فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال سیزدهم، شماره ۳۶، بهار۹۴

صفحات ۲۶- ۵

ارائه‌ی مدلی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی شرکت‌های فناور پارک علم و فناوری با رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و شش سیگما

سید حیدر میرفخرالدینی،* فاطمه عزیزی**

(تاریخ دریافت:۹۳/۲/۳۰ - تاریخ پذیرش:۹۳/۷/۵)

چکیده

ارزیابی عملکرد به سازمان‌ها در دستیابی به اهداف تعیین‌شده یاری می‌رساند. هدف این پژوهش ارزیابی و رتبه‌بندی شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم‌وفناوری یزد با استفاده از ترکیب روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و شش‌سیگما است. با توجه به مزایای استفاده از روش تحلیل‌پوششی‌داده‌ها در ارزیابی عملکرد و افزایش اثربخشی آن در ترکیب با شش‌سیگما از ترکیب آن‌ها در این پژوهش استفاده شده است. ترکیب این روش‌ها باعث افزایش اثربخشی و سودمندی شش‌سیگما و تحلیل‌پوششی‌داده‌ها می‌شود. در این پژوهش ضمن بررسی ادبیات پژوهش با نظرخواهی از خبرگان و روش دلفی‌فازی معیارهای مؤثر در ارزیابی عملکرد شرکت‌های واقع در پارک علم‌وفناوری استخراج شده است و با مرور ادبیات پژوهش و نظر خبرگان، ورودی و خروجی‌های مورد نیاز در تحلیل‌پوششی‌داده‌ها شناسایی شدند. سپس رویه‌های اجرایی تحلیل‌پوششی‌داده‌ها با هر کدام از مراحل چرخه‌ی DMAIC ترکیب شده و از ابزارهای مناسب شش‌سیگما در مراحل این چرخه استفاده شده است. همچنین در مرحله‌ی تجزیه وتحلیل شش‌سیگما با استفاده از روش تحلیل‌پوششی‌داده‌ها رتبه‌بندی شرکت‌ها تعیین شده است. نتایج حاصل از این پژوهش، به مدیران شرکت‌های پارک علم‌وفناوری در شناسایی شرکت‌های کارا و ناکارا و ورودی و خروجی‌های مؤثر کمک خواهد کرد. همچنین با استفاده از مدل تلفیقی تحلیل‌پوششی‌داده‌ها و شش‌سیگما در این تحقیق می‌توان نسبت به ارزیابی عملکرد دیگر سازمان‌ها نیز اقدام نمود.

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، شش‌سیگما، پارک علم و فناوری یزد

---

* دکترای مدیریت صنعتی، دانشیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه یزد

** دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)

Azizi.Fateme1750@gmail.com

مقدمه

مسئله‌ی ارزیابی عملکرد سازمان منجر به انگیزش پرسنل، پشتیبانی از فرآیند تصمیم‌گیری، بهبود در یادگیری سازمانی، بهبود مستمر و افزایش ارتباطات و هماهنگی می‌شود. به همین دلیل این مسئله در دهه‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Chiesa et al., 2009). ارزیابی عملکرد بخش حیاتی در مدیریت فرآیند محسوب می‌شود. این روش اطلاعات ضروری جهت تصمیم‌گیری را فراهم کرده و باعث کسب مزیت رقابتی برای انجام عملیات مستمر در سازمان می‌شود (Hsieh & Lin, 2010).

عملکرد بالا هدفی است که سازمان‌ها دنبال می‌کنند. یک روش منطقی و علمی ارزیابی عملکرد نه تنها به طور مؤثر می‌تواند عملکرد گذشته سازمان را ارزیابی کند، بلکه منجر به اتخاذ تصمیماتی به منظور بهبود و دستیابی به موقعیت مطلوب عملکرد در آینده نیز می‌شود (Xin et al., 2012).

تحلیل پوششی داده‌ها روشی به منظور ارزیابی عملکرد سازمان‌ها در بخش‌های خصوصی و عمومی می‌باشد (Sueyoshi & Goto, 2011). علت استفاده از DEA به عنوان روشی به منظور ارزیابی عملکرد، ماهیت پیچیده روابط بین ورودی و خروجی‌های چندگانه در فعالیت‌ها است (Thanassoulis et al., 2012).

ارزیابی عملکرد پارک‌های علم و فناوری امری پیچیده است. با توجه به افزایش روزافزون تعداد پارک‌های علم و فناوری در کشورهای صنعتی و در حال توسعه، مسئله‌ی بررسی اثربخشی فعالیت‌ها در پارک‌ها مورد توجه محققان قرار گرفته است (Nosratabadi et al., 2011). در پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد شرکت‌های پارک علم و فناوری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، ورودی و خروجی‌های مورد استفاده با بررسی ادبیات پژوهش و در دسترس بودن اطلاعات مربوط به آن‌ها انتخاب شدند (Lu et al., 2010; Sun & Lin, 2009).

با توجه به جایگاه ارزیابی در سازمان‌ها و اهمیت پارک علم و فناوری در توسعه‌ی فناوری و رشد اقتصادی کشورها، در این پژوهش به ارزیابی و رتبه‌بندی ۳۳ شرکت فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد با استفاده از ترکیب دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و شش‌سیگما

پرداخته شده است. به دلیل قدرت رویکرد سیستمی چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما، رویه‌های اجرایی DEA با هر یک از مراحل این چرخه ترکیب شد. به منظور تسهیل در فرایند DEA جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد، ابزارهای مناسب شش‌سیگما در مراحل چرخه‌ی DMAIC به کار برده شده است. در مرحله‌ی تجزیه و تحلیل چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما، شرکت‌ها با استفاده از مدل BCC خروجی‌محور در روش تحلیل پوششی داده‌ها رتبه‌بندی شدند. در ادامه به تشریح مفاهیم ارزیابی عملکرد و پارک علم و فناوری پرداخته شده است.

ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد سازمان‌ها فرآیندی است که از طریق آن می‌توان سازمان‌ها را بر مبنای اهداف و مأموریتشان ارزیابی و میزان موفقیت آن‌ها در دستیابی به اهداف یا انحراف از آن‌ها را اندازه‌گیری کرد (Kiakojoori et al., 2011). ارزیابی عملکرد به عنوان شرح نظام‌مند از نقاط قوت و ضعف افراد یا گروه‌ها تعریف می‌شود (Rafiei & Abbasabadi, 2012). ارزیابی عملکرد یک فرایند بازنگری نظام‌مند است که به سازمان‌ها در دستیابی به اهداف تعیین‌شده یاری می‌رساند (Zhang & Tan, 2012). در واقع ارزیابی عملکرد باعث بهبود در رویه‌های پاسخگویی و یکپارچگی اهداف افراد و سازمان‌ها می‌شود (Wu et al., 2011).

پارک علم و فناوری

پارک‌های علم و فناوری مکان‌های کم‌نظیری برای تجاری‌سازی برون‌دادهای فعالیت‌های تحقیق و توسعه و انتقال فناوری هستند و می‌توانند بقای شرکت‌های جدید مبتنی بر فناوری را در محیطی رقابتی تضمین کنند (Nosratabadi et al., 2011). پارک‌های علمی نقش مهمی در رشد جریان دانش بین شرکت‌های داخل پارک و افزایش رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کنند (Ferreira et al., 2013). معیارهای متفاوتی به منظور ارزیابی عملکرد شرکت‌های مستقر در پارک علم و فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد که در جدول ۱ به تعدادی از آن‌ها اشاره شده است.

جدول۱. معیارهای مؤثر در زمینه ارزیابی عملکرد شرکت‌های مستقر در پارک علم و فناوری

معیارها	منابع
کل دارایی‌ها	Lu, et al., 2010, Aerts, et al., 2007, Dabrowska, 2011
مخارج R&D	Lu, et al., 2010, Sun & Lin, 2009, Chan & Lau, 2005, Dabrowska, 2011, yang, et al., 2009, Siegel, et al., 2003, Dettwiler, et al., 2006, Filatotchev, et al., 2011, Chen, et al., 2004
تعداد کل کارکنان	Lu, et al., 2010, Sun & Lin, 2009, yang, et al., 2009, Filatotchev, et al., 2011, Bengtsson, 2008, Macdonald & Deng, 2004
تعداد اختراعات	Sun & Lin, 2009, Lu, et al., 2010, Nosratabadi, et al., 2011, yang, et al., 2009, Seigel, et al., 2003, Dettwiler, et al., 2006, Chen, et al., 2004, Bigliardi, et al., 2006
فروش سالانه	Sun & Lin, 2009, Bengtsson, 2008
درآمد فروش	Lu, et al., 2010, Nosratabadi, et al., 2011, Dabrowska, 2011, Bigliardi, et al., 2006
سرمایه در گردش	Lu, et al., 2010, Saublens, et al., 2007
میزان بازگشت سرمایه‌گذاری	Lu, et al., 2010, Dabrowska, 2011, Filatotchev, et al., 2011, Bengtsson, 2008,
حجم صادرات	Nosratabadi, et al., 2011, Koschatzky & Lo, 2007
سرمایه‌گذاری اولیه	Lin & Tzeng, 2009, Ratinho & Henriques, 2010
هزینه‌های جاری	Ratinho & Henriques, 2010
تعداد قراردادها	Lu, et al., 2010, Aerts, et al., 2007, Dabrowska, 2011

منبع:یافته‌های پژوهش

پیشینه‌ی پژوهش

در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد پارک علم و فناوری، مطالعات اندکی صورت گرفته است. در ادامه به تعدادی از مطالعات انجام شده در این زمینه اشاره می‌شود.

در تحقیقی چارچوب تحلیلی جهت ارزیابی تکامل و پایداری پارک و ارزیابی استراتژی پارک علمی سنگاپور ارائه شده است. این چارچوب ۳ جنبه از توسعه پارک‌های علمی شامل

مکانیسم رشد، سطح قابلیت‌های تکنولوژیکی و ماهیت ادغام آن با بازارهای ملی و جهانی را در بر می‌گیرد (Holod & Lewis, 2011). در پژوهش دیگری به تجزیه و تحلیل کارایی و بهره‌وری رشد ۶ صنعت واقع در پارک علمی تایوان طی سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۰ پرداخته شده و از روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور تجزیه و تحلیل استفاده شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که صنعتگران صنعتی نه تنها مهارت‌های مدیریتی بلکه باید عملکرد نوآوری خود را نیز افزایش و بهبود بخشند (Sun & lin, 2009). در ادامه شماری از پژوهش‌هایی که به موضوع ارزیابی عملکرد پرداخته‌اند، مطرح شده است.

در پژوهشی به ارائه مجموعه‌ای از شاخص‌های ارزیابی عملکرد مناسب بر اساس تکنیک کارت امتیازی متوازن برای ترکیب مراکز آموزشی در دانشگاه‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته شده است. در این پژوهش از دو تکنیک DEMATEL و ANP به منظور محاسبه وزن‌های نسبی و شناسایی روابط علت و معلولی بین چهار منظر کارت امتیازی متوازن استفاده شده است (Ratinho & Herniques, 2010). در دیگر با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی عملکرد ۱۲ شعبه دانشگاه آزاد اسلامی در استان مازندران با در نظر گرفتن دو ورودی و خروجی پرداخته شده و از طریق واحدهای مرجع تعیین شده، عملکرد واحدهای ناکارا بهبود داده شده است (Kiakojoori et al., 2011). در تحقیق دیگر ۳۴ مورد از فروشگاه‌های زنجیره‌ای واقع در ایران مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مدلی به منظور ارزیابی عملکرد این ۳۴ واحد ارائه شده است. سپس کارایی این واحدها با استفاده از مدل ورودی محور CCR محاسبه شده است (Rafiei & Abbasabadi, 2012).

در ارتباط با تلفیق دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و شش‌سیگما مطالعات اندکی صورت گرفته که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود.

در تحقیقی با تعیین ورودی و خروجی‌های پروژه‌های شش‌سیگما، از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب بهترین پروژه شش‌سیگما استفاده شده است (Kumar et al., 2007). در پژوهش دیگری با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به رتبه‌بندی خطاهای تولید پوشاک در صنعت نساجی پرداخته شده است. در این پژوهش خطاهای شناسایی شده توسط

کارشناسان شش سیگما اولویت‌بندی شده و پروژه شش سیگما برای رفع این خطاها تعریف شده است (Saeidi et al., 2013).

اکثر پژوهش‌های انجام شده در زمینه ارزیابی عملکرد از مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها و تکنیک‌های دیگر موجود در این زمینه مانند کارت امتیازی متوازن استفاده کرده‌اند (Kiakojoori et al., 2011; Rafiei & Abbasabadi, 2012; Wu et al.,) در مقایسه با سایر تکنیک‌های موجود در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد سازمان‌ها روش تحلیل پوششی داده‌ها مناسب‌ترین تکنیک جهت ارزیابی عملکرد آن‌ها می‌باشد (Patari et al., 2012). در این پژوهش ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها با ابزارهای شش سیگما باعث افزایش اثربخشی و سودمندی شش سیگما و DEA می‌شود. با اضافه کردن ابزارهای کیفیتی به تحلیل پوششی داده‌ها تجزیه و تحلیل و ارزیابی عملکرد به شیوه‌ی مؤثرتری انجام می‌شود.

روش‌شناسی تحقیق

نوع تحقیق حاضر از حیث هدف کاربردی می‌باشد. همچنین، روش تحقیق در این پژوهش پیمایشی و تحلیلی است. در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات از روش پیمایشی استفاده شده است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه بوده و جامعه پاسخ‌دهندگان، کارشناسان ۳۳ شرکت فناور واقع در پارک علم و فناوری یزد هستند. در این تحقیق ابتدا با بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد شرکت‌های مستقر در پارک علم و فناوری و استفاده از تکنیک دلفی فازی شاخص‌های مؤثر جهت سنجش عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد تعیین شده و با مرور ادبیات پژوهش و نظر خبرگان ورودی و خروجی‌های مورد نیاز در تحلیل پوششی داده‌ها شناسایی شدند. در نهایت تعداد ۱۱ شاخص به عنوان ورودی و خروجی در نظر گرفته شد. با توجه به مستندات موجود در هر یک از شرکت‌های پارک علم و فناوری یزد اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد. لازم به ذکر است که بخش اعظم داده‌های جمع‌آوری شده شامل اطلاعات کمی شرکت‌ها است. در جدول ۲ چارچوب اصلی پژوهش و مراحل اجرای رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و شش سیگما نشان داده شده است.

جدول ۲. چارچوب اصلی پژوهش

مراحل چرخه‌ی DMAIC	رویه اجرای DEA	ابزارهای مورد استفاده به منظور تسهیل در DEA
تعریف (Define)	شناسایی واحدهای تصمیم‌گیری و ورودی‌ها و خروجی‌ها	تکنیک دلفی فازی
اندازه‌گیری (Measure)	ایجاد برنامه جمع‌آوری داده‌ها، جمع‌آوری داده‌های ورودی و خروجی	برنامه جمع‌آوری داده‌ها
تجزیه و تحلیل (Analyze)	کاربرد مدل مناسب DEA جهت به دست آوردن امتیازهای کارایی برای واحدهای تصمیم‌گیری، تجزیه و تحلیل واحدهای تصمیم‌گیری کارا و ناکارا	خلاصه آماری
بهبود (Improve)	ایجاد مجموعه مرجع برای واحدهای ناکارا، تعیین مقادیر واقعی و هدف برای ورودی و خروجی‌های واحدهای ناکارا، تحلیل حساسیت ورودی و خروجی‌ها	برنامه‌ریزی جهت بهبود عملکرد شرکت‌های ناکارا
کنترل (Control)	ارائه شیوه‌هایی برای اطمینان از کارکرد مناسب در آینده، ارائه روش‌های بررسی عملکرد شرکت ها	نمودار جعبه‌ای

در ادامه روش‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل داده‌ها به تفصیل بیان شده است.

تکنیک دلفی فازی

روش دلفی فازی در دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی ابداع شد (Cheng & Lin, 2002). کاربرد این روش به منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترها به صراحت مشخص نیستند، منجر به نتایج بسیار ارزنده‌ای می‌شود. ویژگی این روش، ارائه‌ی چارچوبی انعطاف‌پذیر است که بسیاری از موانع مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار می‌دهد. بسیاری از مشکلات در تصمیم‌گیری‌ها مربوط به اطلاعات ناقص و نادقیق است. همچنین تصمیم‌های اتخاذ شده خبرگان بر اساس صلاحیت فردی آنان بوده و به شدت ذهنی است. اغلب، عدم قطعیت در نظرات خبرگان وجود دارد. از آنجا که این نوع عدم قطعیت با

مجموعه‌های فازی سازگاری دارد، بهتر است داده‌ها با اعداد فازی نمایش داده شوند و از مجموعه‌های فازی برای تحلیل نظرات خبرگان استفاده شود (Hsu et al., 2010).

تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها متدولوژی بر مبنای برنامه‌ریزی خطی است که چارنز و همکاران در سال ۱۹۷۸ ارائه نمودند. این روش برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) که وظایف یکسانی انجام می‌دهند، به کار می‌رود (Charls & Zegarra, 2014). به عبارتی DEA تکنیکی مؤثر برای اندازه‌گیری کارایی نسبی مجموعه‌ای از DMU ها که ورودی‌های یکسان را استفاده کرده و خروجی‌های یکسانی تولید می‌کنند، می‌باشد. ارزیابی عملکرد DMU ها برای یافتن نقاط ضعف و ارائه راهکار به منظور بهبود آن‌ها یک وظیفه مهم محسوب می‌شود (Zhao et al., 2011).

اکثر مدل‌های مورد استفاده در DEA مدل‌های CCR و BCC با به ترتیب بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس هستند. با توجه به اهداف مدل، مدل‌های DEA به دو نوع تقسیم می‌شود: مدل‌های ورودی محور و خروجی محور. مدل ورودی محور ورودی‌ها را با توجه به خروجی‌ها حداقل می‌کند، در حالی که مدل خروجی محور، خروجی‌ها را به حداکثر می‌رساند (Seol et al., 2011).

مدل CCR با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس به صورت مدل ۱ تعریف می‌شود.

$$
\begin{aligned}
&\max \ \sum_{r=1}^{s} u_r \, y_{rj} \\
&s.t. \ \ \sum_{i=1}^{m} v_i \, x_{i.} = 1 \\
&\quad \sum_{r=1}^{s} u_r \, y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \, x_{ij} \le 0 \quad j = 1,2,\ldots,n \\
&\quad v_i \ge 0 \qquad\qquad i = 1,2,\ldots,m \qquad\qquad (1) \\
&\quad u_r \ge 0 \qquad\qquad r = 1,2,\ldots,s
\end{aligned}
$$

مدل دیگر، مدل BCC با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس است که به صورت مدل ۲ می‌باشد (Asosheh et al., 2010):

$$\begin{aligned}
&\max \ \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + W \\
&s.t. \ \ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i.} = 1 \\
&\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + W \le 0 \quad j = 1,2,...,n \\
&v_i \ge \varepsilon \qquad\qquad i = 1,2,...,m \qquad\qquad (2) \\
&u_r \ge \varepsilon \qquad\qquad r = 1,2,...,s
\end{aligned}$$

تفاوت این مدل با مدل CCR در وجود متغیر آزاد در علامت W است. در مدل BCC علامت متغیر W بازده به مقیاس را برای هر واحد مشخص می‌کند.

شش‌سیگما

در سال ۱۹۸۲ مهندسان ارشد موتورولا بیان کردند که آزمایش‌ها و بازرسی‌ها قادر به شناسایی تمام عیب‌های محصول نیست. بنابراین مشتریان، عیب‌های محصول را یافته و همین امر باعث شکست محصولات می‌شود. از آنجایی که نرخ شکست بیشتر از آن چیزی بود که با انجام آزمایش روی محصول به دست می‌آمد، اسمیت تصمیم گرفت بهترین روش را برای حل مسائل و خطاها به منظور بهبود فرآیندها با کاهش یا حذف احتمال خطاها در مراحل اولیه‌ی تولید محصول به کار گیرد. بدین منظور او استاندارد شش‌سیگما را تنظیم کرد و این واژه را برای این روش انتخاب کرد (Brue, 2005). شش‌سیگما یک رویکرد به خوبی ساختاریافته و منظم است که به منظور بهبود عملکرد سازمان و دستیابی به سطوح بالای کیفیت و سطوح پایین تغییرپذیری به کار می‌رود (Salah et al., 2010).

تفاوت اصلی بین شش‌سیگما و دیگر برنامه‌های بهبود عملکرد به توانایی آن در فراهم کردن یک چارچوب سازمانی جهت تسهیل در حل مسائل، مربوط می‌شود (Parast, 2011).

نیروی محرکه‌ی شش‌سیگما فرآیند تعریف، اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل، بهبود و کنترل (DIMAIC) می‌باشد که به منظور ساختار پروژه‌های فردی و به عنوان یک روش علمی در برنامه‌های شش‌سیگما مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ganguly, 2012). این چرخه به برنامه‌های شش‌سیگما کمک می‌کند تا علت مسائل را شناسایی، راه‌حل‌ها را جستجو کرده و به بهبود فرآیندها بپردازند (Parast, 2011). چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما به ترتیب از

حرف اول واژه‌های Define (تعریف)، Measure (اندازه‌گیری)، Analyze (تجزیه و تحلیل) و Control (کنترل) تشکیل شده است.

تلفیق شش‌سیگما و تحلیل پوششی داده‌ها

اکثر ابزارهای موجود در روش شش‌سیگما ابزارهای مدیریت کیفیت و روش‌های آماری هستند. ابزارهای مدیریت کیفیت مانند نقشه‌ی فرایند، دیاگرام علت و معلولی، نمودارهای پاره‌تو و تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن می‌باشند. نمونه‌هایی از روش‌های آماری نیز شامل کنترل فرآیند آماری، طراحی برای آزمایشات، تجزیه و تحلیل واریانس و تجزیه و تحلیل رگرسیون می‌باشد. ابزارهای مدیریت کیفیت و آماری در یافتن و کاهش علت خطاها در فرآیندهای کسب و کار از طریق تمرکز بر ورودی‌ها، خروجی‌ها یا روابط بین آن‌ها مؤثر می‌باشد. با این وجود این روش‌ها در مقایسه با دیگر مسائل بهبود فرآیند مانند زمان‌بندی نیروی کار و مدیریت پژوهش و عملیات، ناکارآمد هستند. در بین تعداد زیادی از تکنیک‌های پژوهش در عملیات روش تحلیل پوششی داده‌ها برای شناسایی واحدهای کارا و ناکارا مناسب می‌باشد و می‌تواند ارزیابی عملکرد را تسهیل بخشد. ادغام تحلیل پوششی داده‌ها با چارچوب شش‌سیگما باعث افزایش سودمندی شش‌سیگما و اثربخشی تحلیل پوششی داده‌ها جهت ارزیابی و بهبود کارایی می‌شود (Freg & Antony, 2009).

مرحله‌ی تعریف شش‌سیگما معمولاً به تشریح اهداف پروژه، ارائه‌ی خدمت به مشتری، منابع و ویژگی‌های مشخصه‌های حیاتی برای کیفیت می‌پردازد. دیاگرام SIPOC، فلوچارت و دیاگرام علت و معلولی تکنیک‌های مؤثر جهت شناسایی واحدهای تصمیم‌گیری و ورودی و خروجی‌ها هستند. در مرحله‌ی اندازه‌گیری شش‌سیگما نیاز است که داده‌ها به دقت و به شکل قابل اعتمادی جمع‌آوری شود. بنابراین فرآیند جمع‌آوری داده شامل توسعه‌ی یک برنامه‌ی جمع‌آوری، جمع‌آوری داده‌ها و تأیید صحت و درستی اطلاعات و قابلیت اطمینان آن‌ها است که در مرحله‌ی اندازه‌گیری اجرا می‌شود. داده‌های جمع‌آوری شده در مرحله‌ی تجزیه‌وتحلیل، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. فرمول‌ها و راه‌حل‌های تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها خروجی‌های اولیه‌ی این مرحله هستند. پس از آن مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری کارا و

ناکارا شناسایی می‌شوند. مدل DEA مناسب با توجه به ماهیت کاربرد باید مورد استفاده قرار گیرد. دیگر ابزارها مانند تجزیه و تحلیل گرافیکی، خلاصه‌ی آماری و تجزیه و تحلیل رگرسیون می‌تواند تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها را در استفاده از داده‌ها کامل کند. مرحله‌ی بهبود بهترین راه‌حل را با استفاده از رویکردهای بهینه‌سازی تعیین می‌کند. به طور خاص نتایج حاصل از حل مدل DEA، مجموعه‌های مرجع را برای واحدهای ناکارا و مجموعه‌ی اهداف عملکرد را برای تمام واحدها مشخص می‌کند. مرحله‌ی کنترل، به منظور حفظ اهداف و دستاوردها باید اجرا شود که شامل نظارت بر عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری، توسعه‌ی رویه‌های صحیح و آموزش افرادی که فرآیند را اداره می‌کنند، می‌باشد (Freg & Antony, 2009).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش تعداد ۳۳ شرکت به عنوان واحد تصمیم‌گیرنده (DMUs) در مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و شش‌سیگما در نظر گرفته شده است. به منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار DEA-Solver استفاده شده است. اطلاعات مورد نیاز با توجه به مستندات موجود در سازمان در قالب ۱۱ معیار جمع‌آوری شد. در ادامه رویه‌های اجرای DEA در هر یک از مراحل چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما مطرح شده است.

۳-۱- مرحله‌ی تعریف چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما

با بررسی تحقیقات صورت گرفته در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد پارک علم و فناوری، معیارهای مؤثر جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌های واقع در پارک علم و فناوری استخراج شده و به منظور تعیین مهم‌ترین عواملی که در ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد مؤثرند و خبرگان در مورد آن‌ها اجماع دارند و همچنین مشخص‌نمودن ورودی و خروجی‌های تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در مرحله‌ی تعریف چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما از روش دلفی فازی استفاده شده است. در ادامه به تشریح روش دلفی فازی در این تحقیق پرداخته شده است.

در این پژوهش تعدادی از خبرگان که نسبت به شرکت‌های فناور پارک علم و فناوری یزد آشنایی کامل داشتند، انتخاب شدند. در این پژوهش روش دلفی با هدف کسب نظر خبرگان راجع به میزان موافقت آن‌ها با معیارهای مؤثر در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد استفاده شده است. لذا خبرگان از طریق متغیرهای کیفی مانند «کم»، «متوسط» و «زیاد» میزان موافقت خود را بیان کرده‌اند. از آنجا که خبرگان دارای خصوصیات متفاوت هستند، از ذهنیت‌های متفاوتی نیز برخوردارند و اگر به گزینه‌ها براساس ذهنیت‌های متفاوت پاسخ داده شود، تجزیه و تحلیل متغیرها فاقد ارزش می‌باشد. ولی با تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سؤال‌ها پاسخ خواهند داد. لذا متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای تعریف می‌شود. به عبارتی کم (۰،۰،۲،۴)، متوسط (۳،۴،۶،۷) و زیاد (۶،۸،۱۰،۱۰) می‌باشد (Chang, 1998).

در اولین مرحله استفاده از روش دلفی فازی، باید خبرگان انتخاب و در خصوص موضوع، روش و مدت تحقیق توجیه شوند. ویژگی خبرگان منتخب، لزوم داشتن نگرشی جامع از معیارهای مؤثر در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد شرکت‌های واقع در پارک علم و فناوری است. با توجه به این ویژگی‌ها، نهایتاً با استفاده از روش قضاوتی ۴ نفر از خبرگان به عنوان نمونه انتخاب شدند و آمادگی اولیه برای اجرای طرح برای آنان به وجود آمد.

پس از تعیین خبرگان چهار دور روش دلفی تکرار شد. در دور اول فهرستی از معیارهای مؤثر در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد شرکت‌های واقع در پارک علم و فناوری در اختیار خبرگان قرار گرفت. علاوه بر این از آن‌ها خواسته شد تا عواملی که به نظر آن‌ها و یا براساس تجربه آن‌ها در ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد مؤثر است و در فهرست نیستند، بیان کنند. در دور اول دو معیار حجم پولی قراردادها و تعداد مجوز به مجموع نه معیار مطرح شده، اضافه شد. در دور دوم معیارهایی که در دور اول پیشنهاد شده بود به همراه نسخه‌ای از پاسخ‌های آن‌ها در دور اول برای هر خبره ارسال شد.

در گام بعدی میانگین مربوط به نظرات خبرگان در مورد میزان اهمیت هر معیار طبق روابط زیر (Cheng & Lin, 2002) محاسبه می‌شود.

$$A^{(i)} = \left(a_1^i, a_2^i, a_3^i, a_4^i\right) \ , \ i = 1,2,3,...,n \qquad (1)$$

$$A_m = \left(a_{m1}^i, a_{m2}^i, a_{m3}^i, a_{m4}^i\right) = \left(\frac{1}{n}\sum a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_2^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_3^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_4^{(i)}\right) \qquad (۲)$$

در روابط فوق $A^{(i)}$ بیانگر دیدگاه خبره iام و A_m میانگین دیدگاه‌های خبرگان می‌باشد.

در این مرحله از خبرگان خواسته شده است که میزان اهمیت معیارهای تأثیرگذار در عملکرد شرکت‌های فناور پارک علم و فناوری را به صورت گزینه‌های کم، متوسط و زیاد انتخاب کنند. اختلاف نظر هر یک از خبرگان طبق رابطه (۳) محاسبه می‌شود (Chang, 1998). در حقیقت براساس این رابطه هر یک از خبرگان می‌توانند نظر خود را با میانگین نظرات بسنجند و در صورت تمایل نظرات قبلی خود را تعدیل نمایند.

$$e = \left(a_{m1} - a_1^{(i)}, a_{m2} - a_2^{(i)}, a_{m3} - a_3^{(i)}, a_{m4} - a_4^{(i)}\right)$$
$$= \left(\frac{1}{n}\sum a_1^{(i)} - a_1^i, \frac{1}{n}\sum a_2^{(i)} - a_2^i, \frac{1}{n}\sum a_3^{(i)} - a_3^i, \frac{1}{n}\sum a_4^{(i)} - a_4^i\right) \qquad (۳)$$

با استفاده از رابطه (۳) اختلاف نظرات خبرگان محاسبه و در پرسشنامه‌ای تنظیم شد. سپس هر یک از خبرگان با توجه به ارزیابی مجدد نظر قبلی خود، نظرات جدید را اعلام کردند. در این مرحله با محاسبه اختلاف میانگین‌ها، با استفاده از روابط فاصله‌ی میان اعداد فازی (رابطه ۴) میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه می‌شود. در صورتی که اختلاف محاسبه شده از ۰/۲ کمتر باشد، فرایند دلفی فازی متوقف می‌شود (Chang, 1998).

$$S\left(A_{m2}, A_{m1}\right) = \left|\frac{1}{4}\left[\left(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23} + a_{m24}\right) - \left(a_{m11} + a_{m12} + a_{m13} + a_{m14}\right)\right]\right| \qquad (۴)$$

اعضای گروه خبره از بین معیارهای مؤثر در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد شرکت‌های واقع در پارک علم و فناوری، به جز سرمایه در گردش، میزان بازگشت سرمایه‌گذاری و فروش سالانه، با سایر موارد موافق بوده و به دلیل این که امتیاز به دست آمده برای این معیارها در دامنه‌ی کم قرار گرفته، از مجموع معیارها حذف شد. در نهایت ۱۱ معیار با استفاده از روش دلفی فازی به عنوان معیارهای مؤثر در ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد شناسایی شدند. با استفاده از این معیارها و بررسی ادبیات پژوهش و نظرات خبرگان، ورودی‌ها که نشان‌دهنده منبع به کار گرفته شده و خروجی‌ها که نمایانگر موفقیت و سطح عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری می‌باشند، مشخص شد که از این تعداد ۵ معیار به عنوان ورودی و ۶ معیار به عنوان خروجی می‌باشد. جدول ۵ ورودی‌ها و خروجی‌های انتخابی را نشان می‌دهد.

جدول۵. ورودی و خروجی‌های مورد استفاده در این پژوهش جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری

	شاخص
ورودی	کل دارایی، مخارج R&D، تعداد کل کارکنان، هزینه‌های جاری، میزان سرمایه اولیه
خروجی	تعداد اختراع، حجم صادرات، حجم پولی قراردادها، تعداد مجوزها، تعداد قراردادها، میزان درآمد فروش

منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۲- مرحله‌ی اندازه‌گیری چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما

با در نظر گرفتن ورودی و خروجی‌های تعیین شده در مرحله‌ی تعریف شش‌سیگما و مستندات موجود در هر یک از شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد. لازم به ذکر است که بخش اعظم داده‌های جمع‌آوری شده شامل اطلاعات کمی شرکت‌ها است. جدول ۶ اطلاعات مربوط به هر یک از ورودی و خروجی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۶. مقادیر مربوط به ورودی و خروجی‌های شرکت‌های فناور واقع در پارک علم و فناوری یزد

DMU	۱	۲	۳	...	۳۲	۳۳
کل دارایی‌ها (میلیون ریال)	۵۰	۷۰۰	۱۰	...	۵۰۰	۱۰۰
مخارج R&D (میلیون ریال)	۹/۹	۹۰	۰	...	۱۸۰	۱۵۰
تعداد کل کارکنان	۶	۵	۴	...	۳	۴
هزینه‌های جاری (میلیون ریال)	۱۰	۱۳	۲۵	...	۲۵	۳۰
میزان سرمایه اولیه (میلیون ریال)	۱۰	۵۰۰	۱/۵	...	۳۰	۱۰
تعداد اختراع	۹	۲	۰	...	۰	۰
حجم صادرات (میلیون ریال)	۱۰	۰	۰	...	۰	۰
حجم پولی قراردادها (میلیون ریال)	۹	۴	۷۵۰	...	۱۵۰	۶۰۰۰

تعداد مجوزها	۱۰	۳	۰	...	۲	۲
تعداد قراردادها	۱۰	۱۸۰	۵	...	۱۰	۱۵
میزان درآمد فروش (میلیون ریال)	۹	۴۶۰	۷۵۰	...	۲۵۰	۶۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۳- مرحله‌ی تجزیه و تحلیل شش‌سیگما

بعد از جمع‌آوری اطلاعات، امتیازهای کارایی مربوط به شرکت‌ها با استفاده از مدل BCC خروجی محور در تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شد. به علت عدم اطمینان از بازده ثابت نسبت به مقیاس از مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است (امامی میبدی، ۱۳۷۹). همچنین با توجه به ورودی و خروجی‌های انتخاب شده به منظور ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور پارک علم و فناوری یزد، برای هر یک از شرکت‌ها افزایش در میزان خروجی‌ها در مقایسه با کاهش ورودی‌ها دارای اهمیت می‌باشد. این امر دلیل خروجی محور بودن مدل می‌باشد. این مدل با استفاده از نرم‌افزار DEA-Solver برای ۳۳ شرکت اجرا شده است. با در نظر گرفتن کارایی‌های محاسبه شده برای واحدها، آن‌ها رتبه‌بندی شدند.

جدول۷. نتایج حاصل از اجرای مدل BCC

DMU	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
میزان کارایی	۱	۰/۶۱۲	۱	۱	۱	۰/۶۶۱	۰/۸۴۶	۱	۰/۴۷۷	۱	۱
رتبه‌بندی	۱	۲۳	۱	۱	۱	۲۱	۲۰	۱	۲۷	۱	۱
DMU	**۱۲**	**۱۳**	**۱٤**	**۱٥**	**۱٦**	**۱۷**	**۱۸**	**۱۹**	**۲۰**	**۲۱**	**۲۲**
میزان کارایی	۱	۰/۳۷۲	۱	۰/۴۰۵	۰/۳۷۵	۰/۵۴۵	۰/۸۸۴	۰/۳۹	۱	۱	۰/۴۷۴
رتبه‌بندی	۱	۳۲	۱	۲۹	۳۱	۲۴	۱۹	۳۰	۱	۱	۲۸
DMU	**۲۳**	**۲٤**	**۲٥**	**۲٦**	**۲۷**	**۲۸**	**۲۹**	**۳۰**	**۳۱**	**۳۲**	**۳۳**
میزان کارایی	۰/۹۵۴	۰/۳۲۴	۰/۵۲۸	۱	۱	۰/۹۸۰	۱	۱	۰/۶۵۹	۰/۵	۱
رتبه‌بندی	۱۸	۳۳	۲۵	۱	۱	۱۷	۱	۱	۲۲	۲۶	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از اجرای مدل شامل امتیاز کارایی برای هر واحد تصمیم‌گیری است در نتیجه شرکت‌هایی که از امتیاز ۱ برخوردارند کارا می‌باشند بدین معنی که نسبت به بقیه واحدها، به طور نسبی استفاده بهتری از منابع خود کرده و نتایج بهتری کسب کرده‌اند. دیگر شرکت‌ها که امتیاز کمتر از یک کسب کردند، ناکارا محسوب می‌شوند. نتایج حاصل از حل مدل BCC خروجی محور بیانگر آن است که از بین ۳۳ شرکت فناور واقع در پارک علم و فناوری یزد تعداد ۱۶ شرکت کارا و ۱۷ شرکت ناکارا محسوب می‌شوند.

در جدول ۸ از ابزار خلاصه آماری به منظور بیان میانگین، انحراف معیار و حداکثر و حداقل امتیازات کارایی DEA و هر یک از ورودی و خروجی‌ها استفاده شده است.

جدول۸ خلاصه آماری

		میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
ورودی‌ها	کل دارایی‌ها	۱۵۷۲/۸۳	۳۲۷۸/٤۸	۱۰	۱۵۰۰۰
	مخارج R&D	۱۳۵/۹۹	۲۸۳/٦۱	۰	۱۵۰۰
	تعداد کل کارکنان	۱۰/۸۷	۱۱/۰۳	۲	٤۰
	میزان سرمایه اولیه	٤۸/۳۱	۹٤/۹۹	۱	۵۰۰
	هزینه‌های جاری	۱۱۳/۸۷	۲٤۱/۸۰	٦	۱۳۰۰
خروجی‌ها	تعداد اختراع	۰/۸٤	۱/٦۰	۰	٦
	حجم صادرات	۳۰۷/۵۷	۱۷٤۰/۰۵	۰	۱۰۰۰۰
	میزان درآمد فروش	٤۸۱۵/٤۲	۱۰۹٤۹/٤۳	۰	٦۰۰۰۰
	حجم پولی قراردادها	۲٤۸٦/۳۰	۳۷۹۳/۸۷	۰	۱۵۰۰۰
	تعداد مجوزها	۲/۷۸	۲/۰۷	۰	۱۰
	تعداد قراردادها	۸٦/۷۵	۲۲٤/۱۷	۰	۱۰۰۰
امتیاز کارایی DEA		۰/۷۸	۰/۲۵	۰/۳۲	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول فوق میانگین و انحراف معیار مربوط به امتیازات DEA به ترتیب برابر با ۰/۷۸ و ۰/۲۵ می‌باشد.

۳-٤- مرحله‌ی بهبود چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما

تحلیل پوششی داده‌ها علاوه بر تعیین امتیازات کارایی اطلاعات دیگری نیز فراهم می‌آورد که در مرحله‌ی بهبود شش‌سیگما می‌توان از آن استفاده کرد. این اطلاعات شامل مجموعه‌ی مرجعی از شرکت‌های کارا برای هر یک از شرکت‌های ناکارا می‌باشد و تحلیل حساسیت ورودی و خروجی‌ها جهت تعیین ورودی و خروجی‌های مؤثر در عملکرد شرکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین مقادیر هدف برای ورودی و خروجی‌ها نیز باعث دستیابی شرکت‌های ناکارا به سطح کارایی می‌شود. بنابراین می‌توان اقداماتی را به منظور بهبود عملکرد آن‌ها ارائه داد. با ایجاد واحد مجازی و مقایسه ورودی و خروجی‌های واحد مجازی با واحد ناکارا، ورودی‌ها و خروجی‌های مطلوب به منظور رسیدن واحدهای ناکارا به مرز کارایی تعیین می‌شود.

تحلیل حساسیت ورودی و خروجی‌ها

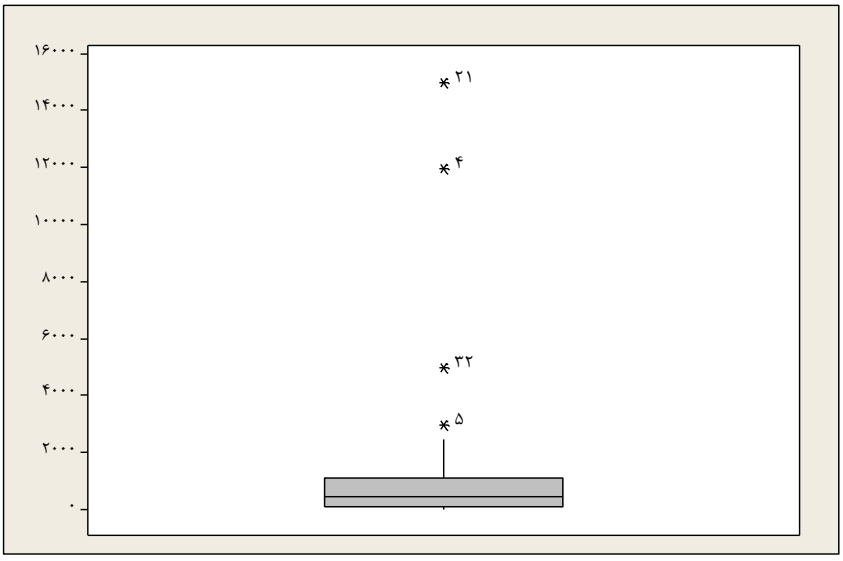
در این بخش با استفاده از تحلیل حساسیت مدل تحلیل پوششی داده‌ها، وضعیت ورودی و خروجی‌ها از نظر رقابتی بودن یا مشکلات جاری بررسی می‌شود. بدین منظور مدل BCC خروجی محور مجدداً اجرا و در هر بار یکی از ورودی یا خروجی‌ها از آن حذف می‌شود.

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت در ارتباط با مهم‌ترین و کم اهمیت‌ترین ورودی و خروجی‌ها حاکی از آن است که با حذف ورودی‌های کل دارایی‌ها، مخارج R&D و میزان سرمایه اولیه و خروجی‌های تعداد مجوز و قراردادها میزان کارایی نسبت به بقیه ورودی و خروجی‌ها بیشترین میزان کاهش را دارد و این نشان‌دهنده اهمیت این معیارها در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها می‌باشد؛ اما با حذف ورودی تعداد کل کارکنان، هزینه جاری و خروجی حجم صادرات میزان کارایی شرکت‌ها نسبت به دیگر ورودی و خروجی‌ها افزایش یافته است و این امر بیانگر اهمیت بسیار پایین معیارهای فوق در ارزیابی عملکرد می‌باشد.

۳-۵- مرحله‌ی کنترل چرخه‌ی DMAIC شش‌سیگما

بر مبنای استانداردهای تعیین شده از طریق مدل تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی هر یک از شرکت‌ها می‌تواند مورد بازنگری قرار گیرد. مطابق با موارد مطرح شده در بخش تحلیل

حساسیت تحلیل پوششی داده‌ها با توجه به میزان تأثیر معیارها در میزان کارایی شرکت‌ها، معیارهای کل دارایی‌ها، مخارج R&D، میزان سرمایه اولیه و تعداد مجوز و قراردادها پراهمیت‌ترین معیارها می‌باشند. در این مرحله با استفاده از نمودارهای جعبه‌ای وضعیت شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد در هر یک از این معیارها بررسی شد. نمودار جعبه‌ای موقعیت مجموعه داده‌ها را به شکلی بسیار گویا و مفید ارائه می‌دهد و نموداری است که برای توصیف موقعیت و تشخیص داده‌های پرت به کار می‌رود. در این پژوهش نتایج حاصل از این نمودارها نشان داد که در معیارهای کل دارایی‌ها و مخارج R&D تعداد بیشتری از شرکت‌ها در نقاط دور افتاده قرار دارند. در حالی که با توجه به نتایج مرحله‌ی بهبود بعد از تعیین مقادیر مناسب برای ورودی وخروجی‌های واحدهای ناکارا در نمودارهای ترسیم شده تعداد کمتری از شرکت‌ها نسبت به حالت قبل در نقاط دور افتاده قرار گرفتند. در ارتباط با معیار کل دارایی‌ها نیز در مقایسه با سایر معیارها با توجه به این‌که میانه نزدیک وسط می‌باشد فرض تقارن توزیع داده‌ها قوی‌تر است. برای نمونه شکل ۱ نمودار جعبه‌ای مربوط به معیار کل دارایی‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمودار جعبه‌ای معیار کل دارایی‌ها

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با توجه به مزایای استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد و افزایش اثربخشی آن در ترکیب با شش‌سیگما از ترکیب این دو روش جهت ارزیابی و رتبه‌بندی شرکت‌های فناور واقع در پارک علم و فناوری یزد استفاده شده است. ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها با ابزارهای شش‌سیگما باعث افزایش اثربخشی و سودمندی شش‌سیگما و DEA می‌شود.

هدف این پژوهش ارزیابی عملکرد ۳۳ شرکت فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد با استفاده از ترکیب دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و شش‌سیگما است. نتایج حاصل از حل مدل BCC خروجی محور تحلیل پوششی داده‌ها نشان داد که از بین ۳۳ شرکت فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد تعداد ۱۶ شرکت کارا و ۱۷ شرکت ناکارا می‌باشند. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت تحلیل پوششی داده‌ها نشان داد که معیارهای مخارج R&D، میزان سرمایه اولیه و تعداد قراردادها و مجوزها نسبت به دیگر معیارها تأثیر بیشتری بر کارایی دارند و در صورت حذف این معیارها کارایی شرکت‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد برای دستیابی به کارایی باید توجه بیشتری به این معیارها داشته باشند. نتایج حاصل از دلفی فازی نیز نشان داد که علاوه بر معیارهای استخراج شده از ادبیات پژوهش، از نظر خبرگان معیارهای حجم پولی قراردادها و تعداد مجوزها نیز در ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد مؤثر است. بنابراین به معیارهای ذکر شده در ارزیابی شرکت‌ها باید توجه داشت.

در نهایت پیشنهادهای زیر برای تحقیقات آتی ارائه می‌شود:

۱. از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و شش سیگما برای ارزیابی پروژه‌های شش‌سیگما که در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد می‌باشد استفاده شود.

۲. از تکنیک‌های دیگر پژوهش در عملیات نیز مانند شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی پویا، سیستم‌های صف و مدل‌سازی در ترکیب با شش‌سیگما به منظور بهبود عملکرد می‌توان در تحقیق‌های آینده استفاده کرد.

۳. مدل‌های دیگر تحلیل پوششی داده‌ها مانند تحلیل پوششی داده‌های فازی و پنجره‌ای جهت ارزیابی عملکرد پارک علم و فناوری می‌تواند به کار برده شود.

منابع

امامی میبدی، علی. (۱۳۷۹). **اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری**، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۸-۱۳۹.

Aerts, K., Matthyssens, P., & Vandenbempt, K. (2007). Critical role and screening practices of European business incubators. *Technovation, 27*, 254–267.

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*, 5931–5938.

Bengtsson, L. (2008). *Growth Companies in the Scandinavian Science Parks, Department of Business Administration*. Lund University, Sweden.

Bigliardi, B., Dormio, A.I., Nosella, A., & Petroni, G. (2006). Assessing science parks' performances: directions from selected Italian case studies. *Technovation, 26*, 489–505.

Brue, G. (2005). *Six sigma for managers 24 lessons to understand and apply six sigma principles in any organization*. New York.

Charls, V., & Zegarra, L.F. (2014). Measuring regional competitiveness through Data Envelopment Analysis: A Peruvian case. *Expert Systems with Applications, 41*, 5371‑5381.

Chang, P-T. (1998). The fuzzy Delphi method via fuzzy statistics and membership function fitting and application to the human resources. *Fuzzy Sets and Systems, 112*.

Cheng, C-H., & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation European. *Journal of Operational Research, 142*, 147-186.

Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V., & Manzini, R. (2009). Performance measurement of research and development activities. *European Journal of Innovation Management, 12*, 25-61.

Dabrowska, J. (2011). Measuring the success of science parks: performance monitoring and evaluation, Manchester Science Parks. *XXVIII IASP World Conference on Science and Technology parks*, 1-18.

Ferreira, J.J.M. Raposo, M., Rutten, R., & Varga, A. (2013). *Cooperation, Clusters, and Knowledge Transfer, Advances in Spatial Science*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Filatotchev, I., Liu, X., Lu, J., & Wright, M. (2011). Knowledge spillovers through human mobility across national borders: Evidence from Zhongguancun Science Park in China. *Research Policy, 40*, 453–462.

Freg, Q., & Antony, J. (2009). Integrating DEA into Six Sigma methodology for measuring health service efficiency. *Journal of the Operational Research Society,*

61, 1-10.

Ganguly, K. (2012). Improvement process for rolling mill through the DMAIC six sigma approach. *International Journal for Quality research, 6(3)*, 221-231.

Holod, D., & Lewis, H.F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking & Finance, 35*, 2801–2810.

Hsieh, L-F., & Lin, L-H. (2010). A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan—An application of the relational network DEA, *International Journal of Hospitality Management, 29*, 14-24.

Hsu, Y-L., Lee, C-H., & Kreng, V.B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert Systems with Applications, 37*, 419–425.

Kiakojoori, D., Aghajani, H., Roudgarnezhad, F., Alipour, H., & KiaKojoori, K. (2011). Performance Appraisal of Islamic Azad University Branches of Mazandaran Province Using Data Envelopment Analysis. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12)*, 840-848.

Koschatzky, K. & Lo, V. (2007). *Methodological framework for cluster analyses. Working Papers Firms and Region*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.

Kueng, P. (2000). Process Performance Measurement System. *Total Quality Managemen,. 11*, 67-86.

Kumar, U.D., Saranga, H., & Nowicki, D. (2007). Six sigma project selection using data envelopment analysis. *The TQM Magazine, 19*, 419-441.

Lin, C-L., & Tzeng, G-H. (2009). A value-created system of science (technology) park by using DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, *36*, 9683–9697.

Lu, Y-H., Shen, C-C., Ting, C-T., & Wang, C-H. (2010). Research and development in productivity measurement: An empirical investigation of the technologicalnology industry. *African Journal of Business Management*, *4(13)*, 2871-2884.

Nosratabadi, H., Pourdarab, S., & Abbasian, M. (2011). Evaluation of Science and Technology Parks by using Fuzzy Expert System. *The Journal of Mathematics and Computer Science, 2(4)*, 594-606.

Parast, M. (2011). The effect of Six Sigma projects on innovation and firm performance. *International Journal of Project Management, 29*, 45–55.

Patari, E., Leivo, T., & Samuli, H. (2012). Enhancement of equity portfolio performance using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research, 220*, 786–797.

Rafiei, F.M., & Abbasabadi, F. (2012). Designing a Model for Performance Evaluation of Chain Stores Using DEA: A case study. *interdisciplinary journal of contemporary research in business, 3(11)*, 561-581.

Ratinho, T., & Henriques, E. (2010). The role of science parks and business incubators in converging countries: Evidence from Portugal. *Technovation, 30,* 278–290.

Ratnanigtyas, D.D., & Surendro, K. (2013). Information Quality Improvement Model on Hospital Information System using Six Sigma. *Procedia Technology, 9,* 1166-1172.

Saeidi, R., Amin, G., Raissi, S., & Gattoufi, S. (2013). An efficient DEA method for ranking woven fabric defects in textile manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 68* 349-354.

Salah, S., Rahim, A., & Carretro, J. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma, 1(3),* 249-274.

Saublens, C., Bonas, G., Husso, K., Komarek, P., Koschatzky, K., Oughton, C., Pereira, T.S., & Thomas, B. (2007). *regional research intensive clusters and science parks*. European commission.

Seol, H., Lee, S., & Kim, C. (2011). Identifying new business areas using patent information: A DEA and text mining approach. *Expert Systems with Applications, 38,* 2933–2941.

Sueyoshi, T., & Goto, M. (2011). A combined use of DEA (Data Envelopment Analysis) with Strong Complementary Slackness Condition and DEA–DA (Discriminant Analysis). *Applied Mathematics Letters, 24,* 1051–1056.

Sun, C-C., & Lin, G. (2009). Using DEA Windows analysis to estimate Taiwan Hsinchu Science Park operational performance. 管理科學研究, *6(1),* 51-69.

Thanassoulis, E., Kortelainen, M., & Allen, R. (2012). Improving envelopment in Data Envelopment Analysis under variable returns to scale. *European Journal of Operational Research, 218,* 175–185.

Wu, H-Y., Lin, Y-K., & Chang, C-H. (2011). Performance evaluation of extension education centers in universities based on the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning, 34,* 37–50.

Xin, W., Jianfeng, J., & Xinan, Z. (2012). Research on Evaluation Method of Organization's Performance Based on Comparative Adantage Characeristics. *Business Management Dynamics, 1(10),* 67-72.

Yang, C-H., Motohashi, K., & Chen, J-R. (2009). Are new technology-based firms located on science parks really more innovative? Evidence from Taiwan. *Research Policy, 38,* 77–85.

Zhang, J., & Tan, W. (2012). Research on the Performance Evaluation of Logistics Enterprise Based on the Analytic Hierarchy Process. *Energy Procedia, 14,* 1618 –1623.

Zhao, Y., Triantis, K., Murray-Tuite, P., & Edara, P. (2011). Performance measurement of a transportation network with a downtown space reservation system: A network-DEA approach. *Transportation Research, 47,* 1140-1159.