بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده صنایع و مدیریت

مدیریت صنعتی، گرایش تولید در عملیات

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی

مدیریت پروژه بر مبنای مدل کسب‌وکار مرکز سود غیرمتمرکز با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

نگارنده: سپیده کیان‌مهر

استاد راهنما:

دکتر مجتبی غیاثی

شهریور ۱۳۹۷

تقدیم به

محضر ارزشمند پدر و مادر عزیزم به خاطر همه تلاش‌های محبت آمیزی که در دوران مختلف زندگی‌ام انجام داده‌اند و با مهربانی چگونه زیستن را به من آموختند و نفس خیرشان و دعای روح پرورشان بدرقه راهم بود.

به همسر مهربانم که در تمام طول تحصیل همراه و همگام من بوده است.

به خواهر و برادر نازنینم همراهان همیشگی و پشتوانه‌های زندگی‌ام.

به استادان فرزانه و فرهیخته‌ای که در راه کسب علم و معرفت مرا یاری نمودند.

الهی به من کمک کن تا بتوانم ادای دین کنم و به خواسته آنان جامه عمل بپوشانم.

پروردگارا حسن عاقبت، سلامت و سعادت را برای ما مقدر نما.

خدایا توفیق خدمتی سرشار از شور و نشاط و همراه با علم و دانش و پژوهش جهت رشد و شکوفایی ایران کهنسال عنایت بفرما.

تشکر و قدردانی

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه‌چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

از استاد عالم و شایسته؛ جناب آقای دکتر مجتبی غیاثی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

تعهدنامه

این‌جانب **سپیده کیان‌مهر** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته **مدیریت صنعتی** دانشکده **مهندسی صنایع و مدیریت** دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان‌نامه با عنوان " **مدیریت پروژه بر مبنای مدل کسب‌وکار مرکز سود غیرمتمرکز با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد)**"، تحت راهنمایی **دکتر مجتبی غیاثی** متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های دیگر پژوهش‌گران، به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب این پایان‌نامه، تا کنون توسط خود، یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ‌جا ارائه نشده است.
- حقوق معنوی این اثر، به دانشگاه صنعتی شاهرود تعلق دارد، و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه صنعتی شاهرود" یا " Shahrood University of Technology" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به‌دست آوردن نتایج اصلی پایان‌نامه تاثیرگذار بوده‌اند، در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده(یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته(یا استفاده شده است)، اصل رازداری و اصول انسانی رعایت شده است.

سپیده کیان‌مهر

شهریور ۱۳۹۷

مالکیت نتایج و حق نشر

- **تمام حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به‌نحو مقتضی، در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این پاان‌نامه بدون ذکر منبع مجاز نمی‌باشد.**

چکیده

امروزه در شرایط متغیر و بسیار رقابتی تکنولوژی بازار جهانی، سازمان‌ها به‌طور گسترده به استفاده از مدل‌های کسب‌وکار مراکز سود روی می‌آورند. تقسیم یک کسب‌وکار به بخش‌های مستقل با نام مراکز سود، به این معنی است که قدرت تصمیم‌گیری از مدیریت مرکزی به سطوح دیگر مدیریت منتقل می‌شود. بدین‌منظور، فعالیت‌های هر مرکز سود جهت تخصیص بهینه منابع، کاهش هزینه و زمان انجام پروژه و در نهایت، کسب حداکثر سود هر مرکز سود مدنظر قرار می‌گیرد که منجر به حداکثر شدن سود کل پروژه می‌گردد. استفاده بهینه از منابع و امکانات موجود که افزایش کارایی را در پی خواهد داشت، به‌عنوان یک مسئله اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه مطرح می‌شود. در این مطالعه، از یک رویکرد غیرمتمرکز (در بین مراکز سود) تحت مدیریت مرکزی هر مرکز سود برای تخصیص مجدد ورودی‌ها جهت استفاده بهتر از آن‌ها استفاده می‌گردد. در این راستا، از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه، ارزیابی عملکرد، اندازه‌گیری کارایی نسبی فعالیت‌ها و تخصیص مجدد ورودی‌ها جهت استفاده بهتر از آن‌ها در هر مرکز سود استفاده می‌شود. اعمال مدل‌ها و مفاهیم این تحقیق در پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد، باعث کاهش زمان انجام فعالیت‌ها و میزان استفاده از منابع موردنیاز و در نتیجه، کاهش هزینه می‌گردد و این کاهش هزینه نیز، بهبود کارایی مراکز سود و افزایش سوددهی پروژه را به‌دنبال دارد.

کلمات کلیدی: مدل کسب‌وکار مرکز سود غیرمتمرکز، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، تخصیص مجدد، شرکت حرارت‌گستر بهشهر.

فهرست مقالات مستخرج از پایان‌نامه

- "مدیریت پروژه بر مبنای مدل کسب‌وکار مرکز سود غیرمتمرکز با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها: مطالعه موردی ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد"، چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع- دانشگاه علم و صنعت ایران.
- "بهینه‌سازی کارایی مراکز سود پروژه با استفاده از مدل‌های تخصیص بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها: مطالعه موردی ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد"، دهمین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده‌ها-دانشگاه خوارزمی.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و کلیات طرح ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ بیان مسئله ۵

۱-۳ اهداف تحقیق ۷

۱-۴ نوآوری تحقیق ۸

۱-۵ سوالات تحقیق ۹

۱-۶ قلمرو موضوعی، زمانی و مکانی ۹

۱-۷ کاربردهای تحقیق ۹

۱-۸ تعریف مفاهیم و اصطلاحات تخصصی ۱۰

فصل دوم: ادبیات و پیشینه تحقیق ۱۳

۲-۱ مقدمه ۱۴

۲-۲ بررسی ادبیات تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها ۱۴

۲-۲-۱ مدل تخصیص مجدد ۱۶

۲-۳ بررسی ادبیات ارزیابی عملکرد ۱۸

۲-۳-۱ کارایی ۲۳

۲-۴ بررسی ادبیات مدیریت و تصمیم‌گیری غیرمتمرکز ۲۵

۲-۴-۱ مدل کسب‌وکار مرکز سود ۲۸

۲-۵ بررسی ادبیات مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه ۲۹

۲-۵-۱ ارتباط بین فعالیت‌ها ۳۳

۲-۵-۲ مدیریت زمان پروژه ۳۶

۲-۵-۳ مدیریت منابع ۳۷

فصل سوم: روش‌شناسی تحقیق ۴۱

۳-۱ مقدمه ۴۲

۳-۲ ابزارها و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات ۴۴

۳-۳ ارائه مدل تکنیک تحلیل پوششی داده‌های پایه برای ارزیابی کارایی فعالیت‌ها و مراکز سود ۴۴
۳-۴ ارائه مدل تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود ۴۹
۳-۵ ارائه مدل تخصیص مجدد و به‌اشتراک‌گذاری منابع فعالیت‌ها در مراکز سود ۵۱
۳-۶ ارائه مدل تخصیص مجدد و به‌اشتراک‌گذاری منابع و زمان فعالیت‌ها در مراکز سود ۵۴
فصل چهارم: تجزیه‌وتحلیل داده‌ها ۵۷
۴-۱ مقدمه ۵۸
۴-۲ روش تحقیق ۵۹
۴-۳ مطالعه موردی ۵۹
۴-۳-۱ مراحل اجرای پروژه موردنظر در شرکت مذکور ۶۱
۴-۳-۲ معرفی پروژه موردنظر ۶۲
۴-۴ مدل ارزیابی کارایی نسبی، تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود و تخصیص مجدد برای فعالیت‌های مراکز سود پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد در محیط غیرمتمرکز ۶۴
۴-۴-۱ مدل‌سازی فعالیت‌های پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد ۶۴
فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات ۷۷
۵-۱ مقدمه ۷۸
۵-۲ نتیجه‌گیری ۷۹
۵-۳ محدودیت‌های تحقیق ۸۰
۵-۴ پیشنهادات کاربردی ۸۱
۵-۵ پیشنهادات برای مطالعات آتی ۸۱
منابع و مآخذ ۹۹

فهرست جداول

جدول (۳-۱): شرح علائم و اختصارات..... ۴۸

جدول (۴-۱): شرح فعالیت‌های پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد..... ۶۱

جدول (۴-۲): مقادیر نیروی انسانی، تجهیزات، زمان و درآمد فعالیت‌ها..... ۶۳

جدول (۴-۳): مقادیر اولیه کارایی فعالیت‌ها..... ۶۶

جدول (۴-۴): ضرایب بهبود زمان و زمان بهبودیافته فعالیت‌ها..... ۶۷

جدول (۴-۶): مقادیر کارایی فعالیت‌ها در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات..... ۷۰

جدول (۴-۷): مقادیر نیروی انسانی، تجهیزات و زمان پس از تخصیص مجدد..... ۷۲

جدول (۴-۸): مقادیر کارایی فعالیت‌ها در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان..... ۷۳

فهرست شکل‌ها

شکل (۴-۱): نمودار گانت فرآیند اجرای پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد ۶۲

شکل (۴-۲): مقادیر اولیه کارایی فعالیت‌ها ۶۵

شکل (۴-۳): مقادیر ورودی‌های به‌کار رفته در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات ۶۹

شکل (۴-۴): مقادیر کارایی فعالیت‌ها در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات ۶۹

شکل (۴-۵): مقادیر ورودی‌های به‌کار رفته در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان ۷۱

شکل (۴-۶): مقادیر کارایی در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان ۷۴

شکل (۴-۷): مقایسه مقادیر کارایی دو روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات و روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان ۷۴

فصل اول: مقدمه و کلیات طرح

۱-۱ مقدمه

در شرایط متحول و تغییرات سریع تکنولوژیک، فعالیت‌های اجرای سازمان‌ها باید از سرعت بیش‌تری برخوردار بوده تا امکان تطبیق و پیش‌روی در مقابل رقیبان فراهم شود (Dincer, 2004). در این راستا، بسیاری از سازمان‌ها فعالیت‌های خود را به‌صورت پروژه‌ای انجام می‌دهند. سازمان‌های پروژه‌محور، امور خود را به‌صورت پروژه تعریف نموده و ضمن اجرای آن‌ها، نیازهای مشتریانشان را تامین می‌کنند. در این سازمان‌ها، پروژه‌ها به‌عنوان عناصر اصلی و سازنده تعبیر می‌شوند که بر حسب میزان موفقیت در اجرا، موفقیت رقابتی سازمان را تعیین می‌کنند (Leskinen et al., 2006).

پیشرفت جوامع و به‌تبع آن، افزایش سطح آگاهی و توانایی مردم در درک نیازها و راه‌های برآوردن آن‌ها، ضرورت مداخله و مشارکت در اداره امور را افزایش داده است. از این‌رو، برای نیل به توسعه و تنوع در ساختار، تمرکززدایی و واگذاری اختیارات به سطوح پایین‌تر مطرح شده که به‌عنوان محملی برای پژوهشگران توسعه مورد توجه قرار گرفته است و موجب شده که ایده تمرکززدایی در کانون مطالعات مفهومی و عملی توسعه قرار گیرد. یکی از اساسی‌ترین تغییرات در موسسات جدید، تغییر از شکل بلند و متمرکز سازمانی که در آن یک شخص قدرتمند بر امور تسلط دارد، به ساختار افقی و غیرمتمرکز است که در آن، قدرت به شکل وسیعی پراکنده شده است (کمالی، ۱۳۹۳). تمرکززدایی می‌تواند به‌عنوان ابزار و وسیله رشد و توسعه، در بخش‌های مختلف فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی نقش ایفا کند (ملکی و آقامحمدی، ۱۳۹۴). به‌طور خلاصه، مدیریت غیرمتمرکز، تفویض اختیار و قدرت در زمینه تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، سازماندهی و اعمال کنترل است (Rondinelli, 1981 و Furusawa & Konishi, 2008).

تمرکززدایی دارای چالش‌ها و موانعی است که عدم توجه به آن‌ها در درازمدت خسارت‌های جبران‌ناپذیری به بار خواهد آورد (ملکی و آقامحمدی، ۱۳۹۴). اساسا، اگر عدم تمرکز به درستی و به خوبی اجرا شود، می‌تواند فرصت‌های مهمی را برای توسعه در جوامع فراهم آورد (Collins & Green, 2009). و از سوی دیگر، چنان‌چه

شرایط تمرکززدایی در برخی از حیطه‌ها فراهم نباشد، اقدام به این کار می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری در فرآیند برنامه‌ریزی به‌وجود آورد (John, 1985).

جهت کاهش هزینه‌های عملیاتی، بسیاری از مدیران سازمان‌ها به‌دنبال بسط و گسترش سازمان خود می‌باشند. در این راستا، به‌منظور ایجاد یک سازمان بزرگ‌تر، منعطف‌تر و چابک در بازار همواره در حال تغییر، رشد چشم‌گیری در به‌کارگیری تصمیم‌گیری غیرمتمرکز وجود دارد. در تفویض اختیار تصمیم‌گیری به زیربخش‌ها و حفظ مسئولیت مدیران هر بخش نسبت به نتایج تصمیم، عدم تمرکز وجود دارد (Trappey & Chiang, 2008) و هر بخش، درآمد متعلق به خود را کسب می‌کند. مدل کسب‌وکار مرکز سود، متعلق به یکی از ساختارهای سازمانی غیرمتمرکز می‌باشد. در تجزیه‌وتحلیل تاثیر عدم تمرکز، تغییراتی در رابطه با برنامه‌ریزی و کنترل در یک راهبرد سازمانی ایجاد شده است:

- مدیریت ارشد از مسائل بی‌اهمیت خلاص می‌شود؛
- سرعت تصمیم‌گیری عملیاتی مدیر بخش در واکنش سریع به تغییر شرایط محیطی افزایش می‌یابد؛
- آموزش بهتری به کارکنان جوان که مایلند در بالاترین جایگاه سازمان قرار گیرند، ارائه می‌شود؛
- نوآوری‌ها تشویق می‌شوند تا در مدیران انگیزه ایجاد شود؛
- انعطاف‌پذیری افزایش و شکاف ارتباطی کاهش می‌یابد؛
- تصمیمات غیرممکن تشویق می‌شوند؛
- بین مدیران بخش‌ها اختلاف ایجاد می‌شود، به‌ویژه اگر عملکرد یک بخش به بخش دیگر وابسته باشد؛
- هنگامی که تمرکز وجود داشته باشد، کپی‌برداری راحت‌تر انجام می‌شود؛
- هزینه جمع‌آوری و پردازش اطلاعات مکررا افزایش می‌یابد؛
- به‌یادآوری نگرانی‌ها تشویق می‌شود؛
- هزینه سربار بین مراکز سود تقسیم می‌شود؛

- روش ضبط و اندازه‌گیری مناسبی معرفی می‌شود؛
- شکل، محتوا و مبنای تاثیر برای تهیه بودجه در سطوح مختلف مدیریت، تعیین می‌شود (Kingsley et al., 2014).

رویکرد تخصیص مجدد منابع، نوعی مدیریت مرکزی برای تخصیص ورودی‌ها براساس کارایی بین مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده در هر مرکز سود است. در عین حال، مدیریت در بین مراکز سود بر مبنای رویکرد مدیریت غیرمتمرکز می‌باشد. در این رویکرد، هدف این است که ورودی‌های موجود مجددا به‌گونه‌ای تخصیص داده شوند که خروجی تولید شده توسط تمامی واحدهای تصمیم‌گیری، حداکثر گردد.

موسسات، سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی، با هر چشم‌انداز، ماموریت، رسالت و اهدافی، در نهایت، در یک قلمرو ملی یا بین‌المللی عمل می‌کنند و ملزم به پاسخ‌گویی به مشتریان، ارباب‌رجوع و ذی‌نفعان هستند تا بتوانند هدف خود را که اجرای کامل و دقیق وظایف قانونی و کمک به تحقق اهداف توسعه و تعالی کشور است، محقق کنند (علوی و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین، بررسی نتایج عملکرد، یک فرایند راهبردی تلقی می‌شود. هدف اصلی از ارزیابی عملکرد، این است که اطلاعات ضروری درباره نیروهای شاغل در سازمان جمع‌آوری شود و در دسترس مدیران قرار گیرد تا آن‌ها بتوانند تصمیمات به‌جا و لازم را برای افزایش کمیت و کیفیت کار کارکنان اتخاذ کنند. بنابراین، هدف نهایی ارزیابی عملکرد، افزایش کارایی و اثربخشی سازمان است (طیبی ابوالحسنی و کوشا، ۱۳۹۵). از آن‌جا که ابزار تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[1])، توانمندی خود را در ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری و احتساب کارایی نسبی آن‌ها در عرصه‌های مختلف نشان داده است، اهمیت این روش در ارزیابی اثبات شده است (نجفی، ۱۳۹۰). تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، یک روش رایج برای محاسبه کارایی نسبی چند واحد مشابه می‌باشد. از کارایی، تعاریف متنوعی ارائه شده است که به‌طور کلی، عبارت است از نسبت ستاده به داده (مهرگان، ۱۳۹۵) و به چگونگی استفاده از منابع و مدیریت صحیح آن‌ها توجه دارد (میرجلیلی و دیگران، ۱۳۸۹).

[1] . Data Envelopment Analysis

روش‌های ارزیابی کارایی، به‌طور کلی به دو دسته پارامتری و ناپارامتری قابل‌تقسیم می‌باشند. روش ناپارامتری مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی ریاضی می‌باشد که برای محاسبه کارایی نسبی کاربرد دارد. یکی از روش‌های ناپارامتری، روش تحلیل پوششی داده‌هاست که بر بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی متکی است (قجری و دیگران، ۱۳۹۰).

مطالعه حاضر، با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به بهینه‌سازی برنامه‌ریزی منابع مصرفی (نیروی انسانی، تجهیزات و زمان) در هر مرکز سود می‌پردازد. ضمن این‌که مدل‌هایی جهت ارزیابی نسبی کارایی و تخصیص مجدد منابع مصرفی بر روی داده‌های واقعی یک پروژه لوله‌کشی خطوط ایستگاه گاز که در شرکت حرارت‌گستر بهشهر اجرا شده است، ارائه می‌کند و در راستای بهینه‌سازی استفاده از منابع موردنیاز جهت انجام فعالیت‌ها، پیاده‌سازی می‌شود.

۱-۲ بیان مسئله

امروزه، گرایش فزاینده به اجرای سیاست‌های تمرکززدایی در برنامه‌های توسعه منطقه‌ای و ملی در بیش‌تر کشورهای دنیا مشاهده می‌شود. چرا که تمرکززدایی می‌تواند به‌عنوان ابزار و وسیله رشد و توسعه در بخش‌های مختلف فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی نقش ایفا کند (ملکی و آقامحمدی، ۱۳۹۴). تمرکززدایی توسط محققان بسیاری به‌عنوان عاملی حیاتی در حاکمیت عمومی شناخته شده است. در واقع، عدم تمرکز اداری، نظامی است که در آن، صلاحیت تصمیم‌گیری درباره امور به مقاماتی که کم‌وبیش مستقل از قوه مرکزی‌اند، سپرده می‌شود (فیضی و زارع، ۱۳۹۲). از سوی دیگر، استقرار یک سیستم مدیریت صحیح در هر سازمان و ایجاد تسهیلات اولیه استفاده از ابزارهای منطقی برای مدیران جهت کنترل کمیت و کیفیت کار در زمینه‌های مختلف از جمله مسائل مهمی است که در اداره کردن هر سازمان به‌عنوان شالوده و زیربنای کار مورد بحث قرار می‌گیرد. کاربرد این ابزارها و ایجاد زمینه مناسب برای تحقق بخشیدن به روش‌های مختلف و انطباق آن با نیازهای واقعی سازمان،

مدیران را قادر خواهد ساخت تا از منابع موجود در جهت افزایش کارایی و بالا بردن عملکرد کارکنان، بیش‌ترین استفاده را به‌عمل آورند (علوی و مشفق، ۱۳۸۷).

ارزیابی عملکرد و به‌طور کلی‌تر مدیریت عملکرد، فرآیندی است که از طریق آن می‌توان اطلاعات مفید و سودمندی را در خصوص چگونگی انجام موثر کارها برای تقویت رفتارهای مثبت و حذف رفتارهای نامناسب و غیرضروری به‌دست آورد (امیرزاده بهبهانی و یعقوبی، ۱۳۹۱). روش تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های تحقیق در عملیات جهت ارزیابی و سنجش عملکرد شرکت‌ها می‌باشد. در این روش می‌توان با استفاده از چندین متغیر ورودی و خروجی میزان کارایی شرکت‌های مورد بررسی را محاسبه نمود. استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها جهت سنجش کارایی، نیازمند مجموعه‌ای از وزن‌هاست که برای تمامی واحدهای تحت بررسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رابطه، باید توجه داشت که ارزش ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌تواند متفاوت باشد و از طرف دیگر، ممکن است واحدهای مختلف به‌گونه‌ای عملیات خود را سازمان دهند که خروجی‌هایی با ارزش‌های متفاوت ارائه کنند، لذا نیازمند تخصیص وزن‌های متفاوتی در اندازه‌گیری کارایی می‌باشیم. تحلیل پوششی داده‌ها واحدهای تحت بررسی را به دو گروه واحدهای کارا و واحدهای ناکارا تقسیم می‌کند (دشتی‌نژاد، ۱۳۹۵). در عصر ما کارایی و اثربخشی باید بالاترین هدف مدیران و ارزشمندترین مقصد همه سازمان‌ها باشد. افزایش کارایی و بهره‌وری مستلزم شناخت و این مهم نیز مستلزم اندازه‌گیری است که مزایای زیر را برای هر سازمان به‌دنبال دارد؛

- موجبات شناسایی عوامل موثر بر بهبود بهره‌وری را فراهم می‌سازد.
- در تعیین اولویت‌ها و تصمیم‌گیری‌ها کمک می‌کند.
- مدیریت را در شناخت فراگیر و موثر نواحی مسئله‌دار یاری می‌نماید.
- اطلاعات باارزشی برای ارزیابی تاثیر تغییرات و هدایت منابع در اختیار مدیر قرار می‌دهد (حمزه‌پور و محمدی، ۱۳۹۱).

سازمان‌ها معمولا به‌صورت فرآیندهای تولید چندگانه عمل می‌کنند که هر فرآیند، ورودی‌هایی را مصرف می‌کند. وقتی تعداد زیرواحدهای نسبتا زیادی برای تبدیل ورودی به خروجی وجود دارد و به هر زیرواحد یک فرآیند تولید اختصاص داده می‌شود، آن‌گاه می‌توان از مدل‌های تخصیص ورودی برای اندازه‌گیری و بهبود کارایی تخصیص استفاده کرد (Beasley, 2003; Barnum & Gleason, 2008; Fang & Zhang, 2008; Lozano & Villa, 2004; Lozano & Villa, 2005; Nesterenko & Zelenyuk, 2007). اما در حالتی که تعداد زیرواحدها کم است، باید یک مدل دیگر برای تخصیص مجدد به‌کار برد که در این مدل که برای تخصیص مجدد در زیرواحدهای با یک خروجی طرح شده است، هدف مینیمم کردن کل ورودی‌هاست، به‌طوری که کارایی کل افزایش یابد. در واقع، هدف تخصیص مجدد ورودی‌ها در بین زیرواحدهاست به‌طوری‌که ورودی کل مورد نیاز برای تولید خروجی‌های فعلی، مینیمم شود. مقدار ورودی کل مورد استفاده از مقدار ورودی موجود نباید بیش‌تر شود و همچنین هر زیرواحد، خروجی کم‌تری تولید نکند (کردرستمی و دیگران، ۱۳۸۸).

در این راستا، مطالعه حاضر از روش تحلیل پوششی داده‌ها از جمله مدل‌های ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری و مدل‌های تخصیص مجدد منابع، در جهت ارزیابی عملکرد و بهینه‌سازی زمان‌بندی و به‌کارگیری منابع در بخش‌هایی غیرمتمرکز تحت عنوان مراکز سود استفاده می‌کند.

۱-۳ اهداف تحقیق

امروزه در شرایط متغیر و بسیار رقابتی تکنولوژی بازار جهانی، سازمان‌ها و به‌طور اخص، سازمان‌های پروژه‌محور به‌دنبال کاهش هر چه بیش‌تر هزینه‌ها و زمان انجام پروژه‌ها می‌باشند. در این تحقیق، فعالیت‌های هر مرکز سود، جهت تخصیص بهینه منابع، کاهش هزینه و زمان انجام پروژه و در نهایت، کسب حداکثر سود پروژه در نظر گرفته می‌شوند. بدین‌منظور، از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها جهت برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه در راستای ارزیابی کارایی نسبی فعالیت‌های هر مرکز سود و پیاده‌سازی مدل‌های تخصیص مجدد در جهت به‌اشتراک‌گذاری منابع موجود و در نتیجه، بهبود کارایی فعالیت‌های ناکارا استفاده می‌شود و در عین این‌که پروژه در بین مراکز

سود به‌صورت غیرمتمرکز برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود، به‌اشتراک‌گذاری منابع و بهینه‌سازی استفاده از آن‌ها در هر مرکز سود به‌طور متمرکز و تحت مدیریت مرکزی آن مرکز سود انجام می‌گردد.

در سنجش کارایی توسط تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مفروضات اولیه حل مدل بر سنجش گزینه‌های مختلف تصمیم (واحدهای تصمیم‌گیرنده) بوده است (زهرا عامری، ۱۳۹۶). اما در این تحقیق، واحدهای تصمیم‌گیرنده در واقع، فعالیت‌های پروژه می‌باشند. به‌علاوه، منابع مصرفی (شامل زمان، نیروی انسانی و تجهیزات) به‌عنوان ورودی و درآمد به‌عنوان خروجی مدل در نظر گرفته می‌شوند.

مطالعه حاضر، با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها از جمله مدل‌های تخصیص مجدد در جست‌وجوی ارائه مدل‌هایی است که علاوه بر ارزیابی همه واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها)، به‌دنبال به‌اشتراک‌گذاری منابع موجود و بهینه‌سازی استفاده از منابع مصرفی می‌باشد.

۱-۴ نوآوری تحقیق

در زمینه مدیریت پروژه و بهینه سازی استفاده از منابع مصرفی و نیز ارائه مدل‌های مختلف برای ارزیابی عملکرد نسبی پروژه‌ها در شرایط متفاوت و با فرضیات گوناگون، مطالعاتی به‌صورت جداگانه توسط محققان انجام شده است. ولی در تحقیق حاضر، استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها از جمله مدل‌های تخصیص مجدد جهت بهینه‌سازی زمان انجام فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی بهینه منابع موردنیاز پروژه در یک محیط غیرمتمرکز در بین مراکز سود که در نهایت، به هدف حداقل کردن هزینه و در نتیجه، حداکثر نمودن سود کل پروژه دست می‌یابد، از جنبه‌های نوآوری مطالعه حاضر بوده که تاکنون مطالعه‌ای در این حیطه صورت نگرفته است. این تکنیک می‌تواند با به‌دست آوردن کارایی نسبی فعالیت‌ها، فعالیت‌های کارا و ناکارا را از هم تفکیک کند. سپس، با به‌اشتراک‌گذاری منابع در بین فعالیت‌های هر مرکز سود از منابع موجود به بهترین نحو استفاده کرده و سعی در افزایش کارایی فعالیت‌های ناکارا داشته باشد.

۱-۵ سوالات تحقیق

این تحقیق، فرضیه نداشته و سوال اصلی این است که آیا امکان بهبود کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها) وجود دارد؟ و آیا ممکن است بتوان مقادیر ورودی‌های پروژه را تحت مدل تخصیص مجدد به اشتراک گذاشت؟ در صورت امکان، تفاوت مقادیر منابع مورد استفاده و کارایی به‌دست آمده در حالت تخصیص غیربهینه منابع و تخصیص مجدد و بهینه چه مقدار خواهد بود؟

۱-۶ قلمرو موضوعی، زمانی و مکانی

از لحاظ قلمرو موضوعی، موضوع تحقیق، در حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه بوده و از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به‌عنوان روش حل استفاده شده است.

قلمرو مکانی این تحقیق، پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد می‌باشد که توسط شرکت حرارت‌گستر بهشهر اجرا شده است.

به لحاظ قلمرو زمانی، این تحقیق، در طول یک سال (سال ۱۳۹۶) انجام شده است.

۱-۷ کاربردهای تحقیق

مهم‌ترین مسئله در این تحقیق را می‌توان نحوه اجرای مدیریت زمان‌بندی و استفاده از منابع دانست. بدین ترتیب که برنامه‌ریزی منابع مصرفی و زمان‌بندی در هر مرکز سود به‌طور غیرمتمرکز و تحت پوشش مدیریت مرکزی سازمان اجرا می‌شود و در ضمن آن، هر مرکز سود به‌دنبال بهینه‌سازی زمان‌بندی و استفاده از منابع موجود خود می‌باشد. در این راستا، از مدل‌های ارزیابی کارایی نسبی، بهبود زمان فعالیت تحت منابع محدود و تخصیص مجدد استفاده شده است به‌طوری که در نهایت، هدف اصلی کل پروژه که دستیابی به سود بیشینه است، محقق گردد. بنابراین، این تحقیق می‌تواند برای مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه‌ها در سازمان‌های پروژه‌محور مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از مدل‌های ارزیابی کارایی نسبی تحلیل پوششی داده‌ها این امکان را فراهم

می‌کند تا واحدهای کارا و ناکارا مشخص شوند و مدل تخصیص مجدد زمان و منابع (نیروی انسانی و تجهیـزات) جهت افزایش کارایی اعمال می‌شود.

۱-۸ تعریف مفاهیم و اصطلاحات تخصصی

مدیریت غیرمتمرکز: به‌معنی انتقال منابع، مسئولیت و اختیارات از سازمان مرکزی به واحدهای محیطی همان سازمان با حفظ کنترل‌های مدیریتی است (مطلق و دیگران، ۱۳۸۷). در این نوع مدیریت، تصـمیمات در سـطوح پایین‌تر سازمان اتخاذ می‌شود و ارتباطات به‌صورت دوطرفه و در تمام سطوح سازمان در جریان است. در سازمان با مدیریت غیرمتمرکز، تمامی بخش‌های سازمان از جایگاه یکسانی برخوردارند و در واقع، بخش‌ها حلقه‌هایی بـه هم مرتبط را در یک سازمان واحد تشکیل می‌دهند.

مرکز سود: بر اساس تصمیم مدیریت، در ساختار غیرمتمرکز یک سازمان پروژه‌محور، پـروژه‌هـا بـه بخـش‌هـای مختلفی تقسیم می‌شوند که هر کدام از آن‌ها می‌تواند شامل یک یا چند فعالیت باشد. به این بخش‌ها، مراکز سود گفته می‌شود. در واقع، مدل کسب‌وکار مرکز سود، متعلق به یکی از ساختارهای سازمانی غیرمتمرکز می‌باشد.

واحد تصمیم‌گیرنده: منظور از واحد تصمیم‌گیرنده، عبارت است از واحدی که بـا دریافـت ورودی‌هـایی ماننـد $x_i , i = 1, \dots, m$ خروجی‌هایی مانند $y_r , r = 1, \dots, s$ را تولیـد مـی‌کنـد. منظـور از واحـدهای تصـمیم‌گیرنـده متجانس این است که واحدها عمل مشابه دارند و بـا دریافـت ورودی‌هـای مشـابه، هماننـد شـعبات یـک بانـک، کارخانجات یک شرکت خاص یا ادارات یک سازمان دولتی خروجی‌های مشابه تولید می‌کنند.

کارایی: کارایی به‌معنای خوب کار کردن، تحت تاثیر شاخص‌های درون‌سازمانی مثل سود هر واحـد، فـروش هـر واحد و از این قبیل قرار دارد که به‌صورت نسبت خروجی به ورودی بیان می‌شود؛

کارایی = خروجی / ورودی

کارایی مطلق یک واحد تصمیم‌گیرنده، مقایسه عملکرد آن با استانداردهای کلی و کارایی نسبی، سنجش عملکرد یک واحد تصمیم‌گیرنده، نسبت به واحدهای دیگر آن مجموعه است. چون استانداردهای کلی معمولا تعریف نشده و در صورت تعریف شدن، رسیدن به آن مشکل است، لذا کاربرد کارایی نسبی گسترده‌تر از کاربرد کارایی مطلق است.

اگر واحد تصمیم‌گیرنده موردنظر دارای یک ورودی و یک خروجی باشد، با استفاده از رابطه فوق کارایی آن قابل محاسبه بوده و اندازه حاصل، کارایی مطلق آن واحد به‌شمار می‌آید. اما در صورت وجود چند ورودی و چند خروجی برای واحد تصمیم‌گیرنده موردنظر، نسبت مجموع وزن‌دار شده خروجی به مجموع وزن‌دار شده ورودی به‌صورت زیر، کارایی آن واحد را محاسبه می‌کند؛

$$E_k = \frac{u_1 y_{1k} + \cdots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + \cdots + v_m x_{mk}}$$

که در آن u_r قیمت خروجی rام یعنی $y_r , r = 1, \dots, m$ و v_i هزینه ورودی iام یعنی $x_i , i = 1, \dots, s$ است. کارایی فوق به کارایی اقتصادی معروف است. قابل ذکر است که تخصیص وزن‌های مناسب به ورودی‌ها و خروجی‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در اندازه کارایی دارد.

در فصل دوم این رساله، در ابتدا به‌صورت مختصر به مطالعات انجام شده در زمینه تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های ارزیابی کارایی با استفاده از این تکنیک، مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه و مدیریت غیرمتمرکز با در نظر گرفتن مراکز سود پرداخته می‌شود. در ادامه، مرور کلی بر مطالعات انجام شده در زمینه مدل‌های تخصیص مجدد و کاربرد این مدل‌ها در مباحث بهینه‌سازی مصرف منابع بیان می‌شود. در فصل سوم، مسئله موردنظر در این پژوهش، به‌طور کامل تشریح گردیده، بیان فرضیات و مدل ریاضی برای این مسئله ارائه می‌شود. در فصل چهارم کاربرد مدل در پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد که توسط شرکت

حرارت‌گستر بهشهر اجرا شده است، به‌عنوان مطالعه موردی شرح داده می‌شود و در فصل پنجم نیز نتایج حاصل از اجرای این روش، گزارش و پیشنهادات برای مطالعات آتی بیان می‌گردد.

فصل دوم: ادبیات و پیشینه تحقیق

۲-۱ مقدمه

در جهان رقابتی امروز، تنها سازمان‌هایی می‌توانند در این شرایط پرتلاطم باقی بمانند که به بهترین نحو از منابع خود استفاده نمایند (امیرزاده بهبهانی و یعقوبی، ۱۳۹۱). از آن‌جایی که سازمان‌ها برای رفع و جبران کاستی‌ها و استفاده بهتر از منابع موجود و کاهش زمان انجام فعالیت‌ها و پروژه‌ها و در نتیجه، بهبود بهره‌وری و کارایی خود به سنجش و ارزیابی عملکرد نیاز دارند، این موضوع در سازمان‌ها اهمیت بسیاری پیدا کرده است.

همچنین به‌دلیل شرایط متغیر بازار جهانی، امروزه استفاده از مدل‌های کسب‌وکار مراکز سود بسیار رایج شده است. تقسیم یک کسب‌وکار یا پروژه به بخش‌های مستقلی با نام مراکز سود، به این معنی است که قدرت تصمیم‌گیری از مدیریت مرکزی به سطوح دیگر مدیریت منتقل می‌شود. بدین‌منظور، فعالیت‌های هر مرکز سود جهت تخصیص بهینه منابع، کاهش هزینه و زمان انجام پروژه و در نهایت، کسب حداکثر سود هر مرکز سود مدنظر قرار می‌گیرد که در نتیجه، منجر به حداکثر شدن سود کل پروژه می‌گردد. همچنین، تمرکززدایی در کنار فرصت‌های بی‌بدیلی که در جهت رشد و توسعه فراهم می‌آورد، دارای چالش‌ها و موانعی می‌باشد (ملکی و آقامحمدی، ۱۳۹۴).

در این راستا، از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه، ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی نسبی فعالیت‌ها و تخصیص بهینه منابع در بین مراکز سود استفاده می‌شود.

۲-۲ بررسی ادبیات تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها

تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها یک رویکرد داده‌محور برای اندازه‌گیری عملکرد مجموعه‌ای از واحدهای متجانس به‌نام واحدهای تصمیم‌گیرنده است. تحلیل پوششی داده‌های اولیه که بر اساس مفهوم مرز کارایی (مرز خروجی) است، بهترین امتیاز کارایی را که می‌تواند به هر واحد تصمیم‌گیرنده واگذار شود، تعیین می‌کند. بر اساس این

امتیازها واحدهای تصمیم‌گیرنده به واحدهای کارا یا ناکارا رتبه‌بندی می‌شوند و واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا مرز کارایی را مشخص می‌کنند (Azizi, 2011).

اندازه‌گیری کارایی به‌خاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققان بوده است. در سال ۱۹۷۵ فارل با استفاده از روشی مانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی کرد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر قرار داد، شامل یک ورودی و یک خروجی بود. چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه و مدلی ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. این مدل، تحلیل پوششی داده‌ها نامیده شد و اولین بار در سال ۱۹۷۶، در رساله دکتری رودز و به راهنمایی کوپر با عنوان «ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ملی آمریکا» در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت و در سال ۱۹۷۸ در مقاله‌ای با عنوان «اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده» ارائه شد (مهرگان، ۱۳۹۵).

طیبی ابوالحسنی و کوشا (۱۳۹۵) عملکرد گروه مشاوران جوان شهرداری مشهد را طبق روش تحلیل پوششی داده‌ها و TOPSIS ارزیابی کردند. هالکوس و دیمیتریوس (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای با هدف ارزیابی عملکرد ۵۰ بانک تجاری در یونان از تکنیک DEA استفاده کردند. پورکاظمی و غضنفری (۱۳۸۴) با استفاده از DEA به بررسی کارایی کارخانه‌های قند کشور پرداختند. آسمگلو و دیگران (۲۰۰۷) رابطه بین توسعه فناوری‌های جدید و عدم تمرکز سازمان‌ها را بررسی کردند. موک و دیگران (۲۰۰۷) در تحقیقی با استفاده از روش DEA، کارایی شرکت‌های تولید اسباب‌بازی در چین را تعیین کردند. در این بررسی از نسبت‌های مالی این شرکت‌ها برای تجزیه‌وتحلیل استفاده شده است (علی حیدری بیوکی و خادمی زارع، ۱۳۹۴). فروز (۲۰۰۳) به‌دنبال یافتن روشی جدید برای پیش‌بینی ریسک اعتباری شرکت‌های لهستانی از روش DEA استفاده نمود. صالحی صادقیانی و دیگران (۱۳۸۷) در مقاله‌ای با عنوان رتبه‌بندی واحدهای کارا با ترکیب DEA و AHP در سازمان‌های بازرگانی به ارزیابی کارایی نسبی این سازمان‌ها پرداختند. آریف و کان (۲۰۰۸) از تکنیک DEA برای اندازه‌گیری هزینه و

کارایی سود ۲۸ بانک تجاری از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ استفاده کردند. قجری و دیگران (۱۳۹۰) از تکنیک DEA جهت اولویت‌بندی پروژه‌های کاندید برای انتخاب در سبد پروژه و برای تعیین داده‌های ورودی از نگرش NTCP[۲] که نگرشی برای تحلیل پروژه می‌باشد، استفاده کردند و برای تعیین خروجی‌ها نیز، اهداف نهایی سبد پروژه را مدنظر قرار دادند. آپاریسیو و دیگران (۲۰۱۷) روش جدیدی برای اندازه‌گیری تغییرات تولید واحدهای تصمیم‌گیری در فضای کامل ورودی- خروجی ارائه کردند. این روش جدید، بر اساس محاسبه حداقل فاصله نسبت به مرز کارای پارتو است و از این‌رو، نزدیک‌ترین اهداف را برای واحدهای تصمیم‌گیری محاسبه شده جهت به‌دست آوردن مرز بسیار کارا با حداقل تلاش، پیشنهاد می‌کند. رزنتال و ویس (۲۰۱۷) با استفاده از یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها، نشریات تجاری را با استفاده از داده‌ها و گزارش‌های نشریات مجله Thomson Reuters Journal رتبه‌بندی نموده‌اند.

۲-۲-۱ مدل تخصیص مجدد

مسئله تخصیص منابع یکی از کاربردهای کلاسیک در علوم مدیریت است. استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) می‌تواند برنامه‌های تولید و ترکیبات بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را بر اساس ویژگی‌های تجربی مجموعه‌ای از امکان تولید، امکان‌پذیر سازد. DEA روشی گسترده برای ارزیابی کارایی فنی است و بر اساس آن، مجموعه‌ای از روش‌های اضافی برای حمایت از برنامه‌ریزی بهبود بهره‌وری پیشنهاد شده است (Korhonen و Syrjanen, 2004)، که مدل‌های تخصیص مجدد یکی از این روش‌هاست.

استفاده از تکنیک تحیل پوششی داده‌ها یک راه‌حل برای مسئله تخصیص فراهم می‌کند، زیرا در این روش، درنظر گرفتن برنامه‌های تولید شدنی و ارزیابی ورودی‌ها/ خروجی‌ها مبنی بر مشخصه‌های تجربی از یک مجموعه شدنی تولید، امکان‌پذیر می‌باشد (Lozano & Villa, 2004). محدودیت اصلی یک مدل DEA سنتی در تخصیص منابع این است که هر واحد را در یک زمان مستقل تحلیل می‌کند. با این حال، شرایطی به‌وجود می‌آید

[2] Novelty, Technology, Complexity, Pace

که در آن، تمام DMUها زیر چتر یک DM (تصمیم‌گیرنده) مرکزی قرار می‌گیرند. در چنین محیط تصمیم گیری، مجموعه‌ای از واحدها تحت یک واحد مرکزی با قدرت کنترل برخی از پارامترهای تصمیم گیری، مانند تخصیص منابع به این واحدها عمل می‌کنند. برای مقابله با چنین وضعیتی، یک رویکرد تحت مدیریت مرکزی مبتنی بر DEA با توجه به شرایط سازمانی در نظر گرفته شده است (Golany et al., 1993, Golani & Tamir, 1995, Athanassopoulos, 1955, Athanassopoulos, 1998, Fare et al., 1997, Beasley, 2003). بعضی از نویسندگان، مدل‌های مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌های تحت مدیریت مرکزی را از دیدگاه‌های مختلفی که ورودی و یا خروجی‌محور هستند، تحت بازده ثابت نسبت به مقیاس و یا بازده متغیر نسبت به مقیاس فنی معرفی کرده‌اند. مدل‌های ورودی‌محور بر به حداقل رساندن مصرف کل داده‌ها به‌وسیله همه واحدهای تصمیم‌گیرنده تمرکز دارند (Lozano & Villa, 2004, Asmild et al., 2009). لوزانو و ویلا (۲۰۰۴) دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها تحت مدیریت مرکزی برای کاهش مقدار کل منابع مصرف شده توسط تمامی واحدها در یک سازمان را به‌جای توجه به مصرف هر واحد به‌طور جداگانه ارایه دادند. اسمیلد و همکاران (۲۰۰۹) مفاهیم لوزانو و ویلا (۲۰۰۴) را توسعه دادند و آن را تعدیل کردند تا فقط تنظیم واحدهای ناکارآمد قبلی را اصلاح کنند. مدل‌های خروجی‌محور برای به‌حداکثر رساندن مقدار کل خروجی تمامی واحدها به‌طور همزمان تلاش می‌کنند (Asmild et al., 2009, Yu et al., 2013). برای مثال، لوزانو و ویلا (۲۰۰۴)، یک رویکرد مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها تحت مدیریت مرکزی خروجی‌محور، جهت مقرر ساختن برنامه واحدی برای همه شهرداری‌ها به‌جای استفاده از برنامه مستقل برای هر شهرداری معرفی کردند. کورهونن و سیرجانن (۲۰۰۴) یک روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه را برای تخصیص منابع با هدف به‌حداکثر رساندن مقدار خروجی‌های کلیه واحدها به‌طور همزمان ارائه دادند. یو و همکاران (۲۰۱۳) یک رویکرد تغییر مناسب را برای به‌کارگیری نیروی انسانی جهت به‌حداکثر رساندن تعداد پرواز، تعداد مسافران و ظرفیت بار برای ۱۸ فرودگاه در تایوان تحت سه سیاست تخصیص مجدد نیروی انسانی (سیاست کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت) توسعه دادند. نسترنکو و زلنیوک

(۲۰۰۷) ثابت کردند در صورت امکان تخصیص مجدد منابع درون‌گروهی DMUها، درآمد کل می‌تواند به‌طور بالقوه افزایش یابد.

۲-۳ بررسی ادبیات ارزیابی عملکرد

در عصر کنونی، تحولات شگرف دانش مدیریت وجود نظام ارزیابی را اجتناب‌ناپذیر نموده است، به‌گونه‌ای که فقدان نظام ارزیابی در ابعاد مختلف اعم از ارزیابی در استفاده از منابع و امکانات، کارکنان، اهداف و راهبردها به‌عنوان یکی از علائم بیماری‌های سازمان قلمداد می‌گردد.

هر سازمان به‌منظور آگاهی از میزان مطلوبیت و مرغوبیت فعالیت‌های خود به‌ویژه در محیط‌های پیچیده و پویا نیاز مبرم به نظام ارزیابی دارد. از سوی دیگر، فقدان وجود نظام ارزیابی و کنترل در یک سیستم به‌معنای عدم برقراری ارتباط با محیط درون و برون سازمان تلقی می‌گردد که پیامدهای آن، کهولت و در نهایت مرگ سازمان است. ممکن است بروز پدیده مرگ سازمانی به‌علت عدم وقوع یک‌باره آن، از سوی مدیران عالی سازمان‌ها احساس نشود، لکن مطالعات نشان می‌دهد فقدان نظام کسب بازخورد امکان انجام اصلاحات لازم برای رشد، توسعه و بهبود فعالیت‌های سازمان را غیرممکن می‌نماید. سرانجام این پدیده، مرگ سازمانی است (عادلی، ۱۳۸۴).

مسئله ارزیابی عملکرد سالیان متمادی است که محققان و کاربران را به چالش واداشته است. سازمان‌های تجاری در گذشته تنها از شاخص‌های مالی به‌عنوان ابزار ارزیابی عملکرد استفاده می‌کردند تا این‌که کاپلان و نورتن در اوایل دهه ۱۹۸۰ پس از بررسی و ارزیابی سیستم‌های حسابداری مدیریت، بسیاری از ناکارایی‌های این اطلاعات را برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها نمایان ساختند که این ناکارایی ناشی از افزایش پیچیدگی سازمان‌ها، پویایی محیط و رقابت بازار بود.

موسسات، سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی با هر ماموریت، رسالت، اهداف و چشم‌اندازی که دارند، نهایتا در یک قلمرو ملی و بین‌المللی عمل می‌کنند و ملزم به پاسخگویی به مشتریان، ارباب‌رجوع و ذینفعان هستند تا شرکتی که هدفش سودآوری و رضایت مشتری است و سازمانی که هدف خود را اجرای کامل و دقیق وظایف قانونی و کمک به تحقق اهداف توسعه و تعالی کشور قرار داده، پاسخگو باشند. بنابراین، بررسی نتایج عملکرد، یک فرآیند مهم راهبردی تلقی می‌شود. کیفیت و اثربخشی مدیریت و عملکرد آن، عامل تعیین‌کننده و حیاتی تحقق برنامه‌های توسعه و رفاه جامعه است. ارائه خدمات و تولید محصولات متعدد و تامین هزینه‌ها از محل منابع، حساسیت کافی را برای بررسی تحقق اهداف، بهبود مستمر کیفیت، ارتقای رضایت‌مندی مشتریان و شهروندان، عملکرد سازمان، مدیریت و کارکنان را ایجاد کرده است. در صورتی که ارزیابی عملکرد با دیدگاه فرآیندی و به‌طور صحیح و مستمر انجام شود، در بخش دولتی موجب ارتقا و پاسخگویی دستگاه‌های اجرایی و اعتماد عمومی به عملکرد سازمان‌ها و کارایی و اثربخشی دولت می‌شود. در بخش غیردولتی نیز موجب ارتقای مدیریت منابع، رضایت مشتری، کمک به توسعه ملی، ایجاد قابلیت‌های جدید، پایداری و ارتقای کلاس جهانی شرکت‌ها و موسسات می‌شود.

ارزیابی عملکرد در بعد سازمانی، معمولا مترادف با اثربخشی فعالیت‌هاست. منظور از اثربخشی، میزان دستیابی به اهداف و برنامه‌ها با ویژگی کارا بودن فعالیت‌ها و عملیات است. ارزیابی عملکرد در بعد نحوه استفاده از منابع، در قالب شاخص‌های کارایی بیان می‌شود. اگر در ساده‌ترین تعریف، نسبت داده به ستاده را کارایی بدانیم، نظام ارزیابی عملکرد در واقع میزان کارایی تصمیمات در خصوص استفاده بهینه از منابع و امکانات را مورد سنجش قرار می‌دهد.

به‌طور کلی، نظام ارزیابی عملکرد را می‌توان فرآیند سنجش و اندازه‌گیری و مقایسه میزان و نحوه دستیابی به وضعیت مطلوب با معیارها و نگرش معین در دامنه و حوزه تحت پوشش معین با شاخص‌های معین و در دوره زمانی معین با هدف بازنگری، اصلاح و بهبود مستمر آن دانست.

می‌توان گفت ارزیابی عملکرد، فرآیندی است که به سنجش و اندازه‌گیری، ارزش‌گذاری و قضاوت درباره عملکرد طی دوره‌ای معین می‌پردازد. به‌عبارتی دیگر، اندازه‌گیری عملکرد از طریق مقایسه وضع موجود با وضع مطلوب یا ایده‌آل بر اساس شاخص‌های از پیش تعیین شده که خود واجد ویژگی‌های معین باشد، انجام می‌گردد.

صاحب‌نظران و محققین معتقدند که ارزیابی عملکرد، موضوعی اصلی در تمامی تجزیه‌وتحلیل‌های سازمانی است و تصور سازمانی که شامل ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد نباشد، مشکل است. ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد موجب هوشمندی سیستم و برانگیختن افراد در جهت رفتار مطلوب می‌شود و بخش اصلی تدوین و اجرای سیاست سازمانی است.

ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد بازخورد لازم را در موارد زیر ارائه می‌کند؛

۱- با پیگیری میزان پیشرفت در جهت اهداف تعیین شده مشخص می‌شود که آیا سیاست‌های تدوین شده به‌صورت موفقیت‌آمیزی به اجرا درآمده‌اند یا خیر.
۲- با اندازه‌گیری نتایج مورد انتظار سازمانی و همچنین ارزیابی، اندازه‌گیری و رضایت کارکنان و مشتریان مشخص می‌شود آیا سیاست‌ها به‌طور صحیح تدوین شده‌اند یا خیر.
۳- ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد امکان شناسایی زمینه‌هایی که مدیریت باید توجه بیش‌تری به آن‌ها بنماید را میسر می‌سازد و به شناسایی فرصت‌ها و محدودیت‌ها کمک می‌کند.
۴- ارزیابی عملکرد باعث ایجاد اطلاعات برای مدیران در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی خواهد بود. چرا که بخش زیادی از اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی از طریق اندازه‌گیری و ارزیابی سیستم عملکرد فراهم می‌آید (تولایی، ۱۳۸۶).

مباحث ارزیابی عملکرد را می‌توان از دیدگاه‌های متفاوتی مورد بررسی قرار داد. دو دیدگاه اساسی سنتی و نو در این باره وجود دارد. دیدگاه سنتی، قضاوت و یادآوری عملکرد و کنترل ارزیابی‌شونده را هدف قرار داده و سبک

دستوری دارد. این دیدگاه، صرفا معطوف به عملکرد دوره زمانی گذشته است و با مقتضیات گذشته نیز شکل گرفته است. دیدگاه نو، آموزش، رشد و توسعه ظرفیت‌های ارزیابی‌شونده، بهبود و بهسازی افراد و سازمان و عملکرد آن، ارائه خدمات مشاوره‌ای و مشارکت عمومی ذی‌نفعان، ایجاد انگیزش و مسئولیت‌پذیری برای بهبود کیفیت و بهینه‌سازی فعالیت‌ها و عملیات را هدف قرار داده و مبنای آن را شناسایی نقاط ضعف و قوت و تعالی سازمانی تشکیل می‌دهد.

حوزه تحت پوشش ارزیابی عملکرد می‌تواند سطح کلان یک سازمان، یک واحد، یک فرآیند و کارکنان باشد. سازمان، افراد و یا واحدهای سازمانی، گرچه به‌ظاهر انجام‌دهنده کار هستند، اما تنها جزیی از کل سیستم می‌باشند و باید شرایط اجزای دیگر آن نیز مدنظر قرار گیرد. چنین رویکردی در ارزیابی عملکرد، یک ارزیابی واقعی، عدالت‌محور، قابل اعتماد و اتکا و پیش‌برنده و پویا خواهد بود (رحیمی، ۱۳۸۵).

در الگوهای نوین ارزیابی عملکرد، معیارهای کمی مثل معیار بهره‌وری با رویکرد ارزش‌افزوده، معیار کارآمدی با رویکرد اثربخشی و کارایی، معیار سودآوری با رویکرد حسابرسی عملکرد و معیارهای کیفی مثل معیار توصیفی و ارزشی با رویکرد تعهد سازمانی و اخلاق سازمانی و چند معیار دیگر به‌کار گرفته شده است.

دست‌کم هفت مقیاس برای ارزیابی عملکرد یک سازمان وجود دارد که الزاما متمایز از یک‌دیگر نیستند. این مقیاس‌ها عبارتند از؛ اثربخشی، کارایی، سود و سودآوری، بهره و بهره‌وری، کیفیت زندگی شغلی، خلاقیت و نوآوری و کیفیت (تولایی، ۱۳۸۶).

بررسی‌های عملکرد معمولا به‌صورت سالیانه انجام می‌شود. با این حال، در صورتی که فاصله زمانی زیادی بین عملکرد و بازخورد مجاز وجود داشته باشد، بازخورد تاثیر کم‌تری دارد. برای مثال، سیسکو، یک شرکت فناوری چند ملیتی آمریکایی است که در طول سال، برای ارزیابی اثر تصمیمات متناقض، اقدام به بررسی و ارزیابی‌های متعددی می‌کند. این شرکت، حداقل سه بار در سال با حضور مدیران و کارکنان بخش‌ها جلساتی برگزار می‌کند

تا درباره عملکرد و تصمیم‌گیری در مورد اهداف توسعه شرکت برنامه‌ریزی کنند. همچنین، این گفت‌وگوها باعث می‌شود که ارزیابان به‌دقت نظارت بر عملکرد و شکاف عملکرد را با ارائه بازخورد مناسب به نمایش بگذارند (Shahina & Sumod, 2015).

در مجموع، می‌توان ویژگی‌های یک سیستم ارزیابی عملکرد مناسب را بدین شرح خلاصه کرد؛

- از اهداف راهبردی پشتیبانی کند: سیستم‌های ارزیابی عملکرد باید از اهداف راهبردی نشات گرفته باشند. در غیر این‌صورت، این سیستم ممکن است فعالیت‌هایی را پشتیبانی کند که اثر معکوس بر اهداف راهبردی بگذارد. به‌علاوه، باید به این نکته توجه کرد که اگر در طول زمان، راهبردها تغییر یابند، برخی شاخص‌های عملکرد نیز تغییر خواهند کرد. در نتیجه، نیاز به انعطاف‌پذیری در این سیستم‌ها احساس می‌شود تا بتوان از این طریق، اطمینان حاصل نمود که سیستم ارزیابی عملکرد همیشه با اهداف سازمان سازگار است.
- متوازن باشد: این موضوع که سیستم ارزیابی عملکرد نباید تنها از نقطه‌نظر مالی دیده شود، بسیار حیاتی است. یک سیستم ارزیابی عملکرد بایستی انواع مختلفی از شاخص‌های عملکرد را شامل شود تا تمامی جنبه‌های مهم برای موفقیت سازمان را پوشش دهد. لذا، بایستی بین شاخص‌های مختلف، توازن وجود داشته باشد. یعنی به‌صورت متناسبی بر روی نتایج کوتاه و بلندمدت، انواع مختلف عملکرد (نظیر هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و ...)، جنبه‌های مختلف (نظیر مشتریان، ذی‌نفعان، رقبا، نوآوری و ...) و سطوح مختلف سازمانی (نظیر عملکرد کلی و بخشی) تمرکز داشته باشد.
- در مقابل بهینه‌سازی بخشی بایستد: از آن‌جا که شاخص‌های عملکرد بر رفتار کارکنان اثرگذارند، مجموعه‌ای نامناسب از شاخص‌ها می‌تواند به رفتار غیرکارکردی از طرف کارکنان منجر شود. به‌عبارت دیگر، کارکنانی که تنها در پی ارتقا و بهبود شاخص‌های عملکرد مربوط به خود هستند، ممکن است تصمیماتی بگیرند که در تضاد با خواسته‌های مدیران باشد و بهبود در عملکرد واحد آن‌ها به آسیب دیگر

قسمت‌ها و یا حتی عملکرد کلی سازمان منجر شود. یک سیستم ارزیابی عملکرد باید از این‌گونه بهینه‌سازی‌ها جلوگیری کند.

- تعداد شاخص‌های عملکرد محدود باشد: برای ایجاد عملکرد مناسب ضروری است که تعداد شاخص‌های عملکرد محدود باشند. افزایش تعداد شاخص‌ها نیاز به زمان تحلیل بیش‌تری دارد. گردآوری اطلاعاتی که از آن‌ها استفاده‌ای نمی‌شود، یک اتلاف تلقی می‌شود. بنابراین، ضروری است که تنها داده‌هایی که برای یک هدف خاص کاربرد دارند و هزینه گردآوری آن‌ها از مزایای مورد انتظارشان بیش‌تر نیست، گردآوری شوند. همچنین، افزایش تعداد شاخص‌های عملکرد، ریسک انباشت اطلاعات را افزایش می‌دهد که این امر موجب می‌شود که امکان اولویت‌بندی شاخص‌ها وجود نداشته باشد.
- دسترسی به آن آسان باشد: هدف یک سیستم ارزیابی عملکرد، دادن اطلاعات مهم، در زمان مناسب و به شخص مناسب است. لذا، نکته مهم درباره این سیستم‌ها آن است که باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که اطلاعات آن‌ها به‌راحتی بهبود یافته و در دسترس استفاده‌کنندگان از آن قرار گیرد و برای آن‌ها قابل‌فهم باشد.
- شامل شاخص‌های عملکرد جامع باشد: یک شاخص عملکرد باید هدف مشخصی داشته باشد. به‌علاوه، ضروری است که یک غایت مشخص نیز برای هر شاخصی تعریف شود و چارچوب زمانی مشخص شود که در قالب آن بایستی به آن غایت نائل شد (تولایی، ۱۳۸۶).

۲-۳-۱ کارایی

ارزیابی عملکرد یک فرآیند کسب‌وکار ضروری است، به‌طوری‌که نتایج و کارایی روش‌های ارزیابی عملکرد در محیط کسب‌وکار اغلب سوال‌برانگیز است، به‌ویژه در سازمان‌هایی که سرمایه کمی برای فعالیت‌های ارزیابی عملکرد دارند (Clark, 2006; DeNisi & Pritchard, 2006; London, Mone, & Scott, 2004). برنامه‌های

ارزیابی باید با برنامه‌های استراتژیک کسب‌وکار و اهداف سازمانی مطابقت داشته و برای تعیین این‌که آیا افراد، ادارات و سازمان‌ها با توجه به ظرفیت بالقوه عمل می‌کنند یا خیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kromeri, 2015).

کالبدشکافی یا شناسایی دلایل کارایی یا عدم کارایی می‌تواند به مدیران در تصمیم‌گیری بهینه کمک نماید. مسائل مرتبط با ارزیابی عملکرد و مشخص کردن علل ناکارایی از جایگاه غیر قابل انکاری در کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد و سرانجام رسیدن به بهره‌وری بالا در هر سازمان برخوردار می‌باشند. هر سازمانی با گذشت زمان به‌دلیل تغییرات عوامل محیطی، اقتصادی، فرهنگی، تکنولوژی و غیره دچار تغییراتی در عملکرد می‌شود. لذا، کارایی آن‌ها در فرآیند زمان دچار تغییر می‌گردد (عامری، ۱۳۹۶).

کارایی به روش‌های متفاوتی اندازه‌گیری می‌شود. در رویکردی ساده، کارایی از طریق مشخص کردن کلیه بازده‌ها و تقسیم آن‌ها به کلیه داده‌ها به‌دست می‌آید. این نوع اندازه‌گیری، کارایی جامع نامیده می‌شود. کارایی جامع نیاز به همه هزینه‌های گزارش‌شده از جمله حقوق، سربار، مواد و غیره دارد، اما بیش‌تر اندازه‌گیری کارایی تمرکز بر یک بازده دارد که این نوع اندازه‌گیری را کارایی جزیی می‌نامند. این اندازه‌گیری در برخی شرایط مفید است، اما بررسی شاخص‌های کارایی جزیی به‌طور مجزا می‌تواند گمراه‌کننده باشد. در بعضی مواقع، اندازه‌گیری کارایی به برآورد هزینه- منفعت یا برآورد هزینه- اثربخشی نیز تعبیر شده است. در تجزیه‌وتحلیل هزینه- منفعت یا هزینه- اثربخشی کلیه هزینه‌ها و بازده‌ها باید مشخص شوند (فقیهی و موسوی کاشی، ۱۳۸۹).

کارایی نشان می‌دهد یک سازمان تا چه میزان از نهاده‌ها به‌طور بهینه در جهت تولید ستاده‌های موردنظر استفاده کرده است و به‌عبارتی، نشان‌دهنده «صحیح انجام دادن کار» است. به این معنی که از حداقل نهاده‌ها حداکثر محصول برداشت شود. به بیان دیگر، نسبت بازده واقعی به‌دست آمده به بازده استاندارد و تعیین شده (بازده مورد انتظار) را کارایی یا راندمان گویند. بر این اساس، کارایی تولیدکننده را می‌توان به‌معنی مقایسه بین عملکرد واقعی و عملکرد مطلوب دانست (بختیاری و همکاران، ۱۳۹۳).

نخستین تلاش‌های صورت گرفته برای برآورد کارایی واحدهای تولیدی، بـه مطالعـات دبـرو (۱۹۵۱)، کـوپمنس (۱۹۵۱) و فارل (۱۹۵۷) برمی‌گردد.

کارایی بیان‌گر این مفهوم است که یک سازمان به چه میزان از منابع خود در راستای تولیـد، نسـبت بـه بهتـرین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده کرده است. اگر یک واحد سازمانی بتواند با نهاده‌های ثابت ستانده‌های بیش‌تر یا با نهاده‌های کم‌تر، ستانده‌های ثابت یا با نهاده‌های کم‌تر، ستانده‌های بیش‌تری را تولید کند، آن واحد سازمانی از کارایی بالاتری برخوردار خواهد بود (Bowlin, 1998).

کارایی دارای انواعی است. کارایی فنی توانایی یک بنگاه برای به‌دسـت آوردن حـداکثر سـتانده از مجموعـه‌ای از نهاده‌های داده شده را منعکس می‌کند. کارایی تخصیصـی، توانـایی یـک بنگـاه را بـرای اسـتفاده از نهـاده‌هـا در نسبت‌های بهینه با توجه به قیمت‌های متناظر نهاده‌ها منعکس می‌کند. کارایی اقتصادی (هزینـه) بـه ترکیبـی از کارایی فنی و کارایی تخصیصی مربوط است و کارایی ساختاری یک صنعت همچنـین از متوسـط وزنـی کـارایی بنگاه‌های آن صنعت به‌دست می‌آید (میرجلیلی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۴ بررسی ادبیات مدیریت و تصمیم‌گیری غیرمتمرکز

تمرکز در سلسله‌مراتب اختیارات، به آن سطح از اختیارات گفته می‌شود که قدرت تصمیم‌گیری دارد. هنگامی که تصمیم در رده‌های بالای سازمانی گرفته شود، آن سازمان را متمرکز می‌نامند و هنگامی که تصمیم‌گیری‌ها به سطوح پایین‌تر سازمان واگذار گردد، سازمان را غیرمتمرکز می‌گویند (Daft, 1989).

تمرکز به میزانی که تصمیم‌گیری در یک نقطه واحد در سازمان متمرکز شده، اشاره دارد. تراکم قدرت در یک نقطه، دلالت بر تمرکز داشته و عدم تراکم یا تراکم کم، نشانه عدم تمرکز است. باید دانست که عدم تمرکز را نباید با تفکیک سازمان بر اساس مناطق جغرافیایی اشتباه کرد. تمرکز به مسئله میزان پراکندگی اختیارات تصمیم‌گیری برمی‌گردد نه تفکیک جغرافیایی سازمان (Robbins, 1990).

تمرکز، بر جایگاه اصلی تصمیم‌گیری در سازمان دلالت دارد. به این ترتیب که هرگاه کلیه تصمیمات مهم در رده بالای ساختار سازمانی اخذ شود، سازمان بسیار متمرکز خواهد شد و هرگاه با تفویض اختیار و حذف قوانین دست‌وپاگیر، امکان تصمیم‌گیری توسط مدیران سطوح میانی و عملیاتی افزایش یابد و سازوکارهای کنترل به سطوح پایین‌تر واگذار گردد، از تمرکز کاسته می‌شود. در این صورت سیستم را غیر متمرکز می‌نامند. البته در سازمان غیر متمرکز نیز کنترل مدیریت با استفاده از مجموعه متنوعی از ابزار نظارت و بازرسی استمرار می‌یابد و به هیچ‌وجه مسئولیت مدیران عالی لوث نمی‌شود (رضاییان، ۱۳۷۹).

مساله عدم تمرکز به‌صورت یکی از معماهای لاینحل در آمده است؛ زیرا در سازمان‌هایی که دیوان‌سالاری به صورت صددرصد رعایت می‌شود، همه تصمیمات به‌وسیله مدیریت عالی سازمان گرفته می‌شود و او بر سازمان کنترل کامل دارد. ولی با بزرگ‌تر شدن سازمان و بالا رفتن تعداد کارکنان، واحدها و دوایر، نمی‌توان همه تصمیمات را به مقام عالی سازمان ارجاع داد. به این دلیل که میزان بار تصمیم‌گیری به آن حد می‌رسد که یک مقام ارشد نمی‌تواند آن را تحمل کند. تحقیقات انجام‌شده نیز نشان می‌دهد که در سازمان‌های بزرگ، پدیده عدم تمرکز بیش‌تر مشاهده می‌شود (Daft, 1989).

در شرایطی که سازمان از سیستم‌های غیرمتمرکز استفاده می‌کند، فراگرد تصمیم‌گیری با سرعت بیش‌تری طی می‌شود و مدیران میانی در شرایط بهتری پرورش می‌یابند و نیاز مدیران به احترام و خودشکوفایی به‌نحو بهتری ارضاء می‌شود. با این‌حال، برخی از مدیران محافظه‌کار به استفاده از سیستم‌های متمرکزتر تمایل دارند، تا بر هزینه‌های سنگین در سیستم‌های غیرمتمرکز فائق آیند.

در سازمان‌های پویا، مدیران برای افزایش سرعت فراگرد تصمیم‌گیری مجبور می‌شوند، که تمرکز را کاهش دهند. همچنین هرچه سبک رهبری مستبدانه‌تر و کنترل شدیدتر باشد، حیطه نظارت محدودتر و میزان تمرکز بیش‌تر خواهد شد (رضاییان، ۱۳۷۹).

عواملی مانند میزان اطلاعات اشاعه‌یافته در بین سطوح مختلف سازمان، میزان مشارکت افراد در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و نسبت مشاغلی که متصدی‌ها در تصمیم‌گیری مشارکت نموده و تعداد حوزه‌هایی که آن‌ها در آن مشارکت می‌کنند، می‌تواند به‌عنوان شاخص‌هایی از تمرکز به‌حساب آید.

سازمان‌ها علاوه بر این‌که مجموعه‌ای از انسان‌ها را در خود جای داده‌اند، نوعی سیستم تصمیم‌گیری و پردازش اطلاعات نیز هستند. سازمان‌ها تحقق اهداف خود را از طریق هماهنگی تلاش‌های گروهی تسهیل می‌کنند. تصمیم‌گیری و پردازش اطلاعات عوامل کلیدی این هماهنگی محسوب می‌شوند. توانایی مدیران برای دقت در خصوص داده‌های اطلاعاتی که دریافت می‌کنند، محدود است و هر مدیر میزان محدودی از اطلاعات را می‌تواند پردازش کند. برای جلوگیری از وقوع پدیده انباشتگی اطلاعات و اطلاعات بیش از ظرفیت نزد مدیران، مدیران باید اتخاذ برخی از تصمیم‌ها را به دیگران واگذار کنند. به‌علاوه سازمان‌ها باید در مقابل تغییرات محیطی از خود واکنش نشان دهند. عدم تمرکز این واکنش را تسریع می‌کند؛ زیرا لازم نیست پردازش اطلاعات، سلسله‌مراتب سازمانی را طی کند. همچنین عدم تمرکز باعث می‌شود که داده‌های اطلاعاتی بیش‌تری در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرد. به‌علت مشارکت کارکنان در فرایند تصمیم‌گیری، عدم تمرکز در تصمیم‌گیری موجب انگیزش بیش‌تر می‌شود. یکی دیگر از جنبه‌های عدم تمرکز، فرصت‌های آموزشی است که برای مدیران رده پایین به‌وجود می‌آید.

در برخی موقعیت‌ها تمرکز نسبت به عدم تمرکز رجحان پیدا می‌کند. وقتی در تصمیم‌گیری، دیدگاه جامع مورد نیاز است؛ یا جایی که تمرکز، صرفه‌جویی‌های اقتصادی معنی‌داری را موجب می‌شود، مزیت‌های ویژه‌ای برای تمرکز ایجاد می‌شود. مدارک و شواهد نشان می‌دهند که تمرکز بیش‌تر تصمیمات کاری در محیط‌هایی مشاهده می‌شود که به کارکنان، آموزش‌های حرفه‌ای کمتری ارائه شده است؛ یعنی در محیط‌هایی که کارکنان، غیرمتخصص هستند، باید برای راهنمایی افراد، قوانین و مقررات متعددی (تمرکز بیش‌تر) را تدوین کرد. از طرف

دیگر اگر سازمان‌ها متشکل از کارکنان حرفه‌ای باشند؛ باید انتظار داشت که رسمیت و تمرکز کمی بر سازمان حکم‌فرما باشد (Robbins, 1990).

۲-۴-۱ مدل کسب‌وکار مرکز سود

مدل کسب و کار مرکز سود، یکی از ساختارهای سازمانی غیرمتمرکز است. با این وجود، تصمیم‌گیری در یک سازمان غیرمتمرکز، باید انطباق و دقت خود را با اصول و معیارهای قابل‌قبول و منطقی حفظ کند (Trappey & Chiang, 2008). در واقع، مراکز سود مراکزی هستند که در آن، مدیران باید بهترین ترکیب مابین هزینه‌ها و درآمد را پیدا کنند. هدف هر مرکز سود را می‌توان در مقادیر و درصد ارزش‌های مطلق به‌دست آمده و وابسته به حجم معاملات بیان کرد (Goagara & Staiculescu, 2009).

در اصل، نظریه‌ای که تصمیم‌گیری غیرمتمرکز را ارائه می‌کند، بسیار ساده است. در این شرایط، ارزش به‌دست آمده با به حداقل رساندن هزینه کل، افزایش می‌یابد. این به حداقل رساندن هزینه کل، نیاز به تفویض برخی از تصمیمات از سطح مدیریت به سطوح پایین‌تر شرکت دارد (Christie et al, 2003).

مطالعه پیامدهای مسائل مدیریتی مبتنی بر مراکز سود، توجه را به سمت مدیریت منابع جلب می‌کند، زیرا بهینه‌سازی تنها با تمرکززدایی و تفویض اختیار حاصل می‌شود.

راه حل پیشنهاد شده توسط مطالعه گواگارا و استایکولسکو (۲۰۰۹) این است که یک مدیریت بازاریابی و تجاری را در سطح مراکز سود و مدیریت به‌منظور دستیابی به مزایای رقابتی در بازار به‌کار بندد. اعمال این مفهوم به‌لحاظ نظری، مزایای عملی زیر را ایجاد می‌کند:

- افزایش استفاده از پیش‌بینی؛

- اجرای سیاست‌های واقع‌گرایانه و استراتژی‌های متمرکز بر تحقیقات بازار، مطالعات تشخیصی، مطالعات آینده‌نگر و مطالعات شاخص‌ها؛
- ساختار سازمانی انعطاف‌پذیر، کارآمدتر و پویاتر که رفتار تهاجمی شرکت را نسبت به محیط کسب‌وکار ملی و بین‌المللی تعیین می‌کند؛
- تجدید ارزیابی‌های مالی، ارائه تغییر ساختاری و عملکردی عناصر تصمیم جهت مقابله با تحولات درونی و بیرونی شرکت‌ها؛
- افزایش پویایی فعالیت‌های شرکت و نتایج آن، که باعث عملکرد اقتصادی برتر می‌شود؛
- امکان اجرای یک معماری سازمانی را فراهم می‌کند که از تقسیمات سازمانی در واحدهایی با یک استقلال عملیاتی حاکم حاصل می‌شود.

۲-۵ بررسی ادبیات مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه

یک پروژه را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

«مجموعه‌ای از فعالیت‌ها که برای دستیابی به‌منظور یا هدفی خاص انجام می‌گیرند».

پروژه‌ها شامل فعالیت‌هایی هستند که باید در تاریخ‌هایی معین، با هزینه‌هایی معین و کیفیتی تعیین شده، اجرا شوند. پروژه‌ها ممکن است کارهایی باشند که انجام آن‌ها در فواصل زمانی مشخصی، لازم می‌شود. مثلا؛ بستن حساب‌های کارخانه در انتهای سال مالی، تعمیرات اساسی یک پالایشگاه هر دو سال یک‌بار و ... همین‌طور ممکن است پروژه‌ها شامل کارهایی باشند که فقط یک‌بار توسط سازمان انجام خواهند گرفت، مثل پروژه‌های ساختمانی، عمرانی، توسعه سازمان، پروژه‌های تحقیقاتی و یا ...

برای دستیابی به هدف یا منظور یک پروژه، لازم است سازمانی برای اجرای فعالیت‌های لازم تشکیل گـردد. ایـن سازمان باید دارای منابع و امکانات کافی و مناسب برای اجرای پروژه باشد. منـابع و امکانـات بـه‌صـورت داده‌هـا (ورودی‌ها) به سازمان وارد می‌شوند. سیاست‌ها، روش‌ها و برنامه‌های اجرای کارها نیز جزیـی از داده‌هـای ورودی به سازمان می‌باشند. امور مدیریت و کنترل، عبارت از کاربرد صـحیح و مناسـب منـابع و امکانـات بـرای اجـرای فعالیت‌ها به‌منظور دسـتیابی بـه اهـداف پـروژه مـی‌باشـد. ایـن منظـور یـا هـدف نهـایی عبـارت از سـتاده‌هـای (خروجی‌های) سازمان بوده و شامل عواملی است که سازمان برای دستیابی به آن‌ها تشکیل شده و فعالیـت‌هـای لازم را با کاربرد ورودی‌ها به اجرا در آورده است.

برای داشتن امکانات لازم جهت کنترل نحوه پیشرفت کارها و مقایسه بازده عملی سازمان با آن‌چه که برنامه‌ریزی شده و یا در چارچوب سیاست‌ها و خط‌مشی‌ها تبیین شده است، لازم است اطلاعات مناسـبی از نحـوه پیشـرفت کارها به مدیریت برسد. این اطلاعات می‌تواند نشان‌دهنده عواملی نظیر تاریخ‌های عملی اجـرای مراحـل مختلـف کارها، نیروی انسانی و هزینه صرف شده، کیفیت کارهای انجام شده و سایر آگاهی‌هایی که می‌توانـد مـدیریت را در تصمیم‌گیری برای اجرای مراحل بعدی پروژه یاری نماید، باشد.

برای این‌که چنین اطلاعاتی به‌طور مرتب و به شکلی مناسب به مدیریت برسد، تشـکیل یـک سیسـتم اطلاعـات بازتابی به‌عنوان بخشی از سازمان پروژه امری ضروری و اجتناب‌ناپـذیر مـی‌باشـد. سیسـتم اطلاعـات بازتـابی، بـا برقراری یک کانال ارتباطی بین ستاده‌ها (خروجی‌ها) و مـدیریت بـه‌طـور مسـتمر اطلاعـات لازم را از سـتاده‌هـا برداشت نموده و به مسئولین اجرای پروژه بازتاب می‌دهد.

مدیریت پروژه می‌تواند با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات بازتابی، پیشرفت کارها و نحوه کاربرد امکانات و منابع را کنتـرل نموده و در موارد لازم، نسبت به ایجاد تغییراتی جهت تصحیح و بهسازی سیاست‌ها، روش‌هـا و برنامـه‌هـا اقـدام نماید و یا در خصوصیات سایر منابع و امکانات، تغییراتی به‌وجود آورد. بدیهی است ایجاد تغییرات در داده‌ها یک

کار مستمر و الزامی نبوده و در صورتی که قبل از اجرای پروژه، برنامه‌ریزی‌ها با دقت کافی انجام گرفته باشند، ممکن است انجام تغییرات در داده‌ها در میزانی اندک، قابل اغماض باشد.

وظایف اصلی مدیریت پروژه را می‌توان «ایجاد هماهنگی لازم در اجرای فعالیت‌ها برای کاربرد مناسب منابع و امکانات، به‌منظور رسیدن به هدف نهایی پروژه» دانست. در ایجاد این هماهنگی، الزاما محدودیت‌های زمانی، بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات، مواد و سایر منابع و امکانات، همچنین محدودیت‌های مربوط به کیفیت کارهای قابل اجرا و روش‌های آن‌ها، قوانین و مقررات حاکم بر محیط و بسیاری از محدودیت‌های دیگر که به‌نوعی با فازهای مختلف پروژه ارتباط خواهند داشت، مورد نظر قرار می‌گیرند.

برای انجام وظایف، مدیر احتیاج به برنامه‌ریزی، سازماندهی، رهبری و کنترل خواهد داشت. دو موضوع اصلی که باید مدنظر بوده و پاسخی برای آن‌ها تهیه شود، عبارتند از؛

۱- مقادیر (کمیت‌ها) را چگونه باید تعیین نمود؟

۲- آیا از منابع و امکانات به‌صورتی کارا و موثر استفاده می‌شود؟

برای پاسخگویی به سوال اول می‌توان از تکنیک‌های مختلف برنامه‌ریزی و برنامه‌بندی زمانی، روش‌های تعیین سطح منابع، و همچنین از روش‌های موازنه زمان و هزینه استفاده نمود. سوال دوم با کاربرد اطلاعات بازتابی در حین اجرای پروژه و کنترل روند اجرای فعالیت‌ها قابل پاسخگویی خواهد بود.

بدیهی است عملیات برنامه‌ریزی و برنامه‌بندی زمانی مربوط به قبل از شروع عملیات اجرایی بوده ولی فعالیت‌های کنترل همراه با عملیات اجرایی ادامه می‌یابند. در برنامه‌ریزی و برنامه‌بندی زمانی، پارامترهای زمان، هزینه و سایر منابع و امکانات لازم به‌نحوی تعیین می‌شوند که بتوان پروژه را به اقتصادی‌ترین صورت ممکن اجرا نمود. امور کنترل به این منظور اعمال می‌شوند که کارهای اجرایی مطابق آن‌چه که برنامه‌ریزی و برنامه‌بندی شده‌اند،

انجام شوند. بنابراین، به‌منظور فراهم شدن امکانات لازم جهت کنترل، لازم است در ساختار سیستم‌های مدیریت پروژه‌ها، شرایط و وسایل لازم برای دریافت اطلاعات بازتابی فراهم شده باشند.

سیستم‌های اطلاعات بازتابی، آگاهی‌های لازم را از فعالیت‌های اجرایی دریافت و با برنامه‌هایی که در مرحله قبل از اجرا تهیه شده‌اند، مورد مقایسه قرار داده و تجزیه‌وتحلیل می‌کنند. اطلاعاتی که از روند پیشرفت عملی کارها جمع‌آوری شده و با مقادیر برنامه‌ریزی شده مورد سنجش و مقایسه قرار می‌گیرند، ممکن است شامل اطلاعات مالی از نحوه صرف بودجه و یا تاریخ‌های اجرای امور مختلف پروژه باشند.

مدیریت با بهره‌گیری از نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌وتحلیل اطلاعات، در مورد نحوه پیشبرد فعالیت‌ها تصمیم‌گیری نموده و این تصمیم‌ها و راهنمایی‌ها به امور اجرایی پروژه منتقل می‌شوند. ممکن است در مواردی نیز، نتیجه این تصمیم‌گیری‌ها، ایجاد تغییرات و تصحیحاتی در برنامه‌های تعیین شده باشد (حاج‌شیرمحمدی، ۱۳۸۸).

افزایش هزینه و تاخیر در زمان‌بندی، مشکلات رایج در پروژه‌های طراحی مهندسی هستند. چانگ (۲۰۰۲) دلایل اصلی این مشکلات را ذکر کرده است. نتایج تحلیلی به مدیران پروژه در ایفای مسئولیت خود و بهبود فرایندهای کاری کمک می‌کند. لانگ و اوهساتو (۲۰۰۹)، روشی جدید برای زمان‌بندی پروژه‌های ساختمانی خطی- تکراری با در نظر گرفتن چند تابع هدف مختلف مثل زمان پروژه، هزینه پروژه یا هر دو ارائه کردند. موازنه زمان- هزینه در مدل آن‌ها با استفاده از تابعی غیرخطی از متغیرهای زمان- هزینه تعریف شده بود که با دادن وزن‌هایی به این متغیرها بر اساس نظر مدیر پروژه، اهمیت این دو عامل در زمان‌بندی می‌توانست متفاوت باشد. در سال ۲۰۱۰، چو و دیگران زمان‌بندی پروژه و هزینه ساخت را در یک مدل ترکیبی و با استفاده از اطلاعات منابع، برای موازنه زمان و هزینه در یک فرآیند ساخت تکراری به‌کار گرفتند (حسامی و مولایی، ۱۳۹۴: ۳۳). ریک و هرولن (۱۹۹۹) مسائل برنامه‌ریزی پروژه با محدودیت منابع را با روابط تقدم و تاخر تعمیم‌یافته در نظر گرفتند. از آن‌جا

که این مدل، یک مسئله برنامه‌ریزی سخت است، مقاله مذکور، یک روش جست‌وجوی محلی و یک روش جست‌وجوی ممنوع برای حل مسئله را ترکیب می‌کند. آزارون و همکاران (۲۰۰۶) جهت حل مسئله تخصیص منابع در یک شبکه پرت[3]، مدلی چندهدفه ارائه کردند. بابو و سورش (۱۹۹۶) مدل‌های برنامه‌ریزی خطی را جهت ارزیابی مبادلات بین زمان، هزینه و کیفیت در مدیریت پروژه توسعه دادند. بارازا و همکاران (۲۰۰۴) منحنی S تصادفی و رویکرد شبیه‌سازی را جهت پیش‌بینی عملکرد اتمام پروژه اعمال کردند. یانگ و سام (۱۹۹۷) روش شبیه‌سازی را برای شبیه‌سازی عملکرد موعد مقرر، تخصیص منابع، اتمام پروژه و قوانین برنامه‌ریزی فعالیت‌ها در یک محیط چندپروژه‌ای به‌کار گرفتند.

۲-۵-۱ ارتباط بین فعالیت‌ها

اولین ملاحظات علمی برای دستیابی به روش‌های برنامه‌ریزی، در اوایل قرن بیستم، توسط هنری گانت و فردریک تایلور به‌عمل آمده است. این دو دانشمند برای برنامه‌ریزی پروژه‌ها از یک نمودار که محور افقی آن، نشان‌دهنده عامل زمان (تاریخ‌ها) و محور عمودی آن، نشان‌گر فعالیت‌های لازم در اجرای پروژه بود، استفاده نمودند. این نمودارها که بعدا به نمودارهای گانت و نمودارهای میله‌ای مشهور شدند، از ساده‌ترین نمودارها برای نشان دادن زمان‌های آغاز و پایان فعالیت‌ها بوده و هنوز در بسیاری از موسسات و سازمان‌ها به‌عنوان تنها روش برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با کاربرد روش‌ها و فناوری‌های گوناگون می‌توان زمان لازم برای اجرای پروژه‌ها را تغییر داد. بدیهی است چنین تغییراتی در زمان پروژه، باعث ایجاد تغییرات در هزینه لازم برای انجام پروژه خواهد گردید. همچنین، ممکن است برای تسریع زمان پروژه، بودجه معینی در نظر گرفته شده باشد. بنابراین، باید اقتصادی‌ترین ترکیب کاهش زمان فعالیت‌های پروژه را به‌صورتی تعیین نمود که با توجه به بودجه‌ای که در دست است، پروژه در کوتاه‌ترین

[3] PERT

زمان ممکن قابل اجرا باشد. همین‌طور ممکن است برای پروژه‌ای محـدودیت زمـانی وجـود داشـته و لازم باشـد پروژه حداکثر تا تاریخ تعیین شده T تکمیل و آماده بهره‌برداری شـود. در چنـین حـالتی، لازم خواهـد بـود کـه کاهش زمان فعالیت‌ها با ترتیب و ترکیبی انجام گیرد که در عین حالی‌که پروژه در تاریخ T تکمیل شـده باشـد، بودجه‌ای که صرف کاهش (تسریع) زمان پروژه شده نیز، در کم‌ترین مقدار ممکن خود باشد.

پیش از شروع عملیات برنامه‌ریزی، لازم است سوالات مشخصی مطرح شده و به آن‌ها پاسخ داده شود؛

۱- پروژه مورد نظر چیست و با چه منظوری اجرا می‌شود؟ (تعریف پروژه و تبیین اهداف)

۲- چه کارهایی برای رسیدن به اهداف، الزامی هستند؟ (مشخص نمودن فعالیت‌های لازم)

۳- به چه ترتیبی باید کارها را انجام داد؟ (روابط پیش‌نیازی- وابستگی‌ها)

۴- چگونه باید کارها را انجام داد؟ (روش‌های فناوری ساخت- اجرا)

۵- توسط چه کسانی؟ (مسئولیت‌ها، تخصص‌ها، نمودار سازمانی و ...)

۶- احتیاجات چه هستند؟ (بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات، زمان و ...)

۷- محدودیت‌ها چه هستند؟ (محدودیت‌ها در منابع بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات، زمان و ...)

۸- اطلاعات مورد لزوم در ضمن اجرا چه هستند؟ (سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت- اطلاعـات بازتـابی بـرای سطوح مختلف مدیریت)

فعالیت، عبارت از جزیی از مجموعه امور لازم در اجرای یک پروژه است که انجام آن، احتیـاج بـه صـرف زمـان و همچنین، در اغلب موارد احتیاج به صرف منابع، نظیر بودجه، انرژی، نیـروی انسـانی و ... دارد. فعالیـت‌هـا دارای نقاط آغاز و پایان قابل تعریف هستند.

فعالیت پیش‌نیاز، فعالیتی است که بلافاصله بعد از تکمیل آن، فعالیتی دیگر قابل شروع شدن باشد. و فعالیت وابسته، فعالیتی است که بلافاصله بعد از تکمیل فعالیتی دیگر، قابل شروع شدن باشد. وابستگی‌های بین فعالیت‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد؛

۱- وابستگی‌های طبیعی: این وابستگی‌ها به‌علت خواص ویژه فعالیت‌ها و ارتباطات منطقی و تکنولوژیکی بین فعالیت‌ها ایجاد می‌شوند.
۲- وابستگی‌های امکاناتی: این نوع وابستگی‌ها، به‌علت محدودیت امکانات (منابع) ایجاد می‌شوند.

در اجرای پروژه‌ها، ممکن است چهار نوع ارتباط زمانی بین فعالیت‌ها وجود داشته باشد؛

- FS یا پایان به آغاز: در مواردی که پایان یک فعالیت وابسته به شروع فعالیت دیگری باشد، استفاده می‌شود.
- FF یا پایان به پایان: در مواردی که پایان یک فعالیت وابسته به پایان یافتن فعالیت دیگری است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- SS یا آغاز به آغاز: زمانی‌که آغاز یک فعالیت وابسته به آغاز فعالیت دیگری باشد، استفاده می‌گردد.
- SF یا آغاز به پایان: موارد کاربرد این رابطه نادر است و در حالتی‌که آغاز یک فعالیت وابسته به پایان فعالیت دیگری باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قبل از این‌که فعالیتی بتواند آغاز شود، لازم است همگی فعالیت‌های پیش‌نیاز آن تکمیل شده باشند. در شرایط زیادی، ممکن است یک فعالیت وابسته، به‌جای آن‌که لازم باشد منتظر تکمیل کل فعالیت پیش‌نیاز خود شود، پس از تکمیل بخشی از آن هم قابل شروع شدن باشد. همچنین، می‌بایست نیروی انسانی، تجهیزات و کل مصالح لازم برای طول زمانی اجرای فعالیت مورد نظر در دسترس باشند (حاج‌شیرمحمدی، ۱۳۸۸).

۲-۵-۲ مدیریت زمان پروژه

زمان‌بندی سهم به‌سزایی در پیشبرد و موفقیت پروژه دارد. این موضوع، همواره یکی از مسائل مورد توجه محققان علوم مدیریت و تحقیق در عملیات بوده است. همچنین، ماهیت بسیار دشوار این مسئله، علت دیگری برای توجه زیاد محققان به آن می‌باشد (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). زمان‌بندی پروژه با محدودیت منابع، از جمله مسائل برنامه‌ریزی سخت (NP-Hard) است. در این مسئله، هر پروژه از تعدادی فعالیت تشکیل شده است. به‌علاوه، تعدادی منبع با ظرفیت‌های محدود در هر دوره زمانی وجود دارد. فعالیت‌ها علاوه بر این‌که نسبت به یک‌دیگر جهت اجرا دارای اولویت هستند، در استفاده از منابع نیز محدودیت دارند. هدف معمولا کمینه کردن زمان اتمام پروژه می‌باشد، به‌نحوی‌که محدودیت‌های تقدمی و محدودیت منابع ارضا شود.

به‌طور کلی، زمان‌بندی پروژه در پی یافتن توالی مناسبی برای انجام فعالیت‌های یک پروژه است، به‌نحوی‌که محدودیت‌های تقدم و تاخر شبکه پروژه و انواع محدودیت‌های مختلف منبعی موجود در پروژه به‌طور همزمان ارضا شوند و معیار سنجش معینی از جمله زمان انجام پروژه، هزینه انجام، تعداد فعالیت‌های با تاخیر و غیره بهینه شوند (شاهعلیزاده کلخوران و همکاران، ۱۳۹۰).

با استفاده از زمان‌بندی پروژه، مواردی همچون تخصیص منابع به فعالیت‌ها، تعهدات پیمانکاران، تعمیرات پیشگیرانه و تحویل سفارش به مشتری داخلی یا خارجی به‌راحتی قابل برنامه‌ریزی و کنترل خواهد بود. در سال‌های اخیر، تحقیقات گسترده‌ای روی موضوع زمان‌بندی پروژه انجام شده است. در بیش‌تر تحقیقات، فرض می‌شود فعالیت‌ها در یک شرایط ایده‌آل انجام می‌گیرد و زمان‌بندی ارائه شده می‌تواند به‌طور دقیق مطابق با برنامه اجرا شود. در عمل، وجود چندین عامل کنترل‌نشدنی نظیر افزایش زمان اجرای فعالیت‌ها، نبود دسترسی به منابع، اضافه شدن فعالیت‌های پیش‌بینی نشده به پروژه، شرایط بد آب‌وهوایی و غیره ممکن است منجر به

ایجاد اختلال‌های در زمان‌بندی پروژه شود. این اختلال‌ها می‌تواند هزینه‌های قابل توجهی به سیستم پروژه تحمیل کند (بساق‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

اگروال و همکاران (۲۰۱۱) یک دیدگاه ژنتیک عصبی که ترکیبی از الگوریتم ژنتیک و دیدگاه شبکه عصبی[۴] بود، برای حل مسئله زمان‌بندی پروژه با منبع محدود ارائه کردند. اتلی و کهرامان (۲۰۱۲) یک حل جهت مسئله زمان‌بندی فعالیت‌ها با منبع محدود با استفاده از الگوریتم جست‌وجوی ممنوع بیان کردند که هدف آن‌ها کمینه کردن زمان پایان پروژه بود. مندز و همکاران (۲۰۰۹) الگوریتم ژنتیکی برای حل مسئله زمان‌بندی پروژه با منبع محدود ارائه کردند که کروموزم این الگوریتم بر پایه کلید تصادفی[۵] استوار بود. در الگوریتم آن‌ها از یک قانون اولویت ابتکاری[۶] نیز استفاده شده است. جیرو و همکاران (۲۰۱۰) یک الگوریتم ژنتیک بر اساس کروموزوم چند آرایه برای مسئله زمان‌بندی فعالیت‌ها با منبع محدود ارائه کردند.

۲-۵-۳ مدیریت منابع

نیروی انسانی، تجهیزات، ماشین‌آلات، بودجه، مصالح، فضای قابل دسترس و بسیاری عوامل و امکانات مشابه که در امر اجرای یک پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرند، منبع نامیده می‌شوند. هزینه‌های پروژه به‌طور عمده مربوط به اقلامی هستند که از به‌کارگیری منابع به‌وجود می‌آیند. حتی در صورت نامحدود بودن منابع، که معمولا امری غیرمعمول در اجرای پروژه‌ها می‌باشد، تخصیص بهینه منابع توام با زمان‌بندی استفاده از آن‌ها به اقتصادی نمودن انجام پروژه یعنی کاهش هزینه‌ها و زمان انجام فعالیت‌ها می‌پردازد (نادرپور و مفید، ۱۳۸۸).

منابع مورد نیاز پروژه شامل دو گروه می‌باشند. نیروی انسانی و ماشین‌آلات و سایر تجهیزاتی که فقط وقت آن‌ها در پروژه مصرف شده ولی در موجودیت آن‌ها تغییری حاصل نمی‌شود، منابع غیرمصرفی پروژه خوانده شده و در

[4] Neural- network (NN)
[5] Random keys
[6] Heuristic Priority Rule

مقابل، مواد و مصالح که با مصرف آن‌ها از مقدار موجودیشان کاسته می‌شود، منابع مصرفی خوانده می‌شوند (حاج‌شیرمحمدی، ۱۳۸۸).

با پیچیده‌تر شدن پروژه‌ها و روابط بین فعالیت‌های آن‌ها، مدیریت منابع پروژه نیز از اهمیت بیش‌تری برخوردار گردیده و لزوم مطالعات و پژوهش‌های علمی پیرامون نحوه تخصیص منابع در پروژه بیش از پیش آشکار می‌گردد (نادرپور و مفید، ۱۳۸۸).

کاربرد روش‌های تخصیص منابع، میزان منابع لازم (بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات، فضا و ...) در مقاطع مختلف زمانی در دوره اجرای پروژه را تعیین نموده و بنابراین، برای مسئولین و دست‌اندرکاران تامین این منابع، برنامه مشخصی را قبل از شروع کار، ارائه می‌نماید (حاج‌شیرمحمدی، ۱۳۸۸).

نظر به این‌که منابع، عامل انجام فعالیت‌های پروژه بوده و فعالیت‌ها نیز شریان‌های اصلی حیات پروژه هستند و انجام صحیح و به‌موقع آن‌ها تضمین سلامت و بقای حیات پروژه و اهداف آن می‌باشند، می‌توان به نقش فعالیت‌های آن پی برد. لذا در تخصیص بهینه منابع به فعالیت‌ها، باید نگرش ویژه‌ای به محدودیت‌های موجود در مدیریت منابع و چاره‌اندیشی جهت مرتفع نمودن آن‌ها صورت پذیرد. مدیریت منابع در پروژه امر پیچیده‌ای است که با محدودیت‌های زیادی از جمله محدودیت‌های ذیل سروکار دارد؛

۱- روابط پیش‌نیازی بین فعالیت‌ها که مربوط به سیستم برنامه‌ریزی و کنترل زمان‌بندی فعالیت‌ها می‌باشد.
۲- تعیین اولویت استفاده از منابع برای فعالیت‌های دارای همزمانی استفاده از منابع یکسان.
۳- محدودیت‌هایی که به ویژگی‌های منحصربه‌فرد برخی از منابع مربوط می‌شود.
۴- محدودیت‌های مربوط به جابه‌جایی زمان و مکان استفاده از منابع جهت بهینه‌سازی منابع که این محدودیت، بیش‌تر زمانی خود را نشان می‌دهد که مدیر پروژه مشغول رهبری یک پروژه چندگانه باشد. پروژه چندگانه پروژه‌ای است که در آن، اعضای سطح دوم پروژه هر یک به‌تنهایی، یک پروژه هستند.

۵- محدودیت‌های مربوط به سطوح مختلف دسترسی فعالیت‌ها به منابع پروژه. یعنی با توجه به سطوح تعریف شده برای پروژه، هر فعالیت مجاز است فقط از منابعی که در سطح تعیین شده مربوط به آن وجود دارد، استفاده نماید. در غیر این‌صورت، موجب ایجاد اختلال در مصرف بهینه منابع می‌گردد.

۶- محدودیت‌های مربوط به دوره زمانی خاص و در اختیار بودن (موجود بودن) برخی از منابع (نادرپور و مفید، ۱۳۸۸).

فصل سوم: روش‌شناسی تحقیق

۳-۱ مقدمه

با توجه به شرایط بسیار متغیر و رقابتی بازار جهانی، استفاده از مدل‌های کسب‌وکار مراکز سود که نوعی از مدل‌های مدیریت غیرمتمرکز است، به‌طور گسترده‌ای در حال ترویج است. در واقع، تمرکززدایی پدیده پیچیده‌ای است که توسط جنبه‌های مختلف در سطوح مختلف سازمان مشخص می‌شود. در این راستا، سازمان‌ها به‌دنبال بهینه‌سازی و کاهش زمان فرآیندها و ایجاد تعادل بین زمان و هزینه فعالیت‌های پروژه خود می‌باشند. سازمان‌های پروژه‌محور، امور خود را به‌صورت پروژه تعریف نموده و ضمن اجرای آن‌ها، نیازهای مشتریانشان را تامین می‌کنند. در این سازمان‌ها، پروژه‌ها به‌عنوان عناصر اصلی و سازنده تعبیر می‌شوند که بر حسب میزان موفقیت در اجرا، موفقیت رقابتی سازمان را تعیین می‌کنند (Leskinen et al., 2006). بنابراین، نیاز است عملکرد واحدهای مختلف سازمان ارزیابی و اندازه‌گیری شود. مدیران همواره درصدد بهبود عملکرد سازمان‌های تحت مدیریت خود هستند، اما این بهبود زمانی میسر می‌شود که آنان شناخت کافی از توانایی خود و نقاط ضعف و قوت رقیبان داشته باشند (مهرگان، ۱۳۹۵).

از این‌رو، ارزیابی عملکرد یک گام ضروری در مسیر موفقیت سازمانی است که ابزاری برای اندازه‌گیری بهبود سازمان در مسیر دستیابی به اهداف و ماموریت فراهم می‌آورد. ارزیابی عملکرد به مدیران کمک می‌کند تا سازمانشان را برای دست یافتن به مزیت، رهبری و اهداف موثر راهنمایی کنند. سی‌مونس (۲۰۰۰) ارزیابی عملکرد و کنترل سیستم را به‌عنوان رویه‌های رسمی مبتنی بر اطلاعاتی که مدیران برای بقا و بهبود الگوی سازمانی خود استفاده می‌کنند، تعریف کرده است. بر اساس این تعریف، ارزیابی عملکرد یک سیستم چهار ویژگی زیر را خواهد داشت؛

۱- هدف هر سیستم، کنترل و ارزیابی عملکرد داده‌هاست.

۲- ارزیابی عملکرد و کنترل سیستم مبتنی بر رویه‌های رسمی است.

۳- ارزیابی عملکرد و کنترل سیستم در شکل‌های خاص طراحی شده است تا توسط مدیران استفاده گردد.

۴- مدیران، ارزیابی عملکرد و کنترل سیستم را برای بقا یا تغییر الگوی فعال سازمانی خود استفاده می‌کنند.

تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها از مجموعه مدل‌های ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که به مثابه ابزاری قوی، یاری‌رسان مدیران است. تحلیل پوششی داده‌ها با اندازه‌گیری کارایی نسبی سازمان‌ها، آن‌ها را رده‌بندی، نقاط ضعف و قوت هر کدام را مشخص و پیشنهادهایی برای بهبود کارایی هر سازمان ارائه می‌کند (مهرگان،۱۳۹۵). این تکنیک به‌عنوان یک روش ناپارامتری برای ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده متجانس، همه چهار ویژگی این سیستم‌ها را به‌عنوان روش ارزیابی عملکرد داراست. این روش، داده‌ها را به یک شیوه موثر انتقال می‌دهد، ساختارش تعریف شده و کاربردش در بهبود واحدهای سازمانی موثر است.

در محاسبه کارایی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌های معمولی، واحدهای تصمیم‌گیرنده به‌عنوان یک کل (جعبه سیاه[۷]) در نظر گرفته می‌شوند. در حالی‌که در بسیاری از موارد، سیستم‌ها از چندین فرآیند تشکیل شده‌اند؛ برای مثال، یک دانشگاه از دپارتمان‌هایی تشکیل شده که هر یک، از چندین ورودی برای تولید چندین خروجی استفاده می‌کنند. اگر تصمیم‌گیرنده علاقه‌مند به اندازه‌گیری عملکرد یک دپارتمان خاص باشد، مدل برای ورودی‌ها و خروجی‌های آن دپارتمان به‌کار خواهد رفت. اما زمانی‌که هدف اندازه‌گیری کارایی کل دانشگاه باشد، شرایط تغییر خواهد کرد. در این‌صورت، اگر از مدل تحلیل پوششی داده‌های معمولی استفاده شود، ممکن است سیستم، کارا ارزیابی شود در حالی‌که برخی از دپارتمان‌های آن ناکارا هستند (Kao, 2012).

همچنین، استفاده از تکنیک تحیل پوششی داده‌ها یک راه‌حل برای مسئله تخصیص فراهم می‌کند، زیرا در این روش، درنظر گرفتن برنامه‌های تولید شدنی و ارزیابی ورودی‌ها/ خروجی‌ها مبنی بر مشخصه‌های تجربی از یک مجموعه شدنی تولید، امکان‌پذیر می‌باشد (Lozano & Villa, 2004). در این شرایط هدف واحد مرکزی،

[7] Black Box

تخصیص مجدد خروجی‌های موجود در بین واحدهای تصمیم‌گیری است، به‌طوری که هزینه کل ورودی مصرف شده توسط همه واحدهای تصمیم‌گیری حداقل شود.

در ادامه، رویکردی تحت مدیریت مرکزی برای تخصیص مجدد ورودی‌ها جهت استفاده بهتر از آن‌ها در هر مرکز سود ارائه می‌گردد. مدل پیشنهادی، با تخصیص مجدد ورودی‌های موجود در بین واحدهای تصمیم‌گیرنده هر مرکز سود، این امکان را می‌دهد تا به خروجی بهتر و در نتیجه، به بیش‌ترین سطح کارایی دست یابیم.

۳-۲ ابزارها و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات

ابزار سنجش و اندازه‌گیری، وسایلی هستند که محقق به کمک آن‌ها می‌تواند متغیرها را اندازه‌گیری و اطلاعات موردنیاز را برای تجزیه‌وتحلیل و بررسی پدیده مورد مطالعه و نهایتا کشف حقیقت، گردآوری نماید. بنابراین، باید به‌گونه‌ای طراحی و سازمان‌دهی شوند که بتوانند اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری و سنجش متغیرها را به‌نحو مطلوب جمع‌آوری نمایند (عامری، ۱۳۹۶).

برای اندازه‌گیری عملکرد پروژه در شرکت موردنظر از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. برای گردآوری ورودی‌ها و خروجی‌های موردنظر از گزارش‌های مالی و فنی شرکت و نظرات خبرگان استفاده گردیده است.

۳-۳ ارائه مدل تکنیک تحلیل پوششی داده‌های پایه برای ارزیابی کارایی فعالیت‌ها و مراکز سود

تحلیل پوششی داده‌ها دارای انواع مختلفی می‌باشد که از یک منظر به دو مدل ورودی‌محور و خروجی‌محور تقسیم‌بندی می‌شود. مدل ورودی‌محور معطوف به حداقل‌سازی استفاده از ورودی‌ها با فرض ثابت ماندن خروجی‌ها می‌باشد و در مقابل، مدل خروجی‌محور معطوف به حداکثرسازی خروجی‌ها با فرض ثابت ماندن ورودی‌ها می‌باشد. از سویی دیگر، تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به دو شکل بازده به مقیاس ثابت و متغیر مورد

استفاده قرار گیرد. بازده نسبت به مقیاس نشان‌دهنده چگونگی تغییرات تولید (خروجی‌ها) در اثر تغییر کلی در منابع (ورودی‌ها) می‌باشد. اگر مقادیر همه ورودی‌های لازم برای به‌دست آوردن یک محصول معین به یک اندازه افزایش یابد و تولید نیز درست به همان اندازه افزایش یابد، بازده به مقیاس ثابت و در غیر این‌صورت، بازده به مقیاس متغیر خواهد بود که اگر به میزانی بیش از آن زیاد شود، بازده افزایشی و در حالت کم‌تر از آن بازده به مقیاس کاهشی خواهد بود (جهانگیری، ۱۳۹۴).

این تحقیق، به‌منظور دستیابی به هدف حداکثر کردن سود، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها را بر اساس مدل کسب‌وکار مرکز سود غیرمتمرکز توسعه می‌دهد. در این جهت، از ثانویه مدل پایه تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازده به مقیاس متغیر با ماهیت ورودی استفاده می‌گردد.

مدل‌های بازده به مقیاس ثابت محدودکننده‌تر از مدل‌های بازده به مقیاس متغیر هستند، زیرا مدل بازده به مقیاس ثابت واحدهای کارای کم‌تری را در بر می‌گیرد و مقدار کارایی آن نیز کم‌تر می‌شود.

مدل نسبت بازده به مقیاس متغیر برای ارزیابی کارایی واحد تحت بررسی به‌صورت زیر است؛

$$\max Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0} + w}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0}}$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + w}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j=1,..,n) \qquad (۱-۳)$$

$$u_r , v_i \geq 0 \ , w \text{ free}$$

ساختار مدل نسبت بازده به مقیاس متغیر همانند مدل نسبت بازده به مقیاس ثابت است که هم در تابع هدف و هم در تمامی محدودیت‌ها به‌صورت کسر یک متغیر آزاد در علامت w افزوده می‌شود.

مدل نسبت بازده به مقیاس متغیر یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی است که برای خطی کردن آن به دو شیوه می‌توان عمل کرد: «حداکثر کردن صورت و ثابت نگه داشتن مخرج کسر» که مدل مضربی بازده به مقیاس متغیر ورودی‌محور را ایجاد می‌کند یا «حداقل کردن مخرج و ثابت نگه داشتن صورت کسر» که ایجادکننده مدل مضربی بازده به مقیاس متغیر خروجی‌محور است.

مدل مضربی (اولیه) بازده به مقیاس متغیر ورودی‌محور به‌صورت زیر خواهد بود؛

$$\max Z_0 = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0} + w$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1 \qquad (۲-۳)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + w \leq 0 \quad (j=1,\ldots,n)$$

$$u_r , v_i \geq 0 , w \text{ free}$$

تفاوت این مدل با مدل بازده به مقیاس ثابت در وجود متغیر آزاد در علامت w است. علامت متغیر w در این مدل، نوع بازده به مقیاس را به‌صورت زیر تعیین می‌کند؛

الف) هر گاه $w<0$ باشد، نوع بازده به مقیاس، کاهشی است.

ب) هر گاه $w=0$ باشد، نوع بازده به مقیاس، ثابت است.

پ) هر گاه $w>0$ باشد، نوع بازده به مقیاس، افزایشی است.

ثانویه مدل (مدل پوششی) بازده به مقیاس متغیر به‌صورت مدل (۳-۳) خواهد بود؛

$$\min g_0(\theta) = \theta$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \geq y_{r0} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\theta x_{io} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \geq 0 \ (i = 1, 2, \dots, m) \qquad (۳-۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\theta \quad \text{free}$$

متغیر متناظر با محدودیت اول مسئله اولیه با θ و متغیرهای متناظر با سایر محدودیت‌ها با λ_j به نمایش گذاشته شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، محدودیت متناظر با اضافه شدن متغیر آزاد در علامت w در مسئله اولیه، محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$ است. در این مدل، θ نسبت کاهش ورودی‌های واحد تحت بررسی را برای بهبود کارایی نشان می‌دهد.

یک واحد در این مدل کاراست، اگر و تنها اگر دو شرط زیر برای آن برقرار باشد؛

الف) $\theta^* = 1$ شود؛

ب) تمامی متغیرهای کمکی مقدار صفر داشته باشند (Charnes et al., 1997).

در این تحقیق جهت ارزیابی کارایی فعالیت‌ها و مراکز سود، سه ورودی شامل نیروی انسانی، تجهیزات و زمان و خروجی نیز درآمد در نظر گرفته می‌شود. در جدول (۳-۱)، شرح علائم و اختصارات نمایش داده شده است.

جدول (۳-۱): شرح علائم و اختصارات

شرح علائم	علائم	شرح علائم	علائم
خروجی فعالیت تحت‌بررسی	y_o	نیروی انسانی فعالیت jام	x_{lj}
کارایی ورودی‌محور فعالیت jام	θ_j	نیروی انسانی فعالیت تحت‌بررسی	x_{lo}
وزن تصمیم‌گیرنده jام	λ_j	تجهیزات فعالیت jام	x_{ej}
نیروی انسانی به‌اشتراک‌گذاشته فعالیت kام هر مرکز سود	x_l^k	تجهیزات فعالیت تحت‌بررسی	x_{eo}
نیروی انسانی فعالیت kام هر مرکز سود	x_{lk}	زمان فعالیت jام	x_{tj}
وزن تصمیم‌گیرنده jام فعالیت kام هر مرکز سود	λ_{kj}	زمان فعالیت تحت‌بررسی	x_{to}
ضریب بهبود زمان هر فعالیت	φ_t	خروجی فعالیت jام	y_j

بدین ترتیب، مدل (۳-۳) به‌صورت زیر (مدل (۳-۴)) ارائه می‌گردد؛

$$\min \theta$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{lj} \leq \theta x_{lo}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ej} \leq \theta x_{eo} \qquad (۴-۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{tj} \leq \theta x_{to}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \geq y_o$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

در مدل (۳-۴)، تابع هدف، کارایی بهینه هر واحد تصمیم‌گیری (فعالیت) را محاسبه می‌کند. محدودیت‌های اول، دوم و سوم به‌ترتیب، نشان می‌دهند مجموع موزون نیروی انسانی، تجهیزات و زمان کل فعالیت‌های پروژه کم‌تر و مساوی نیروی انسانی، تجهیزات و زمان فعالیت تحت‌بررسی است. محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$ نیز، مشخص می‌کند مجموع موزون خروجی کلیه فعالیت‌های پروژه، بزرگ‌تر و مساوی خروجی فعالیت موردنظر است. و در نهایت،

محدودیت آخر بیان می‌کند همواره مجموع اوزان تصمیم‌گیرنده‌ها برابر با ۱ می‌باشد. با اجرای مدل فوق مقـادیر کارایی فعالیت‌ها با استفاده از منابع اولیه محاسبه می‌گردد.

۳-۴ ارائه مدل تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود

ارزشمندترین مولفه در انجام پروژه، زمان است. زمان منبعی است که برای تصاحب آن، تنها یک‌بار شانس وجـود دارد. همچنین، ثابت است و متغیر نیست.

تکنیک‌ها، ابزارها و چارچوب‌هایی که زمان را مدیریت می‌کنند و انجام پروژه را با کاهش هزینه مواجه می‌سازند، بسیار محدود هستند. از این‌رو، باید از بین ابزارها و تکنیک‌های موجود ابزاری انتخاب گردد که بـرای سـازمان و نوع پروژه موردنظر مناسب باشد تا سرعت در انجام پروژه و کاهش هزینه را به‌دنبال داشته باشد.

از سوی دیگر، برای مدیریت زمان می‌بایست از فعالیت، تعریف دقیقی داشت بدین صورت که چگـونگی پیگیـری فعالیت بررسی شود، منابع فعالیت ارزیابی گردد، مدیریت زمان اجرا محاسبه شود، برنامه‌ریزی برای توسعه انجـام گیرد و در آخر، برنامه زمان‌بندی مشخصی جهت انجام کلیه فعالیت‌های پروژه تدوین شود.

بنابراین، پس از ارزیابی فعالیت‌ها و به‌دست آوردن مقادیر کارایی و همچنین، به‌دلیل اهمیت مولفه زمان در بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های انجام پروژه، این تحقیق در تلاش است تا زمان‌های پرت و اتلاف شده را تا حد ممکن حذف کند و فعالیت‌ها را در حداقل زمان ممکن به انجام برساند. در این راستا، از تکنیک تحلیل پوششی داده‌هـا جهت به‌دست آوردن ضریب بهبود زمان فعالیت‌ها استفاده می‌گردد.

$$\min \varphi_t$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{tj} \leq \varphi_t x_{to}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \leq x_o \qquad (۵-۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\varphi_t \geq 0 \, , \lambda_j \geq 0$$

مدل (۳-۵) همانند مدل (۳-۴)، یک مدل ورودی‌محور در بازده متغیر نسبت به مقیاس است. همان‌طور که ذکر شد، در این تحقیق سه ورودی شامل نیروی انسانی، تجهیزات و زمان و یک خروجی که درآمد می‌باشد برای ارزیابی فعالیت‌های مراکز سود پروژه در نظر گرفته می‌شوند. بدین ترتیب، مدل (۳-۵) به‌صورت مدل (۳-۶) نوشته می‌شود.

$$\min \varphi_t$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{tj} \leq \varphi_t x_{to}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ej} \leq x_{eo} \qquad (۶-۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{lj} \leq x_{lo}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\varphi_t \geq 0 \, , \lambda_j \geq 0$$

در مدل (۳-۶)، تابع هدف ($\min \varphi_t$) سعی در حداقل کردن ضریب بهبود زمان دارد. محدودیت اول این مدل، مشابه محدودیت اول در مدل (۳-۴) است با این تفاوت که زمان فعالیت فعلی در ضریب بهبود زمان ضرب می‌شود و بدین ترتیب، زمان انجام فعالیت کاهش می‌یابد. محدودیت‌های دوم و سوم به‌ترتیب، نشان می‌دهند

مجموع موزون نیروی انسانی و تجهیزات کل فعالیت‌های پروژه کم‌تر و مساوی نیروی انسانی و تجهیزات فعالیت موردنظر است. محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$ ، بیان می‌کند مجموع موزون خروجی (درآمد) کلیه فعالیت‌های پروژه، بزرگ‌تر و مساوی خروجی فعالیت تحت‌بررسی است. و نهایتا، محدودیت آخر بیان می‌کند همواره مجموع اوزان تصمیم‌گیرنده‌ها برابر با ۱ می‌باشد. با اجرای این مدل برای هر فعالیت، یک ضریب بهبود زمان حاصل می‌شود که با ضرب این ضریب بهبود در زمان هر یک از فعالیت‌های پروژه، حداقل زمان انجام هر فعالیت به‌دست می‌آید.

۳-۵ ارائه مدل تخصیص مجدد و به‌اشتراک‌گذاری منابع فعالیت‌ها در مراکز سود

مسئله تخصیص منابع دارای ارزش کاربردی است. علاوه بر این، می‌توان با استفاده از این مسائل، میزان منابع مصرفی را کاهش داد. در این مسئله سوال این است که چگونه واحدهای مربوط به تخصیص ارزیابی می‌شوند و نحوه تعیین وزن آن‌ها چگونه است؟ برای این منظور، از روش تحلیل پوششی داده‌ها جهت اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری استفاده می‌گردد (Wang & Cui, 2010). تخصیص مجدد منابع برای واحدهای ناکارا صورت می‌گیرد. به‌عبارت دیگر، میزان مطلوب ورودی‌ها برای رسیدن بخش‌های ناکارا به کارایی تعیین می‌گردد.

مدل‌های تخصیص را می‌توان در حالت یک ورودی و یک خروجی و همچنین، در حالت چند ورودی و چند خروجی در جهت به‌اشتراک‌گذاری منابع به‌کار برد. این مدل‌ها را علاوه بر استفاده جهت حل مسائل تخصیص منابع، می‌توان در برخی دیگر از مسائل مدیریتی مانند مرتب‌سازی، ارزیابی، انتخاب منابع و غیره نیز اعمال کرد. در این موارد می‌توان نتایج به‌دست آمده را به‌عنوان علامتی برای تعیین وضعیت تولید در این سازمان‌ها در نظر گرفت. با توجه به این نتایج، تصمیم‌گیرنده می‌تواند تصمیم بهتری اتخاذ کند.

در ادامه، یک رویکرد تحت مدیریت مرکزی برای تخصیص ورودی‌ها براساس کارایی بین مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده در بخش‌های مستقل (مراکز سود) ارائه می‌شود. مدل (۳-۷) مدل ابتدایی مسئله تخصیص مجـدد است.

$$\min \sum_{j=1}^{n} x^j$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \leq x_o$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \geq y_o \qquad (۳-۷)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x^j \leq \sum_{j=1}^{n} x_j$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, x^j \geq 0$$

با در نظر گرفتن سه ورودی و یک خروجی در این تحقیق، مدل (۳-۸) حاصل می‌شود. با استفاده از این مدل که اجازه تخصیص مجدد ورودی‌های هر مرکز سود را می‌دهد، ممکن است به خروجی (درآمد) کل بالاتری نسبت به مدل غیرمتمرکز معمولی دست یابیم. در چنین محیط تصمیم‌گیری، هدف این است که ورودی‌هـای موجـود در هر مرکز سود، مجددا به‌گونه‌ای تخصیص یابند که درآمد تولید شده توسط کلیه واحدهای تصمیم‌گیری، حداکثر گردد. در مدل زیر جهت حداکثر کردن خروجی در بین ورودی‌های موجود، نیـروی انسـانی و تجهیـزات مجـددا تخصیص داده می‌شوند.

$$\min \sum_{k=1}^{s} x_l^k + \sum_{k=1}^{s} x_e^k$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} x_{tj} \leq x_{t1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} x_{lj} \leq x_{l}^{1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} x_{ej} \leq x_{e}^{1} \qquad (۸-۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} y_{j} \geq y_{1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} = 1$$

.

.

.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} x_{tj} \leq x_{ts}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} x_{lj} \leq x_{l}^{s}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} x_{ej} \leq x_{e}^{s}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} y_{j} \geq y_{s}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} = 1$$

$$\sum_{k=1}^{s} x_{l}^{k} \leq \sum_{k=1}^{s} x_{lk}$$

$$\sum_{k=1}^{s} x_{e}^{k} \leq \sum_{k=1}^{s} x_{ek}$$

$$\lambda_{sj} \geq 0, x_{l}^{s} \geq 0, x_{e}^{s} \geq 0$$

در مدل فوق، تابع هدف به‌دنبال انجام امور هر مرکز سود با حداقل نیروی انسانی و تجهیزات مصرفی ممکن است. محدودیت اول مشخص می‌کند مجموع موزون زمان کل فعالیت‌ها کم‌تر و مساوی زمان فعالیت

تحت‌بررسی است. محدودیت‌های دوم و سوم به‌ترتیب، نشان می‌دهند مجموع موزون نیروی انسانی و تجهیزات کلیه واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها) کم‌تر و مساوی مقدار نیروی انسانی و تجهیزات فعالیت تحت‌بررسی بعد از تخصیص مجدد است. در واقع، این رابطه نشان‌دهنده این است که تخصیص مجدد ورودی‌ها، مجموعه امکان تولید اصلی را تغییر نمی‌دهد. محدودیت چهارم بیان می‌کند مجموع موزون خروجی (درآمد) کلیه فعالیت‌ها، بزرگ‌تر و مساوی فعالیت موردنظر است. محدودیت پنجم نیز نشان‌دهنده این است که همواره مجموع اوزان تصمیم‌گیرنده‌ها برابر با ۱ می‌باشد. روابط $\sum_{k=1}^{s} x_e^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{ek}$ و $\sum_{k=1}^{s} x_l^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{lk}$ به‌ترتیب، نشان می‌دهند با تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات نسبت به حالت اولیه، منابع کم‌تری موردنیاز است. با پیاده‌سازی مدل فوق، مقادیر نیروی انسانی و تجهیزات کاهش یافته و باعث بهبود کارایی کلیه فعالیت‌ها می‌شود.

همان‌گونه که گفته شد، مدل (۳-۸) برای هر مرکز سود به‌طور جداگانه اجرا می‌گردد. به عبارتی، نیروی انسانی و تجهیزات در بین فعالیت‌های هر مرکز سود به‌اشتراک گذاشته می‌شوند.

۳-۶ ارائه مدل تخصیص مجدد و به‌اشتراک‌گذاری منابع و زمان فعالیت‌ها در مراکز سود

محدودیت منابع و امکانات تولید از زمان‌های گذشته تا اکنون که عصر اطلاعات، فرامدرن و توسعه چشم‌گیر علم و فن است، همواره مطرح بوده است و در آینده نیز به میزان بیش‌تری خود را بر شرایط اقتصادی تحمیل خواهد نمود. از این‌رو، استفاده بهینه از امکانات و منابع در دسترس و ارتقای کارایی جهت دستیابی به رفاه و پاسخگویی به نیازهای رو به رشد به یک مسئله بسیار مهم مبدل گشته است (آزاد و همکاران، ۱۳۹۰).

در این بخش، رویکرد دیگری جهت بهینه‌سازی استفاده از زمان و منابع مصرفی پیشنهاد می‌گردد. در واقع، به‌جای این‌که ابتدا با اجرای مدل تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود (مدل (۳-۶)) زمان فعالیت کاهش یابد و سپس در مدل تخصیص مجدد، نیروی انسانی و تجهیزات به‌اشتراک گذاشته شوند (مدل (۳-۸))، به‌صورت یک‌باره و با استفاده از مدل تخصیص مجدد، کلیه ورودی‌های مسئله یعنی زمان، نیروی انسانی و

تجهیزات به‌اشتراک گذاشته می‌شوند تا مقادیر بهینه حاصل از این مدل به‌دست آید. بدین ترتیب، مـدل مـذکور به صورت زیر ارائه می‌شود؛

$$\min \sum_{k=1}^{s} x_l^k + \sum_{k=1}^{s} x_e^k + \sum_{k=1}^{s} x_t^k$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} x_{tj} \le x_t^1$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} x_{lj} \le x_l^1$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} x_{ej} \le x_e^1 \qquad (۹-۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} y_j \ge y_1$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{1j} = 1$$

.

.

.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} x_{tj} \le x_t^s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} x_{lj} \le x_l^s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} x_{ej} \le x_e^s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} y_j \ge y_s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{sj} = 1$$

$$\sum_{k=1}^{s} x_t^k \le \sum_{k=1}^{s} x_{tk}$$

$$\sum_{k=1}^{s} x_l^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{lk}$$

$$\sum_{k=1}^{s} x_e^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{ek}$$

$$\lambda_{sj} \geq 0 \, , \, x_t^s \geq 0 \, , \, x_l^s \geq 0 \, , \, x_e^s \geq 0$$

در مدل فوق نیز همانند مدل (۳-۸)، تابع هدف به‌دنبال انجام امور هر مرکز سود با حداقل زمان، نیروی انسانی و تجهیزات مصرفی ممکن است. محدودیت‌های اول، دوم و سوم به‌ترتیب، نشان می‌دهند مجموع موزون زمان، نیروی انسانی و تجهیزات کلیه واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها) کم‌تر و مساوی مقدار زمان، نیروی انسانی و تجهیزات فعالیت تحت‌بررسی بعد از تخصیص مجدد است. در واقع، این رابطه نشان‌دهنده این است که تخصیص مجدد ورودی‌ها، مجموعه امکان تولید اصلی را تغییر نمی‌دهد. محدودیت چهارم بیان می‌کند مجموع موزون خروجی(درآمد) کلیه فعالیت‌ها، بزرگ‌تر و مساوی فعالیت موردنظر است. محدودیت پنجم نیز نشان‌دهنده این است که همواره مجموع اوزان تصمیم‌گیرنده‌ها برابر با ۱ می‌باشد. محدودیت‌های $\sum_{k=1}^{s} x_t^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{tk}$، $\sum_{k=1}^{s} x_l^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{lk}$ و $\sum_{k=1}^{s} x_e^k \leq \sum_{k=1}^{s} x_{ek}$ به‌ترتیب، نشان می‌دهند با تخصیص مجدد زمان، نیروی انسانی و تجهیزات نسبت به حالت اولیه، به مقادیر کم‌تری از هر کدام نیاز است. با اجرای این مدل، از مقادیر زمان، نیروی انسانی و تجهیزات کاسته شده و در نتیجه، کارایی فعالیت‌ها بهبود می‌یابد.

مدل (۳-۹) نیز برای هر مرکز سود به‌صورت مجزا پیاده‌سازی می‌شود و زمان، نیروی انسانی و تجهیزات در بین فعالیت‌های هر مرکز سود به‌اشتراک گذاشته می‌شوند.

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱ مقدمه

امروزه استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها با سرعت زیادی در حال گسترش بوده و در ارزیابی سازمان‌ها و صنایع مختلف مانند صنعت بانکداری، پست، بیمارستان‌ها، مراکز آموزشی، نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و ... استفاده می‌شود. توسعه‌های زیادی از جنبه تئوری و کاربردی در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها اتفاق افتاده که شناخت جوانب مختلف آن برای به‌کارگیری دقیق‌تر را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها علاوه بر تعیین میزان کارایی نسبی، نقاط ضعف سازمان را در شاخص‌های مختلف تعیین کرده و با ارائه میزان مطلوب آن‌ها، خط‌مشی سازمان را به‌سوی ارتقای کارایی و بهره‌وری مشخص می‌کند. همچنین، الگوهای کارا که ارزیابی واحدهای ناکارا بر اساس آن‌ها انجام گرفته است، به واحدهای ناکارا معرفی می‌شوند. الگوهای کارا واحدهایی هستند که با ورودی‌های مشابه واحد ناکارا، خروجی‌های بیش‌تر یا همان خروجی‌ها را با استفاده از ورودی‌های کم‌تر تولید کرده‌اند. وجود این تنوع وسیع در نتایج است که موجب شده استفاده از این تکنیک با سرعت فزاینده‌ای رو به گسترش باشد. همین امر موجب شده است که این تکنیک از بعد تئوری نیز رشد فزاینده‌ای داشته باشد و به یکی از شاخه‌های فعال در علم تحقیق در عملیات تبدیل شود (جهانگیری، ۱۳۹۴).

از سوی دیگر و با توجه به شرایط اقتصادی، محدودیت منابع و امکانات نیز مسئله بسیار مهمی است و به همین دلیل، سازمان‌ها همواره در تلاشند تا به‌صورت بهینه از منابع و امکانات خود استفاده کنند. لذا، به‌کارگیری مدل‌های تخصیص مجدد منابع می‌تواند بسیار موثر باشد.

در این تحقیق، با اجرا و پیاده‌سازی مدل‌های ارزیابی کارایی نسبی، تخمین حداقل زمان انجام فعالیت‌ها تحت منابع محدود و تخصیص مجدد منابع بر پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد که توسط شرکت حرارت‌گستر بهشهر به‌انجام رسیده است، مقادیر بهینه منابع (نیروی انسانی و تجهیزات) و زمان انجام

فعالیت‌ها به‌دست می‌آید که در نتیجه، منجر به کاهش هزینه‌ها و دستیابی به حداکثر سود پروژه موردنظر می‌گردد.

۴-۲ روش تحقیق

پژوهش حاضر، با توجه به ماهیت آن و بر اساس هدف، کاربردی و از نظر نوع، روش و چگونگی به‌دست آوردن داده‌های موردنیاز، تحقیق توصیفی و از نوع پیمایشی است. در بخش ادبیات پژوهش، از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. فصل چهارم نیز مربوط به تجزیه‌وتحلیل داده‌های مطالعه موردی می‌باشد. توسعه مدل بر اساس روش کمی می‌باشد. داده‌های موردنیاز نیز، طی بازه زمانی سال ۱۳۹۶ جمع‌آوری شده است.

۴-۳ مطالعه موردی

شرکت تولیدی و تاسیساتی حرارت‌گستر بهشهر در مورخ ۱۳۷۸/۱۰/۲۶ با شماره ۸۱۱ در اداره ثبت شرکت‌های شهر بهشهر به ثبت رسیده است و با پروانه بهره برداری به شماره ۷۰۱/۴۶۰۰ و تاریخ صدور ۱۳۹۰/۰۲/۲۹ به تولید ایستگاه تقلیل فشار گاز می‌پردازد. اجرای کلیه پروژه‌ها در آن، از طریق برنده شدن در مناقصات سازمان‌های مختلف صورت می‌گیرد که مهم‌ترین این سازمان‌ها شرکت ملی گاز ایران می‌باشد. اهم فعالیت‌هایی که در این شرکت انجام می‌شود، شامل طراحی، خرید، ساخت، نصب و راه‌اندازی ایستگاه‌های تقلیل فشار و اندازه‌گیری گاز و ساخت مخازن تحت فشار می‌باشد که به اختصار در سه مرحله زیر اجرا می‌شود؛

مرحله اول (فرآیند قبل از تولید): از توانمندی‌های شرکت حرارت گستر بهشهر امکان انجام محاسبات، تحلیل و طراحی انواع ایستگاه‌های موردمصرف در صنعت گاز کشور به‌دست کارشناسان شرکت است. نقشه‌ها توسط کمیته فنی، بازنگری می‌شود و بدین‌صورت، قطعات موردنیاز، منابع داخلی و خارجی جهت تامین اجناس ایستگاه‌ها، دستورالعمل‌های مربوط به تست و کنترل حین فرآیند و کلیه دستورالعمل‌های تولید، خط‌مشی و

زمان‌بندی ساخت مشخص خواهند شد. همچنین، محاسبات و دستورالعمل‌های مربوط به جوش‌کاری با توجه به استانداردها به‌صورت مشخصات فرآیند جوش‌کاری یا WPS تدوین می‌گردد.

مرحله دوم (فرآیند ساخت و تولید): ساخت پارت‌های مربوط به هر ایستگاه در یک پروسه چند مرحله‌ای شامل برش‌کاری، جوش‌کاری، تست‌های غیرمخرب، تست‌های مخرب، سندبلاست و رنگ‌آمیزی است. کنترل و نظارت مستمر واحد کنترل کیفیت ایستگاه بر حسن اجرای عملیات ساخت، مهم‌ترین مرحله تولید می‌باشد. مراحل مونتاژ نیز شامل استفاده از قطعات مناسب و تایید شده به‌همراه دستورالعمل‌های مربوطه است. پس از تکمیل ایستگاه‌ها، کلیه قطعات و نقاط تنظیم ایستگاه توسط واحد کنترل کیفیت، کنترل گردیده و سپس، همراه با مستندات، مدارک، تاییدیه‌ها و قطعات یدکی آماده تحویل می‌گردد.

مرحله سوم (خدمات پس از فروش و گارانتی): شرکت تولیدی و تاسیساتی حرارت‌گستر بهشهر یکی از شرکت های فعال و صاحب‌تجربه در زمینه ارائه خدمات پس از فروش محصولات خود می‌باشد. کارگاه ساخت ایستگاه نیز در راستای این امر و رضایت مشتریان از محصولات، یک بازه زمانی را به‌عنوان گارانتی ایستگاه‌ها در نظر گرفته که در کم‌ترین زمان ممکن و در هر نقطه‌ای از کشور، هرگونه مشکلی را که در چرخه تولید حادث گردیده است، جبران نماید. پس از اتمام دوره گارانتی، با توجه به تغییر شکل قطعات ایستگاه‌ها، این شرکت درصدی از خرید یا تولید مربوط به ساخت آن نوع ایستگاه را نگه‌داری نموده تا پس از اتمام گارانتی نیز مشتری سریعا بتواند از تولیدکننده، قطعه درخواستی را تحویل گرفته و بدین طریق، شرکت توانسته باشد تا سالیان دراز برای مشتریان خود اطمینان‌خاطر ایجاد کند. لازم به ذکر است که به‌عنوان پشتیبانی و خدمات پس از فروش، هرگونه نیاز به قطعات اضافی حداقل تا ده سال قابل تامین است.

به‌منظور پیاده‌سازی مدل‌های ارائه شده در این تحقیق، پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد که توسط شرکت حرارت‌گستر بهشهر اجرا گردیده، انتخاب شده است.

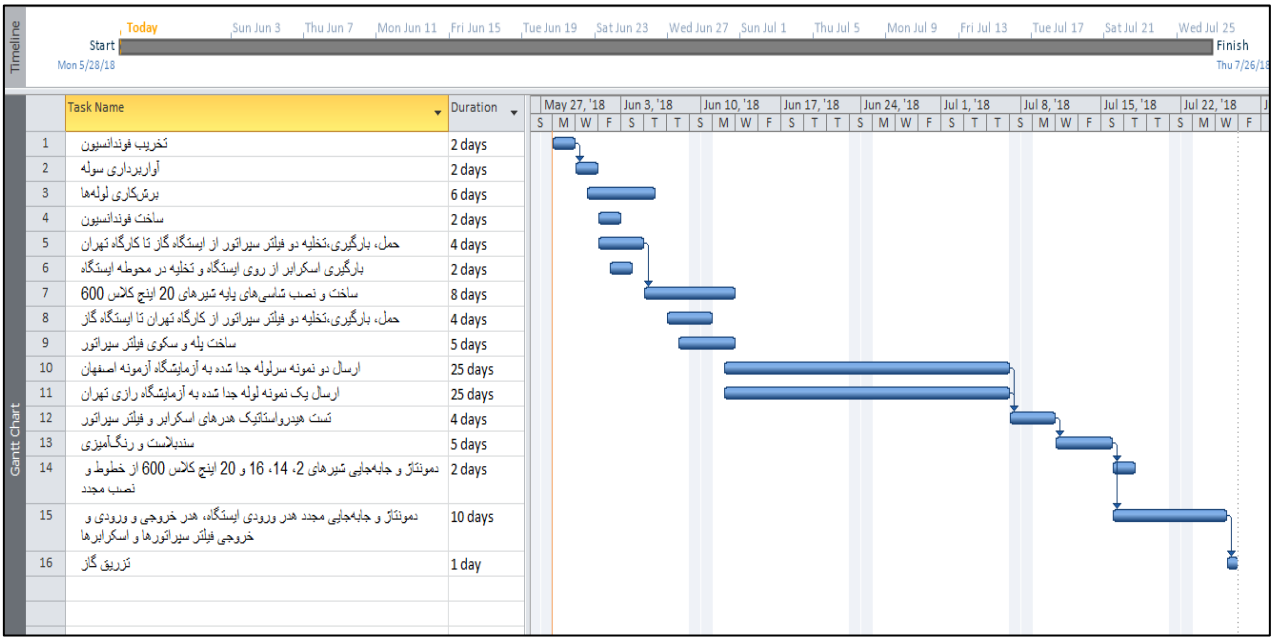
۴-۳-۱ مراحل اجرای پروژه موردنظر در شرکت مذکور

پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد یکی از مناقصاتی است که از طریق شرکت ملی گاز ایران به شرکت حرارت‌گستر بهشهر واگذار شده است. در جدول (۴-۱) شرح فعالیت‌های این پروژه آورده شده است.

جدول (۴-۱): شرح فعالیت‌های پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد

ردیف	شرح فعالیت
۱	تخریب فوندانسیون
۲	آواربرداری سوله
۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه
۴	ساخت فوندانسیون
۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران
۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه
۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰
۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز
۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور
۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان
۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران
۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور
۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر
۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد
۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها
۱۶	تزریق گاز

شکل (۴-۱) نیز، نمودار گانت فعالیت‌های پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد که در نرم‌افزار MSP[8] رسم شده است را نمایش می‌دهد.



شکل (۴-۱): نمودار گانت فرآیند اجرای پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد

۴-۳-۲ معرفی پروژه موردنظر

فعالیت‌های پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد به هفت مرکز سود تقسیم می‌شوند و برای هر کدام از فعالیت‌ها توسط کارشناس پروژه نیروی انسانی، تجهیزات، زمان و درآمد تخمین زده شده است. با توجه به انتظارات طرف قرارداد، مدیر پروژه و مدیران مراکز سود، زمان و هزینه امکان‌پذیر جهت اجرای پروژه را ارزیابی می‌کنند. درآمد کل این پروژه ۳۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال و مدت زمان اجرای پروژه ۶۰ روز در نظر گرفته شده است. جدول (۴-۲) مقادیر نیروی انسانی، تجهیزات، زمان و درآمد هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها) را نمایش می‌دهد.

[8] Microsoft Office

جدول (۴-۲): مقادیر نیروی انسانی، تجهیزات، زمان و درآمد فعالیت‌ها

مرکز سود	فعالیت	نیروی انسانی (نفر- ساعت)	تجهیزات (واحد- ساعت)	زمان (ساعت)	درآمد (ریال)
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	تخریب فوندانسیون	۲۴	۲۴	۱۶	۱۳۲۵۰۰۰۰۰
	آواربرداری سوله	۳۰	۱۰	۱۶	۱۱۱۹۰۰۰۰۰۰
	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	۲۴	۲۴	۴۸	۳۳۲۰۰۰۰۰
	ساخت فوندانسیون	۸	۴	۱۶	۲۸۹۰۰۰۰۰
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	۱۶	۴	۳۲	۸۵۶۰۰۰۰۰
	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	۴	۴	۱۶	۲۸۹۰۰۰۰۰
ساخت و نصب پله و سکو	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	۳۲	۳۲	۶۴	۴۲۵۰۰۰۰۰۰
	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	۱۶	۴	۳۲	۸۵۶۰۰۰۰۰
	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	۳۵	۱۰	۴۰	۹۵۰۰۰۰۰۰
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	۲۵	۲۵	۲۰۰	۱۸۴۸۰۰۰۰
	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	۲۵	۲۵	۲۰۰	۱۸۴۸۰۰۰۰
تست و سندبلاست	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	۱۲	۴	۳۲	۳۹۵۰۰۰۰۰
	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	۱۵	۱۰	۴۰	۱۳۲۴۹۰۰۰۰
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	۶	-	۱۶	۹۶۷۵۰۰۰۰
	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	۵۰	-	۸۰	۲۵۹۶۰۰۰۰۰
تزریق گاز	تزریق گاز	۴	۲	۸	۱۴۹۹۰۰۰۰۰

۴-۴ مدل ارزیابی کارایی نسبی، تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود و تخصیص مجدد برای فعالیت‌های مراکز سود پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد در محیط غیرمتمرکز

بدیهی است که ایجاد یک نظام کارا و استفاده بهینه از منابع، باعث جلوگیری از هرزرفت مبالغ عظیمی از منابع مادی و معنوی می‌شود. به‌طوری‌که می‌تواند با درصد کمی افزایش در کارایی، صرفه‌جویی زیادی حاصل شود. در بین روش‌های اندازه‌گیری کارایی، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها روش بهتری برای سازمان‌دهی و تحلیل داده‌هاست. زیرا، اجازه می‌دهد که کارایی در طول زمان تغییر کند و به هیچ‌گونه پیش‌فرضی در مورد مرز کارایی نیاز ندارد (اجلی و صفری، ۱۳۹۰). با توجه به مدیریت غیرمتمرکز پروژه مذکور در این تحقیق، می‌توان مدیریت و تصمیم‌گیری غیرمتمرکز را به این صورت تعریف کرد که در این روش، هدف اصلی بر این اساس است که مدیران تراز اول تفویض مسئولیت نمایند. این امر، مدیران رده پایین را قادر می‌سازد تا در تصمیم‌گیری مشارکت داشته باشند. از محسنات این روش، عدم درگیر شدن مدیران تراز اول در جزئیات کوچک فعالیت‌های روزانه می‌باشد.

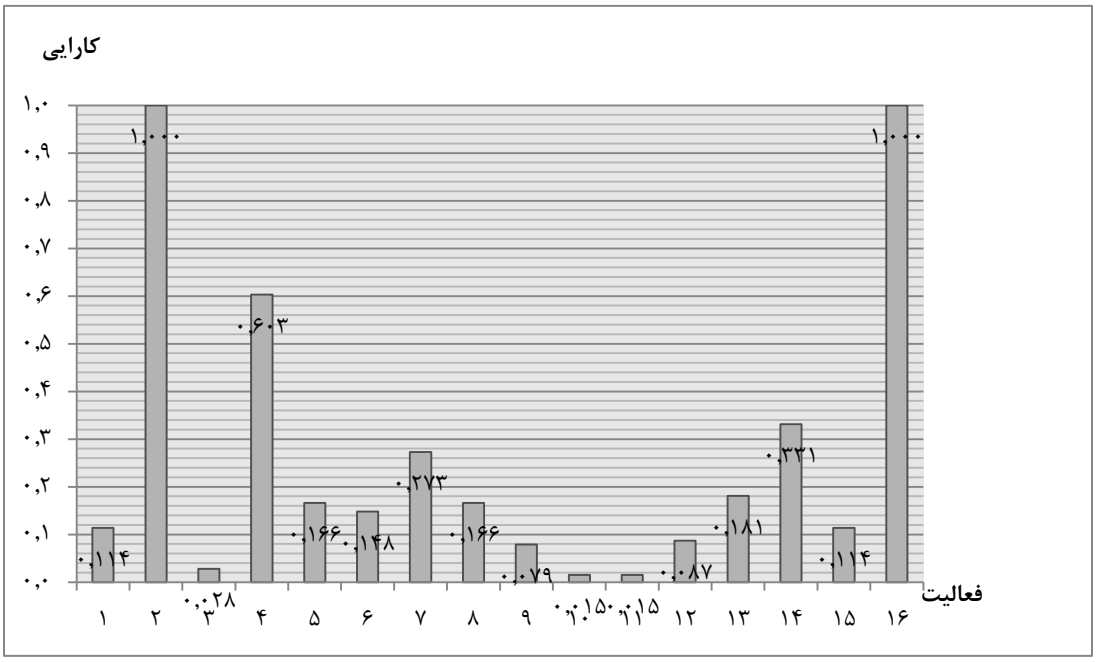
بنابراین، در ابتدا کارایی فعالیت‌های هر یک از مراکز سود محاسبه می‌گردد. سپس، با اجرای مدل‌های تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود و مدل‌های تخصیص مجدد، منابع و زمان مورد استفاده واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها) بهینه‌سازی می‌شود.

۴-۴-۱ مدل‌سازی فعالیت‌های پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد

در مطالعه حاضر، بعد از ارائه مدل پیشنهادی جهت اطمینان از اثربخشی آن، مدل ارزیابی کارایی نسبی تحلیل پوششی داده‌ها، تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود و تخصیص مجدد در یک مطالعه موردی به‌کار گرفته شده و تجزیه‌وتحلیل می‌شود. با توجه به مسئله تحقیق، پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ نیروگاه علی‌آباد

که توسط شرکت حرارت‌گستر بهشهر به‌اجرا در آمده است، به عنوان مورد مطالعه انتخاب شد. این پروژه، شرایط موردنیاز تحقیق از لحاظ مدیریت غیرمتمرکز در بین واحدهایی به‌نام مراکز سود و به‌اشتراک گذاری منابع در بین مراکز سود را داراست و اجرای مدل‌های پیشنهادی روی این پروژه امکان‌پذیر است. به‌دلیل نیاز مدل به داده‌های زمانی، اطلاعات پروژه در طی بازه زمانی انجام پروژه در سال ۱۳۹۶ در نظر گرفته شده است. سایر اطلاعات از دفتر شرکت حرارت‌گستر بهشهر و کارشناس پروژه مربوطه استخراج گردیده است.

در این بخش، با به‌کارگیری مدل پیشنهادی، نتایج خروجی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد. در مطالعه موردی تحقیق حاضر، ۱۶ واحد تصمیم‌گیری در ۷ مرکز سود موجود است. این پروژه، دارای ۳ ورودی شامل نیروی انسانی، تجهیزات و زمان (هدف کاهش آن‌ها را داریم) و یک خروجی که درآمد حاصل از هر فعالیت است، می‌باشد که همان‌گونه که ذکر شد، داده‌های مربوط به آن‌ها در جدول (۴-۲) به نمایش در آمده است. مقادیر اولیه کارایی برای فعالیت‌های هفت مرکز سود این پروژه با استفاده از نرم‌افزار LINGO به‌دست آمده که در شکل (۴-۲) و جدول (۴-۳) نشان داده شده است.



شکل (۴-۲): مقادیر اولیه کارایی فعالیت‌ها

جدول (۴-۳): مقادیر اولیه کارایی فعالیت‌ها

مرکز سود		شرح فعالیت	کارایی
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	۱	تخریب فوندانسیون	0.144
	۲	آواربرداری سوله	1
	۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	0.028
	۴	ساخت فوندانسیون	0.603
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	0.166
	۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	0.148
ساخت و نصب پله و سکو	۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	0.273
	۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	0.166
	۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	0.079
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	0.015
	۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	0.015
تست و سندبلاست	۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	0.087
	۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	0.181
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	0.331
	۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	0114
تزریق گاز	۱۶	تزریق گاز	1

در ادامه به دو روش، زمان و منابع مصرفی فعالیت‌های پروژه بهینه‌سازی می‌شوند. در روش اول (بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات)، پس از به‌دست آوردن مقادیر اولیه کارایی، با استفاده از مدل (۳-۶) مقادیر ضریب بهبود برای هر فعالیت محاسبه می‌گردد که ضرب این ضریب بهبود در زمان هر فعالیت باعث کاهش زمان انجام فعالیت می‌گردد. ضرایب بهبود زمان و زمان بهبودیافته فعالیت‌ها حاصل از اجرای مدل تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود در جدول (۴-۴) به نمایش در آمده است.

جدول (۴-۴): ضرایب بهبود زمان و زمان بهبودیافته فعالیت‌ها

مرکز سود		فعالیت	ضریب بهبود	زمان بهبودیافته
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	۱	تخریب فوندانسیون	0.5	8
	۲	آواربرداری سوله	1	16
	۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	0.1667	8.0016
	۴	ساخت فوندانسیون	0.5217	8.3472
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	0.2286	7.3152
	۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	0.5	8
ساخت و نصب پله و سکو	۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	0.1561	9.9904
	۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	0.25	8
	۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	0.2	8
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	0.04	8
	۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	0.04	8
تست و سندبلاست	۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	0.25	8
	۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	0.2	8
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	0.5	8
	۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	0.107	8.56
تزریق گاز	۱۶	تزریق گاز	1	8

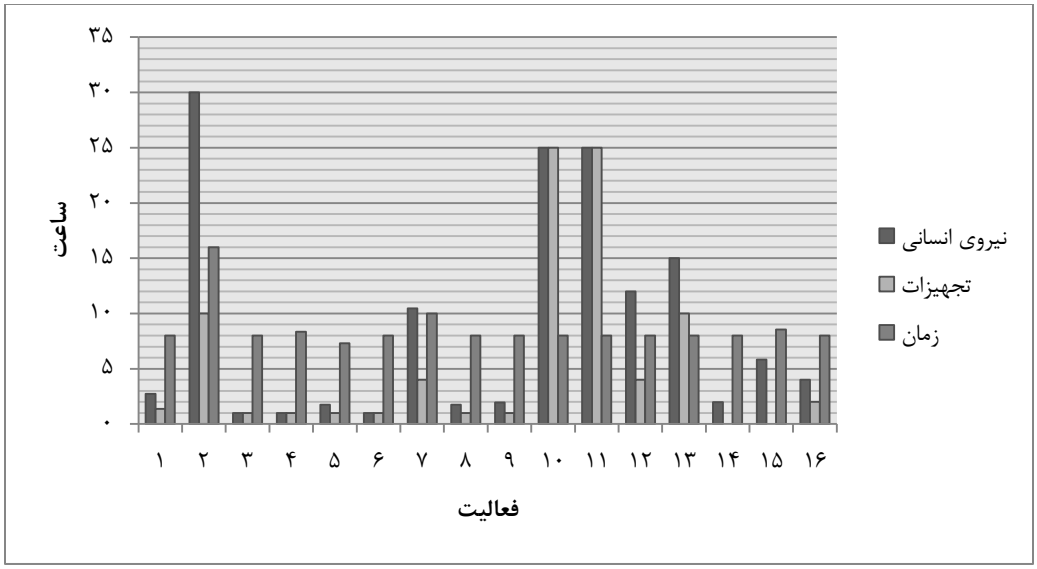
مشاهده می‌شود که ضریب بهبود فعالیت‌هایی که ناکارا هستند، کم‌تر از ۱ به‌دست آمده است و این موضوع، منجر به کاهش زمان انجام فعالیت‌های مذکور می‌گردد. حال، مدل تخصیص مجدد بر مقادیر اولیه نیروی انسانی و تجهیزات مصرفی (مدل (۳-۸)) اجرا می‌شود. لازم به ذکر است که مدل تخصیص مجدد تنها بر مراکز سودی اجرا می‌گردد که در آن، فعالیت‌ها به‌صورت موازی و همزمان انجام می‌شوند و در واقع در آن مراکز سود، امکان

به‌اشتراک‌گذاری نیروی انسانی و تجهیزات وجود دارد. بدین‌ترتیب، تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات در مراکز سود ۱، ۲، ۳ و ۶ امکان‌پذیر است. نتایج حاصل در جدول (۴-۵) آورده شده است.

جدول (۴-۵): مقادیر نیروی انسانی و تجهیزات پس از تخصیص مجدد

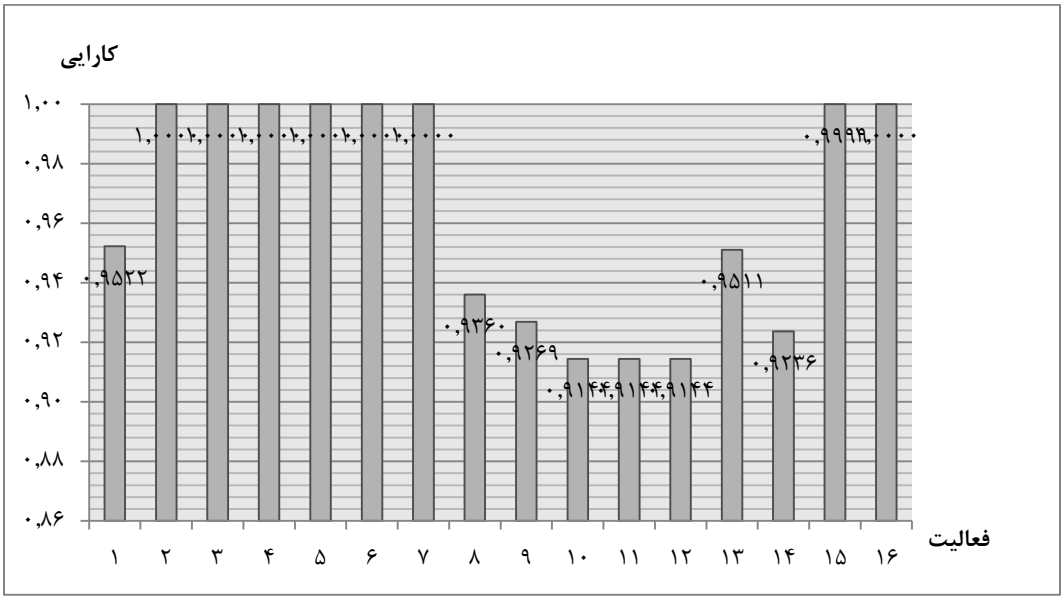
مرکز سود		فعالیت	نیروی انسانی پس از تخصیص مجدد	تجهیزات پس از تخصیص مجدد
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	۱	تخریب فوندانسیون	2.7193	1.3597
	۲	آواربرداری سوله	30	10
	۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	1	1
	۴	ساخت فوندانسیون	1	1
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	1.7568	1
	۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	1	1
ساخت و نصب پله و سکو	۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	10.4743	3.9919
	۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	1.7568	1
	۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	1.9497	1
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	25	25
	۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	25	25
تست و سندبلاست	۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	12	4
	۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	15	10
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	1.9856	
	۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	5.8204	
تزریق گاز	۱۶	تزریق گاز	4	2

در شکل (۴-۳)، مقادیر ورودی‌های به‌کار رفته در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات نشان داده می‌شود.



شکل (۴-۳): مقادیر ورودی‌های به‌کار رفته در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات

در نهایت پس از بهبود زمان و منابع فعالیت‌ها، کارایی فعالیت‌ها با استفاده از مدل (۳-۴) محاسبه می‌شود. مقادیر کارایی حاصل از روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات، به‌شرح شکل (۴-۴) و جدول (۴-۶) می‌باشد.



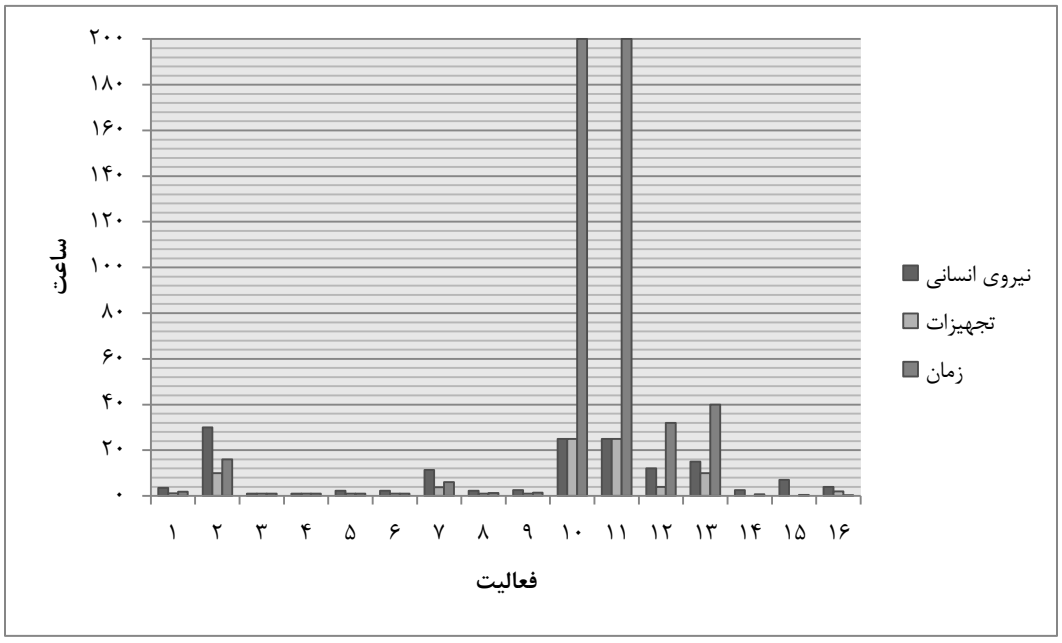
شکل (۴-۴): مقادیر کارایی فعالیت‌ها در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات

جدول (۴-۶): مقادیر کارایی فعالیت‌ها در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات

مرکز سود		فعالیت	کارایی
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	۱	تخریب فوندانسیون	0.9522
	۲	آواربرداری سوله	1
	۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	1
	۴	ساخت فوندانسیون	1
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	1
	۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	1
ساخت و نصب پله و سکو	۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	1
	۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	0.936
	۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	0.9269
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	0.9144
	۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	0.9144
تست و سندبلاست	۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	0.9144
	۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	0.9511
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	0.9236
	۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	0.9999
تزریق گاز	۱۶	تزریق گاز	1

حال، به بررسی روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان می‌پردازیم. در این روش، پس از به‌دست آوردن مقادیر اولیه کارایی، با استفاده از مدل (۳-۹) سه ورودی (نیروی انسانی، تجهیزات و زمان) را به‌صورت همزمان به‌اشتراک می‌گذاریم تا مقادیر بهینه هر کدام از این ورودی‌ها را بیابیم. با توجه به این‌که در این تحقیق، مولفه زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، پارامترهای تابع هدف مدل زیر وزن‌دهی می‌شوند، به‌گونه‌ای که به مولفه زمان نسبت به دو پارامتر دیگر وزن بیش‌تری اختصاص داده شده است.

همان‌طور که در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات نیز ذکر شد، مدل تخصیص مجدد تنها بر مراکز سودی اجرا می‌شود که در آن، فعالیت‌ها به‌صورت موازی و همزمان انجام می‌شوند. به این معنی که، در آن مراکز سود، امکان به‌اشتراک‌گذاری نیروی انسانی، تجهیزات و زمان وجود دارد. بدین‌ترتیب، به‌اشتراک‌گذاری و تخصیص مجدد نیروی انسانی، تجهیزات و زمان در مراکز سود ۱، ۲، ۳ و ۶ امکان‌پذیر است. شکل (۴-۵) و جدول (۴-۷) مقادیر ورودی‌های به‌کار رفته در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان را نشان می‌دهند.



شکل (۴-۵): مقادیر ورودی‌های به‌کار رفته در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان

جدول (۴-۷): مقادیر نیروی انسانی، تجهیزات و زمان پس از تخصیص مجدد

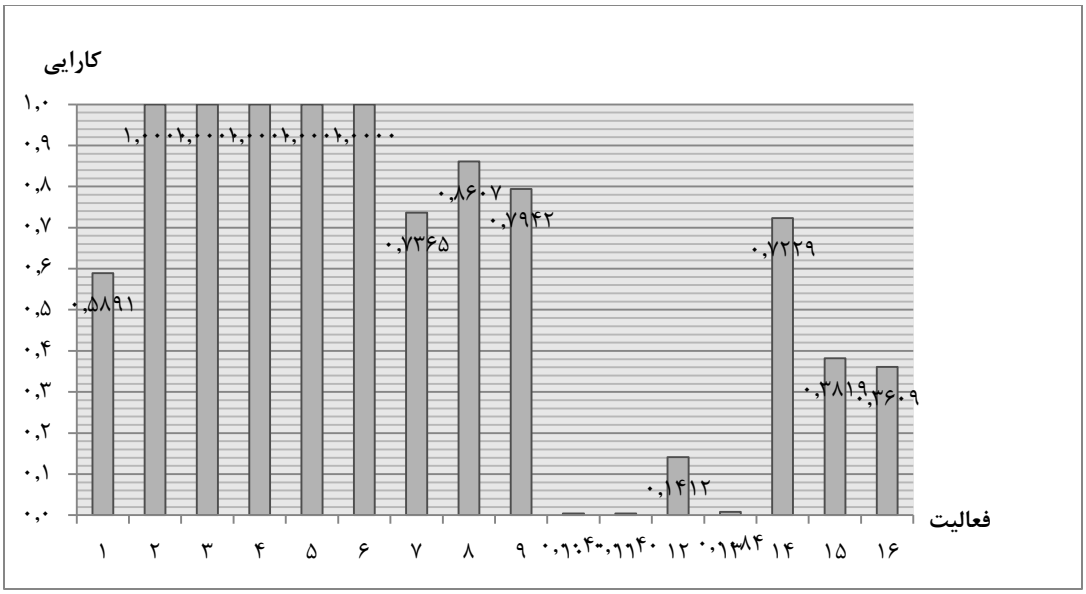
مرکز سود		فعالیت	نیروی انسانی پس از تخصیص مجدد	تجهیزات پس از تخصیص مجدد	زمان پس از تخصیص مجدد
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	۱	تخریب فوندانسیون	3.5523	1.1841	1.8945
	۲	آواربرداری سوله	30	10	16
	۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	1	1	1
	۴	ساخت فوندانسیون	1	1	1
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	2.2949	1	1
	۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	2.2949	1	1
ساخت و نصب پله و سکو	۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	11.3941	3.798	6.0768
	۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	2.2949	1	1.2239
	۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	2.5469	1	1.3584
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	25	25	200
	۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	25	25	200
تست و سندبلاست	۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	12	4	32
	۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	15	10	40
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	2.5938		0.7229
	۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	6.9598		0.3819
تزریق گاز	۱۶	تزریق گاز	4	2	0.3609

در نهایت پس از بهبود زمان و منابع فعالیت‌ها، کارایی فعالیت‌ها با استفاده از مدل (۳-۴) محاسبه می‌شود.

جدول (۴-۸) و شکل (۴-۶) کارایی فعالیت‌ها را پس از اجرای مدل تخصیص مجدد نمایش می‌دهند.

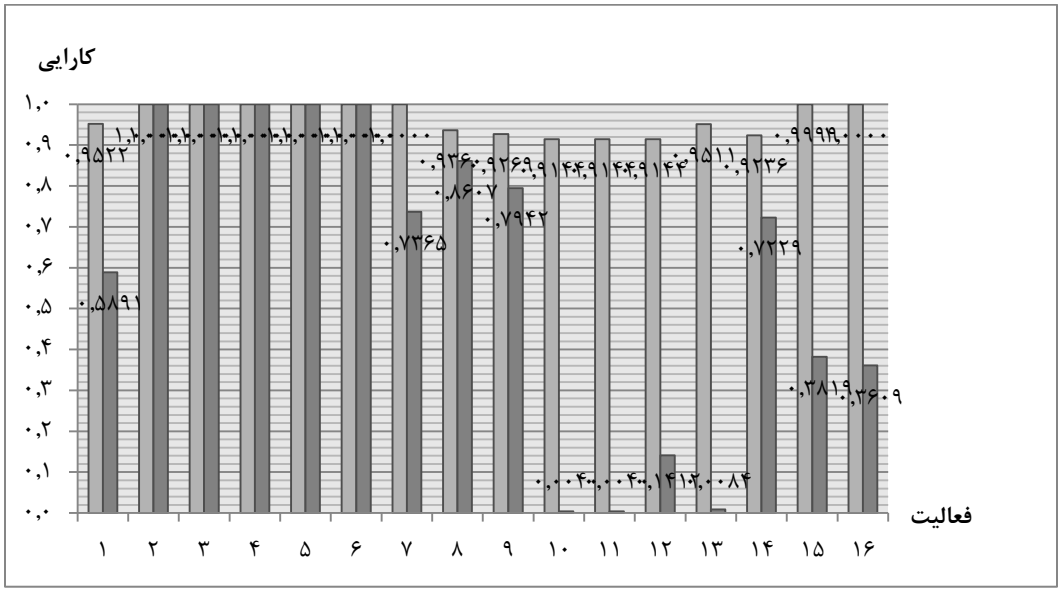
جدول (۴-۸): مقادیر کارایی فعالیت‌ها در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان

مرکز سود		فعالیت	کارایی
آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز	۱	تخریب فوندانسیون	0.5891
	۲	آواربرداری سوله	1
	۳	برش‌کاری لوله‌های ۲۰ اینچ و فلنچ‌های مربوطه	1
	۴	ساخت فوندانسیون	1
حمل و بارگیری ملزومات خریداری شده	۵	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از ایستگاه گاز تا کارگاه تهران	1
	۶	بارگیری اسکرابر از روی ایستگاه و تخلیه در محوطه ایستگاه	1
ساخت و نصب پله و سکو	۷	ساخت و نصب شاسی‌های پایه شیرهای ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰	0.7365
	۸	حمل، بارگیری و تخلیه دو دستگاه فیلتر سپراتور از کارگاه تهران تا ایستگاه گاز	0.8605
	۹	ساخت پله و سکوی فیلتر سپراتور	0.7942
ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه	۱۰	ارسال دو نمونه سرلوله جدا شده به آزمایشگاه آزمونه فولاد اصفهان	0.004
	۱۱	ارسال و انجام یک نمونه لوله جدا شده به آزمایشگاه رازی تهران	0.004
تست و سندبلاست	۱۲	تست هیدرواستاتیک هدرهای اسکرابر و فیلتر سپراتور	0.1412
	۱۳	تمیزکاری، سندبلاست و رنگ‌آمیزی لوله‌ها، هدرها و اسکرابر	0.0084
دمونتاژ متعلقات و شیرآلات اصلاح شده و ساخته شده	۱۴	دمونتاژ و جابه‌جایی شیرهای ۲، ۴، ۱۶ و ۲۰ اینچ کلاس ۶۰۰ از خطوط و نصب مجدد	0.7229
	۱۵	دمونتاژ، جابه‌جایی و مونتاژ مجدد هدر ورودی ایستگاه، هدر خروجی، ورودی و خروجی فیلتر سپراتورها و اسکرابرها	0.3819
تزریق گاز	۱۶	تزریق گاز	0.3609



شکل (۴-۶): مقادیر کارایی در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان

با مشاهده جداول (۴-۶) و (۴-۸) و همچنین، شکل‌های (۴-۴) و (۴-۶) می‌توان مقادیر کارایی فعالیت‌های پروژه حاصل از دو روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات و روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان را با هم مقایسه کرد. شکل (۴-۷) به‌صورت ملموس‌تری نتایج دو روش را در قیاس با هم نشان می‌دهد.



شکل (۴-۷): مقایسه مقادیر کارایی دو روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات و روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان

با مشاهده شکل (۴-۵) می‌توان گفت در مجموع، روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات توانسته مقادیر کارایی مطلوب‌تری به‌دست دهد و این به این معنی است که این روش توانسته استفاده بهتری از ورودی‌ها (زمان، نیروی انسانی و تجهیزات) داشته باشد. بنابراین، در این حالت هزینه‌های کل پروژه کاهش بیش‌تری یافته و پروژه به سود بیش‌تری دست می‌یابد.

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه

در بازار بسیار رقابتی امروز، سازمان‌ها به‌طور چشم‌گیری به مدل کسب‌وکار مرکز سود غیرمتمرکز روی آوردند و از سوی دیگر، سعی می‌کنند تا به‌طور اثربخش کارایی سیستم خود را افزایش دهند. در سال‌های اخیر، مدل‌های بسیاری بر اساس تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها توسعه داده شده است. استفاده از این مدل‌ها در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه از جمله مباحث تخصیص بهینه منابع، کاهش هزینه و زمان انجام پروژه که در نهایت، منجر به کسب حداکثر سود می‌شود، بسیار موثر بوده است. همچنین، ارزیابی عملکرد سازمان‌ها در جهت‌گیری تصمیمات استراتژیک آتی آن‌ها نقش اساسی دارند. در این راستا، می‌بایست میزان کارایی و بهره‌وری سازمان‌ها مورد توجه قرار گیرد تا از این طریق در تصمیم‌گیری‌های آتی روند رشد اقتصادی برنامه‌ریزی گردد.

با فرض این‌که منابع ثابت و محدودی در اختیار یک سازمان قرار دارد، میزان استفاده مطلوب از این منابع در تبدیل آن‌ها به ستاده و محصولات موردنظر، بر اساس معیار کارایی تعیین می‌گردد. کارایی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهینه واحدهای اقتصادی است. یکی از موارد مورد انتظار مدیریت سازمان‌ها، مقایسه قسمت‌های مختلف سازمان از نظر تناسب خروجی با ورودی آن است. این‌گونه مقایسات همان‌گونه که در تعریف کارایی بیان گردید، از موارد اصلی کارایی بوده و اندازه‌گیری کارایی با یک روش مناسب می‌تواند جواب‌گوی این منظور باشد (توکلی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند انتخاب مناسبی باشد.

شرکت‌های تولیدی در هر کشوری یکی از مهم‌ترین واحدهای اقتصادی هستند که با عملیات وسیع و گسترده در سطح جهانی می‌توانند رشد مناسبی را برای پیشرفت در بخش‌های مختلف اقتصاد فراهم آورند. به همان میزان که افزایش کارایی این سیستم‌ها می‌تواند به رشد اقتصادی این کشورها کمک نماید، عملکرد ناکارای آن‌ها منجر به بروز بحران خواهد شد (عامری، ۱۳۹۶).

آن‌چه در هر پژوهش بیش از سایر بخش‌ها اهمیت دارد، در درجه اول نتایجی است که از آن حاصل می‌گردد. در درجه بعد نیز پیشنهاداتی که با توجه به نحوه اجرای مراحل مختلف تحقیق حاصل می‌شود، می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد.

۵-۲ نتیجه‌گیری

به‌منظور ایجاد یک سازمان منعطف، چابک و هم‌پا با شرایط رقابتی و متغیر بازار جهانی، به‌کارگیری مدیریت و تصمیم‌گیری غیرمتمرکز به‌طور گسترده‌ای در حال ترویج است. به‌گونه‌ای که مسئولیت و اختیار تصمیم‌گیری به سطوح پایین‌تر فعالیت یا ارائه خدمت واگذار می‌شود و مدیران بخش نسبت به نتایج تصمیمات خود مسئولند. از این‌رو، جهت کنترل و ارزیابی بخش‌ها توسط مدیریت مرکزی، استفاده از روش‌های ارزیابی عملکرد و بررسی کارایی می‌تواند کمک‌کننده باشد. افزایش کارایی منوط به استفاده هر چه بهتر از زمان و منابع موجود است. در این راستا، روش‌های متفاوتی برای کاهش زمان و منابع مصرفی در انجام فعالیت‌ها وجود دارد. در این مطالعه، از یک مدیریت مرکزی درون هر مرکز سود برای تخصیص ورودی‌ها بر اساس کارایی در محیط تصمیم‌گیری غیرمتمرکز (در بین مراکز سود) استفاده می‌شود. هدف واحد مرکزی (مراکز سود)، تخصیص مجدد ورودی‌های موجود در بین واحدهای تصمیم‌گیری (فعالیت‌ها) هر مرکز سود است، به‌گونه‌ای که خروجی (درآمد) کل حاصل از ورودی مصرفی واحدهای تصمیم‌گیری حداکثر گردد. نتایج حاصل از اعمال مدل‌های پیشنهادی بر پروژه بازسازی، مونتاژ و دمونتاژ ایستگاه گاز نیروگاه علی‌آباد به‌عنوان مطالعه موردی، واحدهای تصمیم‌گیری کارا و ناکارا را مشخص می‌کند. سپس، با اعمال روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات و روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان به بهینه‌سازی زمان، نیروی انسانی و تجهیزات به‌کار رفته در مراکز سود پروژه پرداخته می‌شود. به‌طوری‌که در روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات، ابتدا با کاهش زمان‌های هدررفت، زمان کاهش یافته و نیروی انسانی و تجهیزات کم‌تری نیز به مصرف می‌رسد.

همچنین، با اعمال روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان با کاهش زمان، نیروی انسانی و تجهیزات مصرفی به صورت بهتری از ورودی‌ها استفاده می‌شود.

با مقایسه دو روش، مشاهده می‌شود که به‌طور نسبی، روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات نتایج بهتری به دست داده است، به این دلیل که در این روش، ابتدا با به‌کارگیری مدل تخمین زمان تحت منابع محدود، زمان بهینه مشخص شده و سپس، با در نظر گرفتن این محدودیت زمان، مقادیر بهینه نیروی انسانی و تجهیزات به‌کاررفته تحت مدل تخصیص مجدد منابع تعیین شده است.

هدف نهایی هر سازمان علاوه بر تولید محصول یا ارائه خدمات در جهت ارتقا و شکوفایی خود و جامعه، دستیابی به سود هر چه بیش‌تر و کسب سهم بیش‌تری از بازار رقابتی جهانی است. در راستای این هدف، یک سازمان و به‌طور اخص یک سازمان پروژه‌محور باید تلاش ویژه‌ای در جهت مدیریت موثر در تمامی بخش‌های سازمانی، به حداقل رساندن مجموع هزینه‌های عملیاتی و کاهش زمان خدمت‌رسانی و به بیان بهتر، استفاده بهینه از تمامی ورودی‌های سیستم خود داشته باشد. در این مطالعه، راه‌حلی ارائه شد که به‌کارگیری آن می‌تواند برای سازمان‌ها در مسیر مدیریت و ارزیابی عملکرد مفید واقع شود.

۵-۳ محدودیت‌های تحقیق

از محدودیت‌های موجود در این کار پژوهشی می‌توان به موارد زیر اشاره داشت؛

- محدودیت جمع‌آوری برخی از داده‌ها از جمله داده‌های مربوط به فعالیت‌هایی که برون‌سپاری شده‌اند.
- محدودیت در انتخاب شرکت‌هایی که برای برون‌سپاری برخی از فعالیت‌ها در نظر گرفته می‌شوند.
- محدودیت در نظر نگرفتن قیمت منابع و خدمات با توجه به نوسان آن‌ها طی مدت زمان انجام پروژه.

۵-۴ پیشنهادات کاربردی

محققان می‌توانند با به‌کارگیری مدل ارزیابی کارایی نسبی تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها تحت مدل کسب‌وکار مرکز سود کارایی فعالیت‌های پروژه و یا سازمان خود را به‌صورت غیرمتمرکز در بین مراکز سود اندازه‌گیری کنند و واحدهای کارا و ناکارا را از هم تفکیک کنند. از طرفی، با پیاده‌سازی مدل‌های تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود و تخصیص مجدد منابع نیز می‌توانند زمان و منابع مصرفی خود را به مقدار بهینه برسانند که در این صورت، هزینه‌های عملیاتی کاهش یافته و سوددهی پروژه یا سازمان بیش‌تر خواهد شد. به‌عبارت بهتر، منجر به افزایش کارایی خواهد شد.

۵-۵ پیشنهادات برای مطالعات آتی

مدل کسب‌وکار مرکز سود که یک نوع از روش‌های مدیریت و تصمیم‌گیری غیرمتمرکز است، می‌تواند در تمامی ارگان‌ها و سازمان‌های تولیدی و خدماتی به‌خصوص سازمان‌های پروژه‌محور مورد استفاده قرار گیرد. به‌کارگیری مدل‌های ارزیابی کارایی، تخصیص مجدد و تعیین مقادیر بهینه زمان و منابع مورد نیاز برای انجام فعالیت‌ها که در این مطالعه ارائه شده است، مستقل از مورد مطالعه می‌باشد و در هر پروژه، سازمان و یا ارگانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه موردی این پژوهش، داده‌ها قطعی بوده‌اند. همچنین، در مواقعی که داده‌ها در شرایط احتمالی و عدم قطعیت قرار دارند نیز مدل‌های ارائه شده در این تحقیق می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

پیوست

مدل ارزیابی کارایی نسبی تحلیل پوششی داده‌ها در محیط غیرمتمرکز (در بین مراکز سود) بـرای فعالیـت‌هـای مرکز سود اول (آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز) فرموله شده است.

$\min \theta_1,$

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 24\ \theta_1,$

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 24\ \theta_1,$

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 16\ \theta_1,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 132500000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1\ ,\ x_2\ ,\ \dots\ ,\ x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_2,$

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 30\ \theta_2,$

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 10\ \theta_2,$

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 16\ \theta_2,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 1119000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_3,$

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 24\ \theta_3,$

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 24\ \theta_3,$

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 48\ \theta_3,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 33200000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_4,$

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 8\ \theta_4,$

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 4\ \theta_4,$

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 16\ \theta_4,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 235000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1\ , x_2\ , \dots\ , x_{16} \geq 0,$

مدل تخمین حداقل زمان فعالیت تحت منابع محدود برای فعالیت‌های مرکـز سـود اول (فعالیـت‌هـای ۱ تـا ۴) به‌صورت زیر فرموله شده است.

$\min \varphi_1,$

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 24\varphi_1,$

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 24,$

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 16,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 132500000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$\varphi_1 \geq 0$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \varphi_2,$

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 30\varphi_2,$

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 10,$

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 16,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 1119000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$\varphi_2 \geq 0$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \varphi_3$,

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 24\varphi_3$,

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 24$,

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 48$,

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 33200000$,

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1$,

$\varphi_3 \geq 0$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0$,

$\min \varphi_4$,

s.t.

$24x_1 + 30x_2 + 24x_3 + 8x_4 + 16x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 16x_8 + 35x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 6x_{14} + 50x_{15} + 4x_{16} \leq 8\varphi_4$,

$24\ x_1 + 10x_2 + 24x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 32x_7 + 4x_8 + 10x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 4$,

$16x_1 + 16x_2 + 48x_3 + 16x_4 + 32x_5 + 16x_6 + 64x_7 + 32x_8 + 40x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 16x_{14} + 80x_{15} + 8x_{16} \leq 16$,

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 235000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$\varphi_4 \geq 0$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

حال، مدل تخصیص مجدد بر روی نیروی انسانی و تجهیزات پیاده‌سازی می‌شود. این مدل، برای مرکز سـود اول (آواربرداری و اصلاح محل استقرار ایستگاه گاز) به‌شرح ذیل فرموله شده است.

$\min (x_l^1 + x_l^2 + x_l^3 + x_l^4) + (x_e^1 + x_e^2 + x_e^3 + x_e^4)$

s.t.

$24x_{11} + 30x_{12} + 24x_{13} + 8x_{14} + 16x_{15} + 4x_{16} + 32x_{17} + 16x_{18} + 35x_{19} + 25x_{110} + 25x_{111} + 12x_{112} + 15x_{113} + 6x_{114} + 50x_{115} + 4x_{116} \leq x_l^1,$

$24\ x_{11} + 10x_{12} + 24x_{13} + 4x_{14} + 4x_{15} + 4x_{16} + 32x_{17} + 4x_{18} + 10x_{19} + 25x_{110} + 25x_{111} + 4x_{112} + 10x_{113} + 2x_{116} \leq x_e^1,$

$16x_{11} + 16x_{12} + 48x_{13} + 16x_{14} + 32x_{15} + 16x_{16} + 64x_{17} + 32x_{18} + 40x_{19} + 200x_{110} + 200x_{111} + 32x_{112} + 40x_{113} + 16x_{114} + 80x_{115} + 8x_{116} \leq 16,$

$132500000x_{11} + 1119000000x_{12} + 33200000x_{13} + 235000000x_{14} + 85600000x_{15} + 28900000x_{16} + 425000000x_{17} + 85600000x_{18} + 95000000x_{19} + 18480000x_{110} + 18480000x_{111} + 39500000x_{112} + 132490000x_{113} + 96750000x_{114} + 259600000x_{115} + 194900000x_{116} \geq 132500000,$

$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} + x_{113} + x_{114} + x_{115} + x_{116} = 1,$

$24x_{21} + 30x_{22} + 24x_{23} + 8x_{24} + 16x_{25} + 4x_{26} + 32x_{27} + 16x_{28} + 35x_{29} + 25x_{210} + 25x_{211} + 12x_{212} + 15x_{213} + 6x_{214} + 50x_{215} + 4x_{216} \leq x_l^2,$

$$24\ x_{21} + 10x_{22} + 24x_{23} + 4x_{24} + 4x_{25} + 4x_{26} + 32x_{27} + 4x_{28} + 10x_{29} + 25x_{210} + 25x_{211} + 4x_{212} + 10x_{213} + 2x_{216} \leq x_e^2,$$

$$16x_{21} + 16x_{22} + 48x_{23} + 16x_{24} + 32x_{25} + 16x_{26} + 64x_{27} + 32x_{28} + 40x_{29} + 200x_{210} + 200x_{211} + 32x_{212} + 40x_{213} + 16x_{214} + 80x_{215} + 8x_{216} \leq 16,$$

$$132500000x_{21} + 1119000000x_{22} + 33200000x_{23} + 235000000x_{24} + 85600000x_{25} + 28900000x_{26} + 425000000x_{27} + 85600000x_{28} + 95000000x_{29} + 18480000x_{210} + 18480000x_{211} + 39500000x_{212} + 132490000x_{213} + 96750000x_{214} + 259600000x_{215} + 194900000x_{216} \geq 1119000000,$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} + x_{211} + x_{212} + x_{213} + x_{214} + x_{215} + x_{216} = 1,$$

$$24x_{31} + 30x_{32} + 24x_{33} + 8x_{34} + 16x_{35} + 4x_{36} + 32x_{37} + 16x_{38} + 35x_{39} + 25x_{310} + 25x_{311} + 12x_{312} + 15x_{313} + 6x_{314} + 50x_{315} + 4x_{316} \leq x_l^3,$$

$$24\ x_{31} + 10x_{32} + 24x_{33} + 4x_{34} + 4x_{35} + 4x_{36} + 32x_{37} + 4x_{38} + 10x_{39} + 25x_{310} + 25x_{311} + 4x_{312} + 10x_{313} + 2x_{316} \leq x_e^3,$$

$$16x_{31} + 16x_{32} + 48x_{33} + 16x_{34} + 32x_{35} + 16x_{36} + 64x_{37} + 32x_{38} + 40x_{39} + 200x_{310} + 200x_{311} + 32x_{312} + 40x_{313} + 16x_{314} + 80x_{315} + 8x_{316} \leq 48,$$

$$132500000x_{31} + 1119000000x_{32} + 33200000x_{33} + 235000000x_{34} + 85600000x_{35} + 28900000x_{36} + 425000000x_{37} + 85600000x_{38} + 95000000x_{39} + 18480000x_{310} + 18480000x_{311} + 39500000x_{312} + 132490000x_{313} + 96750000x_{314} + 259600000x_{315} + 194900000x_{316} \geq 33200000,$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} + x_{311} + x_{312} + x_{313} + x_{314} + x_{315} + x_{316} = 1,$$

$$24x_{41} + 30x_{42} + 24x_{43} + 8x_{44} + 16x_{45} + 4x_{46} + 32x_{47} + 16x_{48} + 35x_{49} + 25x_{410} + 25x_{411} + 12x_{412} + 15x_{413} + 6x_{414} + 50x_{415} + 4x_{416} \leq x_l^4,$$

$$24\ x_{41} + 10x_{42} + 24x_{43} + 4x_{44} + 4x_{45} + 4x_{46} + 32x_{47} + 4x_{48} + 10x_{49} + 25x_{410} + 25x_{411} + 4x_{412} + 10x_{413} + 2x_{416} \leq x_e^4,$$

$$16x_{41} + 16x_{42} + 48x_{43} + 16x_{44} + 32x_{45} + 16x_{46} + 64x_{47} + 32x_{48} + 40x_{49} + 200x_{410} + 200x_{411} + 32x_{412} + 40x_{413} + 16x_{414} + 80x_{415} + 8x_{416} \leq 16,$$

$132500000x_{41} + 1119000000x_{42} + 33200000x_{43} + 235000000x_{44} + 85600000x_{45} + 28900000x_{46} + 425000000x_{47} + 85600000x_{48} + 95000000x_{49} + 18480000x_{410} + 18480000x_{411} + 39500000x_{412} + 132490000x_{413} + 96750000x_{414} + 259600000x_{415} + 194900000x_{416} \geq 235000000,$

$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} + x_{411} + x_{412} + x_{413} + x_{414} + x_{415} + x_{416} = 1,$

$x_l^1 + x_l^2 + x_l^3 + x_l^4 \leq 86,$

$x_e^1 + x_e^2 + x_e^3 + x_e^4 \leq 62,$

$x_{sj} \geq 0 \quad s=1,2,\ldots,4 \ \& \ j=1,\ldots,16$

$x_l^s \geq 0 \ , \ x_e^s \geq 0$

در آخر، با اجرای مدل ارزیابی کارایی نسبی، مقادیر کارایی فعالیت‌ها در نتیجه اعمال روش بهبود زمان و تخصیص مجدد نیروی انسانی و تجهیزات به‌دست می‌آید. این مدل، برای فعالیت‌های مرکز سود اول به‌صورت زیر فرموله شده است.

$\min \theta_1,$

s.t.

$2.7193x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1.7568x_5 + 1x_6 + 10.4743x_7 + 1.7568x_8 + 1.9497x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 1.9856x_{14} + 5.8204x_{15} + 4x_{16} \leq 2.7193\ \theta_1,$

$1.3597\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.9919x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 1.3597\ \theta_1,$

$8x_1 + 16x_2 + 8.0016x_3 + 8.3472x_4 + 7.3152x_5 + 8x_6 + 9.9904x_7 + 8x_8 + 8x_9 + 8x_{10} + 8x_{11} + 8x_{12} + 8x_{13} + 8x_{14} + 8.56x_{15} + 8x_{16} \leq 8\ \theta_1,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 132500000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_2,$

s.t.

$2.7193x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1.7568x_5 + 1x_6 + 10.4743x_7 + 1.7568x_8 + 1.9497x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 1.9856x_{14} + 5.8204x_{15} + 4x_{16} \leq 30\ \theta_2,$

$1.3597\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.9919x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 10\ \theta_2,$

$8x_1 + 16x_2 + 8.0016x_3 + 8.3472x_4 + 7.3152x_5 + 8x_6 + 9.9904x_7 + 8x_8 + 8x_9 + 8x_{10} + 8x_{11} + 8x_{12} + 8x_{13} + 8x_{14} + 8.56x_{15} + 8x_{16} \leq 16\ \theta_2,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 1119000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_3,$

s.t.

$2.7193x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1.7568x_5 + 1x_6 + 10.4743x_7 + 1.7568x_8 + 1.9497x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 1.9856x_{14} + 5.8204x_{15} + 4x_{16} \leq 1\ \theta_3,$

$1.3597\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.9919x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 1\ \theta_3,$

$8x_1 + 16x_2 + 8.0016x_3 + 8.3472x_4 + 7.3152x_5 + 8x_6 + 9.9904x_7 + 8x_8 + 8x_9 + 8x_{10} + 8x_{11} + 8x_{12} + 8x_{13} + 8x_{14} + 8.56x_{15} + 8x_{16} \leq 8.0016\ \theta_3,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 33200000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min\ \theta_4,$

s.t.

$2.7193x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1.7568x_5 + 1x_6 + 10.4743x_7 + 1.7568x_8 + 1.9497x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 1.9856x_{14} + 5.8204x_{15} + 4x_{16} \leq 1\ \theta_4,$

$1.3597\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.9919x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 1\ \theta_4,$

$8x_1 + 16x_2 + 8.0016x_3 + 8.3472x_4 + 7.3152x_5 + 8x_6 + 9.9904x_7 + 8x_8 + 8x_9 + 8x_{10} + 8x_{11} + 8x_{12} + 8x_{13} + 8x_{14} + 8.56x_{15} + 8x_{16} \leq 8.3472\ \theta_4,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 235000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

در روش تخصیص مجدد ورودی‌ها به‌صورت همزمان، همان‌گونه که مشخص است مدل تخصیص مجدد بـر روی هر سه ورودی اعمال می‌گردد. در این‌جا این مدل بـرای مرکـز سـود اول (آواربـرداری و اصـلاح محـل اسـتقرار ایستگاه گاز) به‌صورت زیر فرموله شده است.

$$\min 0.25(x_l^1 + x_l^2 + x_l^3 + x_l^4) + 0.25(x_e^1 + x_e^2 + x_e^3 + x_e^4) + 0.5(x_t^1 + x_t^2 + x_t^3 + x_t^4)$$

s.t.

$$24x_{11} + 30x_{12} + 24x_{13} + 8x_{14} + 16x_{15} + 4x_{16} + 32x_{17} + 16x_{18} + 35x_{19} + 25x_{110} + 25x_{111} + 12x_{112} + 15x_{113} + 6x_{114} + 50x_{115} + 4x_{116} \leq x_l^1,$$

$$24\ x_{11} + 10x_{12} + 24x_{13} + 4x_{14} + 4x_{15} + 4x_{16} + 32x_{17} + 4x_{18} + 10x_{19} + 25x_{110} + 25x_{111} + 4x_{112} + 10x_{113} + 2x_{116} \leq x_e^1,$$

$$16x_{11} + 16x_{12} + 48x_{13} + 16x_{14} + 32x_{15} + 16x_{16} + 64x_{17} + 32x_{18} + 40x_{19} + 200x_{110} + 200x_{111} + 32x_{112} + 40x_{113} + 16x_{114} + 80x_{115} + 8x_{116} \leq x_t^1,$$

$$132500000x_{11} + 1119000000x_{12} + 33200000x_{13} + 235000000x_{14} + 85600000x_{15} + 28900000x_{16} + 425000000x_{17} + 85600000x_{18} + 95000000x_{19} + 18480000x_{110} + 18480000x_{111} + 39500000x_{112} + 132490000x_{113} + 96750000x_{114} + 259600000x_{115} + 194900000x_{116} \geq 132500000,$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} + x_{113} + x_{114} + x_{115} + x_{116} = 1,$$

$$24x_{21} + 30x_{22} + 24x_{23} + 8x_{24} + 16x_{25} + 4x_{26} + 32x_{27} + 16x_{28} + 35x_{29} + 25x_{210} + 25x_{211} + 12x_{212} + 15x_{213} + 6x_{214} + 50x_{215} + 4x_{216} \leq x_l^2,$$

$$24\ x_{21} + 10x_{22} + 24x_{23} + 4x_{24} + 4x_{25} + 4x_{26} + 32x_{27} + 4x_{28} + 10x_{29} + 25x_{210} + 25x_{211} + 4x_{212} + 10x_{213} + 2x_{216} \leq x_e^2,$$

$$16x_{21} + 16x_{22} + 48x_{23} + 16x_{24} + 32x_{25} + 16x_{26} + 64x_{27} + 32x_{28} + 40x_{29} + 200x_{210} + 200x_{211} + 32x_{212} + 40x_{213} + 16x_{214} + 80x_{215} + 8x_{216} \leq x_t^2,$$

$$132500000x_{21} + 1119000000x_{22} + 33200000x_{23} + 235000000x_{24} + 85600000x_{25} + 28900000x_{26} + 425000000x_{27} + 85600000x_{28} + 95000000x_{29} + 18480000x_{210} + 18480000x_{211} + 39500000x_{212} + 132490000x_{213} + 96750000x_{214} + 259600000x_{215} + 194900000x_{216} \geq 1119000000,$$

$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} + x_{211} + x_{212} + x_{213} + x_{214} + x_{215} + x_{216} = 1,$

$24x_{31} + 30x_{32} + 24x_{33} + 8x_{34} + 16x_{35} + 4x_{36} + 32x_{37} + 16x_{38} + 35x_{39} + 25x_{310} + 25x_{311} + 12x_{312} + 15x_{313} + 6x_{314} + 50x_{315} + 4x_{316} \leq x_{l}^{3},$

$24\ x_{31} + 10x_{32} + 24x_{33} + 4x_{34} + 4x_{35} + 4x_{36} + 32x_{37} + 4x_{38} + 10x_{39} + 25x_{310} + 25x_{311} + 4x_{312} + 10x_{313} + 2x_{316} \leq x_{e}^{3},$

$16x_{31} + 16x_{32} + 48x_{33} + 16x_{34} + 32x_{35} + 16x_{36} + 64x_{37} + 32x_{38} + 40x_{39} + 200x_{310} + 200x_{311} + 32x_{312} + 40x_{313} + 16x_{314} + 80x_{315} + 8x_{316} \leq x_{t}^{3},$

$132500000x_{31} + 1119000000x_{32} + 33200000x_{33} + 235000000x_{34} + 85600000x_{35} + 28900000x_{36} + 425000000x_{37} + 85600000x_{38} + 95000000x_{39} + 18480000x_{310} + 18480000x_{311} + 39500000x_{312} + 132490000x_{313} + 96750000x_{314} + 259600000x_{315} + 194900000x_{316} \geq 33200000,$

$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} + x_{311} + x_{312} + x_{313} + x_{314} + x_{315} + x_{316} = 1,$

$24x_{41} + 30x_{42} + 24x_{43} + 8x_{44} + 16x_{45} + 4x_{46} + 32x_{47} + 16x_{48} + 35x_{49} + 25x_{410} + 25x_{411} + 12x_{412} + 15x_{413} + 6x_{414} + 50x_{415} + 4x_{416} \leq x_{l}^{4},$

$24\ x_{41} + 10x_{42} + 24x_{43} + 4x_{44} + 4x_{45} + 4x_{46} + 32x_{47} + 4x_{48} + 10x_{49} + 25x_{410} + 25x_{411} + 4x_{412} + 10x_{413} + 2x_{416} \leq x_{e}^{4},$

$16x_{41} + 16x_{42} + 48x_{43} + 16x_{44} + 32x_{45} + 16x_{46} + 64x_{47} + 32x_{48} + 40x_{49} + 200x_{410} + 200x_{411} + 32x_{412} + 40x_{413} + 16x_{414} + 80x_{415} + 8x_{416} \leq x_{t}^{4},$

$132500000x_{41} + 1119000000x_{42} + 33200000x_{43} + 235000000x_{44} + 85600000x_{45} + 28900000x_{46} + 425000000x_{47} + 85600000x_{48} + 95000000x_{49} + 18480000x_{410} + 18480000x_{411} + 39500000x_{412} + 132490000x_{413} + 96750000x_{414} + 259600000x_{415} + 194900000x_{416} \geq 235000000,$

$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} + x_{411} + x_{412} + x_{413} + x_{414} + x_{415} + x_{416} = 1,$

$x_{l}^{1} + x_{l}^{2} + x_{l}^{3} + x_{l}^{4} \leq 86,$

$x_{e}^{1} + x_{e}^{2} + x_{e}^{3} + x_{e}^{4} \leq 62,$

$x_t^1 + x_t^2 + x_t^3 + x_t^4 \leq 96,$

$x_{sj} \geq 0 \quad s=1,2,\ldots,4 \ \& \ j=1,\ldots,16$

$x_l^s \geq 0 \ , \ x_e^s \geq 0 \ , \ x_t^s \geq 0$

حال، جهت به‌دست آوردن کارایی و تاثیر اعمال روش فوق، از مدل ارزیابی کارایی نسبی استفاده می‌شود. این مدل برای فعالیت‌های مرکز سود اول به‌صورت زیر فرموله شده است.

$\min \theta_1,$

s.t.

$3.5523x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 2.2949x_5 + 2.2949x_6 + 11.3941x_7 + 2.2949x_8 + 2.5469x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 2.5938x_{14} + 6.9598x_{15} + 4x_{16} \leq 3.5523\ \theta_1,$

$1.1841\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.798x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 1.1841\ \theta_1,$

$1.8945x_1 + 16x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 6.0768x_7 + 1.2239x_8 + 1.3584x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 1.3834x_{14} + 3.7119x_{15} + 8x_{16} \leq 1.8945\ \theta_1,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 132500000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \ldots , x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_2,$

s.t.

$3.5523x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 2.2949x_5 + 2.2949x_6 + 11.3941x_7 + 2.2949x_8 + 2.5469x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 2.5938x_{14} + 6.9598x_{15} + 4x_{16} \leq 30\ \theta_2,$

$1.1841\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.798x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 10\ \theta_2,$

$1.8945x_1 + 16x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 6.0768x_7 + 1.2239x_8 + 1.3584x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 1.3834x_{14} + 3.7119x_{15} + 8x_{16} \leq 16\ \theta_2,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 1119000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1\ ,\ x_2\ ,\ \dots\ ,\ x_{16} \geq 0,$

$\min\ \theta_3,$

s.t.

$3.5523x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 2.2949x_5 + 2.2949x_6 + 11.3941x_7 + 2.2949x_8 + 2.5469x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 2.5938x_{14} + 6.9598x_{15} + 4x_{16} \leq 1\ \theta_3,$

$1.1841\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.798x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 1\ \theta_3,$

$1.8945x_1 + 16x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 6.0768x_7 + 1.2239x_8 + 1.3584x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 1.3834x_{14} + 3.7119x_{15} + 8x_{16} \leq 1\theta_3,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 33200000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$

$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

$\min \theta_4,$

s.t.

$3.5523x_1 + 30x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 2.2949x_5 + 2.2949x_6 + 11.3941x_7 + 2.2949x_8 + 2.5469x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 12x_{12} + 15x_{13} + 2.5938x_{14} + 6.9598x_{15} + 4x_{16} \leq 1\ \theta_4,$

$1.1841\ x_1 + 10x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 3.798x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 25x_{10} + 25x_{11} + 4x_{12} + 10x_{13} + 2x_{16} \leq 1\theta_4,$

$1.8945x_1 + 16x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 6.0768x_7 + 1.2239x_8 + 1.3584x_9 + 200x_{10} + 200x_{11} + 32x_{12} + 40x_{13} + 1.3834x_{14} + 3.7119x_{15} + 8x_{16} \leq 1\theta_4,$

$132500000x_1 + 1119000000x_2 + 33200000x_3 + 235000000x_4 + 85600000x_5 + 28900000x_6 + 425000000x_7 + 85600000x_8 + 95000000x_9 + 18480000x_{10} + 18480000x_{11} + 39500000x_{12} + 132490000x_{13} + 96750000x_{14} + 259600000x_{15} + 194900000x_{16} \geq 235000000,$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 1,$
$x_1 , x_2 , \dots , x_{16} \geq 0,$

منابع و مآخذ

۱. آزاد، الهه؛ کتابی، سعیده؛ سلطانی، ایرج؛ باقرزاده، مجید (۱۳۹۰)، "تحلیل کارایی و تخصیص منابع به بخش‌های مختلف بیمارستان شریعتی اصفهان با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها"، **مدیریت اطلاعات سلامت**، دوره ۸، شماره ۷: صفحات ۹۴۷-۹۳۸.

۲. اجلی، مهدی؛ صفری، حسین (۱۳۹۰)، "ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی پیش‌بینی‌کننده عملکرد و تحلیل پوششی داده‌ها (مورد مطالعه: شرکت ملی گاز ایران)"، **نشریه تخصصی مهندسی صنایع**، دوره ۴۵، شماره ۱: صفحات ۲۹-۱۳.

۳. امیرزاده بهبهانی، راضیه؛ یعقوبی، زهرا (۱۳۹۱)، "ارزیابی عملکرد کارکنان شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران منطقه اهواز به روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی"، **فصلنامه مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج**، دوره ۷، شماره ۱۹: صفحات ۱۰۷-۹۷.

۴. بختیاری، صادق؛ دهقانی‌زاده، مجید؛ حسینی‌پور، سید مجتبی (۱۳۹۳)، "تحلیلی از بهره‌وری نیروی کار در بخش تعاونی: مطالعه موردی تعاونی های صنعتی استان یزد"، **مجله فرآیند مدیریت و توسعه**، دوره ۲۷، شماره ۳: صفحات ۷۳-۴۵.

۵. بساق‌زاده، ایمان؛ حجازی، سید رضا؛ امیرموسی، احسان (۱۳۸۹)، "توسعه مدل زمان‌بندی پروژه با اهداف زمان ختم و مقاومت زمان‌بندی"، **مجله مهندسی صنایع**، دوره ۴۴، شماره ۱: صفحات ۲۴-۱۳.

۶. پورکاظمی، محمد حسین؛ غضنفری، سیدحسن (۱۳۸۴)، "ارزیابی کارایی کارخانجات قند کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها"، **فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران**، دوره ۲۲، شماره ۷: صفحات ۹۰-۶۹.

۷. توکلی مقدم، رضا؛ صادق عمل نیک، محسن؛ رفعتی، محمدعلی (۱۳۸۳)، "متدولوژی به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در سازمان‌های تحقیقاتی"، **نشریه دانشکده فنی**، دوره ۳۸، شماره ۱: صفحات ۱۸۵-۱۷۵.

۸. تولایی، روح‌الله (۱۳۸۶)، "رویکردهای نوین به ارزیابی عملکرد سازمان‌ها"، **دوماهنامه توسعه انسانی پلیس**، دوره ۴، شماره ۱۲: صفحات ۳۰-۹.

۹. عباس جهانگیری (۱۳۹۴)، "کاربرد تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در بیمارستان‌های ایران (مروری سیستماتیک)"، **فصلنامه بیمارستان**، دوره ۱۵، شماره ۳: صفحات ۱۲۴-۱۰۳.

۱۰. حاج‌شیرمحمدی، علی (۱۳۸۸)، **"مدیریت و کنترل پروژه (کاربرد روش‌های سی‌پی‌ام، پرت، گرت و پی ان)"**، انتشارات جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان- مرکز انتشارات، ایران، ۱۳۸۸، چاپ شانزدهم.

۱۱. حسامی، سعید؛ مولایی، زهرا (۱۳۹۴)، "بهینه‌سازی زمانبندی در پروژه‌های راهسازی بر اساس تفکر ناب"، **نشریه مدل‌سازی در مهندسی**، دوره ۱۳، شماره ۴۰: صفحات ۴۲-۳۳.

۱۲. حسن‌پور، حسینعلی؛ نورنگ، احمد؛ نبی‌زاده، محمدحسین (۱۳۹۳)، "ارائه مدل زمان‌بندی مقاوم با منابع محدود و حل آن با استفاده از الگوریتم شبیه‌سازی تبرید"، **مجله پژوهش‌های مدیریت در ایران**، دوره ۱۸، شماره ۱: صفحات ۲۴-۱.

۱۳. حمزه‌پور، مهدی؛ محمدی، روح‌الله (۱۳۹۱)، "بررسی کارایی شعب سازمان بیمه تامین اجتماعی در استان تهران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)"، **فصلنامه مقاله‌های پژوهشی مدیریت**، شماره ۴: صفحات ۱۱۷-۹۴.

۱۴. دشتی‌نژاد، معصومه (۱۳۹۵)، "تحلیل کارایی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار با استفاده از DEA"، **فصلنامه مقاله‌های پژوهشی مدیریت**، شماره۵: صفحات ۱۸-۵.

۱۵. رحیمی، غفور (۱۳۸۵)، "ارزیابی عملکرد و بهبود مستمر سازمان"، **ماهنامه تدبیر**، دوره ۱۷، شماره ۱۷۳: صفحات ۳۳-۳۸.

۱۶. رضاییان، علی (۱۳۷۹)، **"مبانی سازمان و مدیریت"**، تهران، انتشارات سمت، چاپ اول، صفحه ۱۸۸.

۱۷. شاهعلیزاده کلخوران، محمد؛ توکلی‌مقدم، رضا و خلیلی دامغانی، کاوه (۱۳۹۰)، "حل مسائل زمان‌بندی پروژه‌ها با منابع محدود با استفاده از الگوریتم مورچگان اصلاح شده"، **مجله مهندسی صنایع**، دوره ۴۵، شماره ۱: صفحات ۶۹-۵۹.

۱۸. صالحی صادقیانی، جمشید؛ امیری، مقصود؛ تقوی‌فرد، محمدتقی؛ رضوی، سیدحسین (۱۳۸۷)، "رتبه‌بندی واحدهای کارا با ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در سازمان‌های بازرگانی"، **مجله دانش مدیریت**، دوره ۲۱، شماره ۸۱: صفحات ۹۰-۷۵.

۱۹. طیبی ابوالحسنی، سید امیرحسین؛ کوشا، حمیدرضا (۱۳۹۵)، "ارزیابی عملکرد با به کارگیری ترکیب مدل تحلیل پوششی داده‌ها و TOPSIS (مورد مطالعه: گروه مشاوران جوان شهرداری مشهد)"، **مجله مدیریت فرهنگ سازمانی**، دوره ۱۴، شماره ۳: صفحات ۹۰۹-۹۳۶.

۲۰. عادلی، ع (۱۳۸۴)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد: "ارزیابی عملکرد نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران در برقراری نظم و امنیت شهرستان بم"، دانشگاه علوم انتظامی.

۲۱. عامری، زهرا (۱۳۹۶)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد: "خودارزیابی عملکرد سازمان با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای فازی شهودی (مطالعه موردی سیم و کابل مغان)"، دانشکده صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۲۲. علوی، سید علی؛ مشفق، مهدی (۱۳۸۷)، "بررسی تاثیر ارزیابی عملکرد کارکنان بر بهبود عملکرد در دانشگاه مورد مطالعه: دانشگاه امام صادق (ع)"، **مجله اندیشه مدیریت راهبردی**، دوره ۲، شماره ۲: صفحات ۱۲۲-۹۵.

۲۳. علوی، اخوان؛ عابسی، سید حسین؛ عابسی، سید مسعود (۱۳۹۲)، "مقدمه‌ای بر طراحی و تبیین مدل پشتیبانی از تصمیم مدیریت راهبردی و به‌کارگیری DEA و آنتروپی در سازمان‌های تجاری"، **مجله مدیریت فرهنگ سازمانی**، دوره ۱۱، شماره ۴: صفحات ۴۵-۳۳.

۲۴. علی حیدری بیوکی، طاهره؛ خادمی زارع، حسن (۱۳۹۴)، "بهبود روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور خوشه‌بندی مشتریان اعتباری بانک‌ها"، **مدل‌سازی در مهندسی**، دوره ۱۳، شماره ۴۱: صفحات ۷۴-۵۹.

۲۵. فقیهی، ابوالحسن؛ موسوی کاشی، زهره (۱۳۸۹)، "مدل سنجش بهره‌وری (اثربخشی و کارایی) در بخش خدمات دولتی ایران"، **نشریه مدیریت دولتی**، دوره ۲، شماره ۴: صفحات ۱۲۶-۱۰۷.

۲۶. فیضی، طاهره؛ زارع، رضا (۱۳۹۲)، "بررسی رابطه میان تمرکززدایی اداری و حاکمیت عمومی با تاثیر دو متغیر پاسخگوی و اعتماد عمومی(مطالعه موردی سازمان‌های دولتی استان فارس)"، **مجله مدیریت سازمان‌های دولتی**، دوره ۲، شماره ۱: صفحات ۲۶-۷.

۲۷. قجری، ع؛ نامجو، م؛ امیری، ع (۱۳۹۰)، "اولویت‌بندی پروژه‌ها برای انتخاب سبد پروژه با روش تحلیل پوششی داده‌ها"، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، ایران.

۲۸. کردرستمی، سهراب؛ امیرتیموری، علیرضا؛ کشاورز گیلده، فاطمه (۱۳۸۸)، "تخصیص مجدد منابع در بین فرآیندهای تولید چندگانه با در نظر گرفتن کارایی فرآیندها"، **مجله ریاضیات کاربردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان**، دوره ۳، شماره ۲۲: صفحات ۳۳-۲۳.

۲۹. کمالی، یحیی (۱۳۹۳)، "بررسی نقش تمرکززدایی در تحقق سلامت اداری"، **فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان**، دوره ۲، شماره ۵: صفحات ۱۳۲-۱۱۱.

۳۰. مطلق، محمداسماعیل؛ رهبر، محمدرضا؛ کبیر، محمدجواد (۱۳۸۷) "تمرکززدایی در نظام سلامت کشور جمهوری اسلامی ایران- مروری بر مفاهیم، شواهدی برای الزام بر تمرکززدایی، تحلیل ۵ پروژه تمرکززدایی در کشور"، **مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی شهید صدوقی یزد**، دوره ۱۶، شماره ۳: صفحات ۷۲-۶۷.

۳۱. ملکی، حسن؛ آقامحمدی، جواد (۱۳۹۴)، "تمرکزگزایی و تمرکززدایی در فرآیند برنامه‌ریزی توسعه آموزشی: چالش‌ها و موانع"، **مجله کار و جامعه**، شماره ۱۸۰: صفحات ۶۶-۶۰.

۳۲. مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۵)، **"تحلیل پوششی داده‌ها، مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها"**، چاپ سوم، ویراست دوم، نشر کتاب دانشگاهی، ایران.

۳۳. میرجلیلی، سید حسین؛ میردهقان، سید عباس؛ دهقان خاوری، سعید (۱۳۸۹)، "بررسی و تعیین کارایی صنایع استان یزد با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها"، **فصل‌نامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی**، دوره ۱۸، شماره ۵۴: صفحات ۱۲۲-۹۵.

۳۴. نادرپور، عباس؛ مفید، مسعود (۱۳۸۸)، "بهینه‌سازی تخصیص منابع به فعالیت‌های پروژه با استفاده از مدل دیاگرام منابع بحرانی"، **مجله مدل‌سازی در مهندسی**، دوره ۷، شماره ۱۹: صفحات ۴۶-۳۷.

۳۵. نجفی، سید اسماعیل (۱۳۹۰)، پایان‌نامه دکترا: "تلفیق دو مدل ارزیابی عملکرد DEA و BSC و ارائه مدل ریاضی"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.

36. Acemoglu, D., Aghion, P., Lelarge, C., Reenen, J. V. & Zilibotti, F. (2007), "Technology, Information and the Decentralization of the Firm", **The Quarterly Journal of Economics, MIT Press**, Vol. 122, No. 4, pp. 1759-1799.
37. Aparicio, J., Garcia-Nove, E. M., Kapelko, M. & Pastor, J. T. (2017), "Graph Productivity Change Measure Using the Least Distance to the Pareto-Efficient Frontier in Data Envelopment Analysis", **Omega**, Vol. 72, pp. 1-14.
38. Agarwal,A., Colak,S., Erenguc S. (2011), "A Neurogenetic approach for the resource-constrained project scheduling problem" , **Computers & Operations Research**, Vol. 38, pp. 44–50.
39. Ariff, M., & Can, L. (2008), "Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis", **China Economic Review**, Vol. 19, pp. 260–273.
40. Asmild, M., Paradi, J. C. & Pastor, J.T. (2009), "Centralized resource allocation BCC models", **Omega**, Vol. 37, No. 1, pp. 40-49.

41. Athanassopoulos, A. D. (1995), "Goal programming & data envelopment analysis (GoDEA) for target-based multi-level planning: Allocating central grants to the Greek local authorities", **European Journal of Operational Research**, Vol. 87, No. 3, pp. 535-550.
42. Athanassopoulos, A. D. (1998), "Decision support for target-based resource allocation of public services in multiunit and multi-level systems", **Management Science**, Vol. 44, No. 2, pp. 173-187.
43. Atli, O. & Kahraman, C. (2012), "Fuzzy resource-constrained project scheduling using taboo search algorithm", **International Journal of Intelligent Systems**, Vol. 27, No. 10, pp. 873-907.
44. Azaron, A., Katagiri, H., Sakawa, M., Kato, K. & Memariani, A. (2006), "A multi-objective resource allocation problem in PERT networks", **Eur. J. Oper. Res**, Vol. 172, No. 3, pp. 838–854.
45. Azizi. H. (2011), "The interval efficiency based on the optimistic and pessimistic points of view", **Applied Mathematical Modelling**, Vol. 35, No. 5, pp. 2384-2393.
46. Babu, A. J. G. & Suresh, N. (1996), "Project management with time, cost, and quality considerations", **Eur. J. Oper. Res**, Vol. 88, No. 2, pp. 320–327.
47. Barnum, D. T. & Gleason, J. M. (2008), "DEA efficiency analysis involving multiple production processes", **Applied Economics Letters**, pp. 1-6.
48. Barraza, G. A., Back, W. E. & Mata, F. (2004), "Probabilistic forecasting of project performance using stochastic S curves", **J. Construct. Eng. Manag**, Vol. 130, No. 1, pp. 25–32.
49. Beasley, J. E. (2003), "Allocating fixed costs and resources via data envelopment analysis", **European Journal of Operational Research**, Vol. 147, No. 1, pp. 198-216.

50. Bowlin, W. (1998), “Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)”, **Journal of Cost Analysis**, Vol. 15, No. 2, pp. 3-27.
51. Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A. & Seiford, L. M. (1997), “Data Envelopment Analysis Theory, Methodology and Application” **Journal of the Operational Research Society**, Vol. 48, No. 3, pp. 332-343.
52. Chang, S.T. (2002), “Reasons for cost and schedule increase for engineering design projects”. **J. Manag. Eng**, Vol. 18, No. 1, pp. 29–36.
53. Cho, K., Hony, T. & Hyun, C. (2010), “Integrated schedule and cost model for repetitive construction process”, **Journal of Construction Engineering and Management,ASCE**, Vol. 26, No. 2, pp. 78-88.
54. Christie, A. A., Joye, M. P. & Watts, R. L. (2003), “Decentralization of the firm: theory and evidence”, **Journal of Corporate Finance**, Vol. 9, pp. 3-36.
55. Clark, R. C. (2006), “**Evidence-based practice and professionalization of human performance technology. In J. Pershing (Ed.), Handbook of human performance technology: Principles, practices, and potential**”, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, pp. 873–898.
56. Collins, C. & Green, A. (2009), “Decentralization in developing countries”. **International handbook of educational evaluation**, Vol. 12, No. 5, pp. 32-45.
57. Daft, Richard. L. (1989), “**Organization Theory and Design**”, 3th Edition, Published by West Publishing Co., St. Paul.
58. DeNisi, A. S. & Pritchard, R. D. (2006), “Performance appraisal, performance management and improving individual performance: A motivational framework”. **Management and Organization Review**, Vol. 2, No. 2, pp. 253–277.

59. Dincer, O. (2004), "**Strategy Management and Organization Policy**", Beta Publication, Istanbul.
60. Fang, L. & Zhang, C-Q. (2008), "Resource allocation based on the DEA model", **Journal of the Operational Research Society**, Vol. 59, pp. 1136-1141.
61. Fare, R., Grabowski, S., Grosskopf, S. & Kraft, S. (1997), "Efficiency of a fixed but allocatable input: A non-parametric approach", **Economics Letters**, Vol. 56, No. 2, pp. 187–193.
62. Feroz, E. H., kim, S. & Raab, R. L. (2003), "Financial statement analysis: A data envelopment analysis approach", **Journal of the OR society**, Vol. 54, No. 1, pp. 48-58.
63. Furusawa, A. & Konishi, D. (2008), "Contributing or free-riding? A theory of endogenous lobby formation". **Available at www.feem web**.
64. Goagara, D. & Staiculescu, O. (2009), "A new vision of management control based on profit centers and the impact on SMEs performance". **Recent Researches in Tourism and Economic Development**, Vol. 33, pp. 861-866.
65. Golany, B., Phillips, F. Y. & Rousseau, J. J. (1993), "Models for improved efficiencies based on DEA efficiency results", **IIE Transactions**, Vol. 25, No. 6, pp. 2-10.
66. Golany, B. & Tamir, E. (1995), "Evaluating efficiency-effectiveness-equality trade-offs: A data envelopment analysis approach", **Management Science**, Vol. 41, No. 7, pp. 1172-1180.
67. Halkos, G. E. & Dimitrios, S. S. (2004), "Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: A data envelopment analysis approach", **Management Accounting Research**, Vol. 15, No. 2, pp. 201-224.

68. Jairo R. Montoya-Torres, Edgar Gutierrez-Franco, Carolina Pirachica´n-Mayorga (2010), "Project scheduling with limited resources using a genetic algorithm, International", **Journal of Project Management**, Vol. 28, pp. 619–628.
69. John, E. (1985), "The political Economy of federalism", **The Amarican political Science review**, Vol. 79, No. 4, pp. 994-1015.
70. Kao, C. (2012), "Efficiency decomposition for parallel production systems", **Journal of the operational Research Society**, Vol. 63, No. 1, pp. 64-71.
71. Kingsley, A. O., Endurance, O., Sunny, A. I. & Ozele, C. E. (2014), "Responsibility Accounting: An Overview", **IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)**, Vol. 16, No. 1, pp. 73-79.
72. Korhonen, P. & Syrjänen, M. (2004), "Resource Allocation Based on Efficiency Analysis", **Management Science**, Vol. 50, No. 8, pp. 1134-1144.
73. Kromeri, H. (2015), "Enhancing the Annual Performance Appraisal Process: Reducing Biases and Engaging Employees Through Self-Assessment", **Performance Improvement Quarterly**, Vol. 28, No. 2, PP. 53–64.
74. Leskinen, L.A.; Leskinen, P.; Kurttila, M.; Kangas, J.; Kajanus, M. (2006), "Adapting Modern Strategic Decision Support Tools in the Participatory Strategy Process-a Case Study of a Forest Research Station", **Forest Policy and Economics**, Vol. 8, pp. 267–278.
75. London, M., Mone, E. M., & Scott, J. C. (2004), "Performance management and assessment: Methods for improved rater accuracy and employee goal setting", **Human Resource Management**, Vol. 43, No. 4, pp. 319–336.

76. Long, L. D. & Ohsato, A. (2009), "A genetic algorithm-cased method for scheduling repetitive construction projects", **Journal of Automatic in Construction**, Vol. 18, No. 4, pp. 499-511.
77. Lozano, S. & Villa, G. (2004), "Centralized resource allocation using data envelopment analysis", **Journal of Productivity Analysis**, Vol. 22, No. 1, pp. 143-161.
78. Lozano, S. & Villa, G. (2005), "Centralized DEA models with the possibility of downsizing", **Journal of the Operational Research Society**, vol. 56, pp. 357-364.
79. Mendes, J.F. Gonçalves, M.G.C. Resende (2009), "A random key based genetic algorithm for the resource constrained project scheduling problem", **Computers & Operations Research**, Vol. 36, pp. 92–109.
80. Mok, V., Godfrey, Y., Zhoozbou, H. & Li, Z. (2007), "Leverage technical efficiency and profitability: an application of DEA to foreign-invested toy manufacturing firms in china", **Journal of contemporary china**, Vol. 16, No. 51, pp. 259-274.
81. Nesterenko, V. & Zelenyuk, V. (2007), "Measuring potential gains from reallocation of resources", **Journal of Productivity Analysis**, Vol. 28, No. 1-2, pp. 107-116.
82. Reyck, B. D. & Herroelen, W. (1999), "The multi-mode resource-constrained project scheduling problem with generalized precedence relations", **Eur. J. Oper. Res**, Vol. 119, No. 2, pp. 538-556.
83. Rosenthal, E. C. & Weiss, H. J. (2017), "A Data Envelopment Analysis Approach for Ranking Journals", **Omega**, Vol. 70, pp. 135-147.
84. Robbins, Stephen. P. (1990), " **Organization theory, Englewood Cliffs**", N.J. : Prentice Hall.

85. Rondinelli, D. (1981), “Government decentralization in comparative perspective. Theory and practice in developing countries”, **International review of administrative sciences**, Vol. 47, No. 2, pp. 133-145.
86. Shahina Javad & Sumod, S.D. (2015), “It’s time to bring performance appraisal into the twenty-first century: The lessons from companies like”, **Human Resource Management International Digest**, Vol. 23, No. 7, PP. 23-26.
87. Simons, R (2000), “Performance measurement and control systems for implementing strategy: Prentice Hall”.
88. Trappey, A. J. C. & Chiang, T-A. (2008), “A DEA benchmarking methodology for project planning and management of new product development under decentralized profit-center business model”, **Advanced Engineering Informatics**, Vol. 22, No. 4, pp. 438-444.
89. Wang, Q. & Cui, J-C (2010), “A Resource Allocation Mode Based on DEA Models and Elasticity Analysis”, The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA’10), Chengdu-Jiuzhaigou, China.
90. Yang, K.-K. & Sum, C.-C. (1997), “An evaluation of due date, resource allocation, project release, and activity scheduling rules in a multiproject environment”, **Eur. J. Oper. Res**, Vol. 103, No. 1, pp. 139–154.
91. Yu, M-M., Chern, C-C. & Hsiao, Bo. (2013), “Human resource rightsizing using centralized data envelopment analysis: Evidence from Taiwan's Airports”, **Omega**, Vol. 41, No. 1, pp. 119-130.

Project management based on the decentralized profit-center business model using data envelopment analysis (DEA)

Abstract

Today, in a changing and highly competitive world market technology, organizations are increasingly using business models for profit centers. Dividing a business into independent divisions, called profit centers, means that the decision-making power of central management is transferred to other management levels. For this purpose, activities are used to allocate resources optimally, reduce the cost and time of the project, and finally, get the most out of the profit of each profit center, which maximizes the total project profits. The optimal use of available resources and facilities will increase efficiency then will be a major issue in project planning and management.

In this research, a centralized approach is needed to reallocate inputs to better utilize them in a centralized decision-making environment. In order that, DEA is used for project management and planning, performance evaluation, measure the relative efficiency of activities and reallocate inputs to better utilize them in a centralized decision-making environment (each of profit centers). Applying the models and concepts of this research in reconstruction, assembly and disassembly project of Aliabad Gas Power Plant station will reduce the time of activities and disposable resources and the amount of resource utilization required and, as a result, reduced costs, this cost reduction also improves the efficiency of profit centers and increases the profitability of the project.

Keywords: Decentralized profit-center business model, Data envelopment analysis (DEA), Efficiency, Reallocation, Hararat Gostar Behshahr Company.

University technology of Shahrood

Faculty of Industrial Engineering and Management

M.Sc. Thesis in of Industrial Management

Project management based on the decentralized profit-center business model using data envelopment analysis (DEA)

By: Sepideh Kianmehr

Supervisor:

Dr. Mojtaba Ghiyasi

September 2018