

## متدولوژی بکارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در سازمان‌های تحقیقاتی

رضا توکلی مقدم

استادیار گروه مهندسی صنایع - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

محسن صادق عمل‌نیک

استادیار گروه مهندسی صنایع - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

محمد علی رفعتی

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۸۰/۸/۲۶، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۲/۴/۷، تاریخ تصویب ۸۲/۹/۲۲)

### چکیده

هدف از این مقاله، ارائه متدولوژی بکارگیری روش تحلیل فراگیر داده‌ها در سازمان‌های تحقیقاتی با ورودی‌ها و خروجی‌های ناملموس و کمی - کیفی می‌باشد. گزارش حاضر به نحوه اعمال تغییرات و محدودیت‌های استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین روش تبدیل نمودن محدودیت‌ها و عوامل به روابط ریاضی می‌پردازد. با توجه به ویژگی‌های سازمان‌های تحقیقاتی، و همچنین شرایط مختلف موجود در روش تحلیل فراگیر داده‌ها، استفاده از این روش جهت اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی به‌سادگی امکان‌پذیر نخواهد بود. یکی از مهم‌ترین مسایل موجود در این رابطه، کیفی - کمی بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها در سازمان‌های تحقیقاتی است، که در نتیجه تبدیل موارد کیفی به کمی و ایجاد ورودی‌ها و خروجی‌های یکنواخت، امری مشکل‌می‌باشد. این فعالیت به‌طور خاص در یکی از سازمان‌های تحقیقاتی وزارت نیرو به‌صورت عملی مورد استفاده قرار گرفته و طی آن کارایی دپارتمان‌های مختلف مهندسی، با توجه به شباهت فعالیت‌ها، در سه دوره متوالی اندازه‌گیری شده است. در نتیجه این فعالیت، روند تغییرات کارایی هر یک از دپارتمان‌ها از طریق مدل‌های برنامه‌ریزی خطی تعریف شده و با استفاده از نرم‌افزار LINGO به‌صورت کمی درآمده و نهایتاً نتیجه حاصله به‌عنوان اطلاعات مدیریتی در اختیار مدیریت مجموعه قرار گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، سازمان‌های تحقیقاتی، برنامه‌ریزی خطی.

### مقدمه

شده سر و کار دارند [۱]. فارل برای اولین بار برای تخمین کارایی روش غیر پارامتری را مطرح کرد. او به جای حدس تابع تولید، با استفاده از مشاهدات مقادیر مرزی ورودی‌ها و خروجی‌ها، کارایی را برای واحدهای مورد مطالعه محاسبه نمود [۲]. روش تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> (DEA) همان بسط روش فارل می‌باشد که به جای یک خروجی چند خروجی را در مدل مد نظر قرار می‌دهد. تحلیل پوششی داده‌ها کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده را نسبت به واحدهای دیگر با ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه اندازه می‌گیرد. بیشترین کاربرد این روش در واحدهای خدماتی نظیر بانک‌ها، بیمارستان‌ها، شهرداری‌ها، دانشگاه‌ها و غیره می‌باشد. جهت اجرای روش DEA باید ابتدا واحدهای تصمیم‌گیری را مشخص نموده و سپس عوامل داده و ستاده

در روش‌های مختلف اندازه‌گیری کارایی و بهروری، تعیین توابع تولید و استفاده از آنها در مدل از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. دو نوع روش برای تخمین توابع تولید تجربی وجود دارد که عبارتند از روش پارامتری و روش غیرپارامتری. در روش‌های پارامتری، برای یافتن تابع تولیدی که برای سیستم یا جامعه تعیین شده است، با مشکلاتی از جمله برآورد، بررسی و حدس تابع تولید، تعیین پارامترهای آن و بررسی صحت این حدس مواجه هستیم. در مقابل روش‌های پارامتری، روش‌های غیرپارامتری وجود دارد. از جمله محاسن روش‌های غیرپارامتری این است که این روش‌ها شکل مشخصی برای تابع تولید در نظر نمی‌گیرند و مستقیماً با داده‌های مشاهده

توجه به مشخصات سازمان‌های تحقیقاتی که یکی از آن‌ها تنوع خروجی و دیگری عدم محوریت مسائل مالی به‌طور خاص می‌باشد، همچنین با توجه به خصوصیات و مزایای روش تحلیل فراگیر داده‌ها و تشابه قابلیت‌های آن با ساختار این‌گونه سازمان‌ها، مدل تحلیل فراگیر داده‌ها از قابلیت بالایی در این‌گونه مراکز برخوردار می‌گردد. یکی از موارد مورد انتظار مدیریت این‌گونه 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. از طرفی ساختار مدل تحلیل فراگیر داده‌ها شباهت بسیار زیادی با این هدف دارد. لذا در ادامه مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی بخش‌های سازمان‌های تحقیقاتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### متدولوژی پیشنهادی بکارگیری DEA در مراکز تحقیقاتی

تحلیل فراگیر داده‌ها از قابلیت‌های مناسبی جهت اندازه‌گیری کارایی برخوردار می‌باشد. یکی از ویژگی‌های بسیار مفید این مدل، در نظر گرفتن تعداد دلخواهی خروجی و ورودی برای هر سازمان است، که در این مدل نیازی به هم دیمانسیون نمودن ورودی‌ها و یا خروجی‌ها نبوده و علت آن نیز ساختار چند بعدی مدل‌های تحلیل فراگیر داده‌ها است. لذا در این نوع نگاه به کارایی، از جمع کردن ورودی‌ها و خروجی‌ها خودداری شده و هر ورودی یا خروجی در جایگاه، و در اصل در بُعد، خود در محاسبات کارایی وارد می‌شوند.

همان‌طوری که یک فرآیند قابل اندازه‌گیری و کنترل می‌باشد، خروجی‌ها و ورودی‌های یک سازمان نیز باید قابل اندازه‌گیری باشند. معمولاً اندازه خروجی‌ها و ورودی‌ها به‌عنوان بازخوری جهت طراحی عملیات بهتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. خروجی‌های یک مرکز تحقیقاتی از جمله پروژه‌ها، مقالات، پتنت‌ها، آموزش و خدمات باید به‌خوبی منابع داخلی سازمان، قابل اندازه‌گیری و ارزیابی باشند. این بخش‌ها معمولاً توسط سه عامل کمیت، کیفیت و هزینه مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. روش تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد سازمان‌های دولتی و غیرانتفاعی که

را تعیین نمود. پس از آن معادله ضرایب، نامعادلات و تابع هدف را مشخص کرده و نهایتاً تابع هدف را حل نمود. نتیجه‌گیری و تجزیه و تحلیل نتایج حاصله آخرین مرحله انجام کار می‌باشد [۲]. این روش به محاسبه یک معیار خلاصه کارایی نسبی در مقایسه با مؤسسات مشابه و مشترک در ستاده‌ها منجر می‌گردد. دیچوف و آلن [۳] کاربرد روش DEA را برای اندازه‌گیری کارایی بوم‌شناسی در مدیریت زیست محیطی شرکت‌ها نشان داده‌اند. آنها داده‌ها و ستاده‌ها به مدل DEA بر اساس مقادیر مثبت، خنثی و منفی در نظر گرفته‌اند. ادلر و گولنی [۴] ارزیابی صنعت حمل و نقل هوایی در قالب شبکه خط هواپیمایی را در اتحادیه اروپایی با استفاده از روش تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه اصلی<sup>۲</sup> ارایه نموده‌اند.

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها علاوه بر محاسبه کارایی شرکت‌ها، قادر است نتایج بسیار مفیدی در اختیار مدیران قرار دهد. این روش شرکت‌های الگو را به عنوان هدف برای شرکت‌های ناکارا تعیین می‌کند [۵]. همچنین این روش راهکارهای استراتژیک و بهبود کارایی را در زمینه توسعه شرکت‌ها پیشنهاد می‌دهد. در نهایت بکارگیری این روش، به تخصیص مناسب منابع سازمان کمک می‌نماید. امروزه روش تحلیل فراگیر داده‌ها به‌صورت ترکیبی با سایر روش‌ها از جمله تحلیل سلسله مراتبی<sup>۳</sup>، برای محاسبات کارایی و بهره‌وری به‌کار برده می‌شود [۶]. در روش تحلیل پوششی داده‌ها با تغییر تعداد نهاده‌ها و ستاده‌ها میزان کارایی بنگاه‌ها تغییر می‌یابد [۷ و ۸].

کارایی به معنای انجام درست و کار و رسیدن به سطح خروجی مورد انتظار از یک ورودی مشخص می‌باشد. کارایی به‌معنای تولید کمترین مقدار ضایعات و صرف کمترین میزان هزینه یا تلاش، در حالی که کمیت و کیفیت، ثابت نگه داشته شود، می‌باشد [۹]. 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 مورد نظر، بر اساس معیار کارایی تعیین می‌گردد. اندازه‌گیری کارایی همچون اندازه‌گیری بهره‌وری دارای روش‌های مختلفی است که هر کدام از نقاط قوت و ضعف خاصی برخوردارند. ارزیابی کارایی نیز همچون اندازه‌گیری بهره‌وری، همانا ارزیابی پیشرفت و سقوط است [۱۰]. با

سازمان‌های مورد نظر، ذکر توضیحاتی در مورد مفروضات اصلی مدل و دلایل ایجاد آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. مفروضات اصلی مدل و دلایل آن‌ها به شرح زیر می‌باشند:

(۱) با توجه به پتانسیل بالای عاملی همچون سرمایه، اولاً مانور بر روی مقادیر متفاوت تولید محدودیت داشته و ثانیاً مقادیر متفاوت تولید و خدمت شرایط متفاوتی را برای ایجاد یک فعالیت دیگر به وجود می‌آورد. با توجه به این توضیحات در مدل مفروض با توجه به محدودیت‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس از ساختار بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده می‌گردد.

(۲) با توجه به ساختار تحلیل فراگیر داده‌ها، در این روش هم واحد بودن عناوین ورودی و خروجی جزء مفروضات نبوده است. لذا در مدل موجود جهت حفظ مفهوم نتایج و استفاده واضح‌تر در سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری<sup>۵</sup> مدیران، از هم دیمانسیون نمودن خروجی‌ها و ورودی‌ها خودداری شده است.

(۳) در اغلب مراکز تولیدی محصولات به چند قلم کالا محدود گشته که هر یک از این اقلام به تعداد زیادی تولید می‌گردد. با توجه به آن‌که تعریف محصول در مراکز تحقیقاتی با مراکز تولیدی متفاوت است و به‌عنوان مثال نمی‌توان پروژه‌ها را، به‌علت تغییر در ماهیت، به‌عنوان یک قلم کالا به حساب آورد، لذا در مدل به‌جای تعداد معمولاً از کلمه مقدار استفاده شده است که روش محاسبه آن متفاوت می‌باشد.

(۴) در سازمان‌های تحقیقاتی و در مجموع شرکت‌هایی که به‌صورت پروژه‌ای فعالیت می‌کنند، آزمون حداکثرسازی درآمد به‌علت عدم شباهت قیمت محصولات در دسته‌های مختلف فاقد اعتبار بوده و از اجرای آن اطلاعات خاصی به‌دست نمی‌آید. به این معنی که چنانچه پروژه‌ها یا موارد مشابه به‌عنوان محصول در نظر گرفته شوند، مدل دچار تقریب نسبتاً بالایی شده که چاره این امر در نظر گرفتن مقدار پروژه به‌جای تعداد آن و ضریب قیمت معادل یک در محاسبات می‌باشد.

در مجموع می‌توان گفت به‌کارگیری روش تحلیل فراگیر داده‌ها به‌گونه‌ای مناسب برای سازمان‌های تحقیقاتی و اعمال تغییرات مورد نیاز و ضروری در آن و همچنین کسب گزارشات مورد نظر اینگونه سازمان‌ها بهترین استفاده

اطلاعات قیمتی آن‌ها معمولاً در دسترس نمی‌باشد، کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارد. با توجه به این خصوصیت و همچنین مشخصات عمده سازمان‌های تحقیقاتی، بهترین و مناسب‌ترین ساختار برای طراحی مدل پیشنهادی اندازه‌گیری کارایی، ساختار تحلیل فراگیر داده‌ها می‌باشد.

سازمان‌های تحقیقاتی معمولاً از مجموعه‌ای واحد اجرایی و تحقیقاتی جزئی‌تر تشکیل یافته‌اند، که در مدل اندازه‌گیری کارایی، این واحدها می‌توانند به‌عنوان واحدهای تصمیم‌ساز<sup>۴</sup> (DMU) در نظر گرفته شوند. در ضمن مدلی که بر این اساس به‌دست می‌آید قابل تعمیم به زمان‌های مختلف بوده و می‌توان واحدهای تصمیم‌ساز را کل سازمان در دوره‌های مختلف در نظر گرفته و توسط آن کارایی کل مجموعه را به‌دست آورد. در این قسمت فرض بر این بوده که واحد تصمیم‌ساز بخش‌های اجرایی و دپارتمان‌های سازمان تحقیقاتی، که کارهای صفی و انجام پروژه‌ها را بر عهده دارند، در زمان‌های مختلف می‌باشند.

در این سازمان‌ها اندازه‌گیری کارایی، بر پایه ورودی‌ها و خروجی‌های هر دپارتمان مهندسی بنا می‌شود. یعنی ابتدا واحدهای تصمیم‌ساز مشخص می‌شود که این واحدها می‌توانند، واحدهای عملیاتی داخل سازمان، سازمان‌های تحقیقاتی مختلف در یک زمینه فعالیت، یک سازمان تحقیقاتی در دوره‌های متفاوت و یا نمونه‌ای مشابه این موارد باشد. سپس ورودی‌های مؤثر برای واحدها تعریف می‌گردد، که این ورودی‌ها در سازمان‌های تحقیقاتی به شفافیت ورودی‌های یک مرکز تولیدی نمی‌باشند. پس از تعیین انواع ورودی‌های سازمان، که مهم‌ترین آن‌ها در مراکز تحقیقاتی نیروی انسانی می‌باشد، در هر مورد روشی طراحی می‌گردد تا ورودی‌ها و عوامل ناملموس در این سیستم دخالت نموده و مدل قادر به اعمال چند ورودی کمی باشد.

پس از تعیین نمودن ورودی‌های موجود در سازمان، خروجی‌های حاصله از این مجموعه ورودی مشخص می‌گردد. در مورد خروجی‌ها نیز می‌توان با استفاده از روابط منطقی ریاضی، مسائل نامحسوس را وارد نمود. پس از تعیین مجموعه‌ای از روابط ریاضی برای دخالت دادن موارد نامحسوس و تبدیل موارد کیفی به کمی، این مجموعه به تفکیک بنگاه‌ها وارد مدل می‌گردند. با توجه به ساختار کلی

فرض دیگری که در مدل پیشنهادی اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی اعمال گردیده است، اندازه‌گیری کارایی بر مبنای حداکثرسازی محصولات می‌باشد. از آنجایی که در مراکز تحقیقاتی بزرگترین عامل تولید نیروی انسانی می‌باشد و نیروی انسانی را به‌ویژه در کشور ما نمی‌توان به‌سادگی افزایش و یا کاهش داد، لذا روش حداقل‌سازی منابع، اطلاعات مناسبی را در اختیار مدیریت اینگونه سازمان‌ها قرار نمی‌دهد. بر خلاف این روش، گزارش مدیریتی خاصی که بر پایهٔ حداکثرسازی محصولات به‌دست می‌آید، متناسب با اهداف و ساختار سازمان‌های تحقیقاتی می‌باشد. مشابه بحث نیروی انسانی در مورد سرمایه نیز به‌چشم می‌خورد، که با توجه به ثقیل بودن آن در مراکز تحقیقاتی، که در کشور ما عموماً دولتی و انحصاری می‌باشند، نمی‌توان به‌سادگی به کاهش دادن آن‌ها فکر کرده، و بهتر است افزایش تولید جایگزین آن شود. لذا در مدل اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی به‌جای حالت پیش‌فرض روش تحلیل فراگیر داده‌ها، که حداقل‌سازی عوامل تولید است، باید از حداکثرسازی محصولات استفاده شود. این مفهوم در عمل با جایگزینی و مشابه‌سازی محصول بجای عامل تولید و همچنین حداکثر کردن تابع هدف بجای حداقل نمودن آن و نهایتاً کسب معکوس کارایی بجای کارایی انجام می‌گردد.

فرض دیگر مدل اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی، عدم استفاده از حداکثرسازی درآمد می‌باشد. مفهوم این روش در ساختار تحلیل فراگیر داده‌ها این است که کارایی درآمد در چه جایگاهی قرار دارد و آیا ترکیب متناسبی از میزان تولید مورد استفاده قرار گرفته است یا خیر. برای اجرای این روش، ماتریس قیمت‌های محصولات مورد نیاز است و این مسأله با ساختار مراکز تحقیقاتی در تضاد است. از دیگر مفروضات مدل اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی، عدم به‌کارگیری تکنیک حداقل‌سازی هزینه بوده است. این تکنیک به تناسب سطح تخصیص منابع نسبت به قیمت آن‌ها توجه داشته، و عملاً کارایی تخصیصی را نمایش می‌دهد.

این روش به علل مختلفی در مدل پیشنهادی اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی قابل پیاده‌سازی نمی‌باشد.

از روش DEA می‌باشد. پایه و اساس روش تحلیل فراگیر داده‌ها بر مبنای حدس تابع مرزی کاراً با کارایی برابر یک، بر اساس اطلاعات موجود و همچنین مقایسهٔ هر بنگاه با آن تابع می‌باشد.

در مدل اندازه‌گیری کارایی در مراکز تحقیقاتی، سعی بر این است که بدون لطمه زدن بر تعاریف و اصول تحلیل فراگیر داده‌ها، مشخصات و نیازهای مراکز تحقیقاتی به‌صورت مفروضاتی معنی‌دار درآید. در ادامه این مفروضات معنی‌دار به‌صورت روابط ریاضی وارد مدل برنامه‌ریزی خطی شده و یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای هر یک از بنگاه‌ها بر اساس ساختار تحلیل فراگیر داده‌ها طراحی شود. برای به‌دست آوردن کارایی باید میزان ستاده به نهاده را نسبت به بهترین حالت ممکن، که کارایی برابر یک است، مقایسه نماییم. در شرایطی که تعداد خروجی‌ها و ورودی‌ها بیش از یکی باشد، ناگزیر باید ضرایبی را اعمال نمود. این ضرایب به عنوان یکی از نکات ابهام مدل‌ها بوده و برخی از محققان قیمت‌ها، هزینه‌ها و کیفیت را به‌جای این ضرایب قرار داده‌اند. مدل تحلیل فراگیر داده‌ها، پس از تعیین تابع مرزی کارا بر اساس داده‌های مسأله و روش برنامه‌ریزی خطی، اقدام به تعیین ضرایب بر اساس جایگاه بنگاه مورد مطالعه، نسبت به تابع مرزی می‌نماید [۱].

با توجه به فرض اول ذکر شده، در مدل پیشنهادی از بازدهی متغیر نسبت به مقیاس استفاده می‌گردد. در روش بازدهی ثابت نسبت به مقیاس<sup>۱</sup> (CRS) نسبت معینی تحت عنوان کارایی برابر یک بین خروجی و ورودی تعیین می‌گردد. بازدهی متغیر نسبت به مقیاس<sup>۲</sup> (VRS) به معنای انتظار نسبت‌های متغیر از خروجی به ورودی است. توجه به این امر که سازمان‌های تحقیقاتی با منابعی کمتر از حد مورد انتظار، قادر به انجام پروژه نیستند، دلیلی بر صحت انتخاب این حالت خاص می‌باشد. همچنین این سازمان‌ها با زیاده‌تر کردن منابع، بدون توجه به نرم‌افزارهای مدیریتی و مسائل رقابتی و کلیهٔ محدودیت‌های موجود از جمله بازار، قادر به حفظ نسبت خروجی نخواهند بود. با توجه به موارد ذکر شده، مدل اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی باید با روش بازده متغیر نسبت به مقیاس طراحی گردد، که این فرض با افزودن یک محدودیت، شرط تحدب، در مدل برنامه‌ریزی خطی اعمال می‌گردد.

ورودی‌ها و خروجی‌ها، اقدام به شناخت کامل و بررسی کلی در این رابطه نمود.

Max.  $\Phi$   
Subject to:

$$\begin{cases} -\phi y_{1i} + (y_{11}\lambda_{1i} + y_{12}\lambda_{2i} + \dots + y_{1n}\lambda_{ni}) \geq 0 \\ -\phi y_{2i} + (y_{21}\lambda_{1i} + y_{22}\lambda_{2i} + \dots + y_{2n}\lambda_{ni}) \geq 0 \\ \vdots \\ -\phi y_{mi} + (y_{m1}\lambda_{1i} + y_{m2}\lambda_{2i} + \dots + y_{mn}\lambda_{ni}) \geq 0 \\ \\ \begin{cases} x_{1i} - (x_{11}\lambda_{1i} + x_{12}\lambda_{2i} + \dots + x_{1n}\lambda_{ni}) \geq 0 \\ x_{2i} - (x_{21}\lambda_{1i} + x_{22}\lambda_{2i} + \dots + x_{2n}\lambda_{ni}) \geq 0 \\ \vdots \\ x_{ki} - (x_{k1}\lambda_{1i} + x_{k2}\lambda_{2i} + \dots + x_{kn}\lambda_{ni}) \geq 0 \end{cases} \\ \lambda_{1i} + \lambda_{2i} + \dots + \lambda_{ni} = 1 \end{cases} \quad (1)$$

### به کارگیری عملی متدولوژی پیشنهادی

سازمان مورد مطالعه دارای پنج دپارتمان مهندسی بوده که هر یک از این دپارتمان‌ها با وجود امکانات و منابع مشترکی همچون آموزش، اطلاع‌رسانی، نرم‌افزار و سخت‌افزار، هر کدام به‌طور مستقل فعالیت می‌نمایند. عمده فعالیت دپارتمان‌های این سازمان، انجام پروژه‌های تحقیقاتی، ایجاد نرم‌افزارهای مرتبط مهندسی و همچنین ارائه خدمات آزمایشگاهی می‌باشد. با توجه به محدودیت بنگاه‌های مورد ارزیابی که در این مسأله ۱۵ عدد می‌باشند، و همچنین ساختار کلی روش DEA که به‌جای اوزان اهمیت، از ابعاد مختلف استفاده می‌نماید، لذا خروجی‌ها و ورودی‌های اصلی در مدل اعمال شده‌اند. ورودی‌های اصلی مورد استفاده در هر یک از دپارتمان‌ها نیز مشتمل بر نیروی انسانی و هزینه، اعم از هزینه‌های جاری و یا هزینه‌های سرمایه‌ای می‌باشد.

ورودی‌های هر یک از دپارتمان‌ها در دوره‌های مختلف با اعمال ضرایب تورم مربوط به دوره مورد نظر و همچنین گزارشات بخش مالی سازمان، اندازه‌گیری شده و این مقادیر جهت پایین آوردن حجم محاسبات نرم‌افزار به اعدادی تا سه رقم گرد شده‌اند. خروجی‌های هر دپارتمان نیز با توجه

(۱) پیش‌نیاز اصلی این روش، اندازه‌گیری کارایی (کارایی فنی) بر پایه حداقل‌سازی عوامل تولید است، که با توجه به توضیحات ارائه شده، پیاده‌سازی آن در مراکز تحقیقاتی فاقد اعتبار می‌باشد.

(۲) کارایی تخصیصی بیشتر در بخش‌های تولیدی و مراکزی که عوامل تولیدی آن‌ها تا حدی قابل جایگزینی هستند، معنی پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال بالا بردن سطح اتوماسیون و به‌کارگیری ماشین‌آلات، نیاز به نیروی انسانی را کاهش می‌دهد. با توجه به این اصل که نیروی متخصص مهمترین ورودی سازمان‌های تحقیقاتی می‌باشد، کارایی تخصیصی در این سازمان‌ها مفهوم درستی ندارد.

(۳) در پیاده‌سازی تکنیک حداقل‌سازی هزینه، ماتریس قیمت خرید برای هر یک از عوامل تولید مورد نیاز است، که مقادیر این ماتریس در برخی از ورودی‌های سازمان‌های تحقیقاتی مانند متخصصین و سرمایه‌های تحقیقاتی برابر واحد می‌باشد و به‌جای تعداد از مقدار، با استفاده از مجموع موزون استفاده شده است.

نهایتاً با توجه به اینکه در مدل اندازه‌گیری کارایی مراکز تحقیقاتی مبنای اصلی حداکثرسازی محصول می‌باشد، مدل تعریف شده به صورت رابطه شماره ۱ قابل استفاده بوده و می‌توان آن را پس از تعیین روش‌های مناسب برای اندازه‌گیری ورودی و خروجی، برای هر بنگاه به‌تفکیک طرح و محاسبه نمود. رابطه شماره ۱ جهت به دست آوردن کارایی هر یک از دپارتمان‌های مهندسی مراکز تحقیقاتی، به‌کار رفته، و معکوس عدد به‌دست آمده برای  $\Phi$  نشان‌گر میزان کارایی بنگاه است. همچنین مقدار  $(\Phi - 1)$  بیانگر درصد افزایش مورد انتظار برای تولید و ایجاد خروجی می‌باشد. نکته اصلی در به‌کارگیری درست این مدل، تعیین مناسب ورودی‌ها و خروجی‌ها است، که مسلماً نمی‌توان آن را از هیچ منبع علمی استخراج نمود. این فعالیت توسط کارکنان هر سازمان و با توجه به معیارها و روش‌های کاری آن سازمان تعیین می‌شود. مهمترین بحث در این عمل، استفاده از مقدار به‌جای تعداد، در بسیاری از ورودی‌ها و خروجی‌های سازمان‌های تحقیقاتی می‌باشد، که این مسأله با تعیین ضرایب تأثیرگذار صورت می‌گیرد. لذا باید در طرح روشی جهت اندازه‌گیری مقدار

به معنای سطح تأمین اعتبار از بودجه تخصیص یافته بوده و در مورد پروژه‌های خارجی و قراردادی، این مبلغ با محاسبات خاص در رابطه با ضرایب اعمال شده و همچنین نوع قرارداد تبدیل به پرداختی کارفرما می‌شود. با توجه به اختلاف ماهوی پروژه‌ها بر خلاف خروجی‌های مراکز تولیدی نمی‌توان تعداد خروجی را در مدل مورد محاسبه قرارداده و بجای آن از مقدار خروجی استفاده می‌شود.

مقدار پروژه به این صورت محاسبه می‌شود که از آنجایی که به احتمال زیاد پروژه‌ها در طول دو یا چند دوره اندازه‌گیری کارایی (سالانه) امتداد داشته و یا قسمت‌هایی از یک یا چند دوره را طی نموده است بنابراین یک پروژه معمولاً نمی‌تواند دقیقاً به عنوان خروجی یک دوره خاص تحت محاسبه قرار گیرد، لذا در این راستا برای تعیین اندازه واقعی هر پروژه و نهایتاً کلیه پروژه‌ها در هر دوره اندازه‌گیری کارایی، مبلغ هر ماه پروژه محاسبه شده و سپس تعداد ماههایی که هر پروژه در آن دوره (در اینجا سال) در حال اجرا بوده، در نرخ ماهیانه آن ضرب شده است. در نهایت مجموع این مقادیر برای پروژه‌های مختلف در طول یک دوره، با احتساب ضریب مطابقت با زمان‌بندی که از ارزش ماهیانه پروژه در زمان تأخیر کاسته و افزایش زمان آن را با کاهش در مجموع ارزش‌های ماهیانه پوشش می‌دهد (و بالعکس)، محاسبه شده و مقدار پروژه انجام شده در طول هر سال به مدل وارد می‌شود. توضیحات مربوط به نحوه محاسبه ضریب مطابقت با زمان‌بندی پروژه که بر مبنای اختلاف سرعت برنامه‌ریزی شده با سرعت واقعی انجام کار در هر ماه محاسبه می‌شود، در ادامه آورده شده است.

لازم به ذکر است که با توجه به اینکه خروجی پروژه از نظر مالی به مقاطع مختلف شکسته شده و محدود به ابتدا و یا انتهای پروژه نمی‌گردد، بنابراین محاسبه ماهیانه مقدار پروژه برای یک دوره یک ساله برآورد مناسبی برای خروجی سازمان می‌باشد. رابطه محاسبه مقدار پروژه در دوره مورد نظر به صورت رابطه شماره ۲ می‌باشد.

$$P_y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{12} D_{ijy} (C_i / T_i) I_{ijy} R_i \quad (2)$$

$P_y$ : مقدار پروژه مورد نظر مدل در دوره  $y$

به موارد ذکر شده در مورد به کارگیری مقدار به جای تعداد، طی انجام محاسبات ریاضی، به موارد مورد نظر تبدیل شده و در مدل برنامه‌ریزی خطی مطابق با رابطه شماره ۱ وارد شده‌اند. در این قسمت با توجه به محدودیت‌های ذکر شده برای استفاده از تکنیک DEA، برای ورودی‌ها و خروجی‌ها از مقدار به جای تعداد استفاده شده است. با توجه به تشابه برخی از روش‌های احتساب مقادیر مورد نیاز، در این قسمت به شیوه محاسبه مهم‌ترین خروجی، یعنی انجام پروژه‌های تحقیقاتی، اکتفا شده است.

در این مدل دو عامل تولید ( $K=2$ )، سه محصول ( $M=3$ ) و ۱۵ بنگاه تولید ( $N=15$ ) وجود دارد که بنگاه‌های تولیدی عبارت از پنج دپارتمان مهندسی در سه دوره متوالی (سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹) می‌باشند. با توجه به اینکه مواردی از خروجی‌ها و ورودی‌ها از دیمانسیون ریال نیستند، بنابراین موارد مالی موجود در مدل با استفاده از ضرایب تورم در سال‌های مورد بررسی، به جنس یکدیگر تولید شده‌اند تا در مواردی که به عنوان مثال تعامل نیروی انسانی با درآمد بررسی می‌شود، دوره‌های مقدم، به اشتباه ناکارتر از دوره‌های مؤخر ذکر نگردند.

برای انجام این کار ابتدا اطلاعات مورد نیاز در مورد هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها برای دوره‌های مختلف، به تفکیک دپارتمان، از بخش‌های مختلف سازمان، از جمله بخش مالی و بانک اطلاعاتی، جمع‌آوری گردید. سپس هر یک از آن‌ها به فرمت مورد نیاز برای ورود به مدل تبدیل شد. پس از تهیه اطلاعات مورد نیاز، مدل‌های برنامه‌ریزی خطی مورد نیاز برای هر یک از این ۱۵ بنگاه به صورت جداگانه تهیه و نتیجه هر یک از این ۱۵ مدل به کارایی فنی بنگاه مورد نظر تبدیل گردید. برای بیان بهتر مطالب عنوان شده، یکی از بنگاه‌ها به عنوان نمونه انتخاب شده و توضیح تمامی مراحل انجام کار برای آن آورده شده است. در ضمن انجام محاسبات مدل‌های برنامه‌ریزی خطی نیز توسط نرم‌افزار Lingo که از جمله نرم‌افزارهای تحقیق در عملیات است، محاسبه شده است.

در مرکز تحقیقاتی بر اساس نیاز پروژه‌هایی به صورت عملی و یا تئوری تعریف شده و برای این پروژه‌ها با توجه به منابع مورد نیاز و همچنین حجم کار پیش‌بینی شده، مبلغی تعیین می‌گردد. در مورد پروژه‌های داخلی، این مبلغ

هنگامی که فرمول به برنامه مقصد نگاه می‌کند، مقدار زمانی که طبق برنامه لازم بوده تا از نقطه ۶۷ به نقطه ۷۹ برسیم را با زمان واقعی حرکت (در اینجا یک‌ماه) مقایسه نموده و نسبت حاصله میزان تندی یا کندی را نسبت به برنامه در این دوره نشان می‌دهد. از مزایای این روش این است که تأخیرهای قبلی، دیگر به صورت تجمعی در هر دوره ایجاد نموده نمی‌کنند. چون هر تأخیری با عدم تطابق با سرعت برنامه‌ریزی شده در زمانی خاص ایجاد شده و باعث عقب افتادن چند درصد از مقدار برنامه‌ریزی شده می‌گردد. چنانچه در دوره آینده پروژه دقیقاً به اندازه برنامه‌ریزی شده برای همان دوره پیشرفت کند، دیگر نباید برای این دوره آن تأخیری را وارد نماییم، که این فرمول به عقب بودن از برنامه در همان لحظه کاری نداشته، و در هر دوره به این مسأله توجه می‌کند که در این دوره، انجام کار، به چه میزان باعث افزایش فاصله اجرا با برنامه، و یا کاهش آن شده است.

برای محاسبه مقدار تطابق با زمان‌بندی، فرض کنید که در برنامه‌ریزی از ابتدای اردیبهشت تا ابتدای تیر (۲ ماه) طبق برنامه، پروژه باید از ۴۹٪ تا ۷۳٪ پیشرفت می‌نمود، یعنی سرعت در آن قسمت ۱۲ درصد در ماه بوده است. همچنین طبق برنامه فاصله ۷۳٪ تا ۸۵٪ از ابتدای تیرماه تا ۱۵ تیرماه (۰/۵ ماه) برنامه‌ریزی شده بود که در این قسمت سرعت برنامه‌ریزی ۲۴ درصد در ماه بوده است. حال فرض کنید پروژه از ابتدای مهرماه تا ابتدای آبان‌ماه از ۶۷٪ به ۷۹٪ رسیده است. بنابراین باید فاصله ۶۷٪ تا ۷۳٪ را با سرعت ۱۲ می‌پیموده (یعنی در عرض ۰/۵ ماه) و فاصله ۷۳٪ تا ۷۹٪ را با سرعت ۲۴ طی می‌نموده (یعنی ۰/۲۵ ماه). بدین معنا که فاصله ۶۷٪ تا ۷۹٪ طبق برنامه‌ریزی ۰/۷۵ ماه، زمان نیاز داشته است و چون در عمل این فاصله در عرض یک ماه طی شده، ضریب تطابق با زمان‌بندی برای مهرماه معادل ۰/۷۵ می‌باشد که نهایتاً مقدار  $(-0/25) - 1 = 1 - (0/75)$  برای آن محاسبه می‌شود.

همانطور که مشاهده می‌شود، روش احتساب تطابق با زمان‌بندی در این نقطه به میزان برنامه‌ریزی شده برای ابتدای آبان ماه کاری ندارد چون اختلاف ایجاد شده در این قسمت، معلول عدم تطابق در تمام ماه‌های قبل بوده که برای هر کدام قبلاً پنالته منظور گردیده است. در ضمن با

$n$ : تعداد پروژه‌های تعریف شده در سازمان  
 $Dijj$ : ضریب مطابقت با زمان‌بندی پروژه  $i$  در ماه  $Z$  از سال (دوره ارزیابی)  $y$   
 $Ci$ : قیمت پروژه  $i$   
 $Ti$ : مدت زمان برنامه‌ریزی شده برای انجام پروژه  $i$  (بر حسب ماه)  
 $Iijy$ : متغیر اندیکاتور برای اجرا و یا عدم اجرای پروژه  $i$  در ماه  $Z$  از سال  $y$  (متغیر ۰ و ۱)  
 $Ri$ : ضریب تبدیل ارزش مالی سال تعریف پروژه  $i$  به سال پایه  
 با توجه به اطلاعات و آمار موجود تعیین شده توسط بانک مرکزی، مقادیر تورم در سطح جامعه در سال‌های مورد بررسی به این صورت بوده است.

$$\dot{I}_{1377} = 18.1\%$$

$$\dot{I}_{1378} = 20.1\%$$

$$\dot{I}_{1379} = 12.6\%$$

در این رابطه سال پایه ابتدای سال ۱۳۷۷ بوده و بنابراین، قیمت پروژه‌های سال ۱۳۷۷ بدون تغییر وارد مدل شده است. قیمت پروژه‌های سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در معکوس عدد تورم ضرب شده است تا اطلاعات سال‌های مختلف از یک دیمانسیون شده و قابل جمع کردن باشند. در مورد رابطه مطابقت با زمان‌بندی، باید متذکر شد که مفهوم این محاسبات بر پایه سرعت واقعی حرکت در بین دو نقطه از انجام پروژه و مقایسه آن با سرعت برنامه‌ریزی شده جهت حرکت (انجام کار) در بین همین دو نقطه از کار می‌باشد. به عنوان مثال اگر در دوره محاسبه (یک ماه)، پروژه‌ای از ۶۷٪ تا ۷۹٪ پیشرفت داشته است، فرمول فاصله بین ۶۷ تا ۷۹ را مسافت پیموده شده می‌داند. این فرمول در مرحله بعد به برنامه Target مراجعه نموده و فاصله بین این دو عدد را مورد بررسی قرار می‌دهد. برنامه Target از چند بازه درصدی تشکیل شده است که پروژه فاصله هر کدام را در زمان معینی طی می‌کند. نسبت اندازه هر بازه به زمان انجام آن سرعت برنامه‌ریزی می‌باشد. به‌عنوان مثال اگر در زمان ۲ ماه پروژه از ۱۴٪ تا ۲۶٪ پیشرفت می‌نماید، سرعت پیشرفت در این بازه «ماه/درصد»  $= 6 = (26-14)/2$  می‌باشد. این سرعت در تمام نقاط این بازه یکسان فرض می‌گردد.

محاسبه  $v_{Pi}$  در اصل نشانگر این است که فاصله  $x_{i-1}$  تا  $x_i$  (که هم‌اکنون در یک ماه پی‌موده شده) طبق برنامه‌ریزی باید در چه مدت طی می‌شود. در مخرج این کسر مقدار  $j - (k + 1)$  تعداد ماه‌های کاملی است که برای انجام این کار در نظر گرفته شده و مجموع  $A$  و  $B$ ، جمع دو نسبت از یک ماه می‌باشند.

$$D_i = \left[ \frac{v_{Ri}}{v_{Pi}} - 1 \right] \quad (۸)$$

$D_i$ : مطابقت با زمانبندی

اندیس‌های  $j$  و  $i$  نمایانگر سال و ماه مورد محاسبه هستند. نهایتاً پس از جمع‌آوری تمامی اطلاعات مورد نیاز در مورد پروژه‌های سال‌های مختلف که در یک صفحه گسترده بانک اطلاعاتی موجود بوده است، با استفاده از برنامه‌های کمک محاسباتی (macro)، محاسبات مورد نیاز بر اساس روابط ذکر شده انجام گردید. سپس خروجی به‌دست آمده برای هر یک از ۱۵ بنگاه در مدل اندازه‌گیری کارایی وارد شده و محاسبات لازمه بر روی آن‌ها به‌همراه سایر خروجی‌ها و ورودی‌ها که در ادامه آورده شده است، انجام شد. اطلاعات به‌دست آمده از این فعالیت، و سایر محاسبات مشابه در جدول (۱) آورده شده است. این اعداد که جهت تسریع محاسبات و انجام آسان‌تر تحلیل به‌صورت ساده تبدیل شده‌اند، به‌عنوان عوامل تشکیل دهنده مدل برنامه‌ریزی خطی مورد استفاده واقع شده‌اند. در ضمن مدل برنامه‌ریزی خطی بنگاه پانزدهم به‌عنوان نمونه آورده شده است. در مورد جدول (۱) ذکر این نکته ضروری است که اعداد را با توجه به عدم نیاز مدل به هم دیمانسیون نمودن، می‌توان ساده کرده و بزرگتر یا کوچکتر نمود. پس از کسب اطلاعات اولیه بر اساس روابط طراحی شده، برای هر یک از بنگاه‌ها مطابق با رابطه شماره ۱ یک مدل برنامه‌ریزی خطی تعیین شده که حاصل حل این مدل به مقدار کارایی آن بنگاه می‌انجامد. به‌عنوان مثال مدل برنامه‌ریزی خطی بنگاه ۱۵ که ورودی نرم‌افزار LINGO می‌باشد، در ادامه آورده شده است.

پس از حل مدل‌های برنامه‌ریزی خطی، نتایج کارایی به‌طور خلاصه به‌صورت جدول (۲) به‌دست آمد. به‌عنوان مثال در مورد بنگاه دوازدهم، نتایج حاصله به این نحو

توجه به نظرات افراد تصمیم‌گیرنده می‌توان این فرمول را به دلخواه تغییر داده و مطابق با انتظارات شکل‌دهی نمود. به عنوان مثال در صورت بی‌اهمیت بودن انجام سریعتر پروژه می‌توان امتیازهای بالای یک را تماماً به یک تبدیل کرد. هرچه فاصله ارزیابی‌ها برای تطابق با زمانبندی کوتاهتر باشد، جواب به‌دست‌آمده دقیقتر خواهد بود. در این جا فرض بر این بوده که تاخیر پروژه‌ها هر ماه محاسبه می‌گردد.

$$\begin{cases} y_j \leq x_i \leq y_{j+1} \\ y_k \leq x_{i-1} \leq y_{k+1} \end{cases} \quad (۳)$$

$x_i$ : مقدار پیشرفت واقعی در ماه  $i$ ام (از ۱۰۰)

$y_j$ : مقدار پیشرفت برنامه‌ریزی شده در ماه  $j$ ام

$$v_{Ri} = (x_i - x_{i-1}) / I^* \quad (۴)$$

\* چون فاصله  $i - 1$  و  $i$  واحد زمان (ماه) است.

$v_{Ri}$ : سرعت واقعی حرکت از  $x_{i-1}$  تا  $x_i$

$v_{Pi}$ : سرعت برنامه‌ریزی شده برای حرکت از  $x_{i-1}$  به  $x_i$

$$v_{Pi} = \frac{x_i - x_{i-1}}{j - (k + 1) + A + B} \quad (۵)$$

$$A = \left( \frac{x_i - y_j}{y_{j+1} - y_j} \right) (I)^{**} \quad (۶)$$

$$B = \left( \frac{y_{k+1} - x_{i-1}}{y_{k+1} - y_k} \right) (I) \quad (۷)$$

\*\* عدد یک در این روابط به‌معنای فاصله بین  $j + 1$  و  $j$  و  $k + 1$  و  $k$  می‌باشد.

$A$  به‌معنای نسبتی از فاصله بین  $y_i$  و  $y_{j+1}$  است که  $x_i$  در آن قرار دارد و چون این فاصله براساس تقسیم دو عدد (که هر یک اختلاف درصدهای پیشرفت هستند) به‌دست آمده است، بدون دیمانسیون بوده و وقتی که در یک (ماه) که فاصله بین  $j + 1$  و  $j$  بوده، ضرب می‌شود، نسبتی از ماه را نشان می‌دهد.  $B$  نیز مانند  $A$  درصد فاصله  $x_{i-1}$  تا ابتدای درصد پیشرفت ماه بعد را نسبت به فاصله یک ماه  $([k + 1] - [k])$  نشان می‌دهد. رابطه



نتایج انجام محاسبات کارایی و خروجی نرم افزار به جدول اطلاعات کارایی منجر شده که نتایج آن در شکل (۱) آورده شده است.

می باشد که مقدار کارایی این بنگاه کوچکتر از یک بوده و بنگاه دوازدهم با ترکیبی از روابط خروجی و ورودی بنگاه های سوم، نهم، و سیزدهم قابلیت تولید داشته است.

$\max=z;$

$$-8*z+(5*a+2*b+14*c+d+2*e+13*f+8*g+6*h+15*i+3*j+12*k+6*l+10*m+7*n+8*o)\geq 0;$$

$$-112*z+(43*a+57*b+102*c+37*d+45*e+43*f+62*g+65*h+107*i+54*j+48*k+81*l+95*m+87*n+112*o)\geq 0;$$

$$-38*z+(21*a+34*b+43*c+35*d+29*e+38*f+29*g+27*h+38*i+26*j+32*k+34*l+45*m+28*n+38*o)\geq 0;$$

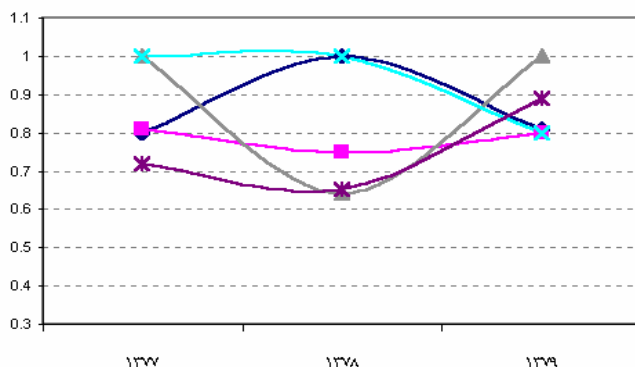
$$125-(84*a+122*b+132*c+83*d+101*e+73*f+111*g+114*h+68*i+87*j+94*k+121*l+143*m+91*n+152*o)\geq 0;$$

$$67-(57*a+59*b+57*c+53*d+60*e+57*f+58*g+129*h+97*i+101*j+108*k+97*l+127*m+132*n+67*o)\geq 0;$$

$$a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m+n+o=1;$$

جدول ۱: اطلاعات مدل کارایی.

سال	شماره بنگاه	علامت اختصاری	ورودی ها		خروجی ها		
			هزینه پرسنلی	هزینه سرمایه	تعداد نرم افزار	خدمات	مقدار پروژه
			X1	X2	Y1	Y2	Y3
۱۳۷۷	۱	a	۸۴	۵۷	۵	۴۳	۲۱
	۲	b	۱۲۲	۵۹	۲	۵۷	۳۴
	۳	c	۱۳۲	۵۷	۱۴	۱۰۲	۴۳
	۴	d	۸۳	۵۳	۱	۳۷	۳۵
	۵	e	۱۰۱	۶۰	۲	۴۵	۲۹
۱۳۷۸	۶	f	۷۳	۵۷	۱۳	۴۳	۳۸
	۷	g	۱۱	۵۸	۸	۶۲	۲۹
	۸	h	۱۱۴	۱۲۹	۶	۶۵	۲۷
	۹	i	۶۸	۹۷	۱۵	۱۰۷	۳۸
	۱۰	j	۸۷	۱۰۱	۳	۵۴	۲۶
۱۳۷۹	۱۱	k	۹۴	۱۰۸	۱۲	۴۸	۳۲
	۱۲	l	۱۲۱	۹۷	۶	۸۱	۳۴
	۱۳	m	۱۴۳	۱۲۷	۱۰	۹۵	۴۵
	۱۴	n	۹۱	۱۳۲	۷	۸۷	۲۸
	۱۵	o	۱۲۵	۶۷	۸	۱۱۲	۳۸



شکل ۱: روند کارایی ۵ دپارتمان مهندسی .

جدول ۲: نتایج محاسبات کارایی.

کارایی	$\phi$	$\lambda$															شماره بنگاه	سال	
		<i>o</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>l</i>	<i>k</i>	<i>j</i>	<i>i</i>	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>			
۰/۷۹۷	۱/۲۵۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰/۸۸۷	.	.	۰/۶۸۲	.	.	<i>a</i>	۱	۱۳۷۷
۰/۸۰۶	۱/۲۴۱	.	.	۰/۲۸	.	.	.	.	.	.	۰/۷۷۴	.	.	۰/۷۹۶	.	.	<i>b</i>	۲	
۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	<i>c</i>	۳	
۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	.	<i>d</i>	۴	
۰/۷۶۸	۱/۲۹۳	.	.	۰/۴۲	.	.	.	.	.	.	۰/۵۲۲	.	.	۰/۴۲۲	.	.	<i>e</i>	۵	
۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	<i>f</i>	۶	۱۳۷۸
۰/۷۵۰	۱/۲۳۴	.	.	.	.	.	.	۰/۲۵	.	.	۰/۲۲۸	.	.	۰/۶۴۶	.	.	<i>g</i>	۷	
۰/۶۴۳	۱/۵۵۶	.	.	۰/۲۶۸	.	.	.	۰/۲۴۴	.	.	.	.	.	۰/۲۸۷	.	.	<i>h</i>	۸	
۱	۱	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	<i>i</i>	۹	
۰/۶۵۴	۱/۵۲۸	.	.	۰/۲۴۷	.	.	.	۰/۶۶۶	.	.	۰/۸۵	.	.	.	.	.	<i>j</i>	۱۰	
۰/۸۱۴	۱/۲۲۸	.	.	.	.	.	.	۰/۲۲۹	.	.	.	.	.	۰/۲۶	.	.	<i>k</i>	۱۱	۱۳۷۹
۰/۸۰۱	۱/۲۴۸	.	.	۰/۲۷۸	.	.	.	۰/۲۶۹	.	.	.	.	.	۰/۵۰۱	.	.	<i>l</i>	۱۲	
۱	۱	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<i>m</i>	۱۳	
۰/۸۰۳	۱/۲۴۵	۰/۲۷۲	.	.	.	.	.	۰/۲۲۶	.	.	.	.	.	.	.	.	<i>n</i>	۱۴	
۰/۸۸۸	۱/۱۲۶	۰/۲۵	.	.	.	.	.	۰/۶۸۷	.	.	.	.	.	۰/۵۶۲	.	.	<i>o</i>	۱۵	

## نتیجه گیری

سرمایه گذاری و یا انجام هزینه (حسب مورد) بوده است، نیز از دیگر بندهای نتیجه این پروژه بوده است.

۳. واحدهایی که پایین بودن کارایی آنها به علت تأخیر بیش از حد بوده به ترتیب مشخص شده تا طی بررسی، علل تأخیر که بعضاً به موجب برآورد نادرست اولیه بوده است، نیز از دیگر بندهای نتیجه این پروژه بوده است.

۴. موارد دیگر پایین آوردن کارایی و به ویژه افت روند پیشرفت آن، به صورت موردی به مدیران واحدها اعلام گردید.

با توجه به ماهیت روش DEA و متدولوژی ارایه شده، هرچه تعداد بنگاهها بیشتر باشد نتایج به حقیقت نزدیکتر بوده و قابلیت اطمینان این متدولوژی افزایش می یابد. لذا در صورت دخالت دادن نتایج سالهای آتی و همچنین بازنگری متدولوژی پیشنهادی پس از دریافت بازخورهای مرتبط با سالهای بعد، مدل پیشنهادی فعلی کارا تر شده و موارد عدم تطابق را به صورت موشکافانه تری تحلیل می نماید.

در این مقاله، متدولوژی بکارگیری روش تحلیل فراگیر داده ها در سازمان های تحقیقاتی ارایه شده است. این متدولوژی در یکی از سازمان های تحقیقاتی وزارت نیرو

استفاده شد و نتایج حاصل از اجرای مدل آن، طی گزارشی تفصیلی در اختیار مدیریت سازمان تحقیقات و همچنین مدیریت بخش های مختلف داخلی قرار گرفت و از میان نتایج ذکر شده، موارد ذیل به عنوان اهم راهکارهای ارایه شده، اشاره می گردد.

۱. با توجه به محاسبه کارایی زیر مجموعه های سازمان در ۳ دوره زمانی مختلف، راهکارهایی جهت بازنگری فرایندهای آموزش و تأمین منابع انسانی مورد نیاز در بخش هایی که علت پایین بودن کارایی آنها افت کارایی نیروی انسانی بوده است، ارایه گردید. لازم به ذکر است در برخی موارد شاخص نیروی انسانی ضعیف تر از سایر ابعاد یک بنگاه ظاهر شده که تحلیل نتایج در این گونه موارد انجام پذیرفت.

۲. ارایه پیشنهادها در جهت تخصیص سرمایه و بودجه مناسب در مواردی که افت کارایی به جهت ضعف

## مراجع

- ۱ - امامی میبیدی، ع. "اصول اندازه گیری کارایی و بهره وری." مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، (۱۳۷۹).
- 1 - Norman, M. and Stoker, B. (1991). *Data envelopment analysis*. John Wiley & Sons.
- 2 - Dyckhoff, H. and Allen, K. (2001). "Measuring ecological efficiency with data envelop analysis." *European Journal of Operation Research*. Vol. 132, PP. 312-325.
- 3 - Adler, N. and Golany, B. (2001). "Evaluation of deregulated airline networks using data envelop analysis combined with principal component ana-lysis with an application to Western Europe." *European Journal of Operation Research*. Vol. 132, PP. 260-273.
- 4 - Pedraja-Chaparro, F., Salinas-Jimenez, J. and Smith, P. (1999). "On the quality of the data envelopment analysis model." *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 50, No. 6, PP. 636-644.
- 5 - Shang, J. and Sueyoshi, T. (1995). "A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system." *European Journal of Operational Research*. Vol. 85, No. 2, PP. 297-315.
- 6 - Brown, M. G. and Svenson, R. A. (1998). "Measuring R&D productivity." *Research Technology Management*, Vol 41. No. 6, PP. 30-35.
- 7 - Dyson, R. G. and Thanassoulis, E. (1988). "Reducing weight flexibility in data envelopment analysis." *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 39, PP. 563 – 576.
- ۸ - گروه کارشناسان مدیریت بهره وری، "فرهنگ بهره وری." نشر کارآفرینان، (۱۳۷۹).
- ۹ - خاکی، غ. "مدیریت بهره وری." کانون فرهنگی انتشاراتی سایه نما، (۱۳۷۷).

## واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1- Data Envelopment Analysis
- 2- Principal component Analysis
- 3- Analytical Hierarchy Process
- 4- Decision Making Unit

- 5- Decision Support Systems
  - 6- Frontier
  - 7- Constant Return to Scale
  - 8- Variable Return to Scale
-