

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

سال هشتم، شماره ۳۲، زمستان ۱۳۹۷

شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵

ص ص ۱۸۳ - ۱۴۹

بهینه‌سازی عملکرد واحدهای صنعتی در شرایط بحران با در نظر گرفتن عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی: مطالعه موردی یک شرکت پتروشیمی

شیمیا پاشاپور*، علی بزرگی امیری**، سیدفرید قادری***

چکیده

امروزه تحمل و تاب‌آوری سازمان‌ها در مواجهه با اتفاقات ناخوشایند و مخرب، یکی از معیارهای مهم در ارزیابی آن‌ها به‌شمار می‌رود. توانایی یک سازمان برای مقابله با خسارات ناشی از این اتفاقات، «برگشت‌پذیری اقتصادی» نامیده می‌شود. در این پژوهش، عملکرد یک شرکت پتروشیمی در مقابله با بحران‌ها ارزیابی است. ابتدا، بر اساس یک مطالعه موردی جامع، یک چارچوب مفهومی برای برگشت‌پذیری اقتصادی توسعه داده شد؛ سپس یک پرسشنامه ساختاریافته بر اساس عوامل شناسایی‌شده در مدل مفهومی تهیه و در میان کارکنان شرکت توزیع شد. یک مدل تحلیل پوششی داده‌های غیرقطعی (DEA) برای تعیین واحدهای کارا در شرکت پتروشیمی به‌کار رفت. در نهایت یک تحلیل حساسیت برای مشخص کردن وزن و درجه اهمیت هر یک از عوامل شناسایی‌شده در ساخت یک سازمان برگشت‌پذیر انجام شد. در این پژوهش، یک رویکرد یکپارچه کمی و کیفی شامل یک مدل مفهومی برای برگشت‌پذیری اقتصادی و یک مدل ریاضی DEA در شرایط عدم قطعیت در کل زنجیره تأمین یک شرکت پتروشیمی ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: برگشت‌پذیری اقتصادی؛ تحلیل پوششی داده‌های غیرقطعی؛ نظریه عدم قطعیت.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۰.

* دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران.

** استادیار، دانشگاه تهران.

*** استاد، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).

E-mail: ghadery@ut.ac.ir

۱. مقدمه

عوامل منفی خارجی مانند تحریم‌ها با هدف قراردادن شرکت‌های صنعتی می‌توانند ضربات مهلکی را به اقتصاد کشورها وارد کنند و زمینه‌ساز وقوع بحران شوند. بحران‌های اقتصادی چالش‌هایی را برای سیستم‌های صنعتی، نظیر شرکت‌های پتروشیمی ایجاد می‌کنند؛ همچنین سیستم‌های صنعتی ممکن است با شوک‌های خارجی، رخداد‌های مختل‌کننده و حوادث غیرطبیعی روبه‌رو شوند. این وقایع تأثیرات اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای بر سیستم‌های صنعتی یادشده دارند. هنگام بحران‌های اقتصادی، عملکرد مالی شرکت‌های صنعتی با تهدیدهای عمده‌ای مواجه می‌شود و حتی ممکن است حیات این شرکت‌ها با خطر مواجه شود. شرکت‌های صنعتی باید راه و روشی را در پیش گیرند که آن‌ها را قادر سازد توانایی‌های خود را برای مقابله و غلبه بر فشارها و شوک‌های خارجی بهبود دهند. برگشت‌پذیری اقتصادی به معنای توانایی یک سیستم برای باقی‌ماندن در وضعیت پایدار به هنگام وقوع بحران‌ها است. هدف برگشت‌پذیری اقتصادی ارزیابی وضعیت جاری سلامت یک سیستم و توانایی باقی‌ماندن در وضعیت مطلوب خویش با وجود شوک‌های مختلف است [۱۸].

بر اساس تعریف برگشت‌پذیری، تعریف عملیاتی از برگشت‌پذیری اقتصادی در این پژوهش عبارت است از: توانایی یک اقتصاد برای بهبود یا اصلاح در برابر آثار منفی شوک‌های نامطلوب که ممکن است به صورت ذاتی در معرض آن‌ها قرار گیرد؛ بنابراین واژه «برگشت‌پذیری اقتصادی» به سه مفهوم به‌کار می‌رود: ۱. بهبود سریع از شوک؛ ۲. مقاومت در برابر اثر یک شوک و ۳. جلوگیری از شوک‌های دردسترس. توانایی یک سیستم یا سازمان در حفظ عملکرد (ادامه تولید یا ارائه خدمات) در هنگام مواجهه با شوک، «برگشت‌پذیری اقتصادی ایستا» نامیده می‌شود. برگشت‌پذیری ایستا زمانی اهمیت می‌یابد که کم‌یابی منابع بیش از میزان معمول است و منطقی است که در فرآیند بهبود از منابع باقی‌مانده در حداکثر کارایی ممکن استفاده شود؛ به عبارت دیگر برگشت‌پذیری اقتصادی ایستا در راستای مسائل تخصیص کارایی منابع قرار می‌گیرد. برگشت‌پذیری اقتصادی پویا، سرعتی است که یک سازمان یا سیستم از یک شوک در جهت دستیابی به یک حالت مطلوب، بهبود می‌یابد. این مفهوم به‌عنوان «پایداری سیستم» قابل طرح است؛ زیرا نتیجه آن توانایی سیستم در بهبود و بازگشت است. این نوع از برگشت‌پذیری، پیچیده‌تر است؛ زیرا مسئله سرمایه‌گذاری بلندمدت برای تعمیر و بازسازی را شامل می‌شود و فراگردهایی را که منحصراً به مراحل پس از شوک مربوط است دربردارد؛ به عبارت دیگر برگشت‌پذیری پویا به استفاده کارا از منابع برای بهبود و بازسازی مربوط است [۴۸].

در این پژوهش ابتدا با مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای، شاخص‌های برگشت‌پذیری اقتصادی موردنیاز صنعت پتروشیمی شناسایی می‌شوند؛ سپس این شاخص‌ها با نظر متخصصان و خبرگان

صنعت پتروشیمی توسعه داده می‌شوند. پرسشنامه‌ها تهیه شده و در اختیار کارمندان شرکت پتروشیمی قرار می‌گیرند. در مرحله بعد پرسشنامه‌ها اعتبارسنجی شده و نوع داده‌ها و کمبود در داده‌ها شناسایی می‌شوند؛ سپس با توجه به نوع شاخص‌ها و دسترسی به داده‌های مربوطه، مدل‌های ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرند و تحلیل‌های آماری روی نتایج پرسشنامه انجام می‌شوند. در این مرحله از یک روش DEA غیرقطعی با توجه به غیرقطعی بون مسئله استفاده می‌شود. در نهایت استراتژی‌های بهینه در قالب مفاهیم و اصول برگشت‌پذیری به‌منظور بهبود عملکرد واحدهای پتروشیمی ارائه می‌شوند. این مطالعه بر آن است تا تأثیر مثبت به‌کارگیری اقتصاد و مهندسی برگشت‌پذیری را بر بهبود کارایی اقتصادی صنعت پتروشیمی نشان دهد. نتایج ارزیابی‌ها برای تشخیص نقاط قوت و ضعف واحدهای صنعت پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرند و شاخص‌های مؤثر بر برگشت‌پذیری اقتصادی، پیشنهاد داده می‌شوند. ساختار مقاله به این صورت است که در بخش دوم مبانی نظری در حوزه مورد مطالعه مرور می‌شود. در بخش سوم، چارچوب مفهومی ارائه شده برای برگشت‌پذیری اقتصادی تشریح خواهد شد. در بخش چهارم، رویکرد حل پیشنهادی ارائه شده و نتایج حاصل از اجرای مدل بر روی مطالعه موردی در بخش پنجم تشریح می‌شود. نتیجه‌گیری و پیشنهادها در بخش ششم ارائه خواهد شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش مبانی نظری به‌منظور بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه برگشت‌پذیری اقتصادی مرور می‌شود. به مدت زیادی، مطالعات انجام شده بر مفاهیم و تعاریف برگشت‌پذیری تمرکز داشته‌اند. اخیراً پژوهشگران به شناسایی عوامل برگشت‌پذیری و ترکیب آن‌ها برای ایجاد یک شاخص برگشت‌پذیری علاقه‌مند شده‌اند. در پژوهش‌های بسیاری ابزارهایی برای اندازه‌گیری برگشت‌پذیری اقتصادی ارائه شده است.

عواملی که در ساخت سازمان‌های برگشت‌پذیر مؤثر هستند، به‌صورت گسترده‌ای در مرور مبانی نظری بررسی شده‌اند. شیرعلی و همکاران (۲۰۱۳) از تکنیک تجزیه اجزای اصلی^۱ برای ارزیابی کمی مهندسی برگشت‌پذیری در یک واحد فرآیندی استفاده کرده‌اند و عوامل و واحدهای کارا را شناسایی کرده‌اند [۳۹]. آزاده و همکاران (۲۰۱۴ الف)، عوامل مهندسی برگشت‌پذیری را برای یک شرکت پتروشیمی با استفاده از پرسشنامه و نقشه شناختی فازی استخراج کردند [۷]. آزاده و همکاران (۲۰۱۴ ب)، چهار عامل برگشت‌پذیری سازمانی را علاوه بر شش عوامل رایج قبلی شناسایی کردند که «عوامل مهندسی برگشت‌پذیری یکپارچه»^۲ نامیده شدند [۸]. تادیک و

1. Principle Component Analysis

2. Integrated Resilience Engineering (IRE) factors

همکاران (۲۰۱۴)، یک رویکرد تصمیم‌گیری فازی برای ارزیابی و دسته‌بندی عوامل برگشت‌پذیری با استفاده از رویکردهای تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس فازی ارائه کردند [۴۳]. آزاده و همکاران (۲۰۱۵) از پرسشنامه برای شناسایی عوامل برگشت‌پذیری در یک شرکت پتروشیمی و از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای رتبه‌بندی این عوامل استفاده کردند. تعهد مدیریت، یادگیری، فرهنگ گزارش‌دهی، آگاهی، انعطاف‌پذیری و آمادگی به‌عنوان عوامل اصلی شناسایی شدند [۶]. کانتور و سای (۲۰۱۵)، یک رویکرد یکپارچه کمی و کیفی برای ارزیابی برگشت‌پذیری سازمانی ارائه دادند. در بخش کیفی، دو عامل استحکام و یکپارچگی با استفاده از مصاحبه عمیق شناسایی شدند. در بخش کمی، پرسشنامه‌ای بر مبنای عوامل شناسایی‌شده برای اندازه‌گیری برگشت‌پذیری طراحی و توزیع شد [۲۲]. شیرعلی و همکاران (۲۰۱۶)، فرهنگ ایمنی برگشت‌پذیری را در یک شرکت پتروشیمی با استفاده از توزیع پرسشنامه مورد‌ارزیابی قرار دادند. آن‌ها با استفاده از تکنیک‌های تحلیل اجزای اصلی و طبقه‌بندی عددی^۱، ۱۳ عامل شناسایی کردند [۴۰]. نورمادین و ترین (۲۰۱۶)، تعدادی از عوامل سازمانی و بین‌سازمانی و وابستگی آنها را برای بهبود برگشت‌پذیری سازمانی موردبررسی قرار دادند [۳۰]. محمدی و پاشازاده (۲۰۱۷) ۱۴ معیار جهت ارزیابی برگشت‌پذیری شهری ارائه کرده‌اند [۲۹].

براون و همکاران (۲۰۱۷)، روشی برای ارزیابی برگشت‌پذیری سازمانی ارائه‌دهندگان زیرساخت‌های حیاتی ارائه کردند. این روش، سیزده فاکتور پیشرو برگشت‌پذیری سازمانی را مورد‌ارزیابی قرار می‌دهد [۱۳]. آزاده و همکاران (۲۰۱۷)، عملکرد یک شرکت تولید آلومینیوم را با استفاده از عوامل مهندسی برگشت‌پذیری یکپارچه بررسی کردند [۹]. یومارنی (۲۰۱۸)، عوامل برگشت‌پذیری مختلفی را بین زنان و مردان صاحب کسب‌وکارهای کوچک مورد بررسی قرار داده‌اند [۴۹]. رحیمی و همکاران (۲۰۱۸) عوامل تاثیرگذار بر برگشت‌پذیری در محیط‌های کاری را مورد ارزیابی قرار دادند [۳۵]. باراسا و همکاران (۲۰۱۸)، مطالعه‌ای سیستماتیک از مقالات تجربی برای برگشت‌پذیری سازمانی انجام دادند. آن‌ها ۹ عامل که بر برگشت‌پذیری سازمان‌ها اثر می‌گذارند را شناسایی کردند [۱۰]. سرفیلیبی و رامات (۲۰۱۸)، مدل‌های مفهومی و تحلیلی برگشت‌پذیری به‌کاررفته توسط سازمان‌های پیشرفته مختلف را مقایسه کردند. آن‌ها یک مجموعه ۷۶ تایی از شاخص‌های برگشت‌پذیری ارائه کردند که توسط شرکت‌های پیشرو به‌کار گرفته شده‌اند [۳۷]. کورنویس و پونیس (۲۰۱۸)، یک دیدگاه استراتژیک برای برگشت‌پذیری سازمانی اتخاذ کرده و عوامل آمادگی، انطباق‌پذیری، پاسخگویی و توانایی یادگیری را به‌عنوان توانمندسازهای برگشت‌پذیری سازمانی معرفی کرده‌اند [۲۳]. مفایی و همکاران (۲۰۱۳)، تأثیر تعدیل‌کننده جوّ خلاقانه بر مدیریت دانش را در برگشت‌پذیری سازمانی موردبررسی قرار دادند.

آن‌ها با بررسی ۵۱ شرکت دولتی به این نتیجه رسیدند که کارکنان در یک محیط نوآورانه انگیزه بیشتری برای خلق ایده‌های جدید و بهبود برگشت‌پذیری دارند [۲۷].

سومر و همکاران (۲۰۱۶)، نقش رهبری را بر بهبود برگشت‌پذیری در هنگام بحران‌ها مطالعه کردند [۴۱]. دی کاروالو و همکاران (۲۰۱۶)، رابطه بین نوآوری و برگشت‌پذیری سازمانی را از طریق تحلیل عملکرد مالی موردبررسی قرار دادند [۱۷]. اندرو و همکاران (۲۰۱۶)، این مسئله که آیا مشارکت در شبکه‌های اجتماعی باعث افزایش برگشت‌پذیری سازمان‌ها در رویارویی با بلایای طبیعی می‌شود یا خیر را بررسی کردند [۵]. تیو و همکاران (۲۰۱۷)، توضیح دادند که چگونه مدیران می‌توانند از توسعه روابط سازمانی برای بهبود برگشت‌پذیری در سازمان در مواقع بحران استفاده کنند [۴۴]. جانگ (۲۰۱۷)، تأثیر همکاری بین‌سازمانی در مدیریت کارآمد بحران و برگشت‌پذیری سازمانی را ارزیابی کرد [۲۱]. آکسیک و همکاران (۲۰۱۷) از مفهوم فازی و بررسی عوامل بالقوه داخلی و خارجی برگشت‌پذیری برای ارزیابی برگشت‌پذیری در شرکت‌های کوچک و متوسط بهره‌گرفتند [۳]. دوچک و همکاران (۲۰۱۹)، نقش تنوع را در توسعه برگشت‌پذیری در سازمان‌ها بررسی کردند [۱۹].

اخیراً توجه بیشتر به سمت ترکیب عوامل برگشت‌پذیری به‌منظور توسعه یک شاخص برای اندازه‌گیری برگشت‌پذیری معطوف بوده است. امسی مانوس (۲۰۰۸)، ۱۰ سازمان در نیوزلند را موردبررسی قرار داد؛ بدین منظور، شاخص برگشت‌پذیری نسبی کلی^۱ شامل سه عامل آگاهی از وضعیت، مدیریت آسیب‌پذیری و قابلیت انطباق را ارائه کردند [۲۸]. لی و همکاران (۲۰۱۳)، ابزاری بر مبنای هفت عامل شاخص برگشت‌پذیری نسبی برای اندازه‌گیری برگشت‌پذیری سازمانی ارائه کردند [۲۴]. اوامر و همکاران (۲۰۱۴) از تفاوت اطلاعات ارسالی قبل و بعد از حادثه تقسیم بر اطلاعات پایه به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری برگشت‌پذیری زیرساخت‌های داخلی استفاده کردند [۳۲].

تعداد زیادی از مقالات برگشت‌پذیری اقتصادی در قالب یک چارچوب مفهومی مورد مطالعه قرار داده‌اند. برنارد و بارما (۲۰۱۱)، یک مدل مفهومی برای شناسایی ویژگی‌ها و نحوه پاسخگویی سازمان‌ها به حوادث مخرب ارائه کردند [۱۴]. گروسمن (۲۰۱۴)، مفاهیم و مدل‌های اندازه‌گیری برگشت‌پذیری استاتیک و پویا را برای فرآیندهای شیمیایی بررسی کرد [۲۰]. پال و همکاران (۲۰۱۴)، یک مدل مفهومی برای بررسی برگشت‌پذیری در سازمان‌های کوچک و متوسط نساجی در سوئد را با در نظر گرفتن ابعاد کاردانی^۲، رقابت‌پذیری پویا و فرهنگ یادگیری ارائه کردند [۳۳]. ویلسون (۲۰۱۶)، هفت اصل برگشت‌پذیری سازمانی را به‌منظور ارائه یک مدل مفهومی برای شرکت‌های در حال ورشکستگی موردبررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده اهمیت تصمیم‌گیری

1. Relative Overall Resilience (ROR)

2. Resourcefulness

غیرمتمرکز، اطمینان از دسترسی به منابع خارجی، گسترش کانال‌های ارتباطی و مشارکت سهامداران خارجی در مدیریت سازمان در بهبود برگشت‌پذیری است [۴۷]. خلاصه‌ای از مطالعات انجام‌شده در حوزه موضوع پژوهش در جدول ۱، ارائه شده است.

جدول ۱. خلاصه پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با موضوع پژوهش

پژوهشگر	شیوه پژوهش	نتیجه
شیرعلی و همکاران (۲۰۱۳)	استفاده از تکنیک تجزیه اجزای اصلی برای ارزیابی کمی مهندسی برگشت‌پذیری	شناسایی عوامل و واحدهای کارا در سازمان فرآیندی
آزاده و همکاران (۲۰۱۵)	استفاده از پرسشنامه و تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی مهندسی برگشت‌پذیری	شناسایی و رتبه‌بندی عوامل برگشت‌پذیری در یک شرکت پتروشیمی
کانتور و سای (۲۰۱۵)	استفاده از یک رویکرد یکپارچه کمی و کیفی برای ارزیابی برگشت‌پذیری سازمانی	توسعه ابزاری برای اندازه‌گیری برگشت‌پذیری سازمانی
شیرعلی و همکاران (۲۰۱۶)	ارزیابی فرهنگ ایمنی برگشت‌پذیری در یک شرکت پتروشیمی با استفاده از توزیع پرسشنامه	شناسایی ۱۳ عامل با استفاده از تکنیک‌های تحلیل اجزای اصلی و طبقه‌بندی عددی
ویلسون (۲۰۱۶)	بررسی اصول برگشت‌پذیری سازمانی به‌منظور ارائه یک مدل مفهومی برای شرکت‌های درحال‌ورشکستگی	شناسایی عوامل مهم در بهبود برگشت‌پذیری سازمان
آزاده و همکاران (۲۰۱۷)	ارزیابی عملکرد یک شرکت تولید آلومینیوم با استفاده از عوامل مهندسی برگشت‌پذیری یکپارچه	شناسایی واحدهای کارا و رتبه‌بندی عوامل برگشت‌پذیری
باراسا و همکاران (۲۰۱۸)	انجام یک مطالعه سیستماتیک از مقالات تجربی در زمینه برگشت‌پذیری سازمانی	شناسایی عوامل تأثیرگذار بر برگشت‌پذیری سازمانی
سرفیلیپی و رامات (۲۰۱۸)	مقایسه مدل‌های مفهومی و تحلیلی برگشت‌پذیری به‌کاررفته توسط سازمان‌های پیشرفته	شناسایی شاخص‌های برگشت‌پذیری به‌کاررفته توسط شرکت‌های پیشرو
کورنویس و پونیس (۲۰۱۸)	اتخاذ یک دیدگاه استراتژیک بر برگشت‌پذیری سازمانی	معرفی عوامل مؤثر بر برگشت‌پذیری سازمانی

با توجه به جدول ۱ و مرور کامل مبانی نظری در زمینه برگشت‌پذیری اقتصادی، بسیاری از پژوهشگران برگشت‌پذیری اقتصادی را به شکل مفهومی موردبررسی قرار داده‌اند. این پژوهشگران اغلب، تعدادی عامل برای ارزیابی برگشت‌پذیری اقتصادی را شناسایی و بررسی کرده‌اند. ضروری است که کلیه این عوامل در یک مدل به‌صورت جامع جمع‌آوری شود. فقدان یک مدل جامع و کلی که همه جنبه‌های برگشت‌پذیری اقتصادی سازمانی را شامل شود، در مبانی نظری وجود دارد؛ بنابراین پژوهش حاضر مجموعه‌ای جامع از عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها فراهم آورده است؛ همچنین حوادث مخرب در کل

زنجیره تأمین سازمان در نظر گرفته شده است. به دلیل ماهیت غیرقطعی حوادث، یک مدل تحلیل پوششی داده‌های غیرقطعی برای ارزیابی عملکرد واحدهای پتروشیمی و تعیین درجه اهمیت هر یک از عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی شناسایی شده به کار گرفته شده است. یک شرکت پتروشیمی به عنوان یک مطالعه موردی واقعی به منظور ارزیابی نتایج رویکرد پیشنهادی بررسی شده است. در این پژوهش، یک رویکرد یکپارچه کمی - کیفی شامل یک مدل مفهومی و تحلیل پوششی داده‌ها^۱ برای ارزیابی برگشت‌پذیری اقتصادی سازمانی در شرایط عدم قطعیت ارائه شده است. در این پژوهش برای نخستین بار یک مدل مفهومی مشتمل بر مجموعه‌ای جامع و کامل از عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی برای ارزیابی سطح برگشت‌پذیری یک شرکت پتروشیمی و تعیین درجه اهمیت هر عامل در شرایط عدم قطعیت به کار رفته است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

گام‌های رویکرد پیشنهادی برای بهبود برگشت‌پذیری و بهینه‌سازی عملکرد سازمان در شرایط بحران در ادامه ارائه شده است. نمودار مراحل رویکرد پیشنهادی در شکل ۱، مشاهده می‌شود.

گام ۱. شناسایی عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی: در این گام، عوامل تأثیرگذار بر برگشت‌پذیری اقتصادی از طریق مرور جامع مبانی نظری استخراج می‌شود.

گام ۲. طراحی پرسشنامه: در این مرحله بعد از تعیین عوامل برگشت‌پذیری اقتصاد مهندسی، پرسشنامه‌ای بر اساس عوامل شناسایی شده طراحی می‌شود.

گام ۳. اعتبارسنجی محتوا: این مرحله به دنبال پاسخگویی به این مسئله است که آیا پرسشنامه طراحی شده تمامی موارد شناسایی شده برای پاسخگویی به مسئله پژوهش را پوشش می‌دهد یا خیر؟

گام ۴. توزیع پرسشنامه: در این گام به منظور جمع‌آوری داده‌های موردنیاز، پرسشنامه در میان مدیران و سرپرستان بخش‌های مختلف کارخانه توزیع می‌شود.

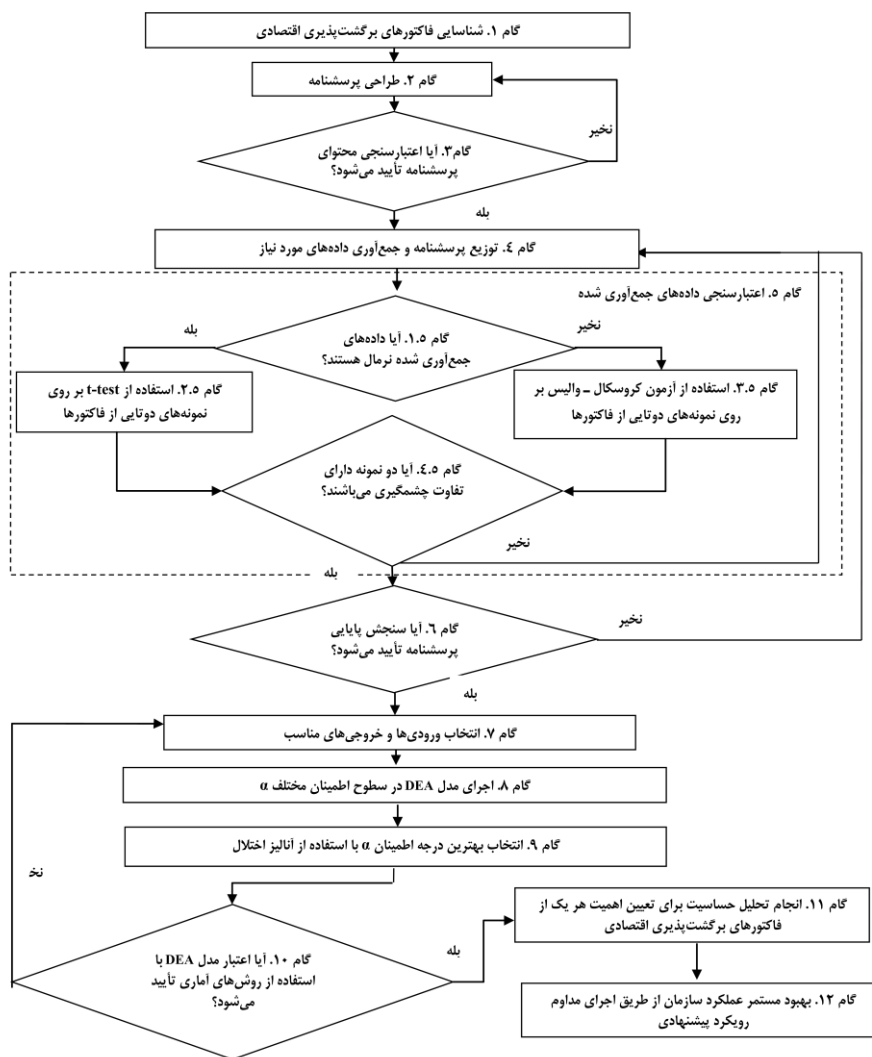
گام ۵. اعتبارسنجی داده‌های جمع‌آوری شده: این گام در چند مرحله به شرح زیر انجام می‌شود:

گام ۱-۵. بررسی نرمال بودن پرسشنامه توسط آزمون کای دو؛

گام ۲-۵. استفاده از آزمون T-Test بر روی نمونه‌های دوتایی از عوامل در صورت نرمال بودن داده‌ها؛

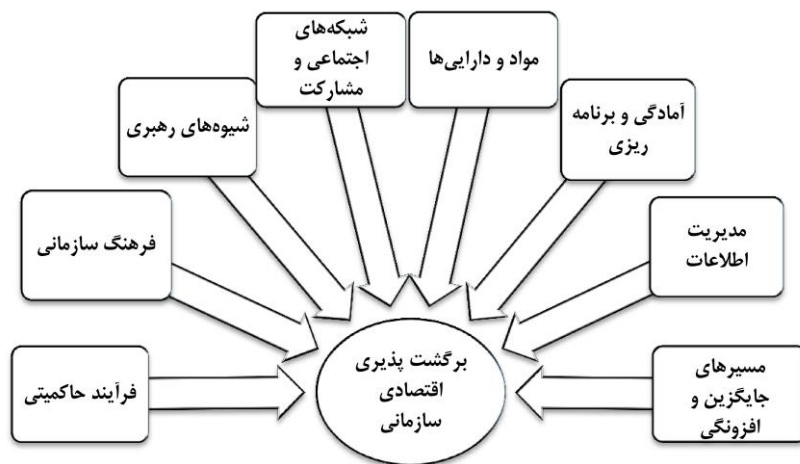
گام ۳-۵. استفاده از آزمون کروسکال-والیس بر روی نمونه‌های دوتایی از عوامل در صورت نرمال نبودن داده‌ها؛

- گام ۴-۵. اگر دو نمونه دارای تفاوت چشم‌گیری باشند، به گام ۶ مراجعه کنید. در غیر این صورت به مرحله ۴ مراجعه کنید.
- گام ۶. سنجش پایایی پرسشنامه: آزمون پایایی پرسشنامه از طریق آلفای کرونباخ انجام می‌شود. در صورتی که مقدار آلفا بزرگ‌تر از $0/7$ باشد، پایایی پرسشنامه اثبات می‌شود.
- گام ۷. انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌ها: متغیرهای ورودی و خروجی باید به‌طور مناسبی برای اجرای مدل DEA انتخاب شوند.
- گام ۸. اجرای مدل DEA: مدل DEA غیرقطعی در مقادیر مختلف درجه اطمینان α اجرا می‌شود.
- گام ۹. انتخاب درجه اطمینان: درجه اطمینان مناسب به نحوی که بیشترین ثبات را در قبال اختلال داشته باشد، انتخاب می‌شود.
- گام ۱۰. اعتبارسنجی مدل DEA: مدل DEA غیرقطعی با استفاده تکنیک‌های آماری اعتبارسنجی می‌شود. در صورت اثبات اعتبار مدل به گام ۱۱ مراجعه کنید و در غیر این صورت به گام ۷ بروید.
- گام ۱۱. تحلیل حساسیت: تحلیل حساسیت برای تعیین اهمیت هر یک از عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی اجرا می‌شود.
- گام ۱۲. بهبود مستمر: مدل پیشنهادی به‌صورت مداوم اجرا می‌شود تا به بهبود مستمر عملکرد سازمان منجر شود.



شکل ۱. نمودار مراحل رویکرد پیشنهادی

چارچوب برگشت‌پذیری اقتصادی سازمانی. در این بخش، عوامل اصلی موردنیاز برای بهبود برگشت‌پذیری اقتصادی در سازمان‌ها ارائه شده است. این عوامل شامل مواد و دارایی‌ها، آمادگی و برنامه‌ریزی، مدیریت اطلاعات، مسیرهای جایگزین و افزونگی، فرآیند حاکمیت، شیوه‌های رهبری، فرهنگ سازمانی، شبکه‌های اجتماعی و مشارکت است که در شکل ۲، مشاهده می‌شود.



شکل ۲. عوامل اصلی برای بهبود برگشت‌پذیری اقتصادی در سازمان‌ها

مواد و دارایی‌ها. محدودیت منابع، مانع اصلی برگشت‌پذیری سازمانی محسوب می‌شود؛ درحالی‌که در دسترس بودن منابع یک توانمندساز برای برگشت‌پذیری سازمانی است [۴۲]. در این پژوهش، چهار دسته‌بندی از منابع شامل منابع مالی، فناوری، مواد اولیه و سرمایه‌های انسانی مدنظر قرار می‌گیرد.

آمادگی و برنامه‌ریزی. برگشت‌پذیری در مقابل حوادث مخرب به‌جای روبه‌رو شدن با چالش‌های روزانه، توسط برنامه‌ریزی مناسب تقویت می‌شود [۱۱]. سازمان‌ها باید برنامه‌های ایستا و پویای برگشت‌پذیری اقتصادی را به‌منظور اطمینان از عملکرد مستمر عملیات بحرانی در حوادث طبیعی و انسانی توسعه دهند [۶]. امسی مانوس (۲۰۰۸)، نشان داد که برنامه‌ریزی برای تهیه کالا و خدمات در مواقع بحران به برگشت‌پذیری ۱۰ سازمان مورد مطالعه در نیوزیلند منجر می‌شود [۲۴].

مدیریت اطلاعات. برگشت‌پذیری اقتصادی سازمانی به‌طو وسیعی به چگونگی مدیریت ارتباطات و استفاده از آن‌ها بستگی دارد [۱، ۲، ۴، ۲۷]. وجود یک سیستم ارتباطی دقیق و منظم از اهمیت زیادی در مواقع بحران برخوردار است. سازمان‌ها باید به‌صورت فعالانه هر آنچه را که در محدوده خود روی می‌دهد، نظارت کنند تا بتوانند نشانه‌های اولیه را سریعاً شناسایی کنند. یک ابزار کلیدی برای مدیریت کارآمد اطلاعات، آگاهی از وضعیت سازمان است [۲۸].

مسیرهای جایگزین و افزونگی. یکی از استراتژی‌ها برای ایجاد برگشت‌پذیری اقتصادی در سازمان‌ها، پیش‌بینی اقدامات جایگزین است [۲، ۵۰]. شناسایی مجموعه اقدامات و مسیرهای جایگزین، برگشت‌پذیری اقتصادی را تقویت می‌کند. زمانی که یک حادثه در یک مسیر رخ می‌دهد، مسیر جایگزین می‌تواند برای رسیدن به هدف مشابه استفاده شود. عامل دیگری که به ساخت یک سازمان برگشت‌پذیر کمک می‌کند، ایجاد افزونگی از طریق فراهم‌آوردن منابع متعدد، ظرفیت استفاده‌نشده و غیره است [۳۸].

فرآیند حاکمیتی. تأثیر شیوه‌های حکومتی بر برگشت‌پذیری اقتصادی سازمان‌ها غیرقابل‌اجتناب است [۲، ۱۲]. منظور از حکومت در اینجا، فرآیندها و قوانینی است که عملیات سازمان را تشکیل می‌دهند. برخی از شیوه‌های حکومتی برای برگشت‌پذیری سازمانی ضروری هستند که مورد نخست، «تمرکززدایی» است؛ به این معنا که سازمان‌ها باید کنترل توزیع‌شده را جایگزین کنترل مرکزی کند [۲]. مورد دوم، «برنامه‌ریزی غیرخطی» است. برنامه‌ریزی خطی اجازه حلقه‌های بازخور بین بخش‌های مختلف سازمان را نمی‌دهد؛ بنابراین باید با برنامه‌ریزی خطی که در حال تکامل و دارای حلقه‌های بازخور است، جایگزین شود. سازمان‌های بازگشت‌پذیر همچنین باید دموکراسی مشورتی را جایگزین دموکراسی از طریق انتخابات کنند. ویژگی دیگری که برگشت‌پذیری سازمانی را بهبود می‌دهد، هماهنگی بین بخش‌ها و عملیات مختلف سازمان است [۱۲].

شیوه‌های مدیریتی. نقش مهم شیوه‌های مدیریتی در ساخت برگشت‌پذیری سازمانی به‌مراتب در مرور مبانی نظری ذکر شده است [۱۱، ۳۳، ۳۶]. مدیران باید چشم‌انداز روشن و مشترکی ایجاد کنند تا یک نقطه کانونی در میان کارکنان در طول بحران ایجاد شود. تصمیم‌گیری فراگیر و ویژگی مهم دیگری در ساخت برگشت‌پذیری است [۱۲، ۲۸]. مدیران باید سهامداران را در تصمیم‌گیری مشارکت دهند. این امر سبب تقویت برگشت‌پذیری اقتصادی از طریق ایجاد اعتماد، انگیزه و تعهد در میان کارکنان و صاحبان سهام می‌شود.

فرهنگ سازمانی. رویکرد سازمان در مواجهه با بحران‌ها در امر بهبود برگشت‌پذیری اقتصادی است. سازمان‌های برگشت‌پذیر بحران‌ها را فرصتی برای یادگیری می‌بینند و از تجربه‌های خود برای افزایش قابلیت برگشت‌پذیری بهره می‌جویند [۲۸، ۳۶]. اولواسویه و اوگونا (۲۰۱۵)، نشان دادند که برگشت‌پذیری شرکت‌های نفتی با انکار ریسک‌های بالقوه کاهش می‌یابد. حمایت از نوآوری، عامل مهم دیگری برای تقویت برگشت‌پذیری در حوزه فرهنگ سازمانی است [۳۱]. مفاهی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی ۵۱ شرکت دولتی در یوگاندا به این نتیجه رسیدند که

کارکنان در یک محیط نوآورانه انگیزه بیشتری برای خلق ایده‌های جدید و بهبود برگشت‌پذیری دارند [۲۷].

شبکه‌های اجتماعی و مشارکت. نحوه مدیریت شبکه‌ها تعیین‌کننده میزان برگشت‌پذیری سازمان‌ها در مواجهه با بحران‌ها است [۲، ۵، ۱۱، ۱۲]. تقویت شبکه‌های اجتماعی به بهبود انتقال دانش و توسعه نوآوری کمک می‌کنند که این مسئله در نهایت به بهبود برگشت‌پذیری سازمان منجر می‌شود. دسته‌بندی‌های این عامل شامل روابط درون‌سازمانی، روابط با مشتریان، روابط با تأمین‌کنندگان و شرکا، روابط با سرمایه‌گذاران و روابط با سهامداران است.

پرسشنامه. یک پرسشنامه پژوهشگرساخته برای کارکنان (سرپرستان و مدیران میانی) بر اساس عوامل شناسایی‌شده در بخش روش‌شناسی پژوهش، تهیه شده است. ابتدا سؤال‌های عمومی شامل نام ساختمان، سمت سازمانی، سطح تحصیلات و سابقه کاری آورده شده است؛ سپس هر عامل شناسایی‌شده توسط حداقل سه سوال پوشش داده شده است. سؤال‌ها به نحوی طراحی شده‌اند که سطح عامل موردنظر را در سازمان بسنجند (پیوست ۱). برای اعتبارسنجی محتوا، پرسشنامه در اختیار خبرگان، کارشناسان و استادان مسلط به موضوع قرار گرفت و اصلاحات لازم طبق نظر آن‌ها در پرسشنامه اعمال شد. بعد از اعتبارسنجی محتوا، پرسشنامه در بخش‌های مختلف شرکت پتروشیمی توزیع شد. حدود ۴۰ واحد برای پاسخگویی به پرسشنامه شناسایی شده است. پاسخ‌دهندگان می‌توانند عددی بین ۱ تا ۲۰ را برای پاسخگویی انتخاب کنند.

مدل DEA. DEA یک روش برنامه‌ریزی خطی غیرپارامتری است که مسائل تصمیم‌گیری با چندین معیار را ارزیابی می‌کند. این روش کارایی نسبی واحدهای تصمیم که «DMUs» نامیده می‌شوند را اندازه می‌گیرد. DEA شامل مدل‌های مختلفی می‌شود که به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی کارایی تکنیکی DMUs به‌کار می‌روند [۱۶ و ۳۴]. DEA بر روش‌های دیگر ارجحیت دارد؛ زیرا این روش، توانایی بررسی روابط پیچیده و مبهم بین مقادیر زیاد ورودی و خروجی را دارد. مدل CCR یکی از مدل‌های DEA پرکاربرد است که توسط چارلز و همکاران (۱۹۷۸)، ارائه شده است [۱۵]. از آنجا که این مدل در پژوهش حاضر انتخاب شده است، در ادامه تشریح خواهد شد. در این مدل DMU_k نشان‌دهنده k امین DMU و DMU_0 نشان‌دهنده DMU هدف است. x_0, y_k, x_k و y_0 به ترتیب نشان‌دهنده بردار ورودی‌های DMU_k ، خروجی‌های

DMU_k ، ورودی‌های DMU_0 و خروجی‌های DMU_0 هستند. u بردار وزن‌های ورودی و v بردار وزن‌های خروجی است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{u,v} \theta = \frac{v^T y_0}{u^T x_0} \\ \text{Subject to:} \\ v^T y_j \leq u^T x_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u \geq 0 \\ v \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

در مدل (۱)، کارایی DMU به صورت نسبت خروجی وزن‌دار به ورودی وزن‌دار به شرط اینکه نسبت هر DMU بزرگ‌تر از یک نباشد، تعریف شده است؛ باوجود این در دنیای واقعی، در بیشتر مواقع، داده‌های موردنیاز نمی‌توانند به صورت دقیق اندازه‌گیری شوند؛ بنابراین در این پژوهش یک نوع مدل رتبه‌بندی کامل DEA غیرقطعی برمبنای نظریه عدم قطعیت تشریح شده است [۴۶]. مدل قطعی معادل این مدل غیرقطعی به منظور راحتی محاسبات ارائه شده است. برخی مفاهیم پایه‌ای متغیرهای غیرقطعی در پیوست ۲، ارائه شده‌اند. مسئله اصلی در مدل‌های DEA غیرقطعی تعیین توابع توزیع غیرقطعی ورودی‌ها و خروجی‌ها است. نحوه تعیین توابع توزیع غیرقطعی در پیوست ۳، ارائه شده است.

فرض کنید $\tilde{y}_k = (\tilde{y}_{k1}, \tilde{y}_{k2}, \dots, \tilde{y}_{kp})$ و $\tilde{x}_k = (\tilde{x}_{k1}, \tilde{x}_{k2}, \dots, \tilde{x}_{kp})$ بردار ورودی و خروجی DMU_k باشند. $\Phi_k(x) = (\Phi_{k1}(x), \Phi_{k2}(x), \dots, \Phi_{kp}(x))$ بردار توزیع غیرقطعی بردار ورودی و $\Psi_k(x) = (\Psi_{k1}(x), \Psi_{k2}(x), \dots, \Psi_{kq}(x))$ بردار توزیع غیرقطعی بردار خروجی باشند. لیو (۲۰۰۷) و لیو (۲۰۱۰)، مقدار موردانتظار متغیرهای غیرقطعی و مدل ارزش موردانتظار غیرقطعی را ارائه کردند [۲۵، ۲۶]. هدف مدل DEA موردانتظار غیرقطعی، بهبودسازی مقدار موردانتظار $\frac{v^T \tilde{y}_0}{u^T \tilde{x}_0}$ با توجه به محدودیت‌های تصادفی است. مدل DEA غیرقطعی در مدل ۲، ارائه شده است. مدل برنامه‌ریزی خطی معادل این مدل در مدل ۳، نشان داده شده است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = \max_{u,v} E \left[\frac{v^T \tilde{y}_0}{u^T \tilde{x}_0} \right] \\ \text{subject to:} \\ \mathcal{M}\{v^T \tilde{y}_k \leq u^T \tilde{x}_k\} \geq \alpha, \quad k = 1, 2, \dots, n \\ u \geq 0 \\ v \geq 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

که در آن $\alpha \in (0/5 \text{ و } 1]$

قضیه ۱. فرض کنید $\tilde{x}_{1i}, \tilde{x}_{2i}, \dots, \tilde{x}_{ni}$ متغیرهای غیرقطعی مستقل ورودی با توابع توزیع غیرقطعی $\Phi_{1i}(x), \Phi_{2i}(x), \dots, \Phi_{ni}(x)$ برای هر $i = 1, 2, \dots, p$ و $\tilde{y}_{1i}, \tilde{y}_{2i}, \dots, \tilde{y}_{ni}$ متغیرهای غیرقطعی مستقل خروجی با توابع توزیع غیرقطعی $\Psi_{1j}(x), \Psi_{2j}(x), \dots, \Psi_{nj}(x)$ برای هر $j = 1, 2, \dots, q$ هستند. مدل برنامه‌ریزی غیرقطعی ۲، معادل مدل زیر است:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = \max_{u,v} \int_0^1 \frac{v^T \Psi_0^{-1}(\alpha)}{u^T \Psi_0^{-1}(1-\alpha)} d\alpha. \\ \text{subject to:} \\ v^T \Psi_k^{-1}(\alpha) \leq u^T \Psi_0^{-1}(1-\alpha), \quad k = 1, 2, \dots, n \\ u \geq 0 \\ v \geq 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

اثبات: از آنجاکه تابع $\frac{v^T \tilde{y}}{u^T \tilde{x}}$ نسبت به \tilde{y} اکیداً صعودی و نسبت به \tilde{x} اکیداً نزولی است، با استفاده از قضیه ۲ در پیوست ۲، تابع معکوس آن به شکل $\frac{v^T \Psi_0^{-1}(\alpha)}{u^T \Psi_0^{-1}(1-\alpha)}$ است؛ بنابراین $\mathcal{M}\{v^T \tilde{y}_k \leq u^T \tilde{x}_k\} \geq \alpha$ برقرار است، اگر و فقط اگر $v^T \Psi_k^{-1}(\alpha) \leq u^T \Psi_0^{-1}(1-\alpha)$ برای هر $k = 1, 2, \dots, n$ با استفاده از قضیه ۳ در پیوست ۲، داریم:

$$E \left[\frac{v^T \tilde{y}_0}{u^T \tilde{x}_0} \right] = \int_0^1 \frac{v^T \Psi_0^{-1}(\alpha)}{u^T \Psi_0^{-1}(1-\alpha)} d\alpha \quad (4)$$

بنابراین قضیه ۱ ثابت می‌شود.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

بعد از تهیه و اعتبارسنجی پرسشنامه، حدود ۴۰ واحد در شرکت پتروشیمی برای پاسخگویی به پرسشنامه شناسایی شد. هر واحد به عنوان یک DMU در نظر گرفته شده است. DMUها و داده‌های خام مستخرج از پرسشنامه در پیوست ۴، آمده است. آزمون نرمال بودن برای بررسی نرمال بودن داده‌های جمع‌آوری شده به کار رفت. عدم وابستگی داده‌های پاسخ داده شده باید توسط DMUها بررسی شود. نتایج آزمون نرمال بودن در جدول ۲، ارائه شده است. با توجه به مقادیر P-value که عمدتاً کمتر از ۰/۰۵ هستند، فرض نرمال بودن در سطح اطمینان ۰/۹۵ درصد رد می‌شود.

جدول ۲. مقادیر P-value آزمون نرمال بودن برای عوامل برگشت پذیری اقتصادی

عامل	P-value	عامل	P-value
دارایی‌ها و منابع	۰/۰	فرآیند حاکمیتی	< ۰/۰۰۵
آمادگی و برنامه‌ریزی	< ۰/۰۰۵	شیوه‌های مدیریتی	۰/۱۸۷
مدیریت اطلاعات	۰/۰۲۸	فرهنگ سازمانی	۰/۳۸۹
مسیرهای جایگزین و افزونگی	۰/۰۴۷	شبکه‌های اجتماعی و مشارکت	۰/۰۰۸

از آنجاکه آزمون نرمال بودن رد شد، آزمون کروسکال - وایس که نیاز به آزمون نرمال بودن ندارد به کار رفت. با توجه به مقادیر P-value بزرگ‌تر از ۰/۰۵ که در جدول ۳، نشان داده شده است، دلیلی برای رد فرضیه صفر (H_0 : دو نمونه دارای میانگین برابر هستند) وجود ندارد؛ بنابراین اعتبار داده‌های جمع‌آوری شده ثابت می‌شود.

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 \quad (۵)$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_1 \quad (۶)$$

جدول ۳. مقادیر P-value آزمون کروسکال - وایس برای عوامل برگشت پذیری اقتصادی

عامل	P-value	عامل	P-value
دارایی‌ها و منابع	۰/۱۸۷	فرآیند حاکمیتی	۰/۷۱۴
آمادگی و برنامه‌ریزی	۰/۱۵۴	شیوه‌های مدیریتی	۰/۱۶۵
مدیریت اطلاعات	۰/۲۰۳	فرهنگ سازمانی	۰/۸۳۱
مسیرهای جایگزین و افزونگی	۰/۶۷۱	شبکه‌های اجتماعی و مشارکت	۰/۳۵۸

آلفای کرونباخ برای بررسی پایایی داده‌های پرسشنامه به کار رفته است. مقدار آلفای کرونباخ کل برابر ۰/۹۰۱ است. از آنجاکه این مقدار بزرگ‌تر از ۰/۷ است، پایایی داده‌های پرسشنامه اثبات می‌شود. مقدار آلفای کرونباخ برای تک تک فاکتورها در جدول ۴، ارائه شده است.

جدول ۴. مقادیر آلفای کرونباخ برای عوامل برگشت پذیری اقتصادی

عامل	آلفای کرونباخ	عامل	آلفای کرونباخ
دارایی‌ها و منابع	۰/۸۲۴	فرآیند حاکمیتی	۰/۸۸۵
آمادگی و برنامه‌ریزی	۰/۷۹۱	شیوه‌های مدیریتی	۰/۶۰۳
مدیریت اطلاعات	۰/۷۰۲	فرهنگ سازمانی	۰/۸۳۳
مسیرهای جایگزین و افزونگی	۰/۶۹۵	شبکه‌های اجتماعی و مشارکت	۰/۸۷۴

انتخاب صحیح متغیرهای ورودی و خروجی امری مهم در روش DEA است. در این پژوهش، متغیر تصنعی^۱ به‌عنوان ورودی و عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی به‌عنوان خروجی‌های مدل انتخاب شده‌اند. سه مدل DEA غیرقطعی برای محاسبه کارایی هر DMU به‌کار رفته است. مدل نوع اول (معیار رتبه‌بندی موردانتظار) برای مشخص کردن واحدهای کارا و مدل‌های نوع دوم و سوم برای اعتبارسنجی نتایج به‌دست‌آمده از مدل نوع اول استفاده شده‌اند. نتایج مدل برای مقادیر مختلف α در جدول ۵، نشان داده شده است. بر اساس نتایج، ۹ واحد از میان ۴۰ واحد شرکت پتروشیمی، کارا شناخته شده‌اند.

جدول ۵. نتایج رتبه‌بندی موردانتظار برای مقادیر مختلف α

α	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
DMU01	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU02	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU03	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU04	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU05	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU06	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU07	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU08	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU09	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU10	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU11	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU12	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU13	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU14	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU15	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU16	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU17	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU18	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU19	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU20	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU21	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU22	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU23	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU24	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU25	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU26	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU27	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU28	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU29	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU30	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU31	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU32	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU33	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU34	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU35	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU36	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU37	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU38	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU39	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
DMU40	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

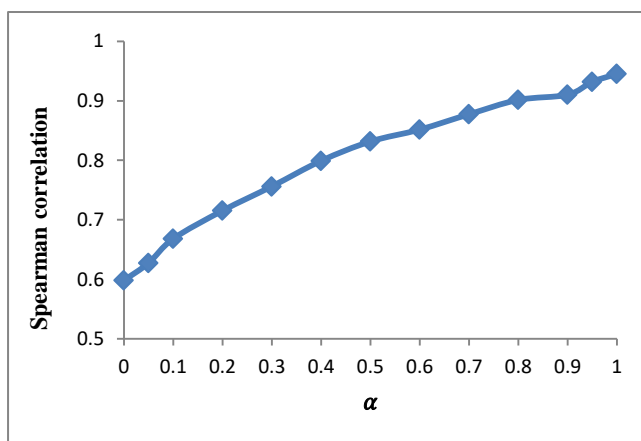
1. Dummy variable

رویکرد ایجاد اختلال برای انتخاب بهترین مقدار α به کار برده شده است. به این منظور، یک سلول تصادفی از جدول داده‌ها انتخاب و در ۱۰۰ ضرب می‌شود؛ سپس کارایی برای داده‌های جدید حساب می‌شود. این فرآیند ۴۰ بار تکرار شده و میانگین آن‌ها برای هر مقدار α محاسبه می‌شود. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از محاسبه کارایی بدون ایجاد اختلال با استفاده از همبستگی اسپیرمن مقایسه می‌شود (نتایج در پیوست ۵ نشان داده شده است). نتایج نشان می‌دهد که $\alpha=0/8$ در مواجهه با اختلال، باثبات‌تر از مقادیر دیگر α است؛ بنابراین به عنوان بهترین مقدار α برای تحلیل به کار می‌رود. همان‌طور که در جدول ۴، نشان داده شده است، ۹ واحد به عنوان واحدهای کارا برای این مقدار α شناسایی شده‌اند.

اعتبارسنجی مدل DEA غیرقطعی. مقادیر همبستگی اسپیرمن بین DEA قطعی و DEA غیرقطعی برای مقادیر مختلف α محاسبه شده و در جدول ۵، ارائه شده است. با افزایش α از میزان عدم قطعیت کاسته می‌شود و مقادیر غیرقطعی به مقادیر قطعی نزدیک‌تر می‌شوند. مقادیر جدول ۶ نشان می‌دهد که با افزایش α مقادیر همبستگی افزایش می‌یابد. این روند افزایشی در شکل ۲، نیز نشان داده شده است که موید اعتبار مدل غیرقطعی ارائه شده است.

جدول ۶. مقادیر همبستگی اسپیرمن بین DEA قطعی و DEA غیرقطعی برای مقادیر مختلف α

α	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
اسپیرمن	۰/۵۶۱	۰/۶۶۸	۰/۷۵۲	۰/۷۵۶	۰/۷۹۱	۰/۸۳۶	۰/۸۵۷	۰/۸۷۷	۰/۹۰۱۵	۰/۹۱۰۲	۰/۹۴۵۱
همبستگی	۰/۵۶۱	۰/۶۶۸	۰/۷۵۲	۰/۷۵۶	۰/۷۹۱	۰/۸۳۶	۰/۸۵۷	۰/۸۷۷	۰/۹۰۱۵	۰/۹۱۰۲	۰/۹۴۵۱

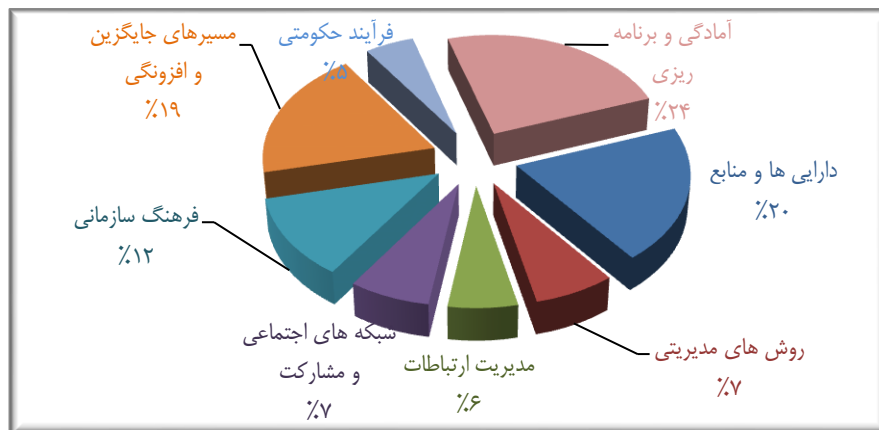


شکل ۲. روند ضریب همبستگی بین DEA و DEA غیرقطعی

تحلیل حساسیت. رویکرد تحلیل حساسیت برای تعیین اثر هر عامل برگشت‌پذیری اقتصادی شناسایی شده در شرکت پتروشیمی به کار گرفته شده است. بدین منظور، همان‌طور که در پیوست ۶ نشان داده شده است، کارایی کل در غیبت هر یک از عوامل حساب شده است. بعد از محاسبه میانگین کارایی همه DMUها، تفاوت بین کارایی میانگین قبل و بعد از عامل حذف‌شده محاسبه می‌شود. با مقایسه درصد عوامل حذف‌شده، رتبه‌بندی اهمیت عوامل در ساخت برگشت‌پذیری اقتصادی تعیین می‌شود که نتایج در جدول ۷، ارائه شده است و شکل ۲، وزن هر عامل را در این مطالعه نشان می‌دهد. مطابق شکل ۳، آمادگی و برنامه‌ریزی، دارایی‌ها و منابع و مسیرهای جایگزین و افزونگی، حدود ۶۳ درصد از مجموع وزن‌ها را شامل می‌شوند و به‌عنوان مهم‌ترین عوامل برای این مطالعه موردی خاص شناخته شده‌اند.

جدول ۷. درصد تأثیر و درجه اهمیت هر عامل برگشت‌پذیری اقتصادی

درجه اهمیت عامل حذف- شده	درصد عامل حذف- شده	تفاوت بین میانگین کارایی قبل و بعد از حذف عامل	کارایی میانگین	عوامل حذف‌شده
۲	۲۰/۰۲	۰/۰۸۸۳۶۰	۰/۸۲۲۶۸۹	دارایی‌ها و منابع
۱	۲۳/۵۴	۰/۱۰۲۵۴۰	۰/۸۰۸۵۰۹	آمادگی و برنامه‌ریزی
۷	۵/۵۹	۰/۰۲۶۳۴۸	۰/۸۸۴۸۰۲	مدیریت اطلاعات
۳	۱۹/۱۵	۰/۰۸۴۹۵۰	۰/۸۲۶۱۰۰	مسیرهای جایگزین و افزونگی
۸	۵/۳۲	۰/۰۲۳۹۱۷	۰/۸۸۷۱۳۳	فرآیند حاکمیتی
۶	۶/۶۶	۰/۰۲۹۳۸۵	۰/۸۸۱۶۶۴	شیوه‌های مدیریتی
۴	۱۲/۰۵	۰/۰۵۳۱۸۸	۰/۸۵۷۸۶۱	فرهنگ سازمانی
۵	۷/۶۷	۰/۰۳۲۶۸۱	۰/۸۷۸۳۶۹	شبکه‌های اجتماعی و مشارکت



شکل ۳. وزن فاکتورهای برگشت‌پذیری اقتصادی

در این پژوهش، مجموعه جامعی از عوامل برگشت‌پذیری سازمانی که یک سازمان را برای مدیریت بحران توانمند می‌کنند، ارائه شده است. پژوهش‌های بسیاری عوامل مختلف برگشت‌پذیری را ارزیابی کرده‌اند. برای مثال، آزاده و همکاران (۲۰۱۷)، ۱۰ عامل برگشت‌پذیری ارائه کرده‌اند که در سه دسته کلی آمادگی و برنامه‌ریزی، شیوه‌های مدیریتی و فرهنگ سازمانی قرار می‌گیرند. شیرعلی و همکاران (۲۰۱۶)، ۱۳ عامل شناسایی کرده‌اند که عمدتاً در دو دسته شیوه‌های مدیریتی و فرهنگ سازمانی جای می‌گیرند. سرفیلیپی و رامانت (۲۰۱۸)، ۲۷ عامل به‌کاررفته توسط شرکت‌های پیشرو را بررسی کردند که این عوامل را می‌توان در دو دسته کلی دارایی‌ها و منابع و مدیریت اطلاعات دسته‌بندی کرد. تعداد زیادی از مطالعات نیز تنها به بررسی یک عامل در بهبود برگشت‌پذیری سازمانی پرداخته‌اند (سومر و همکاران، ۲۰۱۶؛ تیو و همکاران، ۲۰۱۷؛ جانگ، ۲۰۱۷). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، پژوهش حاضر یک مجموعه کامل و کلی‌تری از عوامل برگشت‌پذیری سازمانی را در مقایسه با پژوهش‌های پیشین ارائه می‌دهد و مدل ارائه‌شده از عوامل توسط کلیه سازمان‌ها در مواقع بحران قابل استفاده است.

برخی از پژوهش‌ها در مبانی نظری، واحدهای یک کارخانه پتروشیمی را با توجه به شاخص‌های برگشت‌پذیری ارزیابی کرده‌اند، اما اهمیت عوامل پیشنهادی مشخص نشده است (شیرعلی و همکاران، ۲۰۱۶). بعضی از مطالعات در کنار ارزیابی واحدهای یک شرکت پتروشیمی، درجه اهمیت عوامل را نیز مشخص کرده‌اند، اما عدم قطعیت داده‌ها را در نظر نگرفته‌اند (آزاده و همکاران، ۲۰۱۵). پژوهش ضرها از این نظر که واحدهای کارا در شرکت را با در نظر گرفتن عوامل برگشت‌پذیری شناسایی کرده و در کنار آن، اهمیت هر عامل را در ایجاد یک سازمان برگشت‌پذیر با در نظر گرفتن عدم قطعیت در داده‌ها تعیین می‌کند، بر سایر پژوهش‌ها برتری دارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه عوامل متعددی عملکرد سازمان‌ها را تهدید می‌کند. تاب‌آوری سازمان‌ها در مواجهه با اتفاقات ناخوشایند و مخرب، یکی از معیارهای مهم در ارزیابی آن‌ها به‌شمار می‌رود. برگشت‌پذیری اقتصادی مفهومی است که پایداری سیستم را در مواقع بحران بهبود می‌بخشد. هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی عملکرد یک شرکت پتروشیمی در مواقع بحران در چارچوب برگشت‌پذیری اقتصادی از طریق ارائه یک رویکرد یکپارچه کمی و کیفی است. بدین منظور، ابتدا، بر مرور جامع مبانی نظری پژوهش، یک چارچوب مفهومی تهیه شد که شامل مجموعه کاملی از عوامل مؤثر بر برگشت‌پذیری اقتصادی در یک سازمان است؛ سپس پرسشنامه‌ای بر مبنای عوامل شناسایی‌شده در چارچوب مفهومی تهیه و در میان سرپرستان و مدیران میانی شرکت پتروشیمی توزیع شد. آزمون آلفای کرونباخ برای اثبات اعتبارسنجی پرسشنامه به‌کار

رفت؛ سپس به دلیل غیرقطعی بودن داده‌ها، یک مدل DEA غیرقطعی برای ارزیابی عملکرد واحدهای مختلف پتروشیمی به کار رفت. برای انتخاب بهترین درجه اطمینان α ، از تحلیل حساسیت از طریق ایجاد اختلال استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که ۹ واحد از میان ۴۰ واحد شرکت پتروشیمی کارا هستند. در نهایت تحلیل حساسیت برای تشخیص درجه اهمیت عوامل شناسایی شده در ساخت یک سازمان برگشت‌پذیر انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که عوامل آمادگی و برنامه‌ریزی، دارایی‌ها و منابع و مسیرهای جایگزین و افزونگی مهم‌ترین عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی در این مطالعه موردی هستند و بیشترین تأثیر را در بهبود عملکرد سازمان در مواقع بحران دارند.

با توجه به نتایج، برخی راهکارهای مدیریتی برای شرکت مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود. آمادگی و برنامه‌ریزی یک عامل مهم در ایجاد برگشت‌پذیری اقتصادی در سازمان محسوب می‌شود. مدیران باید رویه‌ها و برنامه‌هایی برای اطمینان از تداوم کسب‌وکار سازمان در واقع بحران اتخاذ کنند. برای مثال، انعقاد قرارداد با یک شرکت برای تهیه یک سرور پشتیبان پیشنهاد می‌شود. به علاوه، لینک‌های ایمن باید برای کارمندان بعد از حادثه فراهم شود تا اطلاعات شرکت به طور کامل از هر جایی و هر زمانی برای آن‌ها قابل دسترس باشد؛ در نتیجه کارمندان می‌توانند وظایف خود را از طریق وصل شدن به پورتال سازمان پس از وقوع حادثه انجام دهند. دارایی‌ها و منابع، دومین عامل مهمی است که در این مطالعه برای بهبود برگشت‌پذیری اقتصادی شناسایی شده است. برخی فعالیت‌ها برای ارتقای سطح این عامل در شرکت می‌تواند انجام شود. برای مثال، کارکنان چندمهارته باید آموزش داده شوند تا در مواقع بحرانی به کار گرفته شوند؛ به علاوه کارکنان پاه وقت باید استخدام شوند تا پس از وقوع حادثه از طریق پورتال شرکت کمک کنند. حوادث مخرب ممکن است سبب از دست رفتن منابع شوند که برای بازگرداندن سریع سازمان به حالت نرمال خود، تقویت تسهیلات ذخیره ضروری است. عامل دیگری که در این پژوهش به عنوان یک عامل مهم برای ایجاد برگشت‌پذیری در سازمان شناسایی شده است، عامل مسیرهای جایگزین و افزونگی است. منظور از این عامل، پیش‌بینی اقدامات جایگزین و ایجاد افزونگی از طریق فراهم آوردن منابع متعدد، ظرفیت استفاده نشده و غیره است. برای بهبود عامل مسیرهای جایگزین و افزونگی، توافق‌نامه‌ای بین شرکت و تأمین‌کنندگان جایگزین واقع در همسایگی شرکت می‌تواند منعقد شود تا مواد اولیه را در شرایط بحران فراهم کنند. تأمین‌کنندگان جایگزین باید در ناحیه‌ای واقع شده باشند که متأثر از حوادث مخرب تهدیدکننده تأمین‌کنندگان اصلی نباشند. مسیریابی مجدد، استراتژی دیگری برای مقابله با حوادث مخرب است. بدین منظور، برخی مسیرهای جایگزین باید پیش‌بینی شوند تا در صورت بروز اختلال در مسیرهای بین تأمین‌کنندگان تا شرکت و مسیرهای بین شرکت تا مشتریان،

استفاده شوند. برای این کار، انعقاد قراردادهای احتمالی^۱ با شرکت‌های حمل‌ونقل می‌تواند مفید باشد. تجهیزات جایگزین باید در شرکت تهیه شوند تا جایگزین تجهیزات آسیب‌دیده پس از حوادث شوند؛ همچنین سازمان می‌تواند با شرکت‌های مشابه برای انجام برخی عملیات بحرانی پس از وقوع حوادث قرارداد ببندد.

در این پژوهش یک مدل جامع از عوامل مؤثر بر برگشت‌پذیری اقتصادی ارائه شده است و با توجه به ماهیت غیرقطعی داده‌های مرتبط با حوادث، از یک مدل DEA غیرقطعی برای ارزیابی عملکرد واحدهای مختلف یک شرکت پتروشیمی و تعیین وزن و درجه اهمیت عوامل برگشت‌پذیری استفاده شده است. رویکرد پیشنهادی در این پژوهش می‌تواند به مدیران کمک کند که موقعیت شرکت خود را در چارچوب برگشت‌پذیری اقتصادی شناسایی کنند؛ به‌علاوه نتایج به مدیران کمک می‌کند که توانایی برگشت‌پذیری اقتصادی خود را در مواجهه با بحران‌ها تقویت کنند. رویکرد پیشنهادی می‌تواند برای کلیه سازمان‌های صنعتی در تشخیص مهم‌ترین عوامل برگشت‌پذیری اقتصادی در مواجهه با بحران‌ها برای ایجاد یک سازمان برگشت‌پذیر کاربرد داشته باشد.

منابع

1. Achour, N., & Price, A. D. (2010). Resilience strategies of healthcare facilities: present and future. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 1(3), 264-276.
2. Ager, A. K., Lembani, M., Mohammed, A., Ashir, G. M., Abdulwahab, A., Pinho, H., ... & Zarowsky, C. (2015). Health service resilience in Yobe state, Nigeria in the context of the Boko Haram insurgency: a systems dynamics analysis using group model building. *Conflict and health*, 9(1), 30.
3. Aleksić, A., Stefanović, M., Arsovski, S., & Tadić, D. (2013). An assessment of organizational resilience potential in SMEs of the process industry, a fuzzy approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26(6), 1238-1245.
4. Allen, P. M., Datta, P. P., & Christopher, M. (2006). Improving the resilience and performance of organizations using multi-agent modelling of a complex production–distribution systems. *Risk Management*, 8(4), 294-309.
5. Andrew, S., Arlikatti, S., Siebeneck, L., Pongponrat, K., & Jaikampan, K. (2016). Sources of organisational resiliency during the Thailand floods of 2011: A test of the bonding and bridging hypotheses. *Disasters*, 40(1), 65-84.
6. Azadeh, A., Haghghi, S. M., & Salehi, V. (2015). Identification of managerial shaping factors in a petrochemical plant by resilience engineering and data envelopment analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 36, 158-166.
7. Azadeh, A., Salehi, V., Arvan, M., & Dolatkah, M. (2014a). Assessment of resilience engineering factors in high-risk environments by fuzzy cognitive maps: A petrochemical plant. *Safety Science*, 68, 99-107.
8. Azadeh, A., Salehi, V., Ashjari, B., & Saberi, M. (2014b). Performance evaluation of integrated resilience engineering factors by data envelopment analysis: The case of a petrochemical plant. *Process Safety and Environmental Protection*, 92(3), 231-241.
9. Azadeh, A., Salmanzadeh-Meydani, N. and Motevali-Haghghi, S., 2017. Performance optimization of an aluminum factory in economic crisis by integrated resilience engineering and mathematical programming. *Safety science*, 91, 335-350.
10. Barasa, E., Mbau, R. and Gilson, L., 2018. What is resilience and how can it be nurtured? A systematic review of empirical literature on organizational resilience. *International journal of health policy and management*, 7(6), 491.
11. Beermann, M. (2011). Linking corporate climate adaptation strategies with resilience thinking. *Journal of Cleaner Production*, 19(8), 836-842.
12. Booher, D. E., & Innes, J. E. (2010). Governance for resilience: CALFED as a complex adaptive network for resource management. *Ecology and Society*, 15(3).
13. Brown, C., Seville, E. and Vargo, J., 2017. Measuring the organizational resilience of critical infrastructure providers: A New Zealand case study. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 18, 37-49.
14. Burnard, K., & Bhamra, R. (2011). Organisational resilience: development of a conceptual framework for organisational responses. *International Journal of Production Research*, 49(18), 5581-5599.
15. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
16. Chiou, Y. C., Lan, L. W., & Yen, B. T. (2010). A joint measurement of efficiency and effectiveness for non-storable commodities: Integrated data

envelopment analysis approaches. *European Journal of Operational Research*, 201(2), 477-489.

17. De Carvalho, A.O., Ribeiro, I., Cirani, C.B.S. and Cintra, R.F., 2016. Organizational resilience: A comparative study between innovative and non-innovative companies based on the financial performance analysis. *International Journal of Innovation*, 4(1), 58-69.

18. Dormady, N., Roa-Henriquez, A. and Rose, A., 2019. Economic resilience of the firm: A production theory approach. *International Journal of Production Economics*, 208, 446-460.

19. Duchek, S., Raetz, S. and Scheuch, I., 2019. The role of diversity in organizational resilience: a theoretical framework. *Business Research*, 1-37.

20. Grossmann, I. E., Calfa, B. A., & Garcia-Herreros, P. (2014). Evolution of concepts and models for quantifying resiliency and flexibility of chemical processes. *Computers & Chemical Engineering*, 70, 22-34.

21. Jung, K., 2017. Sources of organizational resilience for sustainable communities: An institutional collective action perspective. *Sustainability*, 9(7), 1141.

22. Kantur, D., & Say, A. I. (2015). Measuring organizational resilience: A scale development. *Journal of Business Economics and Finance*, 4(3).

23. Koronis, E. and Ponis, S., 2018. A Strategic Approach to Crisis Management and Organizational Resilience. *Journal of Business Strategy*, 39(1), 32-42.

24. Lee, L. Y., Kim, S. J., Kim, Y. S., Kim, H. S., 2013. Evaluation of Resilience in Anyang River Basin for Flood Damage Mitigation. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, 13(2), 291-298.

25. Liu, B. (2007). Uncertainty theory. In *Uncertainty theory* (pp. 205-234). Springer, Berlin, Heidelberg.

26. Liu, B. (2010). Uncertainty theory. In *Uncertainty theory* (pp. 1-79). Springer, Berlin, Heidelberg.

27. Mafabi, S., Munene, J. C., & Ahiauzu, A. (2013). Organisational resilience: Testing the interaction effect of knowledge management and creative climate. *Journal of Organizational Psychology*, 13(1/2), 70-82.

28. McManus, S., Seville, E., Vargo, J., & Brunson, D. (2008). Facilitated process for improving organizational resilience. *Natural Hazards Review*, 9(2), 81-90.

29. Mohammadi, A., & Pashazadeh, A. (2017). Measuring urban resilience against the risk of earthquake Case study: Ardabil city. *Industrial Management Perspective*, 8(2), 112-126 (In Persian).

30. Normandin, J.M. and Therrien, M.C., 2016. Resilience factors reconciled with complexity: The dynamics of order and disorder. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 24(2), 107-118.

31. Oluwasoye, M., & Ugonna, N. (2015). Environmental risk: exploring organisational resilience and robustness. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(1), 1103-1115.

32. Omer, M., Mostashari, A., & Lindemann, U. (2014). Resilience analysis of soft infrastructure systems. *Procedia Computer Science*, 28, 565-574.

33. Pal, R., Torstensson, H., & Mattila, H. (2014). Antecedents of organizational resilience in economic crises—an empirical study of Swedish textile and clothing SMEs. *International Journal of Production Economics*, 147, 410-428.

34. Pooya, A., Esmaili, F. (2018). Designing a Combined Model of PCA and DEA for Improving the Ranking of Educational Departments: A Case study of Educational Departments of Ferdowsi University. *Industrial Management Perspective, 11(2)*, 159-186 (In Persian).
35. Rahimi, F., Mohammadi, J., Kiani, E. (2018). Multi-level model of Antecedents and consequences of career resilience in workplace. *Industrial Management Perspective, 10(34)*, 44-63 (In Persian).
36. Sawalha, I. H. S. (2015). Managing adversity: understanding some dimensions of organizational resilience. *Management research review, 38(4)*, 346-366.
37. Serfilippi, E. and Ramnath, G., 2018. Resilience Measurement and Conceptual Frameworks: A Review of the Literature. *Annals of Public and Cooperative Economics, 89(4)*, 645-664.
38. Sheffi, Y. (2007). Building a resilient organization. The Birdge: Linking engineering and Society. *National Academy Of Engineering, 1(37)*, 32-38.
39. Shirali, G. A., Mohammadfam, I., & Ebrahimipour, V. (2013). A new method for quantitative assessment of resilience engineering by PCA and NT approach: A case study in a process industry. *Reliability Engineering & System Safety, 119*, 88-94.
40. Shirali, G. A., Shekari, M., & Angali, K. A. (2016). Quantitative assessment of resilience safety culture using principal components analysis and numerical taxonomy: A case study in a petrochemical plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 40*, 277-284.
41. Sommer, S.A., Howell, J.M. and Hadley, C.N., 2016. Keeping positive and building strength: The role of affect and team leadership in developing resilience during an organizational crisis. *Group & Organization Management, 41(2)*, 172-202.
42. Sullivan-Taylor, B., & Branicki, L. (2011). Creating resilient SMEs: why one size might not fit all. *International Journal of Production Research, 49(18)*, 5565-5579.
43. Tadić, D., Aleksić, A., Stefanović, M., & Arsovski, S. (2014). Evaluation and ranking of organizational resilience factors by using a two-step fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014.
44. Teo, W.L., Lee, M. & Lim, W.S. (2017). The relational activation of resilience model: How leadership activates resilience in an organizational crisis. *Journal of Contingencies and Crisis Management, 25(3)*, 136-147.
45. Wang, X., Gao, Z., & Guo, H. (2012). Delphi method for estimating uncertainty distributions. *Information: An International Interdisciplinary Journal, 15(2)*, 449-460.
46. Wen, M., Zhang, Q., Kang, R., & Yang, Y. (2017). Some new ranking criteria in data envelopment analysis under uncertain environment. *Computers & Industrial Engineering, 110*, 498-504.
47. Wilson, R.L., 2016. Organizational resilience as a human capital strategy for companies in bankruptcy. *Work, 54(2)*, 309-323.
48. Xie, W., Rose, A., Li, S., He, J., Li, N. and Ali, T., 2018. Dynamic economic resilience and economic recovery from disasters: a quantitative assessment. *Risk analysis, 38(6)*, 1306-1318.

49. Yumarni, T., 2018. Ten years later: economic resilience of small scale enterprise following earthquake in Bantul Yogyakarta. *Procedia engineering*, 212, 309-315.
50. Zhong, S., Hou, X. Y., Clark, M., Zang, Y. L., Wang, L., Xu, L. Z., & FitzGerald, G. (2014). Disaster resilience in tertiary hospitals: a cross-sectional survey in Shandong Province, China. *BMC health services research*, 14(1), 135.

پیوست ۱ (پرسشنامه)

منابع مالی

- ۱) سازمان تعهدات مالی فوری خود را با استفاده از منابع مالی مانند سپرده‌های بانکی و درآمد حاصل از فروش سرمایه (مانند سهام شرکت و اوراق قرضه) پرداخت می‌کند.
- ۲) سازمان می‌تواند از بازارهای مالی در شرایط بحران قرض بگیرد که این امر به اعتبار سازمان در عمل به تعهدات خود بستگی دارد.
- ۳) سازمان قادر است که رشد و توسعه خود را از طریق سود انباشته خود به‌جای گرفتن وام یا استفاده از سرمایه سهامداران تأمین کند.
- ۴) جریان نقدی سازمان برای غلبه بر اختلال‌ها کافی است.
- ۵) سازمان سودآور است.
- ۶) سازمان دارای قراردادی است که به مالک آن حق خرید و فروش دارایی را در قیمت پیشنهادی می‌دهد.
- ۷) سازمان دارای اعتبار و آبروی خوب در میان رقبا است.
- ۸) سازمان دارای برند تجاری، حق ثبت اختراع، نسخه‌برداری و غیره است.

منابع فناورانه

- ۱) سازمان استراتژی‌هایی مانند تغییر در المان‌های طراحی، ویژگی‌های قابل‌اضافه و ایمنی و نیز خدمات و پشتیبانی مشتری اتخاذ می‌کند.
- ۲) سازمان محصولات و خدماتی فراهم می‌کند که می‌تواند در قیمت و کیفیت رقابتی به فروش برسد.
- ۳) سازمان دارای ابزار مناسب برای تولید کالا و خدمات است.
- ۴) بین فناوری و سازمان هماهنگی وجود دارد که سبب بهبود قابلیت‌ها، نوآوری و انگیزه کارکنان می‌شود.
- ۵) سازمان سیستم لجستیکی کارآمد برای تحویل کالا و خدمات دارد.
- ۶) زنجیره تأمین سازمان طولانی نیست و ارتباطات مختل، تأخیرات تولید و مشکلات حمل‌ونقل رخ نمی‌دهد.
- ۷) سازمان‌دهی دانش فنی مناسب و نوآوری به سازمان کمک می‌کند تا از طریق استخدام افراد ماهر بر رقبای خود غلبه کند.
- ۸) جواب‌های هوشمندانه برای مقابله با مشکلات فنی تدارک دیده شده است.

مواد اولیه

- ۱) سازمان دارای ذخیره مناسبی از مواد اولیه است.
- ۲) سازمان از مواد اولیه برای مقابله با حوادث به‌صورت استراتژیک استفاده می‌کند.
- ۳) سازمان تأمین‌کنندگان جایگزین برای تأمین مواد اولیه در مواقع بحران پیش‌بینی کرده است.

سرمایه‌های انسانی

- ۱) اقدامات مناسب برای بهبود انگیزه و تعهد کارکنان به اهداف سازمان تدارک دیده شده است.
- ۲) کارکنان چارچوب کاری تغییر شغل و مسئولیت‌های اضافی ایجادشده از طریق تغییر وظیفه غیررسمی را می‌پذیرند.
- ۳) سازمان رفاه کارکنان را در اولویت سازمان قرار می‌دهد.
- ۴) سازمان یک محیط اجتماعی مثبت فراهم می‌کند که در آن کارکنان آزاد هستند احساسات خود را بیان کنند و اطلاعاتشان را به اشتراک بگذارند.
- ۵) سازمان منابع کافی برای برآورده کردن نیاز کارکنان را فراهم می‌کند.
- ۶) سازمان به‌صورت همیشگی تنش کارکنان را بررسی و نظارت می‌کند.
- ۷) سازمان به آموزش کارکنان اهمیت می‌دهد.

آمادگی و برنامه‌ریزی

- ۱) سازمان برنامه‌های برگشت‌پذیری اقتصادی ایستا برای اطمینان از عملکرد مستمر عملیات بحرانی در حوادث طبیعی و انسانی را فراهم می‌کند.
- ۲) سازمان برنامه‌های برگشت‌پذیری اقتصادی پویا برای اطمینان از عملکرد مستمر عملیات بحرانی در حوادث طبیعی و انسانی را فراهم می‌کند.
- ۳) سازمان برای تدارک مستمر کالاها و خدمات ضروری در زمان بحران برنامه‌ریزی کرده است.

مدیریت اطلاعات

- ۱) سازمان دارای سیستم‌های ارتباطی است که اطلاعات ضروری برای کارکنان را فراهم می‌کند و ارسال اطلاعات از کارکنان به مدیران و اعضای هیئت‌مدیره را تسهیل می‌بخشد.
- ۲) سازمان دارای سیستم‌های ارتباطی است که ارسال اطلاعات از سازمان به تأمین‌کنندگان، مشتریان، سهامداران و آژانس‌های دولتی را تسهیل می‌کند.
- ۳) سازمان دارای سیستم‌های ارتباطی است که توانایی جمع‌آوری اطلاعات به‌صورت کارا و تعامل با سیستم‌های اطلاعاتی دیگر به‌صورت به‌موقع را دارد.
- ۴) سازمان دارای امنیت سایبری برای محافظت از اطلاعات حیاتی و اموال دیجیتال از نرم‌افزارهای مخرب و حملات هکرها است.
- ۵) مدیریت دانش امکان تبادل استراتژی‌ها، اهداف سازمانی و دستاوردهای سازمانی در سطح سازمان را فراهم می‌کند.
- ۶) سازمان به‌صورت همیشگی آنچه را که در محیط اطراف آن اتفاق می‌افتد، با استفاده از فعالیت‌هایی شامل مطالعات بازار، ارزیابی رقبا و آگاهی سیاسی، رصد می‌کند.
- ۷) سازمان می‌تواند از طریق نظارت بر محیط داخلی و خارجی، سیگنال‌های هشدار اولیه که پیش از بحران رخ می‌دهند را شناسایی کند.

مسیرهای جایگزین و افزونگی

- ۱) سازمان اقدامات جایگزین برای مواقع بحران پیش‌بینی کرده است.
- ۲) در صورتی که یکی از تأمین‌کنندگان با مشکل مواجه شود، تأمین‌کننده جایگزین برای آن وجود دارد.
- ۳) اگر یکی از بازارها دچار اختلال شود، بازار جایگزین برای آن وجود دارد.
- ۴) سازمان در مواقع بحران، قراردادهایی با شرکت‌های مشابه برای استفاده از منابع آنان دارد.
- ۵) سازمان تجهیزات اضافی برای جایگزینی در مواقع بحران فراهم دیده است.

فرآیند حاکمیتی

- ۱) سازمان حاکمیت توزیع‌شده را به حاکمیت مرکزی ترجیح می‌دهد.
- ۲) سازمان اجازه وجود حلقه‌های بازخورد و تکرار شونده بین بخش‌های مختلف را می‌دهد.
- ۳) سازمان امکان یادگیری از طریق آزمایش و خطا را فراهم می‌کند.
- ۴) سازمان از دموکراسی مشورتی به‌جای دموکراسی نمایندگی استفاده می‌کند.
- ۵) شفافیت کافی در فرآیندهای سازمانی و تصمیمات به‌خصوص در مواقع بحران وجود دارد.
- ۶) بین بخش‌ها و عملیات مختلف سازمان هماهنگی وجود دارد.

شیوه‌های رهبری

- ۱) رهبران سازمان، یک چشم‌انداز روشن و مشترک ایجاد می‌کنند.
- ۲) رهبران سازمان، در دسترس بودن را به عنوان شیوه‌های رهبری اتخاذ می‌کنند.
- ۳) رهبران سازمان، سهامداران را در تصمیم‌گیری‌ها دخیل می‌کنند.

فرهنگ سازمانی

- ۱) سازمان چالش‌ها را به‌عنوان فرصت‌های یادگیری می‌بیند و از این تجربه‌ها برای توسعه توانایی‌های برگشت‌پذیری استفاده می‌کند.
- ۲) رهبران سازمان به حل مشکلات تمایل دارند و سعی می‌کنند از تجربه‌ها یاد بگیرند.
- ۳) سازمان از تجربه‌های قبلی برای بهبود در آینده استفاده می‌کند.
- ۴) کارکنان انگیزه کافی برای ارائه ایده‌های خود در یک محیط نوآورانه را دارند.
- ۵) سازمان منابع لازم برای کسب تجربه، نوآوری، تحمل خطا و ایجاد محیطی که کارکنان برای بیان احساسات خود و ایده‌های جدید احساس امنیت می‌کنند، فراهم می‌کند.

شبکه‌های اجتماعی و مشارکت

- ۱) انتقال دانش و انتشار نوآوری در سازمان وجود دارد.
- ۲) فرهنگ مشارکت، اعتماد، مسئولیت‌پذیری و همکاری در سازمان وجود دارد.
- ۳) ارتباط دوجانبه بین رهبران و زیردستان آن‌ها در سازمان وجود دارد.
- ۴) زیردستان نقش شریک رهبری را در سازمان بازی می‌کنند.
- ۵) رهبران بالغ وجود دارند که مسئولیت‌ها را به عهده می‌گیرند، بازخورد ارائه می‌دهند و کارکنان را در استای تحقیق اهداف مشترک سازمان تشویق می‌کنند.
- ۶) رابطه رهبران و زیردستان مشارکتی است و احترام متقابل بین آن‌ها وجود دارد.
- ۷) سازمان زمان زیادی را صرف ساختن و حفظ روابط خوب با مشتریان خود می‌کند.
- ۸) سازمان با ارائه محصولات باکیفیت که نقش تبلیغ برای سازمان را دارند، این اعتماد را در مشتریان ایجاد می‌کند که محصولاتشان را خریداری کنند.
- ۹) سازمان به‌سرعت و مسئولانه به نیازهای مشتری پاسخ می‌دهد.
- ۱۰) سازمان مشتریان و انتظارات آن‌ها را درک می‌کند.
- ۱۱) تأمین‌کنندگان سازمان، ضرب‌الاجل زمان تحویل را رعایت می‌کنند.
- ۱۲) تأمین‌کنندگان سازمان، مواد اولیه باکیفیت ارائه می‌دهند.
- ۱۳) سازمان روابط خوبی با تأمین‌کنندگان دارد.
- ۱۴) سازمان روابط تجاری خوبی با بانک‌های تجاری و سایر مؤسسه‌های اعتباری برای اخذ وام در شرایط بحران را دارد.
- ۱۵) سازمان به‌عنوان یک وام‌دهنده مورداعتماد شناخته شده است که می‌تواند تمام تعهدات مالی خود را برآورده کند.
- ۱۶) سازمان روابط خوبی با سازمان‌های دولتی از طریق یک شبکه ساختاری دارد.
- ۱۷) سازمان روابط خوبی با همسایگان تجاری و غیرتجاری خود دارد.
- ۱۸) سازمان روابط خوبی با ذی‌نفعان خارجی و جامعه اطراف دارد.

پیوست ۲

برخی مفاهیم پایه‌ای متغیرهای غیرقطعی در این بخش ارائه شده‌اند. فرض کنید Γ یک مجموعه غیرتهی و \mathcal{L} یک میدان سیگما بر روی Γ باشد. برای هر عنصر $\Lambda \in \mathcal{L}$ یک عدد $\mathcal{M}\{\Lambda\} \in [0,1]$ اختصاص داده می‌شود. لیو (۲۰۰۷) و لیو (۲۰۱۰)، ثابت کرده‌اند که عدد $\mathcal{M}\{\Lambda\}$ دارای ویژگی‌های ریاضی خاصی است [۲۰، ۲۱، ۴۸]. $(\Gamma, \mathcal{L}, \mathcal{M})$ یک فضای عدم قطعیت نامیده می‌شود. عملگر ضرب در فضای غیرقطعی توسط لیو (۲۰۱۲)، به صورت رابطه ۱، ارائه شده است:

$$\mathcal{M}\left\{\prod_{k=1}^{\infty} \Lambda_k\right\} = \bigwedge_{k=1}^{\infty} \mathcal{M}_k(\Lambda_k) \quad (1)$$

یک متغیر غیرقطعی به صورت تابع ξ از فضای غیرقطعی $(\Gamma, \mathcal{L}, \mathcal{M})$ به مجموعه اعداد حقیقی است و توزیع غیرقطعی برای هر عدد حقیقی x در رابطه ۲، نشان داده شده است [۲۰]:

$$\Phi(x) = \mathcal{M}\{\xi \leq x\} \quad (2)$$

توزیع غیرقطعی Φ یک توزیع منظم نامیده می‌شود؛ اگر معکوس آن $\Phi^{-1}(\alpha)$ وجود داشته باشد و برای هر $\alpha \in (0,1)$ یکتا باشد. متغیرهای غیرقطعی $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ مستقل نامیده می‌شوند؛ اگر رابطه ۳، برای هر مجموعه بورل B_1, B_2, \dots, B_n برقرار باشد.

$$\mathcal{M}\left\{\bigcap_{i=1}^n (\xi_i \in B_i)\right\} = \bigwedge_{i=1}^n \mathcal{M}\{\xi_i \in B_i\} \quad (3)$$

قضیه ۲: فرض کنید $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ متغیرهای مستقل غیرقطعی با توابع توزیع منظم $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ باشند. اگر f یک تابع اکیداً صعودی باشد، تابع توزیع معکوس غیرقطعی متغیر $\xi = f(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ به صورت رابطه ۴، است [۲۱].

$$\Psi^{-1} = f(\Phi_1^{-1}(\alpha), \Phi_2^{-1}(\alpha), \dots, \Phi_n^{-1}(\alpha)) \quad (4)$$

قضیه ۳: فرض کنید $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ متغیرهای مستقل غیرقطعی با توابع توزیع منظم $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ باشند. اگر f یک تابع اکیداً صعودی بر روی x_1, x_2, \dots, x_m و یک تابع اکیداً

نزولی بر روی $x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_n$ باشد، مقدار موردانتظار متغیر $\xi = f(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ به صورت رابطه ۵، است [۲۱].

$$E(\xi) = \int_0^1 f(\Phi_1^{-1}(\alpha), \dots, \Phi_m^{-1}(\alpha), \Phi_{m+1}^{-1}(\alpha), \dots, \Phi_n^{-1}(\alpha)) d\alpha \quad (5)$$

پیوست ۳ (توزیع غیرقطعی)

مسئله اصلی در مدل‌های DEA غیرقطعی تعیین توابع توزیع غیرقطعی ورودی‌ها و خروجی‌ها است. بر خلاف توابع توزیع احتمالی، توابع توزیع غیرقطعی به دلیل نبود نمونه، توسط داده‌های تاریخی قابل حصول نیستند؛ بنابراین تعدادی از خبرگان باید برای تعیین درجه اطمینان وقوع هر حادثه به کار گرفته شوند. لیو (۲۰۱۰)، روشی بر مبنای پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌های تجربی خبرگان به منظور تعیین توابع توزیع غیرقطعی ارائه کرده است [۲۱]. ابتدا یک پرسشنامه توسط خبرگان برای تعیین مقدار هر متغیر ورودی یا خروجی x_1 تکمیل شده و سپس درجه اطمینان α_1 برای هر مقدار توسط خبرگان تعیین شده است. از این طریق، داده تجربی (x_1, α_1) فرد خبره به دست می‌آید. با تکرار فرآیند بالا، داده‌های تجربی فرد خبره به شکل زیر حاصل می‌شود:

$$(x_1, \alpha_1), (x_2, \alpha_2), \dots, (x_n, \alpha_n) \quad (7)$$

$$x_1 < x_2 < \dots < x_n, \quad 0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \dots \leq \alpha_n \leq 1$$

بر مبنای اطلاعات به دست آمده توسط خبرگان، یک توزیع غیرقطعی تجربی همانند رابطه ۸، به دست می‌آید [۲۱]:

$$\Phi(x) = \begin{cases} 0, & \text{if } x \leq x_1 \\ \alpha_i + \frac{(\alpha_{i+1} - \alpha_i)(x - x_i)}{x_{i+1} - x_i}, & \text{if } x_i \leq x \leq x_{i+1}, 1 \leq i \leq n \\ 1, & \text{if } x > x_n \end{cases} \quad (8)$$

فرض کنید m فرد خبره وجود دارد و هر یک از آن‌ها یک توزیع غیرقطعی تولید می‌کند $(\Phi_i(x), i = 1, \dots, m)$. روش دلفی برای تعیین توزیع غیرقطعی به کار گرفته می‌شود [۴۷]. بدین منظور، ابتدا از هر فرد خبره خواسته می‌شود که داده‌های تجربی خود را به شرح زیر ارائه کند:

$$(x_{ij}, \alpha_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, n_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

سپس از داده‌های تجربی α_{in_i} آمین فرد خبره $(x_{i1}, \alpha_{i1}), (x_{i2}, \alpha_{i2}), \dots, (x_{in_i}, \alpha_{in_i})$ برای ایجاد α_{in_i} آمین توزیع غیرقطعی Φ_i استفاده می‌شود.

$$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m \text{ که } \Phi(x) = \omega_1 \Phi_1(x) + \omega_2 \Phi_2(x) + \dots + \omega_m \Phi_m(x)$$

نشان‌دهنده ضرایب ترکیب محدب هستند، تشکیل می‌شود. در صورتی که $|\alpha_{ij} - \Phi(x_{ij})|$ از یک مقدار داده شده $\varepsilon > 0$ کمتر باشد، Φ نهایی، توزیع غیرقطعی است؛ در غیر این صورت، خلاصه‌ای از دلایل برای α_{in_i} فرد خبره فراهم می‌شود و مجموعه‌ای از داده‌های تجربی اصلاح‌شده خبرگان تهیه و Φ_i ها مجدداً برای به‌دست‌آوردن Φ نهایی محاسبه می‌شوند.

پیوست ۴ (داده‌های خام مستخرج از پرسشنامه)

DMU	منابع و دارایی‌های	آبادی و برنامه‌ریزی	مدیریت اطلاعات	مسیرهای جایگزین و افزودگی	فرآیند حاکمیتی	شیوه‌های رهبری	فرهنگ سازمانی	شبکه‌های اجتماعی و مشارکت
DMU01	۱۵/۰۰	۱۱/۳۳	۱۱/۰۰	۱۶/۶۷	۱۵/۶۰	۱۷/۴۰	۱۹/۰۰	۱۵/۲۵
DMU02	۱۵/۳۳	۱۵/۳۳	۸/۶۷	۱۵/۶۷	۱۳/۲۰	۱۲/۸۰	۷/۰۰	۹/۷۵
DMU03	۱۴/۳۳	۱۴/۳۳	۱۰/۳۳	۱۴/۸۳	۱۱/۴۰	۸/۸۰	۱۲/۵۰	۱۲/۷۵
DMU04	۱۰/۰۰	۱/۳۳	۴/۰۰	۱۴/۳۳	۱۰/۶۰	۷/۶۰	۷/۰۰	۱۷/۲۵
DMU05	۱۶/۰۰	۱۳/۳۳	۹/۰۰	۱۴/۶۷	۱۰/۰۰	۱۵/۸۰	۸/۵۰	۱۴/۰۰
DMU06	۱۳/۳۳	۷/۰۰	۱۱/۳۳	۹/۸۳	۴/۴۰	۹/۴۰	۷/۵۰	۹/۵۰
DMU07	۱۵/۳۳	۱۰/۳۳	۹/۶۷	۱۷/۱۷	۱۸/۸۰	۱۸/۶۰	۱۹/۵۰	۱۹/۲۵
DMU08	۱۸/۰۰	۱۳/۶۷	۸/۶۷	۱۵/۵۰	۱۲/۲۰	۱۵/۴۰	۱۴/۵۰	۱۶/۰۰
DMU09	۱۶/۶۷	۱۴/۶۷	۹/۳۳	۱۶/۵۰	۱۴/۸۰	۱۲/۸۰	۱۵/۵۰	۱۶/۵۰
DMU10	۱۴/۰۰	۵/۰۰	۵/۳۳	۱۳/۸۳	۱۴/۲۰	۱۵/۸۰	۲/۰۰	۱۳/۵۰
DMU11	۱۴/۳۳	۲/۶۷	۵/۶۷	۱۰/۳۳	۱۱/۰۰	۱۳/۰۰	۱/۰۰	۸/۲۵
DMU12	۱۵/۰۰	۹/۰۰	۱۰/۰۰	۱۵/۸۳	۱۲/۸۰	۱۳/۴۰	۲/۵۰	۸/۵۰
DMU13	۱۵/۳۳	۹/۳۳	۶/۳۳	۱۴/۶۷	۱۲/۰۰	۱۴/۰۰	۱۸/۰۰	۱۴/۷۵
DMU14	۱۶/۳۳	۱۱/۳۳	۹/۶۷	۱۷/۶۷	۱۵/۴۰	۱۴/۰۰	۳/۰۰	۱۵/۰۰
DMU15	۱۶/۳۳	۹/۰۰	۴/۰۰	۱۴/۰۰	۱۱/۶۰	۱۴/۶۰	۷/۰۰	۱۳/۲۵
DMU16	۱۱/۶۷	۴/۰۰	۴/۰۰	۱۰/۵۰	۸/۸۰	۱۲/۰۰	۱۰/۵۰	۶/۵۰
DMU17	۱۴/۶۷	۵/۶۷	۳/۰۰	۱۴/۳۳	۱۲/۰۰	۹/۰۰	۱/۰۰	۱۴/۰۰
DMU18	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۴/۳۳	۱۷/۶۷	۱۵/۰۰	۱۶/۰۰	۱۵/۰۰	۱۶/۵۰
DMU19	۸/۳۳	۳/۳۳	۱/۶۷	۱۰/۶۷	۷/۶۰	۱۱/۰۰	۱/۰۰	۴/۵۰
DMU20	۱۸/۳۳	۱۸/۶۷	۱۵/۳۳	۱۷/۸۳	۱۶/۲۰	۱۶/۲۰	۱۷/۰۰	۱۶/۵۰
DMU21	۱۲/۶۷	۴/۰۰	۲/۰۰	۱۰/۱۷	۱۰/۴۰	۱۱/۲۰	۴/۰۰	۵/۵۰
DMU22	۱۱/۶۷	۱۲/۳۳	۱۸/۳۳	۱۳/۰۰	۱۵/۴۰	۱۴/۸۰	۱۶/۵۰	۱۴/۲۵
DMU23	۴/۳۳	۸/۰۰	۱/۶۷	۹/۱۷	۱۵/۶۰	۱۲/۸۰	۹/۵۰	۱۵/۰۰
DMU24	۵/۳۳	۱/۶۷	۱/۰۰	۱۰/۳۳	۸/۲۰	۸/۶۰	۱/۰۰	۵/۲۵
DMU25	۱۵/۰۰	۸/۳۳	۳/۰۰	۱۳/۱۷	۹/۲۰	۱۱/۲۰	۳/۰۰	۵/۲۵
DMU26	۱۵/۰۰	۹/۶۷	۳/۶۷	۱۲/۵۰	۱۲/۰۰	۱۲/۸۰	۴/۵۰	۶/۰۰
DMU27	۱۱/۶۷	۵/۶۷	۲/۰۰	۱۰/۳۳	۸/۸۰	۱۰/۸۰	۲/۰۰	۷/۰۰
DMU28	۱۰/۳۳	۱۵/۶۷	۱۹/۰۰	۱۲/۸۳	۱۴/۲۰	۱۷/۸۰	۱۴/۰۰	۱۲/۷۵
DMU29	۵/۶۷	۲/۳۳	۱/۰۰	۷/۶۷	۱۰/۰۰	۹/۰۰	۱/۰۰	۵/۷۵
DMU30	۱۱/۶۷	۵/۵۰	۴/۰۰	۱۳/۰۰	۱۰/۶۰	۱۰/۴۰	۶/۵۰	۹/۰۰
DMU31	۱۴/۶۷	۳/۶۷	۶/۳۳	۱۳/۶۷	۱۶/۲۰	۸/۶۰	۱۴/۰۰	۱۴/۵۰
DMU32	۱۶/۰۰	۵/۰۰	۶/۳۳	۱۱/۳۳	۱۲/۸۰	۱۱/۶۰	۷/۰۰	۱۴/۰۰
DMU33	۱۴/۶۷	۹/۶۷	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۲/۸۰	۱۴/۸۰	۱۷/۰۰	۱۸/۰۰
DMU34	۱۱/۶۷	۲/۶۷	۵/۶۷	۱۱/۶۷	۱۳/۰۰	۱۵/۰۰	۵/۵۰	۱۲/۵۰
DMU35	۱۳/۶۷	۹/۶۷	۶/۶۷	۱۱/۱۷	۱۴/۰۰	۴/۸۰	۱۶/۵۰	۱۲/۲۵
DMU36	۳/۶۷	۴/۰۰	۱/۰۰	۱۳/۸۳	۱۰/۰۰	۱۴/۲۰	۱۴/۵۰	۱۵/۷۵
DMU37	۳/۶۷	۷/۰۰	۸/۳۳	۱۲/۵۰	۱۳/۰۰	۱۳/۸۰	۵/۵۰	۱۳/۷۵
DMU38	۱۴/۶۷	۱۷/۳۳	۱۵/۶۷	۱۷/۳۳	۱۷/۰۰	۱۵/۴۰	۱۶/۰۰	۱۵/۲۵
DMU39	۱۹/۳۳	۱۱/۰۰	۴/۶۷	۷/۶۷	۶/۶۰	۸/۸۰	۶/۰۰	۸/۵۰
DMU40	۱۵/۳۳	۱۸/۶۷	۱۴/۳۳	۱۷/۱۷	۱۴/۶۰	۱۱/۴۰	۱۴/۵۰	۱۳/۷۵

پیوست ۵ (همبستگی اسپیرمن برای مقادیر مختلف α به ازای ۴۰ اختلال)

	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$	$\alpha = 1$
1 st noise	-.۵۳	-.۵۴	-.۵۷	-.۵۱	-.۴۸	-.۶۲	-.۶۱	-.۵۱	-.۶۲	-.۵۰	-.۵۳
2 nd noise	-.۵۷	-.۵۷	-.۵۳	-.۵۹	-.۵۷	-.۵۱	-.۵۰	-.۴۹	-.۶۰	-.۴۷	-.۵۹
3 rd noise	-.۷۲	-.۶۷	-.۶۵	-.۶۱	-.۵۲	-.۴۹	-.۵۷	-.۶۴	-.۷۵	-.۶۵	-.۶۱
4 th noise	-.۴۱	-.۴۲	-.۴۵	-.۴۸	-.۴۲	-.۵۸	-.۶۳	-.۵۷	-.۵۰	-.۵۶	-.۵۸
5 th noise	-.۶۳	-.۵۹	-.۵۸	-.۵۷	-.۶۳	-.۶۵	-.۴۴	-.۶۶	-.۶۱	-.۶۱	-.۶۵
6 th noise	-.۵۵	-.۵۶	-.۵۴	-.۵۱	-.۵۹	-.۶۴	-.۵۶	-.۵۰	-.۶۴	-.۵۱	-.۵۲
7 th noise	-.۶۱	-.۶۵	-.۶۶	-.۶۵	-.۷۱	-.۵۹	-.۶۸	-.۶۱	-.۷۱	-.۶۹	-.۶۷
8 th noise	-.۶۸	-.۶۹	-.۶۸	-.۶۸	-.۶۴	-.۷۱	-.۵۶	-.۵۸	-.۱۸	-.۵۸	-.۵۴
9 th noise	-.۴۸	-.۵۰	-.۴۸	-.۵۲	-.۴۹	-.۶۱	-.۶۲	-.۵۳	-.۵۲	-.۵۳	-.۴۹
10 th noise	-.۵۸	-.۵۷	-.۵۵	-.۵۴	-.۵۳	-.۵۲	-.۶۶	-.۷۱	-.۵۹	-.۶۵	-.۶۱
11 th noise	-.۶۷	-.۵۶	-.۴۶	-.۵۰	-.۴۴	-.۴۰	-.۵۰	-.۶۷	-.۶۰	-.۴۹	-.۶۰
12 th noise	-.۴۴	-.۴۹	-.۴۸	-.۵۳	-.۶۶	-.۶۵	-.۵۵	-.۳۰	-.۵۱	-.۵۰	-.۳۸
13 th noise	-.۶۷	-.۶۱	-.۵۳	-.۶۴	-.۶۰	-.۴۰	-.۳۹	-.۴۸	-.۷۳	-.۴۹	-.۶۶
14 th noise	-.۵۹	-.۴۶	-.۴۵	-.۴۹	-.۷۱	-.۴۱	-.۷۷	-.۴۷	-.۷۴	-.۵۸	-.۵۷
15 th noise	-.۴۳	-.۶۰	-.۶۴	-.۶۷	-.۶۹	-.۵۹	-.۴۵	-.۴۸	-.۶۲	-.۳۶	-.۵۱
16 th noise	-.۴۸	-.۴۶	-.۴۳	-.۶۳	-.۷۶	-.۴۲	-.۴۲	-.۶۱	-.۶۳	-.۵۱	-.۶۸
17 th noise	-.۵۶	-.۵۱	-.۴۶	-.۵۷	-.۷۶	-.۷۱	-.۵۳	-.۴۳	-.۵۸	-.۳۷	-.۵۷
18 th noise	-.۶۹	-.۵۸	-.۴۴	-.۶۰	-.۵۳	-.۷۰	-.۴۶	-.۶۱	-.۷۳	-.۳۴	-.۶۲
19 th noise	-.۶۹	-.۶۲	-.۴۶	-.۵۳	-.۶۸	-.۶۷	-.۵۸	-.۴۹	-.۵۹	-.۴۸	-.۶۹
20 th noise	-.۴۵	-.۴۳	-.۵۲	-.۵۶	-.۴۸	-.۴۴	-.۵۲	-.۳۱	-.۵۳	-.۴۴	-.۶۰
21 th noise	-.۶۹	-.۶۶	-.۴۹	-.۶۷	-.۴۱	-.۶۴	-.۷۶	-.۳۷	-.۷۰	-.۴۴	-.۵۲
22 th noise	-.۶۹	-.۶۲	-.۶۶	-.۵۹	-.۷۰	-.۵۹	-.۷۵	-.۵۹	-.۶۰	-.۵۰	-.۶۱
23 th noise	-.۵۵	-.۵۴	-.۵۲	-.۵۸	-.۶۰	-.۷۷	-.۴۰	-.۴۹	-.۵۶	-.۵۳	-.۶۹
24 th noise	-.۶۴	-.۵۳	-.۴۵	-.۵۳	-.۵۹	-.۶۴	-.۶۸	-.۳۶	-.۶۰	-.۴۱	-.۴۲
25 th noise	-.۴۴	-.۵۳	-.۶۵	-.۵۹	-.۷۶	-.۷۳	-.۴۹	-.۴۴	-.۵۲	-.۵۰	-.۶۲
26 th noise	-.۵۳	-.۴۹	-.۶۷	-.۶۰	-.۶۴	-.۵۶	-.۵۵	-.۵۴	-.۵۳	-.۴۲	-.۵۱
27 th noise	-.۶۷	-.۵۵	-.۵۲	-.۶۲	-.۶۵	-.۵۵	-.۶۰	-.۳۸	-.۷۴	-.۵۵	-.۵۹
28 th noise	-.۶۴	-.۵۲	-.۴۳	-.۵۶	-.۷۴	-.۷۱	-.۷۶	-.۶۰	-.۷۶	-.۵۵	-.۶۵

29 th noise	-.۱۶۹	-.۱۶۳	-.۱۴۷	-.۱۵۵	-.۱۷۲	-.۱۴۱	-.۱۵۵	-.۱۴۰	-.۱۶۴	-.۱۳۸	-.۱۵۸
30 th noise	-.۱۶۰	-.۱۶۲	-.۱۵۱	-.۱۶۸	-.۱۶۳	-.۱۴۳	-.۱۷۷	-.۱۶۷	-.۱۵۱	-.۱۴۸	-.۱۵۶
31 th noise	-.۱۴۱	-.۱۵۸	-.۱۵۷	-.۱۴۹	-.۱۴۷	-.۱۴۵	-.۱۵۰	-.۱۴۴	-.۱۵۶	-.۱۴۷	-.۱۷۳
32 th noise	-.۱۶۵	-.۱۵۲	-.۱۴۷	-.۱۶۶	-.۱۵۰	-.۱۵۴	-.۱۶۶	-.۱۶۱	-.۱۵۹	-.۱۴۶	-.۱۶۲
33 th noise	-.۱۶۸	-.۱۶۳	-.۱۵۷	-.۱۶۴	-.۱۷۵	-.۱۷۴	-.۱۶۵	-.۱۴۱	-.۱۷۱	-.۱۵۶	-.۱۶۸
34 th noise	-.۱۶۰	-.۱۵۵	-.۱۶۰	-.۱۶۲	-.۱۴۱	-.۱۷۶	-.۱۶۰	-.۱۴۲	-.۱۵۰	-.۱۳۸	-.۱۶۰
35 th noise	-.۱۶۳	-.۱۵۰	-.۱۴۶	-.۱۵۰	-.۱۶۰	-.۱۴۰	-.۱۶۶	-.۱۴۷	-.۱۵۱	-.۱۴۰	-.۱۷۲
36 th noise	-.۱۶۲	-.۱۶۶	-.۱۴۲	-.۱۵۳	-.۱۴۷	-.۱۵۴	-.۱۶۵	-.۱۵۳	-.۱۵۴	-.۱۳۴	-.۱۶۱
37 th noise	-.۱۵۲	-.۱۶۵	-.۱۴۸	-.۱۵۵	-.۱۷۹	-.۱۵۹	-.۱۴۵	-.۱۵۷	-.۱۶۶	-.۱۵۸	-.۱۵۴
38 th noise	-.۱۶۰	-.۱۵۶	-.۱۴۹	-.۱۶۲	-.۱۶۹	-.۱۵۵	-.۱۴۳	-.۱۵۲	-.۱۶۸	-.۱۴۹	-.۱۷۱
39 th noise	-.۱۴۵	-.۱۵۸	-.۱۵۲	-.۱۵۱	-.۱۶۰	-.۱۶۴	-.۱۷۸	-.۱۴۷	-.۱۶۶	-.۱۴۴	-.۱۶۱
40 th noise	-.۱۶۷	-.۱۵۷	-.۱۵۴	-.۱۶۰	-.۱۵۹	-.۱۶۳	-.۱۴۵	-.۱۵۶	-.۱۶۱	-.۱۴۹	-.۱۵۶
میانگین	-.۱۵۸۲	-.۱۵۶۴	-.۱۵۲۷	-.۱۵۷۶	-.۱۶۰۵	-.۱۵۸۰	-.۱۵۷۸	-.۱۵۱۲	-.۱۶۱۹	-.۱۴۹۳	-.۱۵۹۵

پیوست ۶ (نتایج DEA در غیاب هر یک از عوامل برگشت پذیری اقتصادی)

DMU	منابع و دارایی ها	مادگی و برنانه ریزی	مدیریت اطلاعات	مسیرهای جایگزین و افزونگی	فرآیندهای حاکمیتی	شبکه های رهبری	فرهنگ سازمانی	شبکه های اجتماعی و مشارکت
۱	-/۸۴۱۱۷	-/۹۳۳۹۸	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۱۶۱۹۲	-/۸۴۳۳۳۶	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۵۰۱	-/۹۰۰۹۸۷
۲	-/۹۷۵۷۹	۱/۰۰۰۰۰	۷۸۴۳۴۳/۰	-/۷۸۴۳۴۳	-/۸۲۸۵۸۱	۱/۰۷۰۰۰	۱/۰۰۰۰	-/۹۳۷۱۰۵
۳	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۰۱۸۴۲	۷۵۶۰۱۶/۰	-/۷۵۶۰۱۶	-/۸۵۴۱۵۶	-/۹۳۴۱۵۵	-/۸۰۳۷	-/۸۷۱۸۷۷
۴	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۲۴۷۷۳	۸۶۲۶۰۱/۰	-/۹۶۲۶۰۱	-/۸۷۴۹۲۷	-/۷۸۲۳۵۹	-/۸۸۷۹	-/۸۶۹۱۶۱
۵	-/۶۷۳۷۲	-/۷۶۴۰۷۲	۹۵۹۳۱۸/۰	-/۹۵۹۳۱۸	-/۹۸۵۶۲۷	-/۹۸۹۴۰۶	-/۹۵۹۵	-/۷۸۹۷۰۴
۶	-/۷۱۱۵۰	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۳۴۴۷۱	-/۹۸۴۵۷۱	-/۷۱۵۶۲۲	-/۷۵۰۰	-/۷۶۶۸۶۳
۷	-/۹۵۴۰۴	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۴۱۴۶۰	-/۸۴۱۶۷۰	-/۸۳۳۶۴۲	۱/۰۰۰۰	-/۹۶۱۱۱۵
۸	-/۹۶۲۱۶	-/۶۷۱۷۸۷	۸۷۲۵۵۶/۰	-/۸۷۲۵۵۶	-/۸۱۰۳۶	-/۹۱۵۲۲۹	-/۹۲۷۴	-/۹۵۶۸۵۷
۹	-/۱۰۴۹۴	-/۷۸۶۵۳۴	۹۱۵۱۹۳/۰	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۹۰۷۲۸	۱/۰۰۰۰	-/۹۹۲۰۶۴
۱۰	-/۴۰۶۲۲	-/۸۵۲۰۰۹	۹۷۶۷۰۷/۰	-/۹۷۶۷۰۷	-/۹۸۵۱۷۸	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۳۸۵	-/۵۸۴۰۲۲
۱۱	-/۹۵۰۹۲	-/۹۰۱۰۰۵	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۵۲۵۷۹	-/۸۷۶۵۱۹	-/۹۵۸۴۲۷	-/۹۳۹۵	-/۷۶۸۲۵۴
۱۲	-/۹۲۳۲۶	-/۹۸۶۲۵۴	-/۹۷۹۸۵۴	-/۹۷۹۸۵۴	-/۹۸۱۷۵۱۱	-/۸۳۸۳۸۵	۱/۰۰۰۰	-/۹۲۱۷۵۸
۱۳	-/۶۲۳۸۷	-/۸۹۶۲۳۵	-/۷۹۶۰۰۵	-/۷۹۶۰۰۵	۱/۰۰۰۰۰	-/۷۶۵۷۷۴	-/۹۰۵۵	-/۷۵۸۸۹۴
۱۴	-/۶۲۱۰۲	۱/۰۰۰۰۰	-/۵۰۱۰۹۹	-/۸۰۱۰۹۹	-/۸۵۲۳۱۴	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۷۵۹	-/۸۷۲۷۹۶
۱۵	-/۹۶۰۰۵	-/۸۷۶۲۳۵	-/۶۲۱۳۳۶	-/۶۲۱۳۳۶	-/۹۹۹۸۷۵	-/۹۹۹۸۹۵	-/۶۷۵۵	-/۸۷۱۲۱۵
۱۶	-/۹۳۷۰۶	-/۹۳۱۵۲۸	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۱۷۶۶۵	-/۹۰۳۸۴۲	۱/۰۰۰۰	-/۹۸۰۳۳۹
۱۷	-/۹۳۴۱۰	-/۸۹۴۱۸۷	-/۹۴۱۲۵۸	-/۹۴۱۲۵۸	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۱۱۵۰۲	-/۷۳۹۵	-/۸۱۰۹۷۶
۱۸	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۱۷۲۷۴	-/۸۴۴۶۴۱	-/۹۴۴۶۴۱	-/۹۸۱۷۵۶۸	-/۷۵۱۷۳۶	-/۸۰۹۰	-/۸۵۲۹۲۱
۱۹	-/۹۶۹۱۸	-/۹۰۹۶۱۴	-/۶۰۰۶۹۵	-/۶۰۰۶۹۵	-/۷۷۱۴۸۶	-/۹۸۸۹۸۴	-/۹۳۲۲	-/۷۵۷۵۱۴
۲۰	-/۱۰۰۰۰	-/۹۲۰۳۰۷	-/۹۲۳۹۶۳	-/۹۲۳۹۶۳	-/۷۸۶۵۲۷	-/۷۷۰۴۹۴	-/۹۹۸۹	-/۹۱۴۶۸۹
۲۱	-/۹۵۵۷۸	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۰۶۱۴۸	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۶۳۱۴	-/۸۳۳۷۷۲
۲۲	-/۹۷۸۲۰	-/۸۵۱۶۷۶	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۲۵۸۴۹	-/۹۳۹۰۸۶	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	-/۹۵۰۵۱۶
۲۳	-/۹۲۹۴۷	-/۹۵۴۳۹۵	-/۹۳۹۴۷۳	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۶۵۴۱۷	-/۹۹۴۱۷۲	-/۶۵۴۴	۱/۰۰۰۰۰
۲۴	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۲۹۸۸۱	-/۸۴۷۱۲۱	-/۸۴۷۱۲۱	-/۹۹۷۸۵۴	-/۸۶۲۵۶۹	-/۹۹۳۵	-/۵۱۱۶۶۷
۲۵	-/۸۰۹۷۷	-/۷۰۳۳۶۷	-/۸۳۶۴۹۱	-/۸۳۶۴۹۱	-/۸۳۶۵۱۸	-/۷۹۹۳۳۵	-/۷۴۹۷	۱/۰۰۰۰۰
۲۶	-/۷۱۳۷۳	-/۵۰۴۳۹۴	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۶۸۱۶۰	-/۹۶۰۵۴۸	-/۷۹۳۸۶۴	۱/۰۰۰۰	-/۹۱۷۲۲۳
۲۷	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۶۲۳۴۲	-/۸۲۵۷۸۱	-/۸۲۵۷۸۶	-/۷۲۹۰۱۹	-/۸۱۱۸۰۴	-/۹۹۵۲	-/۷۸۱۸۱۹
۲۸	-/۶۶۹۸۹	-/۷۵۵۶۵۳	-/۸۵۶۷۵۹	-/۹۵۶۷۵۹	-/۶۸۴۹۶۷	۱/۰۰۰۰۰	-/۵۹۹۹	-/۸۴۳۵۴۸
۲۹	۱/۰۰۰۰۰	-/۶۲۶۲۶۱	-/۶۳۸۲۵۲	-/۶۳۸۲۵۲	-/۸۱۱۳۶۶	-/۷۹۴۷۳۲	-/۹۰۴۵	-/۸۹۳۶۷۵
۳۰	-/۹۱۳۹۱	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۸۶۷۹۵	-/۹۸۶۷۹۵	-/۵۸۱۵۲۸	-/۸۵۲۷۶۵	-/۸۱۱۱	-/۶۵۹۹۱۱
۳۱	-/۹۷۵۶۲	-/۹۸۸۱۲۹	-/۸۳۱۱۹۶	-/۹۳۱۱۹۶	-/۶۶۳۴۸۵	-/۹۰۰۲۶۲	-/۹۸۲۶	-/۹۱۸۹۳۹
۳۲	-/۸۱۳۷۶	-/۹۹۸۵۹۸	-/۹۵۲۵۲۸	-/۹۵۲۵۲۸	-/۷۳۳۴۹۱	-/۷۲۱۷۴۹	-/۹۳۳۹	-/۶۹۲۷۹۵
۳۳	-/۹۸۹۰۲	-/۹۰۷۸۹۲	-/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۹۲۸۰۹۶	-/۹۰۶۴۶۷	-/۷۱۴۴	-/۸۵۹۱۶۲
۳۴	-/۷۲۸۶۸	۱/۰۰۰۰۰	۱/۵۰۹۲۵۵	-/۵۰۹۲۵۵	-/۸۷۵۱۶۸	-/۸۵۱۳۰۴	-/۹۵۷۵	-/۹۲۳۹۸۱
۳۵	-/۹۷۸۶۶	-/۷۴۴۷۸۹	-/۹۸۸۰۵۰	-/۶۸۸۰۵۹	-/۷۵۴۹۸۵	-/۹۹۱۴۹۵	۱/۰۰۰۰	-/۸۹۸۱۵۶
۳۶	-/۹۶۷۲۰	-/۸۲۹۴۶۱	-/۷۰۸۰۲۸	-/۷۰۸۰۲۸	-/۹۹۹۸۷۵	-/۷۴۷۵۹۴	-/۷۰۷۴	۱/۰۰۰۰۰
۳۷	-/۹۱۲۳۵	-/۹۴۵۷۶۲	-/۷۳۶۷۵۱	-/۷۳۶۷۵۱	-/۹۴۶۷۸۱	-/۷۱۱۷۳۴	-/۹۲۴۶	-/۸۸۷۴۴۷
۳۸	-/۸۴۴۱۳	-/۹۳۷۲۹۶	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	-/۸۸۶۶۰۵	-/۹۰۶۵۷۱	-/۷۳۰۰	-/۹۲۹۴۶۷
۳۹	-/۸۷۷۴۶	-/۸۵۶۳۰۷	-/۷۵۹۵۴۱	-/۷۵۹۵۴۱	-/۸۸۲۸۷۳	-/۹۷۱۷۷۴	-/۸۵۹۶	۱/۰۰۰۰۰
۴۰	-/۶۰۵۲۸	-/۹۵۰۷۶۲	-/۵۷۲۰۳۸	-/۶۷۲۰۳۸	-/۹۹۸۵۶۳	-/۸۵۳۷۱۴	-/۹۳۶۲	۱/۰۰۰۰۰

Performance Optimization of Industrial Units in Crisis Considering Economic Resilience Factors: A Case Study of a Petrochemical Plant

Shima Pahsapour^{*}, Ali Bozorgi Amiri^{}, Seyed Farid Ghaderi^{***}**

Abstract

Organizations usually confront with disruptive incidents. The ability of an organization to reduce the losses caused by these incidents is referred to economic resilience. In this research, the performance of a petrochemical plant is investigated in case of a crisis. At first, based on a comprehensive literature review, a conceptual framework for organizational economic resilience is developed. A structured questionnaire is provided and distributed among the staff of a petrochemical plant as a real case study. Then, an uncertain Data Envelopment Analysis (DEA) model is employed to identify the efficient units of the petrochemical plant. At the end, a sensitivity analysis is performed to examine the importance of each factor in building economic resilience in the plant. This is the first study that presents an integrated qualitative-quantitative approach including a conceptual model for economic resilience and a DEA model in uncertain conditions in the whole supply chain of a petrochemical plant.

Keywords: Economic Resilience; Uncertain Data Envelopment Analysis (DEA) Model; Uncertainty Theory.

Received: Jan. 06, 2019, Accepted: March 01, 2019.

* PhD. Student, University of Tehran.

** Assistant Professor, University of Tehran.

*** Professor, University of Tehran (Corresponding Author).

E-mail:ghaderi@ut.ac.ir