فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال هفدهم/ شماره ۶۱ / پاییز ۱۴۰۱

اولویت‌بندی و تحلیل عوامل موثر بر ارتقاء کارآیی مراکز تلفن شهری با استفاده از تکنیک ANP/DEA (مطالعه موردی: مخابرات منطقه آذربایجان‌شرقی)

ابراهیم کیوان
گروه مدیریت فناوری اطلاعات واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
سلیمان ایران‌زاده (نویسنده مسؤول)
گروه مدیریت صنعتی واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
Email: iranzadeh@iaut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۰ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۷/۲۳

چکیده

پس از خصوصی‌سازی و پذیرش شرکت مخابرات ایران در بورس، اطلاع از وضعیت کارآیی مراکز تلفن شهری برای سهامداران امری اجتناب ناپذیر است. پژوهش حاضر در صدد پاسخ‌گویی به این سوال اساسی است که چگونه متغیرهای موثر بر کارآیی مراکز را شناسایی و مراکز ناکارا را به مرز کارایی رساند. بدین منظور با جمع‌آوری نظرات خبرگان در قالب پرسش‌نامه مقایسات زوجی و آنالیز داده‌ها به روش فرایند تحلیل شبکه‌ای، متغیرهای مؤثر در کارایی مشخص شده است. داده‌های خام از ادارات برنامه‌ریزی، بازرسی و ارزیابی و صورت‌های مالی سال ۱۳۹۶، تهیه شده است. در ادامه کارایی مراکز به روش تحلیل پوششی داده‌ها در شرایط بازده به مقیاس ثابت و متغیر محاسبه، رتبه‌بندی و راه‌کارهای بهبود عملکرد مراکز ناکارا ارائه شده است. مطابق یافته‌ها توان‌مندی کارکنان، رضایت‌مندی کارکنان، رضایت‌مندی مشترکین و مهارت‌های مدیریتی موثرترین متغیرها در کارآیی هستند. اختلاف تعداد مراکز ناکارا در مقیاس ثابت و متغیر، یعنی ناکارایی مقیاس، عدم کارکرد در مقیاس بهینه و اتلاف منابع توسط مراکز می‌باشد. رتبه پایین شهرستان‌ها، لزوم گزینش رؤسای مخابرات شهرستان‌ها مطابق شایستگی‌های فردی و تخصصی را ایجاب می‌کند. همچنین از عوامل مهم ناکارایی مراکز، عدم وجود فضای رقابتی انگیزشی، قدرت تصمیم‌گیری و ریسک‌پذیری و وجود محدودیت‌های مختلف سازمانی و قانونی می‌باشد.

کلمات کلیدی: سوپرماتریس حد، قضاوت گروهی، عناصر تصمیم، نرخ ناسازگاری ماتریس، وابستگی متقابل.

۱-مقدمه

در طول دهه‌های اخیر، مخابرات به منظور پیشرفت اجتماعی و اقتصادی در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است. در عین حال، تقاضای فزاینده برای خدمات مخابراتی، کمک فراوانی به رشد این صنعت کرده است، به طوری که در سراسر جهان، تعداد مشترکان خدمات تلفن بیش از میلیاردها نفر است و در هر دقیقه، هزاران مشترک جدید اضافه می‌شود. در حال حاضر، خدمات تلفن، بخشی ضروری از تجارت اقتصاد جهانی و زندگی اجتماعی محسوب می‌شود. صنعت خدمات تلفن، در طول یک و نیم دهه اخیر، یک تجارت پویا و بزرگ بوده است که رشد بسیاری در سراسر جهان داشته است. تریلیون دلار ثروت در این صنعت، در دهه ۱۹۹۰ جریان داشته است. رشد، هزینه و کارایی فناوری خدمات، معیاری برای این ارزیابی محسوب می‌شود (Taylor, 1994).

شرکت مخابرات ایران دارای ۲۸ میلیون مشترک تلفن ثابت با سهم بازار ۱۰۰ درصد، بیش از ۵ میلیون مشترک اینترنت ثابت با سهم بازار حدود ۵۰ درصد و سهامدار ۹۰ درصدی اپراتور همراه اول با بیش از ۴۷ میلیون مشترک می‌باشد. ۱۷ شرکت دیگر FCP[1] روی بسترهای زیرساختی شرکت مخابرات ایران ۵۰ درصد دیگر بازار اینترنت ثابت را در اختیار دارند. همچنین بخش عمده‌ای از خدمات سایر اپراتورهای ثابت و سیار بر روی بسترهای زیرساختی شرکت مخابرات ایران استوار است (Soltani, 2021).

آزادسازی شرکت‌های دولتی در ایران یک فرآیند جدید محسوب می‌شود. با ابلاغ سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی از سوی مقام معظم رهبری، هیات وزیران در جلسه ۱۳۸۵/۱۰/۱۷ خصوصی‌سازی در بخش ارتباطات و فناوری اطلاعات را با توجه به احکام مندرج در برنامه چهارم توسعه اقتصادی ایران و به استناد اصل ۱۳۸ تصویب نمود و سرانجام شرکت مخابرات ایران در ۱۳۸۷/۰۴/۲۹ وارد بازار بورس شد. با عنایت به این که جهت‌گیری خصوصی‌سازی در راستای افزایش کارایی و رقابت‌پذیری می‌باشد، اطلاع از وضعیت کارایی واحدها از جمله مراکز تلفن شهری به عنوان ارائه‌دهندگان سرویس‌های مخابراتی، برای سهامداران بسیار حائز اهمیت بوده و برای برنامه‌ریزی آتی نقش موثری خواهد داشت.

پژوهش حاضر در صدد ارائه رویکردی جهت بررسی کارایی و همچنین تعیین و تحلیل معیارهای عملکردی و در نهایت تحلیل عملکرد در مراکز تلفن شهری است. اهمیت این معیارها در آن است که اهداف راهبردی را که شرکت باید در تحقق چشم انداز خود دنبال نماید، روشن می‌سازد. در بررسی کارایی، مسئله اصلی شناسایی متغیرهای تاثیرگذار بر کارایی می‌باشد که در این تحقیق متغیرهای مذکور با تکنیک ANP[2] تعیین شده است. آنچه که این تحقیق را از سایر تحقیقات در خصوص شناسایی متغیرها و تحلیل کارایی متمایز می‌سازد، تلفیق متغیرهای کمی و کیفی در قالب استاندارد و ارائه مقادیر جدید تحت عنوان راه‌کارهای بهبود کارایی مبتنی بر DEA[3] می‌باشد به گونه‌ای که مدیریت شرکت بتواند منابع سازمانی را به سمت اهداف هدایت کند. با توجه به بررسی‌های محقق از منابع داخلی و خارجی، مطالعه‌ای از شناسایی متغیرها و اندازه‌گیری کارایی نسبی مراکز تلفن شهری منتشر نشده است که جنبه جدید بودن موضوع این تحقیق را بیان می‌کند.

از واژه ارزیابی عملکرد تعاریف بسیاری ارائه شده است. به منظور درک صحیح هر پدیده یا موضوع لازم است آن پدیده تعریف، تا برداشت و فهم مشترکی حاصل شود موضوع ارزیابی عملکرد نیز از این قاعده مستثنی نیست. با توجه به تشابه نسبی، مفهوم ارزیابی عملکرد در ابعاد مختلفی تعریف می‌شود. برخی از تعاریف موجود به شرح زیر می‌باشد:

ارزیابی عملکرد سازمانی فرآیند سنجش و اندازه‌گیری عملکرد در دستگاه‌های اجرایی در چارچوب اصول و مفاهیم علمی مدیریت برای تحقق اهداف و وظایف سازمانی و در قالب برنامه‌های اجرایی می‌باشد (Hingoft, 2000).

وردر و دیویس[4] معتقدند: ارزیابی عملکرد فرآیندی است که عملکرد فرد یا گروه یا سازمان در رابطه با اجرای وظایف محوله را تعریف می‌کند (Pakravan & Khobiari, 2011).

---

1. Fixed Communications Provider
2. Analytical Hierarchi Process
3. Data Envelopment Analysis
4. Werther and Davis

ارزیابی عملکرد در بعد نحوه استفاده از منابع و امکانات در قالب شاخص‌های کارایی بیان می‌شود. اگر در ساده‌ترین تعریف، نسبت داده به ستانده را کارایی بدانیم، نظام ارزیابی عملکرد در واقع میزان کارایی تصمیمات مدیریت در خصوص استفاده بهینه از منابع و امکانات را مورد سنجش قرار می‌دهد (Taheri, 2020).

ارزیابی عملکرد در بعد سازمانی معمولا مترادف اثربخشی فعالیت‌ها است. منظور از اثربخشی، میزان دست‌یابی به اهداف و برنامه‌ها با ویژگی کارا بودن فعالیت‌ها و عملیات است (Rahimi, 2006).

ارزیابی عملکرد کوششی است نظام‌مند برای دانستن این که خدمات دولتی تا چه حد جوابگوی نیازهای مردم بوده و توانایی دولت در برآوردن آن، چه اندازه است (Halachmi, 2012).

به طور کلی، ارزیابی عملکرد به فرایند سنجش و اندازه‌گیری عملکرد سازمان‌ها در دوره‌های مشخص به گونه‌ای که انتظارات و شاخص‌های مورد قضاوت برای دستگاه ارزیابی شونده شفاف و از قبل به آن ابلاغ شده باشد، اطلاق می‌گردد (Tabarsa, 2000).

دو دیدگاه اساسی در خصوص ارزیابی عملکرد سازمان با تفاوت اساسی در ابعاد مختلف مطرح می‌باشد. رویکرد نخست، رویکرد سنتی می‌باشد که مهم‌ترین هدف انجام ارزیابی در این رویکرد، قضاوت و کنترل ارزیابی شونده می‌باشد و سبک دستوری دارد. در مقابل رویکرد مذکور، ارزیابی به شیوه نوین مطرح گردید که در این دیدگاه ارزیابی مبتنی بر رشد، توسعه و بهبود ظرفیت ارزیابی شونده می‌باشد. پیامد وجود نظام ارزیابی عملکرد مبتنی بر دیدگاه نوین، افزایش رضایت، بهبود عملکرد و در نهایت ارتقاء بهره‌وری کلی سازمان می باشد. (Rafizadeh & Ronagh, 2020).

از روش‌های مختلفی مانند روش‌های پارامتری (روش تابع تولید مرزی قطعی و تصادفی) و روش‌های ناپارامتری (روش وصل نقاط حدی، تاکسونومی عددی و تحلیل پوششی داده‌ها) می‌توان به تعیین کارایی و رتبه‌بندی بنگاه‌ها پرداخت. این روش‌ها هرکدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. از آن‌جا که روش‌های ناپارامتری مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی‌اند، برای محاسبه کارایی نسبی که نتیجه مقایسه بنگاه‌های مشابه با یکدیگر می‌باشد از آن‌ها استفاده می‌شود. بنابراین، در صورتی که تعداد مشاهدات تغییر کند، ممکن است مقدار کارایی محاسبه شده نیز کاهش یا افزایش یابد. از این حیث کارایی به دست آمده نسبی است و مطلق نمی‌باشد. در روش‌های ناپارامتری نیاز به انتخاب فرم تابع نبوده و محدودیتی نیز برای تعداد ستانده وجود ندارد. از میان سه روش ارزیابی ناپارامتری، روش تحلیل پوششی داده‌ها با توجه به مبانی برنامه‌ریزی ریاضی در هر مدل، ارزیابی مناسب‌تری از دو روش دیگر پدید می‌آورد (Azamzadeh Shouraki, Khalilian, & Mortazavi, 2011)((Issazadeh Roshan, & Khosravi, 2011)(Debertin, 2012).

روش‌های ناپارامتری در محاسبه کارایی و ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری توسط فارل معرفی شد. سیستم پیشنهادی فارل بر اساس دو ورودی و یک خروجی به تحلیل عملکرد واحدها پرداخت. در سال ۱۹۷۸، چارنز، کوپر و رودز[5] با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی روش ناپارامتری فارل را برای سیستمی با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه تعمیم دادند، که مدل معرفی شده به نام مدل CCR[6] نام گرفت. این مدل یک الگوی برنامه‌ریزی خطی است که به دنبال حداکثر کردن امتیاز کارایی نسبی واحد تحت بررسی از طریق انتخاب مجموعه‌ای از اوزان برای تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها است. این درحالی است که امتیاز هر واحد باید کوچکتر یا مساوی ۱ شود.

مدل CCR از جمله مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS[7]) بود. این مدل برای زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل نمایند. در ارزیابی کارایی واحدها هرگاه فضا و شرایط رقابتِ ناقص، محدودیت‌هایی را در سرمایه‌گذاری تحمیل کند موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می‌شود (Rentschler, Bleischwitz, & Flachenecker, 2018).

5. Charnes, Cooper, Rhodes
6. Charnes, Cooper, Rhodes
7. Constant Returns to Scale

در سال ۱۹۸۴، بنکر، چارنز و کوپر[8] با تغییر در مدل CCR مدل جدید BCC[9] را ارائه دادند که به ارزیابی کارآیی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS[10]) می‌پردازد. مدل‌های CRS به دلیل در برگرفتن مقدار کارایی و تعداد واحدهای کارای کمتر، محدود کننده‌تر از مدل‌های VRS هستند (Fancello, Uccheddu, & Fadda, 2013).

به کارگیری خصوصیت CRS در حالی که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل نمی‌کنند به محاسبه کارایی تکنیکی منجر می‌شود که با کارایی مقیاس متفاوت است. برای رفع مشکل فوق محدودیت تحدب (مجموع وزن‌ها برابر ۱) به مدل CCR اضافه و مدل BCC تعریف می‌شود. محدودیت تحدب در اصل باعث می‌شود که یک واحد ناکارا تنها با واحدی در حجم مشابه خودش مقایسه شود. بنابراین در مدل CRS، یک واحد ممکن است با واحدهای بسیار بزرگتر یا کوچکتر از خودش مقایسه شود، که در این حالت، مجموع وزن‌ها بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از ۱ خواهند بود. اگر میان کارایی تکنیکی محاسبه شده با مدل‌های CRS و VRS تفاوت وجود داشته باشد، بدین معنی است که واحد مورد مطالعه دارای ناکارایی مقیاس است. مقدار ناکارآیی مقیاس از تفاضل کارآیی نسبی دو مدل CCR(CRS) و BCC(VRS) به دست می‌آید.

در این پژوهش با به‌کارگیری روش ANP در تعیین متغیرهای موثر در ارزیابی کارآیی نسبی مراکز تلفن شهری، قابلیت کاربرد این روش در خدمات مخابراتی، که دارای وابستگی‌های متقابل و بازخورد در بین و میان عناصر تصمیم هستند، مورد بررسی قرار گرفته سپس با استفاده از تکنیک DEA کارایی و روش‌های بهبود آن تحلیل می‌شود. در ادامه به برخی از ویژگی‌های ANP و DEA در جدول شماره۱ و ۲ اشاره شده است.

جدول شماره (۱): ویژگی‌های ANP

ویژگی	شرح مختصر
جبرانی	این روش در زمره روش‌های جبرانی قرار می‌گیرد (روش‌های جبرانی به تکنیک‌هایی گفته می‌شود که ضعف یک گزینه در یک معیار خاص توسط قوت معیار دیگر جبران می‌شود. به عنوان مثال فرض کنید قصد خرید خانه داشته باشید ممکن است قیمت خانه زیاد باشد ولی موقعیت خانه خوب باشد بنابراین معیار موقعیت به نحوی جبران کننده معیار هزینه است).
مستقل/وابسته	متغیرها مستقل یا وابسته به یکدیگر می‌باشند.

جدول شماره (۲): ویژگی‌های DEA

ویژگی	شرح مختصر
ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه	در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری این فرض را قائل است که آنها نهاده‌های مشابه را برای تولید ستاده‌های مشابه اما با سطوح مقداری متفاوت بکار می‌گیرند. به عنوان مثال: شعب بانک، مدارس، شعب بیمه (Gökşen, Doğan, & Özkarabacak, 2015).
بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس	ویژگی بازده ثابت نسبت به مقیاس بدان معناست که افزایش در مقدار ورودی منجر به افزایش خروجی به همان نسبت می‌شود. در بازده متغیر نسبت به مقیاس، افزایش خروجی، بیشتر یا کمتر از نسبت افزایش در ورودی است (Giménez, & et al., 2017).
ورودی‌محور و خروجی‌محور	در مدل‌های ورودی‌محور با حفظ میزان خروجی‌ها، به طور متناسب ورودی‌ها را کاهش می‌دهند. برعکس، در مدل‌های خروجی‌محور با حفظ میزان ورودی‌ها به طور متناسب خروجی‌ها را افزایش می‌دهند (Benicio, & Carlos Soares de Mello, 2015).
عدم رتبه‌بندی واحدهای کارا	واحدها را به دو گروه کارا و ناکارا تقسیم و به رتبه‌بندی واحدهای کارا با مقدار کارایی ۱ توجهی نمی‌کند. برای رفع این مشکل از مدل ابرکارای اندرسن و پیترسن (Andersen, & Petersen, 1993) استفاده می‌کنیم این مدل یکی از تکنیک‌های رتبه‌بندی واحدهای کارا است که به P امین واحد کارا اجازه می‌دهد مقدار کارایی بزرگتر از ۱ را از طریق حذف P امین محدودیت در مدل اولیه کسب کند. در مدل ثانویه (دوگان) نیز کافی است در هر بار اجرای مدل، برای واحد کارا متغیر مربوط را حذف کنیم (Mohammadzadeh asl, Imam Verdi, & Sarir Afraz, 2010).

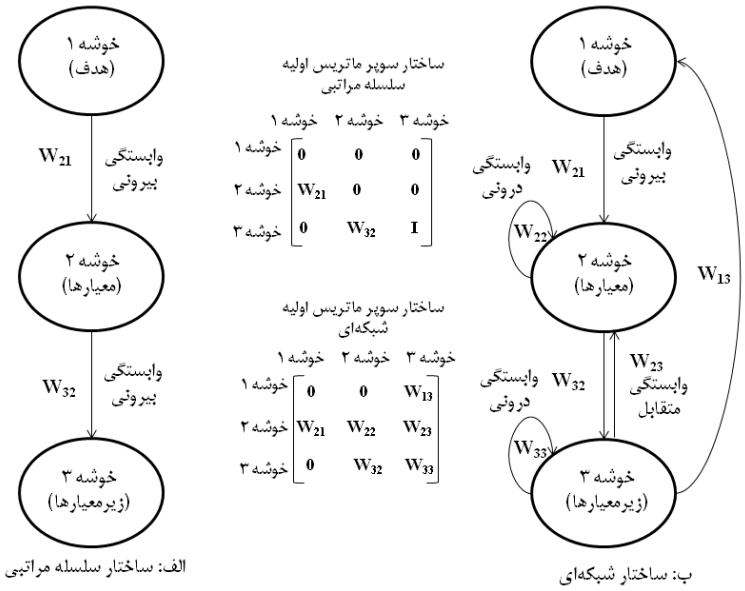
8. Banker, Charnes, Cooper
9. Banker, Charnes, Cooper
10. Variable Returns to Scale

اساس هر دو روش ANP و AHP مقایسه زوجی است اما تفاوت‌هایی دارند که مهم‌ترین آن‌ها در جدول شماره۳ و ساختار آن‌ها در شکل شماره ۱ (Chung, Lee, & Pearn, 2005) ارایه شده است.

جدول شماره (۳): تفاوت‌های AHP و ANP

ویژگی	AHP	ANP
ساختار تعریف مدل و ارتباط بین عناصر آن	به صورت مستقل	هم به صورت مستقل و هم به صورت وابسته
ساختار	خطی بوده و دارای یک هدف در سطح بالا و عوامل در سطح پایین	ساختار غیر خطی
مقایسه زوجی	سوال: بین دو گزینه کدام یک با اهمیت‌تر است؟	هدف: بررسی میزان تاثیر پارامترها بر یکدیگر است.

(منبع: Habibi, Izadyar, & Sarafrazi, 2014)



شکل شماره (۱): ساختار سلسله مراتبی و ساختار شبکه‌ای(منبع: Chung, Lee, & Pearn, 2005)

در سال‌های اخیر، تحقیقات گوناگونی در زمینه شناسایی عوامل موثر در ارزیابی عملکرد سازمان‌های داخلی و خارجی و تحلیل کارایی آنها به روش ANP و DEA انجام شده است. هدف واحد این تحقیقات رسیدن به اولویت‌های متناسب هر سازمان برای ارتقاء هرچه بهتر بهره‌وری می‌باشد. در جدول شماره۴ شرح مختصری از این تحقیقات ارائه شده است.

جدول شماره (۴): پیشینه تجربی در حوزه کارایی شرکت‌های مخابراتی، فرایند تحلیل شبکه‌ای و تحلیل پوششی داده‌ها

نویسندگان و سال	هدف	یافته‌های کلیدی
Keivan,) Farshid Farzad, Radfar, & (Sorkhabi, 2014	اندازه‌گیری کارآیی نسبی مراکز سوئیچ راه دور بر اساس طبقه‌بندی سلسله مراتبی اطلاعات با روش تحلیل پوششی داده‌ها «مطالعه موردی: مراکز استانی شرکت ارتباطات زیرساخت»	با جمع‌آوری نظر خبرگان و استفاده از مقایسات زوجی، شاخص‌های موثر روی کارآیی مراکز سوئیچ راه دور تعیین، سپس کارآیی نسبی ۳۹ مرکز با روش DEA و در شرایط بازده به مقیاس ثابت و متغیر اندازه‌گیری شده است. در شرایط بازده به مقیاس ثابت، میانگین کارآیی نسبی مراکز ۸۰/۲۳ درصد و ۱۱ مرکز دارای کارآیی ۱۰۰ درصد می‌باشند. در شرایط بازده به مقیاس متغیر، میانگین کارآیی نسبی ۹۷/۷۷ درصد و ۲۵ مرکز دارای کارآیی ۱۰۰ درصد می‌باشند.
Ebrahimi, &)	استفاده از روش ANP در	جامعه آماری از نظر خبرگان صنعت و دانشگاه شامل خبرگان حوزه صنعت تجهیزات

Derakhshan, (2020	توانمندسازی‌های مدیریت دانش جهت توسعه محصول جدید	مخابرات به تعداد ۳۵ نفر می‌باشد. در روش نمونه‌گیری نیز از روش نمونه‌گیری قضاوتی استفاده شده است. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش پرسش‌نامه مقایسه زوجی به روش ANP می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد که نرخ سازگاری ماتریس مقایسات زوجی معیارها نسبت به گزینه های عملکرد بازار، عملکرد محصول و عملکرد پروژه نیز مناسب می‌باشد.
Fakherinia, &) Mohammad (Sharifi, 2015	رتبه‌بندی معیارهای مدل گوردن با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP) در بورس اوراق بهادار تهران	هدف اتخاذ یک مدل تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری و یک مدل مناسب انتخاب سهام برای کسب بیشترین سود است. برای سنجش رابطهٔ متقابل میان متغیرهای مدل تصمیم‌گیری از ANP و برای رتبه‌بندی جامعهٔ مورد بررسی که شامل صنعت خودروسازی، شیمیایی، مؤسسات مالی و مخابرات است، از تکنیک تاپسیس استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد، از میان معیارهای اصلی گوردن، نرخ کاهشی و سود سهام پرداختی، به ترتیب، بیشترین رتبه را به خود اختصاص داده است. نرخ کاهشی تحت تأثیر بتای بازار و سود سهام تحت تأثیر نرخ رشد درآمد قرار دارد. به علاوه، نرخ کاهشی دارای یک رابطهٔ خودتأثیری است. در میان هشت معیار و ضابطهٔ تحلیلی، نرخ ریسک و بتای بازار مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری است. در تحلیل سهام، شرکت‌های صنعت شیمیایی نسبت به سایر صنایع، سرمایه‌گذاری بهتری را نشان می‌دهد.
Delbari, &) (Davoodi, 2012	کاربرد تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در رتبه‌بندی شاخص‌های ارزیابی جاذبه‌های توریستی	ابتدا با استفاده از مستندات مرتبط و سپس با نظرسنجی از خبرگان شاخص‌های ارزیابی جاذبه‌های توریستی، معیارها و زیرمعیارهای اولیه شناسایی، تدوین و به طراحی ساختار سلسله مراتبی اقدام شد. در پایان، با استفاده از دو پرسش‌نامه طراحی شده و سپس با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice شاخص‌های ارزیابی جاذبه‌های توریستی با توجه به معیارهای تعیین شده، رتبه‌بندی شدند.
Zebardast,) (2010	کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای	ANP و کاربرد آن در شهرسازی با بکارگیری آن در تعیین سایت مطلوب برای احداث شهرک‌های صنعتی در یک منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که ANP، ضمن حفظ کلیه قابلیت‌های AHP از جمله سادگی، انعطاف پذیری، بکارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان، قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها، و امکان رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها، می‌تواند بر محدودیت‌های جدی آن، ا جمله در نظر نگرفتن وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم و فرض اینکه ارتباط بین عناصر تصمیم، سلسله مراتبی و یک‌طرفه است، فایق آمده و چارچوب مناسبی را برای تحلیل مسائل شهری فراهم آورد.
Gheshlaghi,) (2019	ارزیابی کیفیت خدمات بانکداری الکترونیک با استفاده از ترکیب روش‌های فرآیند سلسله مراتبی دلفی فازی (F.D.AHP) و تاپسیس فازی (F.TOPSIS) مطالعه موردی: شعب پست بانک شهر تهران	با استفاده از پرسشنامه AHP و به کارگیری تکنیک F.D.AHP شاخص‌های ارزیابی کیفیت خدمات بانکداری الکترونیک، معیارها و زیرمعیارهای اولیه شناسایی و تدوین شده و سپس با استفاده از پرسش‌نامه/ماتریس تصمیم‌گیری و روش F.TOPSIS رتبه‌بندی شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و شعب انجام گرفته است. از نتایج بدست آمده، شاخص اجرا و زیرشاخص قابلیت استفاده از خدمات الکترونیکی در هر زمانی از شبانه روز بیش‌ترین امتیاز و شاخص عدم افشای اطلاعات مربوط به خدمات دریافتی مشتری و دو شاخص دیگر کمترین امتیاز را کسب کرده‌اند و شعبه قلهک از بالاترین اولویت نسبت به شعب دیگر برخوردار است.
Judaki, &) Hassanpour, (2018	اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری کارکنان با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه (ANP) (مطالعه موردی: سازمان ملی استاندارد ایران)	برای تعیین روایی پرسش‌نامه‌ها از فرمول لاشه و پایایی آن از آلفای کرونباخ و تائید مقایسات زوجی از نرخ ناسازگاری استفاده شده است. باتوجه به نتایج، ۵ معیار اصلی عوامل رفاهی کار، سبک مدیریت، عوامل شغلی، ویژگی‌های فردی و ویژگی سازمانی به ترتیب در اولویت قرار گرفته است. از ۳۶ زیرمعیار نیز، مناسب بودن سطح حقوق و دستمزد و پرداختی‌های سازمان، وجود مدیری توانا، کارآمد و دارای شایستگی علمی و فنی، ارتقاء و انتصاب کارکنان براساس شایسته سالاری، وجود فرهنگ سالم و سلامت اداری در سازمان و عدم تبعیض و رعایت عدالت بین کارکنان به ترتیب ۵ اولویت برتر

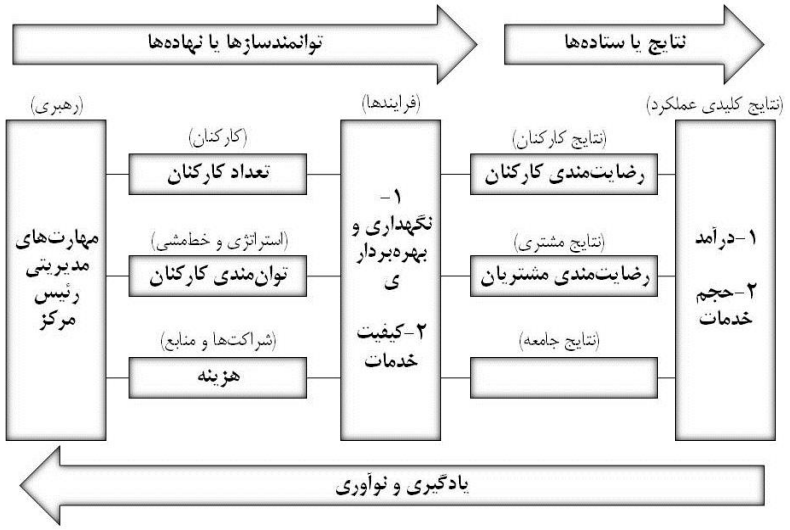
		در افزایش بهره‌وری کارکنان شناخته شده‌اند.
Rashidi Komijani, Ghaffari, & Tabatabaei, (2013	مروری بر ادبیات بحث فرآیند تحلیل شبکه‌ای	این مقاله با یک نگرش خاص بر فرآیند تحلیل شبکه‌ای، این تکنیک را از زوایای مختلف کاربردی مورد توجه قرار داده است و سعی داشته با گردآوری مقالات مختلف و دسته‌بندی آنها، تصویری منسجم از کاربردهای گوناگون این تکنیک را در ذهن خواننده ایجاد نماید. در این مقاله به مرور تحقیقات انجام شده در حوزه کاربردهای فرآیند تحلیل شبکه‌ای در حوزه‌های تولید و خدمات، بازاریابی و تجارت، مدیریت دانش، منابع طبیعی، مکان یابی، استراتژی و انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان پرداخته شده است.
Sadeghi Ravesh, & (Khosravi, 2015	کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در ارزیابی راهبردهای بیابان زدایی	با استفاده از ANP، راهبردهای بیابان‌زدایی تعیین وزن و ارزیابی شده‌اند. از میان ۱۶ معیار و۴۰ راهبرد نهایی نظرخواهی شده، راهبردهای توسعه و احیاء پوشش گیاهی، با مطلوبیت کلی ۰/۲۲۴۹، جلوگیری از تبدیل نامناسب کاربری اراضی با مطلوبیت کلی ۰/۲۲۴۵ و تعدیل در برداشت از منابع آب زیرزمینی، با مطلوبیت کلی ۰/۱۸۵۲، به ترتیب مهم‌ترین راهبردها هستند.
Taghizadeh, Pourabadollah Koich, & Aboutalebi, (2010	خصوصی‌سازی در شرکت سهامی مخابرات آذربایجان شرقی و نقش آن در کاهش هزینه‌ها	هزینه سرانه عملیاتی، رفع خرابی و دستمزد و نگهداری نیروی انسانی بین ۱۲ مرکز واگذار شده به بخش خصوصی و ۱۲ مرکز واگذار نشده، در سال ۱۳۸۴، به روش آزمون مجموع رتبه‌ها مقایسه شده است. نتایج، کاهش هزینه‌های مراکز واگذار شده در هر یک از سه زمینه فوق را نشان می‌دهد.
Mirghafouri, Shafiee Rudpashti, & Nadafi, 2011 B)	ارزیابی کارایی شرکت‌های مخابرات استانی	عملکرد مالی شرکت‌های مخابرات استانی با استفاده از دو تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و خاکستری، و سپس به شکل ترکیبی ارزیابی و شرکت‌ها از حیث میزان امتیاز اکتسابی رتبه‌بندی می‌شود. نتایج حاکی است شرکت‌های مخابرات استان‌های قم، اصفهان و یزد دارای بهترین عملکرد هستند.
Issazadeh Roshan, & Khosravi, 2011)	رتبه‌بندی مخابرات استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها	با استفاده از صورت‌های مالی مخابرات ۳۰ استان منتهی به سال ۸۷، متغیرهای ورودی و خروجی استخراج سپس از طریق نرم‌افزار لینگو به روش تحلیل پوششی داده‌ها رتبه‌بندی برای تعیین کارایی انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که مخابرات استان‌های با مقیاس کوچکتر می‌توانند همانند مخابرات استان‌های با مقیاس بزرگتر از کارایی برخوردار باشند که این خود لزوم توجه بیشتر به این استان‌ها در برنامه‌ریزی‌های آینده را مشخص می‌سازد.
Mirghafouri, Shafiee Rudposhti, & Nadafi, 2011 A)	مقایسه و رتبه‌بندی عملکرد مالی شرکت‌های مخابرات استانی با رویکرد مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها و روش کارایی متقاطع	کارایی نسبی شرکت‌های مخابرات استانی، بر اساس روابط بین داده‌ها و ستاده‌ها بررسی و ارزیابی شده است. از مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها و کارایی متقاطع، رتبه‌بندی نهایی شرکت‌های مخابرات استانی در سال مالی منتهی به ۱۳۸۸ به دست آمد. نتایج نشان داد که شرکت‌های مخابرات استان‌های اصفهان، تهران و آذربایجان‌شرقی بیشترین کارایی را دارند.
Mirghafouri, Shafiee Rudposhti, & Nadafi, 2013)	ارزیابی عملکرد مالی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (مورد: شرکت‌های مخابرات استانی)	معیارهای مؤثر در ارزیابی عملکرد مالی مخابرات استخراج و میزان اهمیت (وزن) هر یک با استفاده از اعداد خاکستری تعیین شد. سپس با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مدلی برای ارزیابی و رتبه‌بندی شرکت‌های مخابرات ارائه گردید. نتایج نشان داد شرکت‌های مخابراتی استان‌های مرکزی، تهران و خوزستان به ترتیب دارای بهترین عملکرد مالی هستند.
Kumar, & et. al., 2015)	تجزیه و تحلیل اولویت مشتری و اندازه‌گیری کارایی نسبی در بخش مخابرات: یک مطالعه ترکیبی FAHP[11]/DEA	به دنبال ایجاد چارچوبی برای شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر اولویت مشترکین تلفن همراه در انتخاب ارائه دهندگان خدمات مخابراتی در هند و دستیابی به کارایی نسبی با روش ترکیبی FAHP/DEA است. از FAHP برای تعیین وزن ترجیحی مشترکین به عنوان معیار و از روش DEA برای شناسایی ارائه دهندگان خدمات ناکارامد از نظر کارایی استفاده می‌شود. مطابق نتایج پارامترهای شبکه و تعرفه پایین

[11]. Fuzzy Analytical Hierarchy Process

		بیشترین تاثیر را بر اولویت مشترکین تلفن همراه دارند. همچنین کارایی تکنیکی و شاخص پیشرفت فنی از عوامل اصلی تخصیص منابع در صنعت مخابرات هند است.
Yarahmadi, &) Karami Khorramabadi, (2014	توسعه یک مدل ابرکارایی با داده‌های نادقیق در تحلیل پوششی داده‌های نادقیق (مطالعه موردی: بررسی ۸ مرکز مخابرات کره جنوبی)	مدل ابرکارای AP در تحلیل پوششی داده‌های نادقیق (IDEA[۱۲]) بررسی می‌شود. با فرض نادقیق بودن داده‌های ورودی و خروجی، مدل نادقیق مربوطه را تعریف و برای حل آن با استفاده از روش تغییر متغیر زو از مجموعه داده‌های بازه‌ای، داده‌های کیفی داده‌های دقیق بدست می‌آوریم و سپس به جای حل مدل غیر خطی IDEAاز مدل AP خطی استفاده می‌کنیم.
Khodabakhshi,) Karami Khorramabadi, & Sameripour, (2015	مدل ابرکارایی AP با داده‌های ترتیبی در تحلیل پوششی داده‌های نادقیق (یک مطالعه موردی: بررسی مراکز خدمات مخابراتی کره جنوبی)	مدل ابرکارای کلاسیک در تحلیل پوششی داده‌های نادقیق (IDEA) بررسی می‌شود. با فرض نادقیق بودن داده‌های ورودی و خروجی، مدل نادقیق مربوطه (AP) را تعریف، معادل قطعی غیرخطی آن را به دست آورده و با روش دقیق‌سازی داده‌های ترتیبی آن را به یک مدل بازه‌ای تبدیل می‌کند و سپس با روش دسپوتیس و اسمیرلیس به یک برنامه‌ریزی خطی تبدیل و با حل آن تحت بهترین و بدترین شرایط یک جواب بهینه بازه‌ای به دست می‌آورد که مقدار بهینه حاصل در آن بازه قرار دارد.
Che, Wang, &) (Chuang, 2010	رویکرد FAHP و DEA برای تصمیم‌گیری در مورد وام بانکی برای شرکت‌های کوچک و متوسط در تایوان	تحقیقاتی در شرکت‌های کوچک و متوسط، با استفاده از فرایند سلسله مراتبی فازی برای انتخاب شاخص‌های مهم در ارزیابی وام گیرندگان، ایجاد ساز و کار کارامد تصمیم‌گیری وام گیرندگان با وزن و DEA، و حفاظت موثر در برابر نسبت بالایی از وام‌های سر رسیده انجام می‌دهد. مطالعه موردی اثر بخشی روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.
Kilincci, &) (Onal, 2011	رویکرد FAHP برای انتخاب تامین‌کننده در یک شرکت ماشین لباس‌شویی	از رویکرد FAHP برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان کارخانه تولید لباس‌شویی در ترکیه استفاده کردند. برای این کار ۳ معیار اصلی و ۱۴ زیرمعیار در نظر گرفته شده است.

پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به این سوال اساسی می‌باشد که: چگونه می‌توان متغیرهای موثر بر کارآیی مراکز تلفن شهری مخابرات منطقه آذربایجان‌شرقی را شناسایی، اولویت‌بندی و مراکز ناکارا را به مرز کارایی هدایت نمود؟

مدل مفهومی تحقیق در شکل شماره۲، مدل بومی شده EFQM[۱۳] می‌باشد. در این مدل متغیرهای توان‌مندساز به عنوان ورودی‌ها و نتایج به عنوان خروجی‌ها در نظر گرفته شده است.



شکل شماره (۲): مدل مفهومی

[12]. Imprecise Data Envelopment Analysis
[13]. European Foundation for Quality Management

۲- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش، از نوع کاربردی است زیرا پژوهش‌گر در صدد پاسخ به معضلات و مشکلات عملی در کارایی سازمان‌ها و توسعه دانش کاربردی و کشف دانش تازه‌ای در نظام ارزیابی است. از نظر راهبرد، پیمایشی و از لحاظ هدف، توصیفی است زیرا تصویر مشروح و نظام‌مندی از وضعیت کارایی مراکز تلفن شهری ارائه می‌دهد. روش پژوهش حاضر از نوع ترکیبی (کمی و کیفی) است. از این نظر کمی است که عناصر اساسی تحلیل، اعداد و ارقام هستند و همچنین با استفاده از نظریه ساعتی سازگاری مقایسات زوجی در روش ANP مورد آزمون قرار می‌گیرد (Saaty & Vargas, 1984)(Saaty, 2003) و از این نظر کیفی است که برای آشنایی با دیدگاه خبرگان و کسب اطلاعات لازم در مورد شناسایی عوامل موثر بر کارایی مراکز تلفن شهری از روش تحلیل محتوا استفاده شده است.

در این پژوهش با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی و مصاحبه با خبرگان، متغیرها در چهار بخش شامل ۲۰ متغیر فرعی مطابق جدول شماره۵ شناسایی شده‌اند.

جدول شماره (۵): متغیرهای تحقیق

متغیر	متغیر فرعی	شرح مختصر	روش اندازه‌گیری
نیروی انسانی (HR)	مهارت‌های مدیریتی (MSKL)	میزان توانایی‌های فردی و تخصصی رئیس مرکز	نمره ارزیابی
	توان‌مندی کارکنان (STFA)	میزان توانایی‌های فردی و تخصصی کارکنان	نمره ارزیابی
	تعداد کارکنان (STFN)	تعداد کارکنان شاغل در هر مرکز تلفن شهری	کارگزینی
	رضایت‌مندی کارکنان (STFS)	میزان رضایت شغلی کارکنان	نظرسنجی
کیفیت خدمات (SQ)	رضایت‌مندی مشترکین (SUBS)	میزان رضایت مشترکین تلفن ثابت از سرویس‌های مخابراتی	نظرسنجی
	کیفیت ترافیک (TRFQ)	سرعت برقراری ارتباط بعد از شماره‌گیری، درصد مکالماتی که مشترک مقابل پاسخ داده است، عدم قطع ارتباط حین مکالمه، عدم وجود نویز و غیره	ترافیک‌سنجی
	درصد خرابی (FALP)	تعداد خرابی‌های گزارش شده به ام دی اف نسبت به کل مشترکین مرکز	اداره برنامه‌ریزی
	زمان رفع خرابی (AVFT)	متوسط زمان صرف شده برای رفع خرابی‌های خطوط مشترکین	اداره برنامه‌ریزی
	زمان دایری (AVET)	متوسط زمان دایری سرویس مشترکین جدید از زمان درخواست تا زمان تحویل بوق به مشترک	اداره برنامه‌ریزی
نگهداری و بهره‌برداری (O&M)	سوئیچ (سالن دستگاه) (SW)	کیفیت نگهداری تجهیزات سوئیچینگ منصوبه در مراکز که اتصال دو مشترک به یکدیگر، محاسبه شارژینگ، ترافیک‌سنجی و غیره در این بخش انجام می‌شود.	نمره ارزیابی
	ام دی اف (سالن امتحان یا ۱۱۷) (MDF)	کیفیت نگهداری تجهیزات منصوبه در این سالن که بخش سوئیچ را به شبکه کابل مرتبط می‌کند. پاسخ‌گویی به شماره ۱۱۷ (خرابی تلفن) و آزمایش خطوط مشترکین برای تشخیص خرابی در این بخش انجام می‌شود.	نمره ارزیابی
	شبکه کابل‌وهوایی (CAN)	کیفیت نگهداری شبکه کابل‌وهوایی که از ام دی اف شروع و به صورت زیر زمینی (بخش کابل) و هوایی تا درب منازل مشترکین ادامه دارد. اکثر خرابی‌های اعلام شده توسط مشترکین در این بخش اتفاق می‌افتد.	نمره ارزیابی
	پی سی ام (PCM)	کیفیت نگهداری تجهیزات شبکه انتقال که مرکز تلفن شهری را به سایر مراکز شبکه مخابراتی از طریق فیبر نوری متصل می‌کند.	نمره ارزیابی
	نیرو (PW)	کیفیت نگهداری تجهیزات تامین کننده برق مستقیم ۴۸ ولت و متناوب ۲۲۰ ولت تک فاز یا ۳۸۰ ولت ۳ فاز مراکز شامل پست، دیزل ژنراتور، یکسوسازها،	نمره ارزیابی

	تاسیسات (BLDF)	باطری‌های پشتیبان، UPS[۱۴]ها (منبع تغذیه بدون وقفه)، تابلوهای فیوز و غیره کیفیت نگهداری تاسیسات مکانیکی و الکتریکی مراکز مثل سیستم سرمایش برای تجهیزات مخابراتی و گرمایش برای حفظ دمای ۲۵ درجه اتاق باطری در زمستان	نمره ارزیابی
	امور مشترکین (SUBA)	کیفیت ارائه خدمات به مشترکین مراجعه کننده به مراکز، نواحی و دفاتر پیش‌خوان	نمره ارزیابی
	تلفن همگانی (PUBT)	کیفیت نگهداری تلفن‌های همگانی	نمره ارزیابی
مالی (Fin)	هزینه (COST)	متوسط هزینه نگهداری هر خط تلفن	مدیریت مالی
	درآمد (INCM)	متوسط درآمد هر خط تلفن	مدیریت مالی
	حجم خدمات (SERV)	تعداد دایری، تغییر مکان، قطع و وصل مشترکین بدهکار، جمع‌آوری و تخلیه، فعال‌سازی سرویس‌های ویژه، رفع خرابی و غیره	اداره برنامه‌ریزی

از بین متغیرهای فوق‌الذکر، توان‌مندی کارکنان، مهارت‌های مدیریتی، رضایت‌مندی کارکنان، رضایت‌مندی مشترکین، کیفیت ترافیک و امور مشترکین از نوع کیفی و بقیه متغیرها کمی می‌باشند. در ادامه با دریافت نظرات خبرگان در قالب پرسش‌نامه مقایسات زوجی به عنوان ابزار گردآوری اطلاعات، آنالیز داده‌ها به روش ANP با استفاده از نرم‌افزار اکسل و گام به گام، متغیرهای ورودی و خروجی انتخاب شده است. داده‌های خام متغیرهای مذکور از آمار و نمرات ارزیابی اخذ شده از ادارات برنامه‌ریزی، بازرسی و ارزیابی و صورت‌های مالی منتهی به سال ۱۳۹۶ که مورد حسابرسی قانونی قرار گرفته است تهیه شده است. جهت اندازه‌گیری کارایی نسبی و رتبه‌بندی مراکز از نرم‌افزار DEAanalyzer استفاده شده است. با توجه به اینکه در مدل DEA کارایی تمام مراکز کارا برابر ۱ و امکان رتبه‌بندی آنها وجود ندارد لذا برای رتبه‌بندی مراکز کارا از روش اندرسن و پیترسن و نرم‌افزار EMS استفاده شده است. در نهایت مقادیر بهینه متغیرهای مراکز ناکارا تحت عنوان راه‌کارهای بهبود عملکرد گزارش شده است.

جامعه آماری این تحقیق کلیه مراکز تلفن شهری مخابرات منطقه آذربایجان‌شرقی با ظرفیت بالای ۵۰۰۰ شماره تلفن ثابت به تعداد ۴۹ مرکز می‌باشد. مراکز زیر ۵۰۰۰ شماره جزو مراکز کم‌ظرفیت و اغلب روستایی بوده که بایستی بطور جداگانه بررسی شوند.

روش ANP از روش‌های خبره‌محور است و نمونه‌گیری در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از نوع غیرتصادفی هدف‌مند است یعنی به دنبال افرادی هستیم که خبره موضوع پژوهش باشند در صورتیکه در روش‌های آماری با استفاده از فرمول حجم نمونه، تعداد نمونه را محاسبه می‌کنیم. حجم نمونه در روش‌های AHP و ANP براساس نظر آقای ساعتی و بسیاری از صاحب نظران بین ۱۰ تا ۲۰ نفر می‌باشد و در این تحقیق از ۱۵ نفر استفاده شده است.

از ابزار مختلفی، که متداول‌ترین آن پرسش‌نامه است، برای گردآوری داده‌های تحقیق استفاده می‌شود. اما این ابزار تا زمانی که دو ویژگی مهم پایایی و روایی[۱۵] را نداشته باشند قابل اعتماد نیستند و نمی‌توان به نتایج آن‌ها اطمینان کرد. برای بررسی پرسش‌نامه از شاخص ناسازگاری استفاده می‌شود و اگر مقدار آن بیش از ۰/۱ باشد بایستی در مقایسات تجدید نظر شود و با توجه به این که پرسش‌نامه براساس مقایساتِ زوجیِ تمامیِ عناصر با یکدیگر و از نوع مقیاس ساعتی می‌باشد احتمال اینکه یک متغیر در نظر گرفته نشود صفر است و طراح قادر به جهت‌گیری خاصی در طراحی سؤالات نمی‌باشد، پس پرسش‌نامه‌های مبتنی بر مقایسات زوجی از روایی برخوردار هستند و نیازی به سنجش پایایی وجود ندارد (Ghodsipour, 2019)(Mehregan, 2016) بنابراین نظر به اینکه پرسش‌نامه این پژوهش از نوع مقایسات زوجی بوده و آماری نمی‌باشد روایی و پایایی برای آن معنایی ندارد.

---

[14]. Uninterruptible Power Supply

[۱۵]. مفهوم روایی یا اعتبار (Validity)، به این سوال پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصیصه مورد نظر را می‌سنجد. ویژگی پایایی یا اعتماد (Reliability) ابزار گردآوری داده‌ها بدین معناست که اگر در چند زمان مختلف در یک جمعیت از آن استفاده کنیم در نتیجه به دست آمده اختلاف چندانی مشاهده نمی‌کنیم.

الف) گام‌های اجرای ANP (Carlucci, & Schiuma, 2008)(Lee, Lee, & Park, 2009, 1-2)

۱- تهیه مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ای

ساختار شبکه‌ای مدل، وابستگی‌های درونی معیارها به یکدیگر، وابستگی‌های درونی زیرمعیارها به یکدیگر و ساختار سوپرماتریس اولیه (ناموزون) براساس ساختار شبکه‌ای تبیین شده است. تاثیر عناصر بر عناصر دیگر در یک شبکه توسط سوپرماتریس بیان می‌شود.

۲- تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی (A)، تعیین بردارهای ویژه (اهمیت یا اولویت) (W) و محاسبه نرخ ناسازگاری (I.R.)

ماتریس‌های مقایسه زوجی معیارها، وابستگی متقابل آنها، وابستگی معیارها با زیرمعیارها و زیرمعیارهای دارای وابستگی متقابل با سایر زیرمعیارها به همراه بردار ویژه آنها تشکیل شده است. تاثیر هر عنصر بر روی عنصر دیگر از طریق بردار ویژه[۱۶] که نرمالیزه میانگین هندسی سطری ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد قابل ارائه است. اهمیت نسبی عناصر براساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی سنجیده شده است (Saaty, 2008, 86) و برای جلوگیری از قضاوت‌های ضد و نقیض از نرخ ناسازگاری[۱۷] استفاده شده است. نرخ ناسازگاری از تقسیم شاخص ناسازگاری[۱۸] ($I.I. = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$) به شاخص تصادفی بودن[۱۹] (I.I.R.) (جدول شماره۶) حاصل شده است. عدد λ_{max} (بزرگترین مقدار ویژه عددی[۲۰]) از میانگین حسابی بردار λ_{max} از رابطه $A \times W = \lambda_{max} \times W$ محاسبه شده است.

جدول شماره (۶): شاخص تصادفی بودن ماتریس – منبع: (Habibi, Izadyar, & Sarafrazi, 2014, 57)

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
I.I.R.	۰	۰	۰/۵۲	۰/۸۸	۱/۱	۱/۲۴	۱/۳۴	۱/۴	۱/۴۴	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۵	۱/۵۷	۱/۵۸	۱/۵۹

۳- تشکیل سوپرماتریس و تبدیل آن به سوپرماتریس حد

برای دستیابی به اولویت‌های کلی[۲۱] در یک سیستم با تاثیرات متقابل، بردارهای اولویت داخلی در ستون‌های مناسب سوپرماتریس اولیه که یک ماتریس تقسیم‌بندی شده[۲۲] و هر بخش آن نشانگر ارتباط بین دو خوشه می‌باشد، وارد می‌شوند. با جایگزینی بردارهای اولویت داخلی عناصر و خوشه‌ها در سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس ناموزون[۲۳] بدست می‌آید. سوپرماتریس موزون[۲۴] از ضرب هریک از عناصر خوشه‌های ستونی سوپرماتریس ناموزون در بردار اهمیت نسبی آن خوشه از ماتریس خوشه‌ای[۲۵] حاصل می‌شود. ماتریس خوشه‌ای از مقایسه زوجی خوشه‌ها در چارچوب ساختار سوپرماتریس اولیه حاصل شده و میزان تاثیرگذاری هر یک از خوشه‌ها برای دستیابی به اهداف مطالعه را منعکس می‌کند. براساس پیشنهاد ساعتی، برای بدست آوردن اهمیت نسبی خوشه‌ها در سوپرماتریس اولیه لازم است ماتریس خوشه‌ای بگونه‌ای محاسبه شود که خوشه‌های ستونی آن به عنوان عناصر کنترلی در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر، خوشه‌های ستونی غیر صفر سوپرماتریس اولیه با خوشه‌های دیگر واقع در آن ستون، مورد مقایسه زوجی قرار بگیرند تا با کنار هم گذاشتن بردار اهمیت هر یک از خوشه‌ها، ماتریس خوشه‌ای بدست آید. سپس از طریق نرمالیزه کردن سوپرماتریس موزون، سوپرماتریس از نظر ستونی به حالت تصادفی[۲۶] یا احتمالی (جمع عناصر ستونی یک) تبدیل می‌شود (Saaty, 1999, 9) در نهایت، سوپرماتریس حد[۲۷] با به توان رساندن عناصر سوپرماتریس

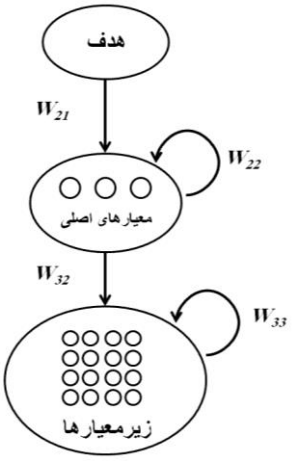
16. Eigen vector
17. I.R.: Inconsistency Ratio
18. I.I..: Inconsistency Index
19. I.I.R.: Random Inconsistency Ratio
20. Eigen value
21. Global priorities
22. Partitioned matrix
23. Un weighted super matrix
24. Weighted super matrix
25. Cluster matrix
26. Stochastic
27. Limit super matrix

موزون تا زمانی که از طریق تکرار[۲۸]، واگرایی[۲۹] حاصل شود، یا به عبارت دیگر تمامی عناصر سوپرماتریس به صورت سطری برابر برابر هم شوند، محاسبه می‌شود ($\lim_{k\to\infty} W^k$). در این حالت اولویت کلی گزینه‌ها از ستون مربوط به گزینه‌ها در سوپرماتریس حد نرمالیزه شده قابل حصول است.

در ادامه برای حل مدل DEA از رویکرد ورودی‌محور استفاده شده است. دلیل تاکید روی ورودی‌محور به این جهت است که رؤسای مراکز و کارکنان، کنترلی روی خروجی‌ها مانند درآمد و حجم خدمات ندارند. زیرا این متغیرها به رفتار مشترکین و منطقه جغرافیایی مرکز تلفن بستگی دارند. ولی نهاده‌ها اغلب در کنترل رئیس مرکز و کارکنان بوده و متناسب با توان‌مندی خود می‌توانند در آن تاثیرگذار باشند. به عبارت دیگر رویکرد این تحقیق کاهش ورودی‌ها و ثابت نگه داشتن خروجی‌ها بوده است. هر چند که بهبود در ورودی‌ها به شکل غیرمستقیم موجب افزایش درآمد و رضایت مشترکین هم می‌شود.

به دلیل عدم وجود فضای رقابتی در بین مراکز و محدودیت‌های مختلف سازمانی و قانونی، مراکز نمی‌توانند در مقیاس بهینه عمل کنند. بنابراین نتایج حاصل از ارزیابی مراکز توسط مدل BCC-I دارای اعتبار بیشتری نسبت به مدل CCR-I خواهد بود.

در این تحقیق عوامل موثر در تعیین متغیرهای ارزیابی کارآیی نسبی مراکز تلفن شهری از متون نظری و تجربی مرتبط استخراج و پس از انطباق آنها با شرایط شرکت مخابرات ایران، معیارها و زیرمعیارهای تعیین کننده برای دستیابی به اهداف مطالعه مشخص شدند. در ادامه ارتباط بین این عوامل (معیارها و زیرمعیارها) با استفاده از نظرات خبرگان مطابق مدل شبکه‌ای تحقیق در شکل شماره۳ مشخص شد. براساس این شکل اولویت کلی گزینه‌ها (رتبه‌بندی متغیرها) از ستون مربوط به زیرمعیارها در سوپرماتریس حد نرمالیزه شده قابل حصول بوده و هم معیارها و هم زیرمعیارها دارای وابستگی درونی هستند. جدول شماره۷ وابستگی درونی معیارها به یکدیگر و جدول شماره۸ وابستگی درونی زیرمعیارها به یکدیگر را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۳): ساختار شبکه‌ای مدل

جدول شماره (۷): وابستگی درونی معیارها به یکدیگر

	HR	QS	O&M
HR		√	√
QS	√		√
O&M	√	√	

جدول شماره (۸): وابستگی درونی زیرمعیارها به یکدیگر

[28]. Iteration
[29]. Convergence

	ST FA	MS KL	ST FS	ST FN	SU BS	TR FQ	FA LP	AV FT	AV ET	S W	M D F	C A N	P C M	P W	BL DF	SU BA	PU BT
ST FA		√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
MS KL	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ST FS	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ST FN		√			√			√	√		√	√				√	√
SU BS	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√			√	√
TR FQ	√	√	√		√		√	√		√	√	√	√				
FA LP	√	√	√		√	√				√	√	√	√	√	√		
AV FT	√	√	√	√	√	√				√	√	√	√				
AV ET	√	√	√	√	√					√	√	√				√	
SW	√	√	√		√	√	√	√	√		√		√	√	√		√
M DF	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√				√	√
CA N	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√						√
PC M	√	√	√		√	√	√	√		√				√	√		
PW	√	√	√				√			√			√		√		
BL DF	√	√	√				√			√			√	√			
SU BA	√	√	√	√	√				√		√						
PU BT	√	√	√	√	√					√	√	√					

براساس ساختار شبکه‌ای مدل، ساختار سوپرماتریس اولیه مطابق جدول شماره۹ می‌باشد.

جدول شماره (۹): ساختار سوپرماتریس اولیه (ناموزون)

	هدف	معیارها	زیرمعیارها
هدف	۰	۰	۰
معیارها	W_{21}	W_{22}	۰
زیرمعیارها	۰	W_{32}	W_{33}

۲-تشکیل ماتریس‌های مقایسه‌ای و کنترل سازگاری آنها

در ادامه ماتریس‌های مقایسه‌ای معیارها، وابستگی معیارها به یکدیگر، زیرمعیارها و وابستگی زیرمعیارها به یکدیگر تشکیل و سازگاری آنها نیز کنترل شد. نتیجه مقایسه زوجی معیارها بر مبنای مقیاس ۹ کمیتی ساعتی و همچنین بردار موزون حاصل از آن، یعنی W_{21} در جدول شماره۱۰ ارائه شده است.

جدول شماره (۱۰): ماتریس مقایسه زوجی معیارها و بردار موزون آن

	HR	SQ	O&M	W_{21}	I.R.

HR	۱	۳/۲۳۰۴۴۹	۳/۴۷۴۰۸۴	۰/۶۲۳۶۴۹	۰/۰۱۱۷
SQ	۰/۳۰۹۵۵۴	۱	۱/۴۹۸۶۴۶	۰/۲۱۵۶۳۴	
O&M	۰/۲۸۷۸۴۶	۰/۶۶۷۲۶۹	۱	۰/۱۶۰۷۱۶	

ضرایب اهمیت معیارها (با توجه به وابستگی متقابل)، حاصل مقایسات زوجی، در عناصر ستونی ماتریس W_{22} مطابق جدول شماره۱۱ ارائه شده است.

جدول شماره (۱۱): ماتریس موزون وابستگی متقابل معیارها (W_{22})

	HR	SQ	O&M
HR	۰	۰/۶۴۳۲۲۸	۰/۶۲۹۷۲۵
SQ	۰/۶۱۵۳۷۲	۰	۰/۳۷۰۲۷۵
O&M	۰/۳۸۴۶۲۸	۰/۳۵۶۷۷۲	۰

در جدول شماره۱۲ ضرایب اهمیت نرمالیزه زیرمعیارها، حاصل مقایسات زوجی، عناصر ستونی ماتریس W_{32} را تشکیل داده‌اند.

جدول شماره (۱۲): ماتریس موزون وابستگی معیارها با زیرمعیارها (W_{32})

	HR	SQ	O&M
STFA	۰/۳۱۸۰۳۷	۰	۰
MSKL	۰/۲۹۹۸۰۲	۰	۰
STFS	۰/۲۵۴۲۳۸	۰	۰
STFN	۰/۱۲۷۹۲۳	۰	۰
SUBS	۰	۰/۲۹۷۱۳۳	۰
TRFQ	۰	۰/۲۵۵۳۰۳	۰
FALP	۰	۰/۲۲۰۱۲۳	۰
AVFT	۰	۰/۱۵۰۸۰۷	۰
AVET	۰	۰/۰۷۶۶۳۴	۰
SW	۰	۰	۰/۳۴۶۶۳
MDF	۰	۰	۰/۱۵۱۰۸
CAN	۰	۰	۰/۱۱۳۹۲۵
PCM	۰	۰	۰/۱۰۵۶۵۸
PW	۰	۰	۰/۰۹۰۳۴۱
BLDF	۰	۰	۰/۰۷۴۷۶
SUBA	۰	۰	۰/۰۶۲۵۰۲
PUBT	۰	۰	۰/۰۵۵۱۰۴

بردارهای موزون حاصل از مقایسات زوجی زیرمعیارهای دارای وابستگی متقابل با سایر زیرمعیارها (۱۷ ماتریس مقایسه زوجی که از ذکر آنها خودداری شده است) عناصر ستونی ماتریس W_{33} را تشکیل داده‌اند.

با توجه به محاسبه کلیه ماتریس‌های مقایسه‌ای موجود در ساختار سوپرماتریس ناموزون (W_{21} , W_{22} , W_{32} , W_{33}) و کنترل سازگاری آنها، با جایگزین کردن این ماتریس‌ها در سوپرماتریس اولیه (جدول شماره۹)، سوپرماتریس ناموزون حاصل شد. در قدم بعدی سوپرماتریس ناموزون به سوپرماتریس موزون، یعنی ماتریسی که جمع اجزای ستون آن ۱ است تبدیل شد.

ساختار سوپرماتریس اولیه نشان می‌دهد فقط در خوشه ستونی مربوط به معیارها باید این خوشه با خوشه زیرمعیارها مورد مقایسه قرار گیرد (جدول شماره۱۳). در نتیجه، ماتریس خوشه‌ای در جدول شماره۱۴ حاصل شده است.

جدول شماره (۱۳): ماتریس مقایسه زوجی خوشه‌ها

وزن	زیرمعیارها	معیارها	
۰/۶۳۳۵	۱/۷۲۸	۱	معیارها
۰/۳۶۶۴	۱	۰/۵۷۸۵	زیرمعیارها

جدول شماره (۱۴): ماتریس خوشه‌ای اولیه

زیرمعیارها	معیارها	هدف	
۰	۰	۰	هدف
۰	۰/۶۳۳۵	۱	معیارها
۱	۰/۳۶۶۴	۰	زیرمعیارها

پس از محاسبه سوپرماتریس موزون و حد، بردار اهمیت نهایی (وزن) نرمالیزه به همراه رتبه‌بندی متغیرهای تحقیق در جدول شماره۱۵ ارائه شده است.

جدول شماره (۱۵): بردار اهمیت نهایی و رتبه‌بندی متغیرها

متغیر	وزن	رتبه	متغیر	وزن	رتبه
توان‌مندی کارکنان	۰/۱۱۱۴	۱	سوئیچ	۰/۰۹۴۷	۵
رضایت‌مندی کارکنان	۰/۱۰۷۱	۲	کیفیت ترافیک	۰/۰۸۵۹	۶
رضایت‌مندی مشترکین	۰/۱۰۲۵	۳	درصد خرابی	۰/۰۶۲۷	۷
مهارت‌های مدیریتی	۰/۱۰۱۹	۴	زمان رفع خرابی	۰/۰۵۶۴	۸

متغیر	وزن	رتبه	متغیر	وزن	رتبه	متغیر	وزن	رتبه
ام دی اف	۰/۰۵۵۱	۹	زمان دایری	۰/۰۳۲۲	۱۲	نیرو	۰/۰۲۲۵	۱۵
شبکه کابل‌وهوایی	۰/۰۴۰۵	۱۰	تعداد کارکنان	۰/۰۲۷۰	۱۳	تلفن همگانی	۰/۰۲۲۵	۱۶
پی سی ام	۰/۰۳۸۱	۱۱	امور مشترکین	۰/۰۲۳۵	۱۴	تاسیسات	۰/۰۱۸۱	۱۷

در خصوص انتخاب متغیرها محدودیت‌های جدی وجود داشته است. اطلاعات مستند و معتبری برای متغیرهای رضایت‌مندی مشترکین و کارکنان یافت نشد. برای متغیرهای زمان رفع خرابی، زمان دایری، درصد خرابی و کیفیت ترافیک هدف‌گذاری خاصی انجام نشده است. در ارتباط با مهارت‌های مدیریتی و توان‌مندی کارکنان نمرات ارزیابی سالانه به لحاظ محتوایی معتبر نمی‌باشند. زیرا اولاً ارزیابی‌ها غیرعلمی و ذهنی بوده، ثانیاً به دلیل محرمانگی از ارائه آنها خودداری شده، ثالثاً توزیع نمرات صحیح نبودند. متغیرهای نهایی تحقیق، پس از لحاظ محدودیت‌ها، بصورت متغیرهای ورودی شامل سوئیچ، ام دی اف، تلفن همگانی، شبکه کابل‌وهوایی، پی سی ام، تاسیسات، امور مشترکین، نیرو، تعداد کارکنان و هزینه و متغیرهای خروجی شامل درآمد و حجم خدمات تعیین شده است.

مدل پیشنهادی با استفاده از داده‌های خام توسط نرم‌افزار DEAanalyzer به دو روش CCR-I و BCC-I محاسبه و واحدهای کارا و رتبه‌بندی واحدهای ناکارا مشخص شد. برای رتبه‌بندی واحدهای کارا با استفاده از روش اندرسن و پیترسن و نرم افزار EMS اقدام و در نهایت همه واحدها (کارا و ناکارا) مطابق جدول شماره ۱۶ رتبه‌بندی شدند.

جدول شماره (۱۶): کارایی نسبی و رتبه‌بندی مراکز تلفن شهری

	BCC-I		CCR-I			BCC-I		CCR-I			BCC-I		CCR-I		
مرکز تلفن	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه	مرکز تلفن	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه	مرکز تلفن	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه	
شعرا	۸/۴۷	۱	۸/۰۰	۱	ایلخچی	۱/۱۴	۱۸	۰/۸۷	۲۶	شهریار	۰/۹۷	۳۵	۰/۷۴	۴۲	

مدنی	۳/۱۶	۲	۲/۸۸	۲	باکری	۱/۱۴	۱۹	۰/۹۸	ارم	۰/۹۵	۳۶	۰/۸۳	۳۲	
ولیعصر	۲/۰۶	۳	۲/۱۶	۳	بستان آباد	۱/۱۳	۲۰	۰/۹۰	هادیشهر	۰/۹۴	۳۷	۰/۸۲	۳۴	
رجائی‌مرند	۲/۰۸	۴	۱/۷۴	۴	باقرخان	۱/۱۲	۲۱	۰/۸۵	باسمنج	۰/۹۳	۳۸	۰/۷۶	۴۰	
طالقانی	۱/۶۷	۵	۱/۵۶	۷	رجائی	۱/۱۲	۲۲	۰/۹۸	بناب۲	۰/۹۲	۳۹	۰/۷۸	۳۸	
ممقان	۱/۶۱	۶	۱/۶۱	۶	سراب	۱/۰۹	۲۳	۰/۹۸	شبستر	۰/۹۱	۴۰	۰/۹۶	۲۰	
فهمیده	۱/۵۹	۷	۱/۵۹	۵	بناب۱	۱/۰۸	۲۴	۰/۸۰	سردرود	۰/۹۱	۴۱	۰/۸۲	۳۵	
یاغچیان	۱/۴۸	۸	۱/۳۱	۱۰	آذرشهر	۱/۰۷	۲۵	۰/۸۵	ولیعصرمراغه	۰/۹۰	۴۲	۰/۷۳	۴۴	
ائل گلی	۱/۴۷	۹	۱/۳۰	۱۱	بهار	۱/۰۷	۲۶	۰/۶۹	خواجه‌نصیر	۰/۸۹	۴۳	۰/۷۲	۴۵	
قندی	۱/۴۴	۱۰	۰/۹۴	۲۳	شهاب‌الدین	۱/۰۶	۲۷	۱/۰۰	رحیمیان	۰/۸۸	۴۴	۰/۷۹	۳۷	
طالقانی‌مرند	۱/۴۳	۱۱	۱/۴۱	۸	جلفا	۱/۰۲	۲۸	۱/۰۲	ستارخان	۰/۸۷	۴۵	۰/۵۶	۴۹	
هشترود	۱/۳۳	۱۲	۱/۳۳	۹	عجبشیر	۱/۰۱	۲۹	۰/۸۷	قندی‌میانه	۰/۸۷	۴۶	۰/۸۷	۲۵	
تجلائی	۱/۲۸	۱۳	۰/۹۶	۲۱	ورزقان	۱	۳۰	۱/۱۲	هریس	۰/۸۷	۴۷	۰/۷۴	۴۱	
حسابی	۱/۲۵	۱۴	۰/۸۳	۳۱	قاضی	۰/۹۹	۳۱	۰/۷۳	ملکان۱	۰/۸۵	۴۸	۰/۶۶	۴۷	
گوگان	۱/۱۹	۱۵	۰/۸۶	۲۸	طباطبائی	۰/۹۸	۳۲	۰/۸۲	کلیبر	۰/۷۶	۴۹	۰/۵۹	۴۸	
آزادی	۱/۱۹	۱۶	۱/۰۴	۱۳	اوحدی	۰/۹۸	۳۳	۰/۹۷						
چمران	۱/۱۷	۱۷	۰/۹۶	۲۲	اسکو	۰/۹۷	۳۴	۰/۷۸						

مطابق جدول شماره۱۶ مراکز تلفن شهری شعرا، مدنی و ولیعصر به ترتیب کاراترین و مراکز کلیبر، ملکان۱ و هریس بـه ترتیـب ناکاراترین می‌باشند. نرم‌افزار DEAanalyzer علاوه بر اندازه‌گیری کارایی نسبی و رتبه‌بندی، پیشنهاداتی در خصـوص اصـلاح متغیرهای مراکز ناکارا در قالب راه‌کارهای بهبود کارایی مطابق جدول شماره۱۷ ارائه داده است.

جدول شماره (۱۷): اصلاحیه متغیرهای مراکز ناکارا برای کارا شدن در مدل BCC-I

متغیر/ مرکز	شهریار	هادیشهر	اسکو	طباطبائی	رحیمیان	سردرود	بناب۲	قاضی	ستارخان	ارم
سوئیچ	-۰/۱۵	-۱۲/۵۵	۲/۳۹	-۰/۰۶	-۲/۷۲	-۳/۵۷	-۱۶/۲۵	-۸/۴۳	-۹/۵۰	-۸/۸۷
ام دی اف	-۰/۳۵	-۳/۵۰	-۸/۹۴	-۳/۷۱	-۱۷/۳۹	-۱۲/۷۰	-۵/۱۵	-۴/۸۳	-۸/۵۴	-۱۳/۶۴
تلفن همگانی	-۱/۴۹	-۰/۴۸	-۵/۶۶	-۰/۲۰	-۵/۲۸	-۱/۴۷	-۰/۴۱	-۴/۶۸	-۱/۸۲	-۰/۷۱
شبکه کابل‌وهوایی	-۸/۱۰	-۰/۷۸	-۰/۴۵	-۱۰/۰۲	-۱۴/۰۵	-۵/۸۹	-۲/۴۳	-۰/۰۱	-۱/۶۹	-۲/۸۴
پی سی ام	-۱/۱۶	-۲/۳۲	-۰/۶۸	-۲۳/۷۴	-۴/۶۸	-۳/۵۹	-۲/۳۷	-۰/۰۲	-۱۸/۳۰	-۱/۹۲
تاسیسات	-۰/۸۸	-۲/۱۰	-۱۴/۲۶	-۱۲/۱۶	-۱/۳۹	-۱/۱۱	-۱/۰۹	-۳/۲۸	-۳/۷۵	-۲۱/۳۱
امور مشترکین	-۱/۱۹	-۵/۰۳	-۰/۵۷	-۰/۲۸	-۲/۶۷	-۲/۱۹	-۳/۳۲	-۰/۰۱	-۲/۸۵	-۱/۰۱
نیرو	-۱/۴۹	-۰/۴۸	-۵/۶۶	-۰/۲۰	-۵/۲۸	-۱/۴۷	-۰/۴۱	-۴/۶۸	-۱/۸۲	-۰/۷۱
هزینه	-۰/۳۳	-۱۰/۰۴	-۱۴/۸۵	-۱/۴۲	-۲/۴۲	-۶/۱۳	-۱۸/۵۴	-۰/۰۰	-۴/۰۵	-۷/۱۷
تعداد کارکنان	-۲/۷۵	-۰/۵۰	-۱/۳۴	-۰/۱۴	-۲/۱۷	-۰/۷۰	-۰/۷۳	-۳/۸۱	-۱/۴۵	-۰/۳۰
درآمد	۱۸/۰۰	۵/۴۶	۱۲/۷۶	۸/۹۲	۶/۷۲	۰	۳/۴۴	۱۷/۵۱	۱۸/۰۱	۵/۱۰
حجم خدمات	۰	۱۳۵/۰۰	۱۶۳/۴۰	۰	۰	۰	۱۲۰/۷۰	۰	۱۲۲/۱۵	۸۸/۶۳

متغیر/ مرکز	هریس	ولیعصرمراغه	شبستر	خواجه‌نصیر	اوحدی	کلیبر	باسمنج	ملکان۱	قندی‌میانه
سوئیچ	-۳/۰۰	-۱۱/۹۶	-۱/۳۶	-۱۲/۱۴	-۱۰/۱۱	-۲/۷۳	-۷/۰۳	-۱۳/۱۱	-۴/۵۲
ام دی اف	-۱۳/۸۶	-۲/۵۱	-۱۸/۳۳	-۴/۳۹	-۱۵/۹۱	-۱۶/۵۹	-۰/۶۴	-۳۳/۴۴	-۷/۵۲
تلفن همگانی	-۱/۰۲	-۱/۵۷	-۰/۵۵	-۵/۱۷	-۶/۲۴	۴/۱۸	-۰/۹۷	-۶/۹۷	-۳/۴۱
شبکه کابل‌وهوایی	-۳/۲۴	-۱۴/۷۶	-۱/۹۷	-۳/۸۵	-۰/۳۹	-۱۲/۱۴	-۷/۰۷	-۲۰/۵۴	-۲۰/۴۸
پی سی ام	-۵/۲۶	-۴/۰۱	-۳/۷۲	-۴/۵۰	-۰/۷۲	-۹/۷۳	-۱۱/۴۳	-۵/۹۰	-۸/۶۶
تاسیسات	-۲۷/۱۳	-۵/۱۰	-۷۷/۵۲	-۲/۸۲	-۴/۶۳	-۱۴/۲۷	-۴/۶۷	-۱۶/۳۳	-۱۴/۱۵
امور مشترکین	-۳/۸۸	-۲/۲۴	-۵/۰۲	-۲/۶۴	-۰/۴۸	-۱۰/۲۱	-۲/۹۸	-۳/۸۱	-۳/۰۴
نیرو	-۱/۰۲	-۱/۵۷	-۰/۵۵	-۵/۱۷	-۶/۲۴	-۷/۱۸	-۰/۹۷	-۶/۹۷	-۳/۴۱
هزینه	-۲۹/۵۳	-۰/۹۷	-۲/۱۳	-۱/۵۳	۰/۱۵	-۵/۲۰	-۴/۸۲	-۱/۹۱	-۱/۶۴

تعداد کارکنان	−۱/۱۵	−۰/۸۳	−۱/۰۲	−۰/۹۸	−۰/۱۵	−۲/۱۳	−۰/۴۳	−۱/۲۹	−۱/۱۱
درآمد	۰/۸۸	۱۱/۸۳	۰	۱۱/۸۶	۱/۶۵	۰	۲۶/۱۷	۵/۷۱	۰
حجم خدمات	۹۶/۶۲	۳۹/۶۹	۱۰۹/۲۹	۱۷۱/۰۳	۹۱/۶۱	۳۰/۷۹	۴/۷۵	۱۱۴/۷۲	۱۷۳/۶۵

۳- نتایج و بحث

در این پژوهش از بین متغیرهای شناسایی شده‌ی مورد مطالعه، متغیرهای توان‌مندی کارکنان، رضایت‌مندی کارکنان و رضایت‌مندی مشترکین و مهارت‌های مدیریتی رئیس مرکز به ترتیب بیشترین سهم را در کارآیی مراکز تلفن شهری دارند. به عبارت بهتر کارکنان و مشتریان مهمترین سرمایه هر سازمان بوده و بالندگی و پیشرفت هر سازمانی در گرو ارتقاء آن دو می‌باشد. در ادامه میانگین کارایی نسبی مراکز تلفن شهری با استفاده از مدل CCR-I، ۰/۸۸ و مدل BCC-I، ۰/۹۶ استخراج شد که مبین ناکارایی مقیاس، عدم کارکرد مراکز در مقیاس بهینه و ائتلاف مقادیری از منابع توسط مراکز می‌باشد. همچنین مشخص شد که تعداد مراکز کارا در مدل CCR-I، ۱۵ و مدل BCC-I، ۳۰ مرکز می‌باشد. بنابراین میانگین کارایی نسبی و تعداد مراکز کارا در مدل BCC-I بیشتر از مدل CCR-I است که مبین وجود تحدب در مدل BCC-I می‌باشد. همچنین مقادیر بهینه متغیرهای مراکز ناکارا استخراج شد. مقادیر بهینه در کل بیانگر این واقعیت هستند که مدیران و کارکنان مراکز ناکارا جهت رسیدن به مرز کارایی بایستی با اصلاح فرایندهای کاری واحدهای مختلف و تلاش و جدیت بیشتر نسبت به افزایش کمی و کیفی خدمات و صرفه‌جویی در هزینه‌ها و در نهایت افزایش درآمد و رضایت‌مندی مشترکین اقدام نمایند. براساس همبستگی بین داده‌های خام مشخص شد که حجم خدمات بیشتر، باعث تقویت بهره‌وری و کیفیت عملکرد کارکنان می‌شود. مطابق نتایج تحقیق، سه مرکز برتر، از مراکز پرظرفیت مخابرات استان هستند. مجذور ضریب همبستگی، ضریب تعیین بین دو متغیر بوده و نشان می‌دهد که چند درصد تغییراتِ متغیر وابسته توسط متغیر مستقل تعیین می‌شود (Van Ginkel, 2019).

همچنین از عوامل مهم ناکارایی مراکز، عدم وجود فضای رقابتی و انگیزشی، قدرت تصمیم‌گیری و ریسک‌پذیری و وجود محدودیت‌های مختلف سازمانی و قانونی می‌باشد. نتایج پژوهش حاکی از تعلق رتبه‌های آخر به مراکز تلفن شهری شهرستان‌ها داشته و دقت مضاعف در انتخاب رؤسای ادارات مخابرات شهرستان‌ها براساس شایستگی‌های فردی و تخصصی را ایجاب می‌کند.

در ادامه مقایسه‌ای بین نتایج این تحقیق و تحقیقات پیشین صورت می‌گیرد و به تفاوت‌ها و شباهت‌های آنها می‌پردازیم. تقی‌زاده و دیگران دریافتند هزینه سرانه عملیاتی، رفع خرابی و دستمزد و نگهداری نیروی انسانی ۱۲ مرکز تلفن واگذار شده به بخش خصوصی نسبت به ۱۲ مرکز مشابه واگذار نشده کاهش داشته است. میرغفوری و دیگران نتیجه گرفتند شرکت‌های مخابراتی استان‌های قم، اصفهان و یزد دارای بهترین عملکرد مالی هستند. عیسی‌زاده روشن و دیگران متوجه شدند مخابرات استان‌های با مقیاس کوچکتر می‌توانند همانند مخابرات استان‌های با مقیاس بزرگتر از کارایی برخوردار باشند. میرغفوری و دیگران دریافتند که شرکت‌های مخابرات استان‌های اصفهان، تهران و آذربایجان‌شرقی بیشترین کارایی را دارند. میرغفوری و دیگران نتیجه گرفتند شرکت‌های مخابراتی استان‌های مرکزی، تهران و خوزستان به ترتیب دارای بهترین عملکرد مالی هستند. کومار و دیگران دریافتند که پارامترهای شبکه و تعرفه پایین بیشترین تاثیر را بر اولویت مشترکین تلفن همراه دارند. همچنین کارایی تکنیکی و شاخص پیشرفت فنی از عوامل اصلی تخصیص منابع در صنعت مخابرات هند است. نکته مشترک بین نتایج این تحقیق و تحقیقات پیشین محاسبه کارایی، رتبه‌بندی و پیشنهاد بهترین الگو جهت رسیدن به اولویت‌های متناسب سازمان برای ارتقاء هرچه بهتر بهره‌وری می‌باشد. آنچه که نتایج این تحقیق را از سایر تحقیقات متفاوت می‌سازد، تبیین وضعیت جدید هر یک از متغیرها برای بهبود کارایی می‌باشد که به صورت مقادیر بهینه متغیرها جهت هدایت واحدهای ناکارا به مرز کارایی پیشنهاد شد. همچنین در این تحقیق نظریه ناکارایی مقیاس به طور عملی محقق شد که در نتایج تحقیقات پیشین کمتر مشاهده می‌شود.

آنچه که این تحقیق را از سایر تحقیقات متمایز و به عنوان نوآوری تحقیق و اثر آن بر جامعه محسوب می‌شود، امکان اجرای تحقیق به همراه راه‌کارهای بهبود در جغرافیای کل کشور به لحاظ وجود مراکز تلفنی در تمامی شهرها (مراکز پرظرفیت) و

روستاها (مراکز کم‌ظرفیت) می‌باشد که منجر به افزایش کارایی مراکز و در نهایت بهبود کیفیت تکنولوژی ارتباطات در حوزه ICT[۳۰] در سطح جامعه خواهد شد. از آنجایی که در عصر حاضر، ارتباطات و فناوری اطلاعات یکی از زیرساخت‌های اصلی و بستری برای توسعه سایر عرصه‌ها می‌باشد بهبود کارایی در این بخش موجب افزایش بهره‌وری و کارایی در سایر بخش‌ها و نهایتا کل جامعه خواهد شد.

به مدیران ارشد شرکت مخابرات ایران پیشنهاد می‌شود با اعمال مشوق‌های لازم، بستر رقابت سالم بین مراکز تلفن شهری را تقویت نمایند. همچنین با کاهش محدودیت‌های مختلف سازمانی و قانونی، قدرت تصمیم‌گیری و ریسک‌پذیری در میان رؤسای مراکز را افزایش دهند.

شرکت مخابرات ایران به عنوان تنها اپراتور ارائه کننده سرویس‌های تلفن ثابت و شبکه فیبرنوری شهری فاقد رقیب می‌باشد. فقدان رقابت بعد از خصوصی‌سازی مانع سرمایه‌گذاری مناسب در بخش تلفن ثابت شده است. در حالیکه متقاضیان تلفن ثابت و اینترنت ثابت بعضاً به دلیل کمبود امکانات فنی شبکه کابل در صف انتظار قرار می‌گیرند. همچنین عدم افزایش تعرفه تلفن ثابت در طول ۱۰ سال گذشته، هم کدسازی استانی، افزایش هزینه‌های نگهداری ناشی از تورم موجب کاهش درآمد شرکت مخابرات ایران در بخش تلفن ثابت شده است. پیشنهاد می‌شود به منظور توسعه و بهسازی شبکه تلفن ثابت و ارائه سرویس‌های جدید، منطقی‌سازی تعرفه‌های تلفن ثابت در دستور کار کمیسیون تنظیم مقررات، شرکت مخابرات ایران و وزارتخانه‌های مربوطه قرار گیرد.

محدودیت مهم تحقیق عدم امکان دسترسی به اطلاعات مستند در خصوص برخی متغیرها بود. این محدویت باعث شد تعدادی از متغیرها در مدل اجرائی تحقیق لحاظ نشوند. همچنین به دلیل وجود محدودیت‌های مختلف سازمانی اعمال راه‌کارهای بهبود در مراکز مقدور نشد. لذا به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود، کارایی نسبی مراکز را بعد از اعمال راه‌کارهای بهبود به منظور بررسی میزان اثربخشی آنها مجدداً اندازه‌گیری کنند.

٤-منابع

1. Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, *Management Science*, 39 (10), 1261–1264.
2. Azamzadeh Shouraki, M., Khalilian, S., & Mortazavi, S. A. (2011). Selection Production Function and Estimate Important Coefficient of Energy in Agricultural Sector, *Agricultural Economics and Development*, 19 (76), 205-230, [In Persian].
3. Benicio, J., & Carlos Soares de Mello, J. (2015). Productivity Analysis and Variable Returns of Scale: DEA Efficiency Frontier Interpretation, *Procedia Computer Science*, 55, 341-349.
4. Carlucci, D. & Schiuma, G. (2008). Applying the analytic network process to disclose knowledge assets value Creation dynamics, *Expert Systems with Applications*, 36(4): 7687-7694.
5. Che, Z. H., Wang, H. S., & Chuang, C. L. (2010). A fuzzy AHP and DEA approach for making bank loan decisions for small and medium enterprises in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 37, 7189-7199.
6. Chung, S. H., Lee, A. H. L., & Pearn, W. L. (2005). Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator, *International Journal of Production Economics*, 96: 15-36.
7. Debertin, D. L. (2012). Agricultural Production Economics, *Macmillan Publishing Company*, a division of Macmillan Inc.

[30]. Information and Communications Technology

8. Delbari, S. A., & Davoodi, S. A. (2012). Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) technique in ranking tourist attraction evaluation indicators, *Journal of Operational Research and Its Applications*, 2 (33), 57-79, [In Persian].
9. Ebrahimi, E. & Derakhshan, R. (2020). Using ANP method in knowledge management capabilities to develop a new product, *Sixth National Conference on New Research in Humanities, Economics and Accounting*, Iran, Tehran, [In Persian].
10. Fakherinia, M., & Mohammad Sharifi, F. (2015). Ranking Gordon Model Criteria Using Network Analysis Process (ANP) in Tehran Stock Exchange, *Journal of Economics and Business*, 6 (10), 57-70, [In Persian].
11. Fancello, G., Uccheddu, B., & Fadda, P. (2013). The performance of an urban road system using Data Envelope Analysis, *WIT Transactions on The Built Environment*, 130, 67-77.
12. Gheshlaghi, M. (2019). Evaluating the quality of electronic banking services using a combination of fuzzy Delphi hierarchical process methods (F.D.AHP) and fuzzy TOPSIS (F. TOPSIS), Case study: Post Bank branches in Tehran, *Journal of Business Management*, 11 (43), 254-281, [In Persian].
13. Ghodsipour, S. H. (2019). *Discussions in Multi-Criterion Decision Making: Hierarchical Analysis Process (AHP)*, Amirkabir University of Technology Publications, Tehran, 12-20, [In Persian].
14. Giménez, V., Thieme, C., Prior, D., & Tortosa-Ausina, E. (2017). An international comparison of educational systems: a temporal analysis in presence of bad outputs, *Journal of Productivity Analysis*, 47, 83–101.
15. Gökşen, Y., Doğan, O., & Özkarabacak, B. (2015). A Data Envelopment Analysis Application for Measuring Efficiency of University Departments, *Procedia Economics and Finance*, 19, 226-237.
16. Habibi, A., Izadyar, S., & Sarafrazi, A. (2014). *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*, Katibeh Gil, Rasht, First Edition, [In Persian].
17. Halachmi, A. (2012). Mandated Performance Mcasutement: A help or a Hindrance?, *National Productivity review*, 18 (2), 59- 67.
18. Hingoft, E. (2000). New Organizatioan Performance Test Uncover Some Suprising Relational Behavieor, *Credit Union Times*, 11 (3).
19. Issazadeh Roshan, Y, & Khosravi, B. (2011). Ranking of the Telecommunication Company of provinces by Assessment of Data Envelopment Analysis (DEA), *Journal of Operational Research and Its Applications (Applied Mathematics)*, 8 (3 (30)), 41-52, [In Persian].
20. Judaki, M., & Hassanpour, H. A. (2018). Prioritization of effective factors on improving employee productivity using network analysis process (ANP) technique (Case study: National Standard Organization of Iran), *Journal of Standard and Quality Management*, 2 (29), 38-64, [In Persian].
21. Keivan, E., Farshid Farzad, M., Radfar, R., & Sorkhabi, N. (2014). Measuring the Relative Efficiency of toll Switched exchanges (SC/PCs), data hierarchical classification method based on data envelopment analysis, Case Study: Provincial Exchanges of Telecommunication Infrastructure Company), *Productivity Management*, 8(29), 23-46, [In Persian].

22. Khodabakhshi, M., Karami Khorramabadi, M., & Sameripour, A. (2015). An Andersen-Petersen (AP) Super-efficiency Model with Ordinal Data in the imprecise Data Envelopment Analysis (A Case Study: The Branch Offices of a Mobile Telecommunications Corporation in South Korea), *Journal of Operational Research and its Applications (Applied Mathematics)*, 12 (2 (45)), 1-18, [In Persian].
23. Kilincci, O., & Onal, S. A. (2011). Fuzzy AHP approache for supplier selection in a washing machine company, *Expert Systems with Applications*, 38, 9656–9664.
24. Kumar, A., Debnath, R. M., Shankar, R., & Prabhuet, J. (2015). Analyzing customer preference and measuring relative efficiency in telecom sector: A hybrid fuzzy AHP/DEA study, *Telematics and Informatics*. 32 (3), 447-462.
25. Lee, H., Lee, S., & Park, Y. (2009). Selection of technology acquisition mode using the analytic network process, *Mathematical and Computer Modeling*, 49: 1274-1282.
26. Mehregan. M. R. (2016). *Advanced Operations Research*, Academic Book Publications, Tehran, [In Persian].
27. Mirghafouri, S. H., Shafiee Rudposhti, M., & Nadafi, G. (2013). Evaluate financial performance with data envelopment analysis approach (case: provincial telecommunication companies), *Management Research in Iran*, 16 (4 (77)), 189-206, [In Persian].
28. Mirghafouri, S. H., Shafiee Rudposhti, M., & Nadafi, G. (2011 A). Comparison and ranking of financial performance of provincial telecommunication companies with the collective model approach of data envelopment analysis and cross-efficiency method, *Development Management Process*, 24 (76), 103-127, [In Persian].
29. Mirghafouri, S. H., Shafiee Rudpashti, M., & Nadafi, G. (2011 B). Evaluating the efficiency of provincial telecommunication companies, *Modern Economics and Commerce*, 7 (25-26), 121-144, [In Persian].
30. Mohammadzadeh asl, N., Imam Verdi, G., & Sarir Afraz, M. (2010). Ranking of Indices of Urban Welfare in Different Regions of Tehran, *Journal of Urban Planning and Research*, 1 (1), [In Persian].
31. Pakravan, L., & Khobiari, M. (2011). Evaluate the performance of organizations and evaluation models, *Journal of the World of Economics*, 2, [In Persian].
32. Rafizadeh, A., Ronagh, Y. (2020). *Performance management and evaluation: A scientific and applied approach*, Farmanesh Publications, Tehran, [In Persian].
33. Rahimi, G. (2006). Performance Evaluate and continuous improvement of the organization, *Journal of Tadbir*, 173, 41-44, [In Persian].
34. Rentschler, J., Bleischwitz, R., & Flachenecker, F. (2018). On imperfect competition and market distortions: the causes of corporate under-investment in energy and material efficiency, *International Economics and Economic Policy*, 15 (1), 159-183.
35. Rashidi Komijani, A., Ghaffari, B., & Tabatabaei, P. (2013). A review of the literature on the network analysis process. *Industrial Management*, 8 (24), 133-144, [In Persian].
36. Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (1984). Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least square methods in estimation ratios, *Mathematical modeling*, 5, 309-324.

37. Saaty, T. L. (1999). Fundamentals of the Analytic Network Process, *in the Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process ISAHP 1999*, Japan, Kobe, pp. 1-14.
38. Saaty, T. L. (2003). Decision making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary, *European journal of operation research*, 145, 85-91.
39. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process, *Int. J. Services Sciences*, 1(1): 83–98.
40. Sadeghi Ravesh, M. H., & Khosravi, H. (2015). Application of Network Analysis Process (ANP) in evaluating desertification strategies, *Desert Ecosystem Engineering*, 4 (8), 11-24, [In Persian].
41. Soltani, M. (2021, March 4). Interview with the CEO of Iran Telecommunication Company about these days of the country's communication industry: Internal monopoly, to divert public opinion from the real monopoly, *Jam-e-Jam Online newspaper*, taken from https://jamejamonline.ir/fa/news/1306118, [In Persian].
42. Tabarsa, G. A. (2000). Investigating and explaining the role of strategic requirements in choosing a performance appraisal model for government organizations, *Proceedings of the Second Shahid Rajaee Festival Performance Evaluation of the Executive Bodies of the Country, Administrative and Employment Affairs Organization*, Tehran, [In Persian].
43. Taghizadeh, H., Pourabadollah Koich, M., & Aboutalebi, D. (2010), Privatization in East Azerbaijan Telecommunication Company and its role in reducing costs, *Knowledge and Development*, 16 (29), 201-218, [In Persian].
44. Taheri, S. (2020). *Productivity analysis in organizations (inclusive productivity management)*, Hastan: Fresh Air Publications, 28th Edition, Tehran, [In Persian].
45. Taylor, L. D. (1994). *Telecommunications Demand in Theory and Practice*, Boston: Kluwer Academic Publishe, 433-447.
46. Van Ginkel, J. R. (2019), Significance Tests and Estimates for R2 for Multiple Regression in Multiply Imputed Datasets: A Cautionary Note on Earlier Findings, and Alternative Solutions. *Multivariate Behavioral Research*, 54: 4, 514-529.
47. Yarahmadi, M., & Karami Khorramabadi, M. (2014), Development of a super-efficiency model with imprecise data in the Imprecise Data Envelopment Analysis (Case study: A survey of 8 South Korean telecommunication centers), *Sixth International Conference on Data Envelopment Analysis, Lahijan*, [In Persian].
48. Zebardast, E. (2010). The Application of Analytic Network Process (ANP) in Urban and Regional Planning, *Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi*, 2(41), 79-90, [In Persian].

Prioritization and Analysis of Factors Affecting the Efficiency of Local Telephone Exchanges Using ANP/DEA Technique (Case Study: Telecommunication of East Azerbaijan Region)

Ebrahim Keivan
Department of Information Technology Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Soleyman Iranzadeh (Corresponding Author)
Department of Industrial Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
Email: iranzadeh@iaut.ac.ir

Abstract
After the privatization and acceptance of Iran Telecommunication Company in the stock exchange, it is inevitable for the shareholders to know the efficiency status of the local telephone exchanges. The present study seeks to answer the fundamental question of how to identify the variables affecting the efficiency of exchanges and bring inefficient exchanges to the efficiency frontier. For this purpose, by collecting the opinions of experts in the form of a pairwise comparison questionnaire and analyzing the data using the analytic network process, effective variables in performance have been identified. Raw data have been prepared from planning, inspection and evaluation departments and financial statements for 2017. In the following, the efficiency of the exchanges is presented by data envelopment analysis method in terms of returns to a fixed and variable scale of calculation, ranking and strategies to improve the performance of inefficient exchanges. According to the findings, employee capability, employee satisfaction, customer satisfaction and management skills are the most effective variables in efficiency. The difference between the number of inefficient exchanges on a fixed and variable scale is the inefficiency of the scale, the non-functioning on the optimal scale and the waste of resources by the exchanges. The low rank of the cities necessitates the selection of the heads of telecommunications of the counties according to individual and specialized competencies. Also, the inefficiency of the exchanges is the lack of motivational competitive environment, decision-making power and risk-taking, and the existence of various organizational and legal constraints.

Keywords: Decision elements, Group judgment, Interdependence, Limit supermatrix, Matrix incompatibility rate.