرم افزار *DEA Solver*، شرکت‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس دو مدل توسعه یافته *BCC* و *CCR* طراحی شده برای این پژوهش (مدل *DEA-BSC* متوازن) به علت منحصر بودن، برای هر یک از شرکت‌های کاشی و سرامیک در محیط نرم افزار *LINGO* و *WINQSB* حل شده و نتایج آن ارایه شده است. نمودار ۱ مراحل انجام پژوهش را نشان می‌دهد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]



نمودار ۱. مراحل انجام پژوهش

٦ نتایج و یافته‌ها

در ابتدا نتایج حاصل از مدل نامتوازن DEA-BSC آورده شده است. جدول ۳ نشان دهنده میزان کارآیی شرکت‌های ناکارا با استفاده از مدل BCC می‌باشد (از آوردن شرکت‌های کارا در جدول صرف‌نظر شده است). در این مدل که دارای بازده متغیر نسبت به مقیاس است، ۲۶ شرکت، دارای کارآیی ۱۰۰٪ هستند. در این میان، واحد ۱۸ با کارآیی ۹۰/۲۰٪ ناکاراترین واحد در این مدل بوده است.

جدول ۴ نشان دهنده میزان کارآیی شرکت‌های ناکارا بر اساس مدل *CCR* می‌باشد. در این مدل که دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس است، ۱۴ شرکت از ۳۸ شرکت، کارا بوده‌اند. در این میان، واحد ۲۴ با کارآیی ۴۴/۱۹٪ ناکاراترین واحد در این مدل بوده است.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

جدول ۳. کارآیی حاصل از اجرای مدل *BCC* ترکیبی با *BSC*

DMU	نمره کارآیی
۰۱	٪۹۹/۵۹
۰۵	٪۹۷/۸۴
۰٦	٪۹۶/۶۸
۰۷	٪۹۷/۷۸
۱۵	٪۹۹/۶۵
۱٦	٪۹۴/۳۷
۱۸	٪۹۰/۲۰
۲٤	٪۹۴/۹۶
۲۹	٪۹۹/۷۹
۳۱	٪۹۹/۷۲
۳۵	٪۹۹/۰۳
۳٦	٪۹۹/۴۶

جدول ٤. کارآیی حاصل از اجرای مدل *CCR* ترکیبی با *BSC*

DMU	نمره کارآیی
۰۱	٪۵۹/۶۸
۰٤	٪۹۲/۸۶
۰۵	٪۷۴/۰۶
۰٦	٪۷۹/۹۹
۰۷	٪۸۹/۳۷
۰۹	٪۸۶/۷۲
۱۱	٪۹۹/۷۸
۱۲	٪۸۳/۱۹
۱۵	٪۷۹/۸۹
۱٦	٪۵۹/۲۴
۱۷	٪۷۱/۶۰
۱۸	٪۴۸/۰۴
۲۰	٪۷۳/۳۶
۲۱	٪۹۹/۸۸
۲۳	٪۶۱/۱۳
۲٤	٪۴۴/۱۹
۲۵	٪۷۵/۰۳
۲٦	٪۸۸/۸۱
۲۷	٪۹۴/۴۰
۲۸	٪۸۸/۷۳
۲۹	٪۸۵/۰۱
۳۱	٪۹۱/۲۷
۳۵	٪۹۸/۴۰
۳٦	٪۶۵/۷۶

در این قسمت نتایج حاصل از به‌کارگیری مدل متوازن ترکیبی *DEA-BSC* که در بخش ۵ طراحی شد، می‌پردازیم. در ابتدا نتایج مدل *BCC* آورده شده است. همانگونه که نتایج، در جدول ۵ نشان می‌دهد، تنها ۱۰ شرکت (شرکت‌های ۲، ۸، ۱۰، ۱۴، ۱۹، ۲۲، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۸) دارای کارآیی ۱۰۰٪ شده‌اند و توانسته‌اند همزمان علاوه بر کارآیی ۱۰۰٪، تعادل و توازن بین شاخص‌های کارت امتیازی متوازن را حفظ کنند، این در حالی است که در مدل غیرمتوازن، ۲۶ شرکت کارا شده بودند و این بیانگر قدرت تفکیک بالای مدل متوازن می‌باشد. در این مدل، واحد ششم با کارآیی ۶۶/۵۱٪ ناکاراترین واحد بوده است در حالی‌که همین واحد در مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس *DEA-BSC* نامتوازن دارای کارآیی ۹۶/۶۸٪ بوده است.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

جدول ۵. نتایج مدل *BCC* متوازن ترکیبی با *BSC*

DMU	نمره کارآیی	*DMU*	نمره کارآیی	*DMU*	نمره کارآیی	*DMU*	نمره کارآیی
۰۱	٪۶۸/۲۰	۱۱	٪۸۰/۱۷	۲۱	٪۸۶/۹۲	۳۱	٪۸۳/۱۲
۰۲	٪۱۰۰	۱۲	٪۸۴/۵۵	۲۲	٪۱۰۰	۳۲	٪۱۰۰
۰۳	٪۸۱/۰۴	۱۳	٪۸۵/۹۳	۲۳	٪۸۰/۲۹	۳۳	٪۱۰۰
۰۴	٪۷۸/۶۷	۱۴	٪۱۰۰	۲۴	٪۶۹/۰۵	۳۴	٪۱۰۰
۰۵	٪۶۹/۴۷	۱۵	٪۶۹/۲۰	۲۵	٪۷۱/۰۳	۳۵	٪۹۲/۴۹
۰۶	٪۶۶/۵۱	۱۶	٪۷۰/۴۵	۲۶	٪۷۷/۲۹	۳۶	٪۸۷/۹۳
۰۷	٪۸۳/۸۵	۱۷	٪۸۱/۳۱	۲۷	٪۸۴/۱۵	۳۷	٪۹۸/۲۴
۰۸	٪۱۰۰	۱۸	٪۷۲/۳۰	۲۸	٪۷۶/۰۷	۳۸	٪۱۰۰
۰۹	٪۷۹/۹۳	۱۹	٪۱۰۰	۲۹	٪۷۹/۸۸		
۱۰	٪۱۰۰	۲۰	٪۸۷/۸۹	۳۰	٪۹۹/۷۶		

در این قسمت به ارایه نتایج حاصل از اجرای مدل با بازده ثابت نسبت به مقیاس متوازن ترکیبی با کارت امتیازی متوازن می‌پردازیم. همان‌طور که نتایج در جدول ۶ نشان می‌دهند، تنها ۵ شرکت (شرکت‌های ۲، ۱۴، ۲۲، ۳۳ و ۳۴) از ۳۸ شرکت توانسته‌اند بر طبق این مدل کارا باشند در حالی‌که در مدل غیرمتوازن، ۱۴ شرکت کارا شده بودند که نشان دهنده قدرت تفکیک بالای مدل پیشنهادی می‌باشد. در این مدل واحد بیست و سوم، با کارآیی ۱۵٪ ناکاراترین واحد بوده در حالی‌که همین واحد در مدل *DEA-BSC* غیرمتوازن دارای کارآیی ۶۱/۱۳٪ بوده است.

جدول ٦. نتایج مدل *CCR* متوازن ترکیبی با *BSC*

DMU	نمره کارآیی	*DMU*	نمره کارآیی	*DMU*	نمره کارآیی	*DMU*	نمره کارآیی
۰۱	٪۳۲/۹۲	۱۱	٪۵۱/۳۲	۲۱	٪۲۸/۱۱	۳۱	٪۴۷/۰۴
۰۲	٪۱۰۰	۱۲	٪۳۳/۹۸	۲۲	٪۱۰۰	۳۲	٪۹۸/۴۱
۰۳	٪۴۸/۵۹	۱۳	٪۴۴/۱۴	۲۳	٪۱۵/۰۰	۳۳	٪۱۰۰
۰۴	٪۴۲/۱۰	۱۴	٪۱۰۰	۲۴	٪۲۲/۴۹	۳۴	٪۱۰۰
۰۵	٪۴۱/۶۶	۱۵	٪۳۸/۲۶	۲۵	٪۴۱/۹۸	۳۵	٪۹۳/۵۷
۰۶	٪۳۶/۱۱	۱۶	٪۳۲/۲۲	۲۶	٪۴۵/۹۰	۳۶	٪۵۳/۰۰
۰۷	٪۴۲/۵۴	۱۷	٪۲۹/۹۴	۲۷	٪۴۸/۸۰	۳۷	٪۶۱/۳۹
۰۸	٪۷۲/۰۱	۱۸	٪۱۷/۶۵	۲۸	٪۴۶/۳۸	۳۸	٪۹۴/۷۴
۰۹	٪۴۳/۹۴	۱۹	٪۶۸/۶۴	۲۹	٪۴۶/۳۰		
۱۰	٪۵۳/۸۷	۲۰	٪۴۶/۳۴	۳۰	٪۴۳/۶۹		

۷ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر طبق جدول ۵، از ۲۶ شرکت کارا در مدل نامتوازن BCC ترکیبی با BSC تنها ۱۰ شرکت توانستند در مدل متوازن نیز کارآیی خود را حفظ کنند. هم‌چنین نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که از ۱۴ شرکت کارا در مدل نامتوازن CCR ترکیبی، تنها ۵ شرکت توانستند در مدل متوازن نیز کارآیی خود را حفظ کنند و ۸۷٪ شرکت‌ها

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

دچار نوعی عدم تعادل در شاخص‌های BSC بوده‌اند، که این نشان از قدرت تمایز بالای مدل متوازن DEA-BSC در ارزیابی شرکت‌ها می‌باشد.

از مهمترین مزایای مدل پیشنهادی، ایجاد تعادل در شاخص‌های BSC، خطی بودن، قدرت تفکیک بالا و انعطاف‌پذیری مدل طراحی شده در شاخص‌های به کارگرفته شده و اوزان شاخص‌ها با لحاظ کردن تمامی جنبه‌های کلیدی عملکرد و اعتبار بالای مدل، بنا به نظر خبرگان می‌باشد که تأییدی بر روایی مدل بکار گرفته شده است. ارزیابی سازمان در فضای مقایسه‌ای با سازمان‌های مشابه، تعیین مسیر اصلاح و بهبود شاخص‌ها با تکیه بر نتایج علمی ارزیابی عملکرد، دستیابی به اهداف استراتژیک، بهینه‌سازی مصرف منابع در ایجاد خروجی‌های مورد انتظار و دستیابی به توازن و تعادل، از جمله دیگر ویژگی‌های این پژوهش است. از نتایج دیگر این پژوهش، شناسایی شاخص‌های مناسب برای رتبه‌بندی شرکت‌های کاشی و سرامیک و توسعه مدل‌های پایه‌ای DEA می‌باشد. بر اساس یافته‌های حاصل از پژوهش، پیشنهادهای زیر جهت ارتقاء سطح کارآیی شرکت‌های کاشی و سرامیک ارایه می‌شود:

الف) بر اساس نتایج حاصل از حل مدل‌های DEA می‌توان با معرفی واحد الگو به هر یک از واحدهای ناکارا و مسئولان اجرایی، جهت افزایش کارآیی و عملکرد بهینه واحد ناکارا برنامه‌ریزی نمود، بدین منظور برای هر شرکت ناکارا، مقادیر مطلوب دقیقاً مشخص می‌شود (با ایجاد واحد مجازی) و در صورتی این واحدها می‌توانند به کارآیی کامل دست یابند که میزان نهاده‌ها و ستانده‌های خود را به همان مقدار تعیین شده، تغییر دهند.

ب) پیشنهاد می‌گردد در هنگام برنامه‌ریزی، از ارتباط اهداف و استراتژی‌ها با شاخص‌های کلیدی عملکرد و وجود توازن در شاخص‌های کلیدی عملکرد و تمامی جنبه‌های کارکردی سازمان و نه صرفاً مالی، اطمینان حاصل شود، چرا که همان‌طور که مشاهده شد بسیاری از شرکت‌ها در مدل *DEA-BSC* نامتوازن کارا بودند ولی در مدل متوازن نتوانستند کارآیی خود را همچنان حفظ کنند. این در حالی است که تعادل منجر به یک عملکرد خوب گردیده و علاوه بر افزایش کارآیی و اثربخشی در شرکت، باعث کسب مزیت رقابتی برای شرکت در بلندمدت می‌شود.

منابع

[۲۵] مهرگان، م. ر.، (۱۳۸۳). مدل‌های کمّی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ اول.

[۲۷] علیرضایی، م. ر.، میرحسینی، س. ع.، خلیلی، م.، کشوری، ا.، (۱۳۸۴). نظام جامع بهره‌وری سازمان‌ها به کمک *DEA* با محوریت *BSC*؛ جهاد دانشگاهی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، دومین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد.

[۳۲] مؤمنی، م.، خدایی، س.، بشیری، م.، (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد سازمان تأمین اجتماعی با استفاده از مدل ترکیبی *BSC* و *FDEA*، مجله مدیریت صنعتی، دوره ۱ (۳)، ص ۱۳۷-۱۵۲.

[۳۳] آذر، ع.، غلامرضایی، د.، (۱۳۸۵). رتبه‌بندی استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (با به کارگیری شاخص‌های توسعه انسانی)، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۸ (۲۷)، ص ۱۵۳-۱۷۳.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

[1] Eilat H., Golany B., Shtub A., (2006). Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. European Journal of Operational Research, 172 (3), 1018–1039.
[2] Alexandros, P., Georgeio A., Gregory P., Klaseric S., (2005). An Integrated Methodology for Putting the Balanced Scorecard into Action, European Management Journal, 23(2), 214-227.
[3] Eilat, H., Golany, B., Shtub, A., (2008). R&D project evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach. Omega, 36, 895-912.
[4] Johnes, J., (2006). Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993. European Journal of Operational Research, 174, 443-456.
[5] Camanho, A. S., Dyson, R. G., (2005). Cost efficiency measurement with price uncertainty: a DEA application to bank branch assessments. European Journal of Operational Research, 161, 432-446.
[6] Edirisinghe, N. C. P., Zhang, X., (2007). Generalized DEA model of fundamental analysis and its application to portfolio optimization. Journal of Banking & Finance, 31, 3311-3335.
[7] Chen, X., Skully, M., Brown, K., (2005). Banking efficiency in China: Application of DEA to pre- and post-deregulation eras: 1993-2000. China Economic Review, 16, 229-245.
[8] Sowlati, T., Paradi, J. C., Suld, C., (2005). Information systems project prioritization using data envelopment analysis. Mathematical and Computer Modeling, 41, 1279-1298.
[9] Samoilenko, S., Osei-Bryson, K. M., (2008). Increasing the discriminatory power of DEA in the presence of the sample heterogeneity with cluster analysis and decision trees. Expert Systems with Applications, 34(2), 1568–1581.
[10] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429–444.
[11] Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), 1078–1092.
[12] Lomotte, G., Carter, G., (2000). Are the Balanced Scorecard and the EFQM Excellence Model Mutually Exclusive or do they work together to Bring added Value to a company?, Working Paper 2, 49-58.
[13] Andersen, H. V., Lawrie, G., Shulver, M., (2000). The balanced Scorecard VS. The EFQM Business Excellence Model. 2GC Limited.
[14] Wongrassamee, S., Gardiner, P. D., Simmons, J. E. L., (2003). Performance measurement tools, the Balanced Scorecard and EFQM Excellence model. Measuring Business Excellence, 7(1), 14-29.
[15] Sime, K. L., Koh, H. C., (2001). Balanced Scorecard: A rising trend in strategic performance measurement, Measuring Business Excellence, 5(2), 18-26.
[16] Wu, H. Y., Tzeng, G. H., Chen, Y. H., (2009). A fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on Balanced Scorecard. Expert Systems with Applications, 36, 10135- 10147.
[17] Atkinson, H., (2006). Strategy implementation: a role for the balanced scorecard?. Management Decision, 44(10), 1441-1460.
[18] Kaplan, R. S., Norton, D. P., (1992). The Balanced Scorecard- Measures that drive performance. Harvard Business Publishing.
[19] Reisinger, H., Cravens K. S., Tell, N., (2003). Prioritizing performance Measure within the Balanced Scorecard framework. Management International Review, 43, 429-437.
[20] Kaplan, R. S., Norton, D. P., (2005). The Balanced Scorecard: Measures that drive performance. Harvard business Review, July – August.
[21] Hepworth, P., (1998). Weighing it up- a literature review for the Balanced Scorecard. Journal of Management development, 17(8), 559-563.
[22] Rickards, R. C., (2003). Setting benchmarks and evaluating balanced scorecards with data envelopment analysis. Benchmarking: An International Journal, 10(3), 226-245.
[23] Witzel, M., (2002). A Short History of Efficiency. Business Strategy Review, 13, 38-47.
[24] Pierce, J., (1997). Efficiency Progress in the New South Wales Government. The International Conference on Public Sector Efficiency, University of New South Wales, 27 and 28 November.
[26] Siriopoulos, C., Tziogkidis P., (2010). How do Greek banking institutions react after significant events? A DEA Approach. Omega, 38, 294-308.
[28] Najafi, E., Aryanegad, M. B., Hosseinzadeh, Lotfi, F., (2009). Efficiency and Effectiveness Rating of Organization with Combined DEA and BSC. Applied Mathematical Sciences, 3(26), 1249-1264.
[29] Asosheh, A., Nalchigar, S., Jamporazmey, M., (2010). Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach. Expert Systems with Applications, 37(8), 5931-5938.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]

[30] Chen, T. Y., Chen L. H., (2007). DEA performance evaluation based on BSC indicators incorporated: The case of semiconductor industry. International Journal of Productivity and Performance Management, 56(4), 335-357.
[31] Soner, S., Önüt, S., Tuzkaya, U., (2005). Evaluation and Selection of R&D Projects Using an Integrated BSC-DEA Methodology. 35th International Conference on Computers and Industrial Engineering.
[34] Colbert, A., Levary, R. R., Shaner, M. C., (2000). Determining the Relative Efficiency of MBA Programs Using DEA, European Journal of Operational Research 125, 656-669.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-30]