

## انتخاب پرتفولیوی مهندسی مجدد فرآیندها

دکتر مقصود امیری \*

حسین شیخی \*\*

دکتر علیرضا علی نژاد \*\*\*

### چکیده

این مقاله یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چند هدفه با پارامترهای فازی را جهت انتخاب پرتفولیوی مناسبی از فرآیندها برای مهندسی مجدد در شرکت‌های تولیدی ارائه می‌کند. برای اندازه‌گیری و برآورد اثر مهندسی مجدد هر یک از فرآیندها در بهبود عملکرد شرکت، یک روش ارزیابی بر مبنای مجموعه‌ای جدید از شاخص‌های کمی و کیفی ایجاد شده است. به دلیل کلامی بودن برخی متغیرها و وجود داده‌های غیر قطعی از نظریه مجموعه‌های فازی استفاده شده است. لذا فرآیند تحلیل سلسه مراتبی، تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره، نظریه فازی و نظریه پرتفولیو به منظور توسعه یک مدل انتخاب پرتفولیوی فرآیند، در کنار هم به کار برده شده

\* استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی mg\_amiri@yahoo.com

\*\* کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

\*\*\* استادیار دانشکده صنایع و مکانیک، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲۳

است. در نتیجه این مدل، فرآیندهایی برای مهندسی مجدد انتخاب می‌شوند که حداکثر ارزش را برای سازمان ایجاد کرده و حداقل مقاومت کارکنان را در پی دارند. برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چند هدفه با پارامترهای فازی یک روش جدید با توجه به درجه عضویت اعداد فازی توسعه داده شده است. در پایان، یک مطالعه موردی جهت تشریح روش پیشنهادی ارائه شده است که عملی بودن و کارآیی آن را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: مهندسی مجدد فرآیند، انتخاب پرتفولیوی فرآیند، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، اندازه‌گیری عملکرد، نظریه فازی، برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چند هدفه.

## مقدمه

امروزه شرکت‌ها در محیطی رقابتی و پویا فعالیت می‌کنند که از درون و برون مجبور به تغییر بوده و در نتیجه فرآیندهای نامنطبق با نیازهای بازار و عملیات، منابع را به هدر می‌دهند (آرتیتا و گاجتی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴؛ چنگ و همکارانش<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹). در حالی که بسیاری از این تغییرات باید به طور پیوسته مد نظر قرار گیرند، تعداد زیادی تغییرات در هم گسیخته وجود دارند که می‌تواند به طور چشم‌گیری از توانایی شرکت جهت بقا تجاوز کنند (آرتیتا و گاجتی، ۲۰۰۴). جهت مقابله با این گونه تغییرات، یکی از راهکارهای موثر، به‌کارگیری و پیاده‌سازی مهندسی مجدد فرآیندهاست (چانگ و شن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۲).

در سال ۱۹۹۰ دو مقاله درباره مهندسی مجدد منتشر شد، یکی توسط مایکل هومر و دیگری توسط توماس داونپورت و جیمز شورت. در حالی که داونپورت و شورت، بر نقش فناوری اطلاعات در متحول‌سازی فرآیندهای کسب و کار و حرکت به سمت فرآیندهای جدید تاکید کرده و آن را مهندسی صنایع جدید و نوآوری در فرآیند نام نهادند (داونپورت و شورت<sup>۴</sup>، ۱۹۹۰)، هومر بیشتر جنبه بنیادین

1- Arteta and Giachetti  
2- Cheng et al.  
3- Chang and Shen  
4- Davenport and Short

بودن این تغییرات را مد نظر قرار داده و بیان می‌کند که باید فرآیندهای قبلی را کنار گذاشته و صرف نظر از قواعد موجود، نحوه انجام کارها را تغییر داد و آن را مهندسی مجدد نامگذاری کرد (هومر، ۱۹۹۰). این مقالات پایه اصلی مهندسی مجدد را تشکیل دادند. هومر با همکاری چمپی کتابی را تحت عنوان مهندسی مجدد سازمان: اعلامیه‌ای برای تحول در کسب و کار منتشر کرد. مهندسی مجدد بر اساس آن چه در کتاب هومر و چمپی آمده، به صورت زیر تعریف می‌شود: بازبینی اساسی فرآیندهای کسب و کار و طراحی مجدد آن‌ها به صورت ریشه‌ای جهت دستیابی به بهبودهای چشمگیر در معیارهای اصلی عملکرد نظیر هزینه، کیفیت، خدمت‌دهی، سرعت و غیره (هومر و چمپی، ۱۹۹۳). از آن زمان تا کنون، تحقیقات زیادی در ابعاد مختلف درباره مهندسی مجدد انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

تعاریف و مفاهیم مهندسی مجدد (داونپورت، ۱۹۹۳؛ هومر و چمپی، ۱۹۹۳؛ اُنیل و سُهال، ۱۹۹۹)، ابزارها و تکنیک‌های مهندسی مجدد (چانگ و شن، ۲۰۰۲؛ کیم و جنگ، ۲۰۰۲؛ ریاجرز و من سر، ۲۰۰۵؛ تتسیوپالیس و پانیوتو، ۲۰۰۰)، مهندسی مجدد و مدیریت کیفیت جامع (جین جیل و همکارانش، ۲۰۰۲؛ هپکین و کک، ۲۰۰۰)، مهندسی مجدد و فناوری اطلاعات (داونپورت و شورت، ۱۹۹۰؛ وایت من، ۱۹۹۶) و مهندسی مجدد و ارتباط آن با استراتژی، الگوبرداری از رقبا و اندازه‌گیری عملکرد (چنگ و همکارانش، ۲۰۰۹؛ هومر، ۱۹۹۰؛ هرزوک و همکارانش، ۲۰۰۹؛ اُنیل و سُهال، ۱۹۹۹؛ ازلیک، ۲۰۱۰). معروف‌ترین روش‌های اجرا و پیاده‌سازی مهندسی مجدد، عبارتند از: ۱. روش هومر و چمپی، ۲. روش داونپورت، ۳. روش مانگانلی و کلین، ۴. روش کداک. هسته اصلی این روش‌ها یکسان است و چهار قدم اصلی بازنمایی، تغییر شکل، اندازه‌گیری عملکرد و پیاده‌سازی را شامل می‌شوند (چنگ و همکارانش، ۲۰۰۹). بازنمایی، یکی از مشکل‌ترین و مهم‌ترین قدم‌های

- 1- Hammer and Champy
- 2- O'Neill and Sohal
- 3- Kim and Jang
- 4- Reijers and Mansar
- 5- Tatsiopoulos and Panayiotou
- 6- Gingele et al.
- 7- Hipkin and Cock
- 8- Whitman
- 9- Herzog et al.
- 10- Ozcelik

مهندسی مجدد می‌باشد و شامل شناسایی و توصیف دقیق فرآیندهای جاری سازمان است. در مرحله تغییر شکل، تجزیه و تحلیل‌های گسترده‌ای روی سناریوهای مختلف بهبود انجام می‌گیرد. پس از شناخت و درک وضعیت کنونی سازمان و بررسی سناریوهای ایجاد بهبود، نوبت به اندازه‌گیری عملکرد سازمان در وضعیت کنونی و تخمین عملکرد آن پس از اعمال تغییرات می‌رسد که گام سوم مهندسی مجدد را شکل می‌دهد. در این مرحله اختلاف عملکرد سازمان در شرایط کنونی و پس از اجرای مهندسی مجدد برآورد می‌گردد و آنالیز شکاف صورت می‌گیرد. گام نهایی شامل اجرا و پیاده‌سازی تصمیمات اتخاذ شده بر اساس تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته در مراحل قبلی می‌باشد (چنگ و همکارانش، ۲۰۰۹؛ هومر و چمپی، ۱۹۹۳).

در انتخاب فرآیندها جهت مهندسی مجدد، علاوه بر در نظر گرفتن همراستایی تغییرات با اهداف و استراتژی سازمان، می‌بایست محدودیت بودجه و سایر محدودیت‌های منطقی مورد توجه قرار گیرد (هرزوگ و همکارانش، ۲۰۰۹؛ ماوروتس و همکارانش، ۲۰۰۸؛ اُنیل و سُهال، ۱۹۹۹). معمولاً فرآیندهای زیادی برای انتخاب وجود دارند که می‌توانند با توجه به شرایط سازمان برای طراحی مجدد در نظر گرفته شوند. اما بر اساس اصل پارتو، طراحی مجدد تعداد کمی از فرآیندها بیشترین تاثیر را در بهبود عملکرد سازمان دارد. در نتیجه، ضامن موفقیت پروژه‌های مهندسی مجدد، انتخاب درست فرآیندها برای طراحی مجدد می‌باشد (هومر و چمپی، ۱۹۹۳؛ اُنیل و سُهال، ۱۹۹۹). بر اساس تحقیقات ما، از فنون انتخاب پرتفولیو بیشتر در زمینه انتخاب سهام، اوراق بهادار، پروژه‌های تحقیق و توسعه، توسعه محصولات جدید و بازاریابی استفاده شده است (کارلسون و همکارانش، ۲۰۰۷؛ کلپ‌کا و پینس، ۲۰۰۲؛ لی و کیم، ۲۰۰۰). در حالی که از به کارگیری انتخاب پرتفولیو در زمینه مهندسی مجدد غفلت شده است و مطالعات چندانی در این زمینه موجود نیست. از سوی دیگر، از آن جایی که برآورد و تخمین اثر بهبود

1- Mavrotas et al.  
2- Carlsson et al.  
3- Klapka and Pinos  
4- Lee and Kim

طراحی مجدد فرآیندها در محیط پویای بازار و تحت شرایط عدم قطعیت صورت می‌گیرد، به کارگیری نظریه فازی در تصمیم‌گیری بسیار موثر می‌باشد. ترکیب تکنیک‌های انتخاب پرتفولیو با مفاهیم نظریه فازی و مهندسی مجدد می‌تواند در فرآیند تصمیم‌گیری جهت انتخاب مناسب‌ترین فرآیندها برای طراحی مجدد بسیار موثر باشد و احتمال موفقیت پروژه‌های مهندسی مجدد را افزایش دهد. لذا در این مقاله، ما به ارائه یک روش فازی جهت انتخاب پرتفولیوی مناسب از فرآیندها برای مهندسی مجدد می‌پردازیم که ابزار تصمیم‌گیری قدرتمندی است که بخشی از گام ۲ و تمام گام ۳ مهندسی مجدد یعنی فرآیند تغییر شکل و اندازه‌گیری عملکرد را تحت پوشش قرار می‌دهد.

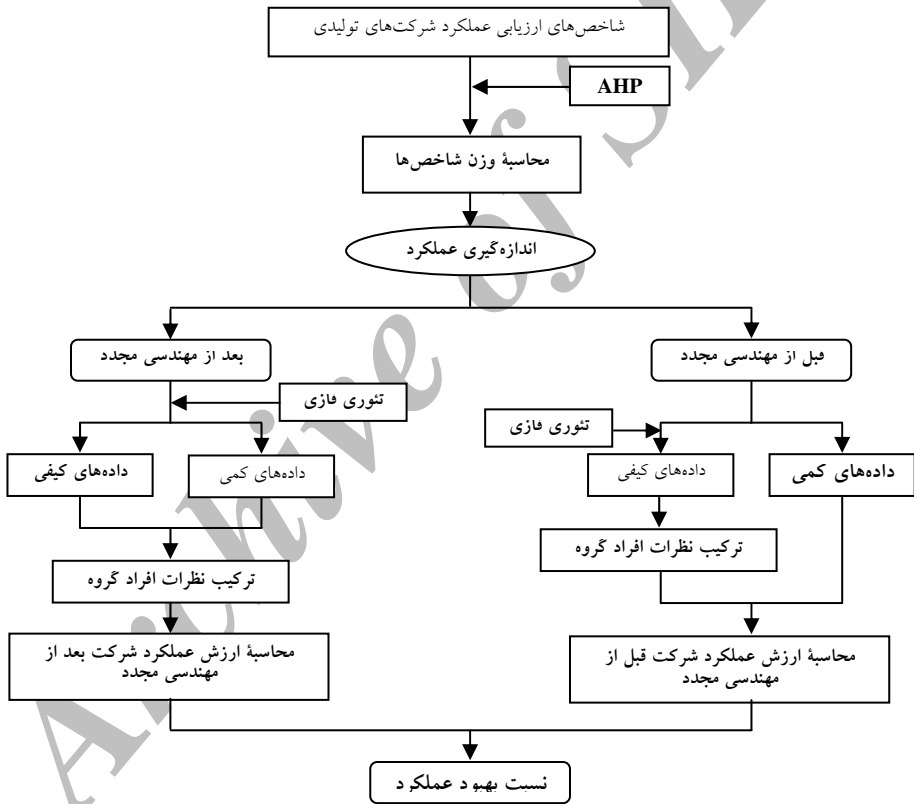
ادامه این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است: در بخش ۲، مدل اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد شرکت‌های تولیدی بر مبنای مجموعه‌ای جدید از شاخص‌های کمی و کیفی ارائه شده است. در بخش ۳، یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه با پارامترهای فازی را جهت انتخاب پرتفولیوی مناسب از فرآیندها برای مهندسی مجدد توسعه داده‌ایم. در بخش ۴، متادلوژی جدیدی برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه فازی تشریح شده است. در بخش ۵، به منظور تشریح مدل پیشنهادی و نشان دادن سودمندی و عملی بودن آن یک مطالعه موردی در یک شرکت تولید مبلمان بیان شده است. نهایتاً در بخش ۶، نتایج تحقیق و زمینه تحقیقات آتی ارائه گردیده است.

### توسعه مدل اندازه‌گیری عملکرد

به منظور توسعه مدل اندازه‌گیری عملکرد، ما ابتدا ابعاد مختلف عملکرد کسب و کار و شاخص‌های مرتبط با آنها را با تمرکز بر مهندسی مجدد در شرکت‌های تولیدی تعیین می‌کنیم که شامل هر دوی معیارهای کمی و کیفی می‌باشد. سپس، اهمیت نسبی (وزن) این متغیرها را ارزیابی می‌کنیم تا شاخص‌های کلیدی عملکرد مشخص شوند. در شکل (۱)، مدل پیشنهادی ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد شرکت، تشریح شده است و جزئیات هر قدم در بخش‌های زیر ارائه شده است.

## شناسایی ابعاد و شاخص‌های عملکرد

ما چهار بعد اندازه‌گیری عملکرد (عملکرد مالی - توانایی ساخت، تولید و نوآوری رضایت مشتریان و کارکنان - ارتباطات زنجیره تامین) و شاخص‌های مرتبط با هر بعد را از مقالات موجود استخراج کرده‌ایم. مجموعه این ابعاد و شاخص‌ها، مقیاس مناسبی برای بیان و توصیف عملکرد هر شرکت تولیدی فراهم می‌آورد.



شکل ۱. مدل پیشنهادی اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد شرکت‌ها

عملکرد مالی: تحقیقات قبلی شاخص‌های زیادی را برای اندازه‌گیری عملکرد مالی پیشنهاد کرده‌اند. در شرکت‌های تولیدی چهار شاخص بازده دارایی‌ها، ساختار

سرمایه، نسبت گردش نقدی و نسبت هزینه‌ها به فروش، مقیاس مناسبی از عملکرد مالی ارائه می‌دهند. بازده دارایی‌ها، که توانایی ایجاد سود را نشان می‌دهد، از نسبت سود خالص بر کل دارایی‌ها حاصل می‌شود. ساختار سرمایه از تقسیم بدهی‌ها بر سرمایه حاصل می‌شود. نسبت گردش نقدی، کارآیی شرکت در استفاده از پول نقد برای ایجاد فروش خالص را نشان می‌دهد که معادل با فروش خالص تقسیم بر متوسط تراز نقدی است و مقیاسی از نقدینگی شرکت را فراهم می‌کند. نسبت هزینه‌ها به فروش، نشان‌دهنده درصدی از فروش است که صرف هزینه‌های مرتبط با عملیات شرکت شده است (آزاده و قدیری، ۲۰۰۷؛ ما و وانگ، ۲۰۰۶؛ تسنگ و همکارانش، ۲۰۰۹).

توانایی ساخت، تولید و نوآوری: توانایی ساخت، تولید و نوآوری، قابلیت یک شرکت در تولید تنوعی از محصولات در حجم‌های انعطاف‌پذیر، مطابق با نیازها و ارزش‌های مشتری و نائل شدن به مشخصه‌های محصول در چارچوب زمانی مورد درخواست مشتری است. شاخص‌های عملکرد این بعد شامل نرخ بازده تولید، انعطاف‌پذیری تولید، بهره‌وری، میانگین زمان سیکل تولید محصولات، توانایی به دست آوردن تکنولوژی‌های حیاتی و تولید محصولات جدید و توانایی بهبود فرآیندهای تولیدی است. نرخ بازده نشان‌دهنده توانایی تولید بهتر است. انعطاف‌پذیری تولید به توانایی در برخورد با تقاضاهای مشتریان برای محصولات مختلف و در حجم‌های متفاوت اشاره دارد. بهره‌وری که از تقسیم درآمد ناخالص بر تعداد کارکنان حاصل می‌شود، مقیاسی است از به کارگیری منابع انسانی. میانگین زمان سیکل تولید محصولات، معیاری جهت ارزیابی متوسط زمان مصرفی برای تولید محصولات مختلف می‌باشد. توانایی به دست آوردن تکنولوژی‌های حیاتی و تولید محصولات جدید نشان‌دهنده قابلیت شرکت در پیاده‌سازی تکنولوژی‌های پیشرفته در شرکت، توانایی در طراحی محصولات جدید و در نتیجه، افزایش قابلیت رقابت آن می‌باشد. فرآیندهای تولیدی ممکن است به وسیله کاهش تعداد مراحل

1- Azadeh and Ghaderi

2- Ma and Wang

3- Tseng et al.

تولید، به کارگیری اتوماسیون، ربات‌ها و غیره، در بهبود کارآیی فرآیند موثر باشند (احمد و ذفر، ۱، ۲۰۰۲؛ آزاده و قدیری، ۲۰۰۷؛ چن، ۲، ۲۰۰۸؛ تسنگ و همکارانش، ۲۰۰۹).

رضایت مشتریان و کارکنان: این بعد در برگزیده پنج شاخص سطح کیفی محصول، سهم بازار، نرخ رشد فروش، رضایت کارکنان و انطباق فعالیت‌های سازمان و محصولات تولیدی با اصول زیست محیطی است. این شاخص‌ها در مجموع نشان‌دهنده رقابتی بودن شرکت و مطابقت فعالیت‌های سازمان با منافع ذینفعان می‌باشد (آزاده و قدیری، ۲۰۰۷؛ چن، ۲۰۰۸؛ تسنگ و همکارانش، ۲۰۰۹).

ارتباطات زنجیره تامین: شرکت‌های تولیدی تمایل به پایین نگه داشتن هزینه‌های موجودی مواد، تامین و دسترسی به مواد سفارش داده شده در زمان مقرر، توزیع سریع و تحویل به موقع محصولات به مشتریان و درک و شناخت به موقع نیازهای مشتری و وضعیت بازار دارند، لذا وجود ارتباطات نزدیک با تامین کنندگان بالادستی و مشتریان پایین دستی، امری حیاتی است. بنابراین، روابط با تامین کنندگان بالادستی مواد و ملزومات و یکپارچگی تاکتیکی روابط پایین دستی دو شاخص مرتبط با این بعد می‌باشند (تسنگ و همکارانش، ۲۰۰۹). ابعاد اندازه‌گیری عملکرد و شاخص‌های مرتبط با هر یک به طور خلاصه در جدول (۱) فهرست شده‌اند.

### تعیین اوزان مربوط به ابعاد و شاخص‌های عملکرد - روش تحلیل سلسله مراتبی

ما ایده وزن‌دهی را به کار می‌بریم تا اهمیت نسبی ابعاد و شاخص‌ها را در مدل‌مان لحاظ کنیم. روش‌های مختلفی می‌توانند برای تعیین وزن شاخص‌ها به کار برده شوند، نظیر روش بردار ویژه، روش کمترین مجذورات وزین شده، روش آنتروپی، روش لین‌مپ و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (تسنگ و همکارانش، ۲۰۰۹). انتخاب هر روش وابسته به ذات مسئله است. با توجه به این که شاخص‌ها در این جا ترکیبی از معیارهای کمی و کیفی می‌باشند و به صورت اعداد فازی بیان می‌شوند،



ما روش تحلیل سلسله مراتبی فازی را انتخاب کرده‌ایم، که یک رویه سیستماتیک را برای ارزیابی مسائل پیچیده ارائه می‌کند و به کارگیری آن آسان بوده و نظرات خبرگان را یکپارچه می‌کند (الیاس و همکارانش<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹؛ میکس نر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹؛ تسنگ و همکارانش، ۲۰۰۹).

جدول ۱. ابعاد اندازه‌گیری عملکرد و شاخص‌های مرتبط با هر بعد (اوزان مربوط به مطالعه موردی)

ابعاد عملکرد	شاخص عملکرد
عملکرد مالی	بازده دارایی‌ها
	ساختار سرمایه
	نسبت گردش نقدی
	نسبت هزینه‌ها به فروش
توانایی ساخت، تولید و نوآوری	نرخ بازده تولید
	انعطاف‌پذیری تولید
	بهره‌وری
	میانگین زمان سیکل تولید محصولات
	توانایی به دست آوردن تکنولوژی‌های حیاتی و تولید محصولات جدید
	توانایی بهبود فرآیندهای تولیدی
	سطح کیفی محصول
	سهام بازار
	نرخ رشد فروش
	رضایت کارکنان
انطباق فعالیت‌های سازمان و محصولات تولیدی با اصول زیست محیطی	
ارتباطات زنجیره تامین	روابط با تامین‌کنندگان بالادستی مواد و ملزومات
	یکپارچگی تاکتیکی روابط پایین دستی

روش تحلیل سلسله مراتبی کلاسیک که توسط توماس ال. ساتی در سال ۱۹۷۰ ارائه شده است، از معروف‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است. اساس این روش بر مقایسات زوجی استوار است. اولین روش

1- Alias et al.  
2- Meixner

تحلیل سلسله مراتبی فازی در سال ۱۹۸۳ و توسط لارهون و پدریک ایجاد شد که به دلیل پیچیدگی محاسباتی مورد استقبال قرار نگرفت. در سال ۱۹۸۵ روشی توسط باکلی ارائه شد که بر مبنای اعداد فازی ذوزنقه‌ای قرار دارد. این روش از روش ارائه شده توسط لارهون و پدریک مناسب‌تر و کاربردی‌تر بود. در سال ۱۹۹۶ روش دیگری توسط یک محقق چینی به نام یونگ چانگ ارائه شد که کاربرد زیادی یافته است (الیاس و همکارانش، ۲۰۰۹؛ میکس‌نر، ۲۰۰۹).

برای تعیین وزن شاخص‌ها ماتریس  $\tilde{A}$  را در نظر بگیرید که یک ماتریس مربعی است و شامل تمامی مقایسات زوجی  $\tilde{a}_{ij}$  بین عناصر  $i$  و  $j$  برای تمامی  $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$  است.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & (1,1,1) & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

در جایی که  $\tilde{a}_{ij} = \tilde{a}_{ji}^{-1}$  و همه  $\tilde{a}_{ij}$  اعداد فازی مثلثی  $(a_{ij}^L, a_{ij}^m, a_{ij}^u)$  هستند،  $a_{ij}^L$  نشان‌دهنده حد پایین،  $a_{ij}^u$  نشان‌دهنده حد بالا و  $a_{ij}^m$  نقطه‌ای است که در آن مقدار تابع عضویت  $\mu(a_{ij}) = 1$  است. تابع عضویت اعداد فازی مثلثی به صورت زیر است.

$$\mu(a_{ij}) = \begin{cases} \frac{a_{ij} - a_{ij}^L}{a_{ij}^m - a_{ij}^L} & x \in [a_{ij}^L, a_{ij}^m] \\ \frac{a_{ij}^u - a_{ij}}{a_{ij}^u - a_{ij}^m} & x \in [a_{ij}^m, a_{ij}^u] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

به طوری که  $a_{ij}^L \leq a_{ij}^m \leq a_{ij}^u$ . اگر  $a_{ij}^L = a_{ij}^m = a_{ij}^u$  عدد فازی معادل با یک عدد کلاسیک است (میکس‌نر، ۲۰۰۹).

برخلاف بسیاری از نویسندگان که حدود بالا و پایین ثابتی را برای اعداد فازی

فرض می‌کنند، ما تصمیم‌گیرنده‌ها را آزاد می‌گذاریم که خودشان حدود بالا و پایین را تعیین کنند. در حقیقت، ما ابتدا از تصمیم‌گیرنده‌ها می‌خواهیم که یک مقدار کلاسیک را برای  $a_{ij}^m$  بیان کنند. ما مقیاس ۹ نقطه‌ای ساتی را بکار می‌بریم که شامل دامنه‌ای از ۱ (= اهمیت معادل عناصر  $i$  و  $j$ ) تا ۹ (= اهمیت کاملاً زیاد  $i$  بر  $j$ ) و مقادیر معکوس آن‌هاست. تمامی مقادیر در دامنه ۱ تا ۹ و  $\frac{1}{9}$  تا ۱ امکان‌پذیر هستند، تصمیم‌گیرنده‌ها محدود به اعداد صحیح ۱، ۲ و غیره و مقادیر معکوس آن‌ها نیستند. بر این اساس، تصمیم‌گیرنده‌ها می‌توانند محدوده‌ای با حد پایین  $a_{ij}^L$  و حد بالای  $a_{ij}^u$  را برای  $a_{ij}^m$  تعیین کنند، لذا تصمیم‌گیرنده‌ها به هیچ وجه محدود نیستند (میکس‌نر، ۲۰۰۹).

فرض اعداد فازی مثلثی یک فرض ساده‌ساز است که به طور گسترده‌ای در مقالات به کار برده شده است و محاسبات فازی را تسهیل می‌کند. قوانین عملیاتی فازی که توسط پرفسور لطفی‌زاده توسعه داده شده است در انجام محاسبات به کار برده می‌شود. فرض کنید  $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2$  دو عدد فازی مثلثی هستند که  $\tilde{A}_1 = (a_1^L, a_1^m, a_1^u)$  و  $\tilde{A}_2 = (a_2^L, a_2^m, a_2^u)$  عملیات‌های پایه عبارتند از:

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 &= (a_1^L + a_2^L, a_1^m + a_2^m, a_1^u + a_2^u) \\ \tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 &= (a_1^L a_2^L, a_1^m a_2^m, a_1^u a_2^u) \\ \tilde{A}_1^{-1} &= \left( \frac{1}{a_1^u}, \frac{1}{a_1^m}, \frac{1}{a_1^L} \right)\end{aligned}\quad (3)$$

ما این قوانین عملیاتی را برای محاسبه وزن معیارها نیاز داریم. قبل از این، ما نیاز داریم که دو موضوع را مد نظر قرار دهیم: (۱) ما باید سازگاری هر تصمیم‌گیرنده را ارزیابی کنیم، و (۲) ما باید راهی برای ترکیب کردن و یکپارچه کردن مقایسات زوجی اعضای تیم مهندسی مجدد پیدا کنیم (چنگ و همکارانش، ۲۰۰۹؛ میکس‌نر، ۲۰۰۹).

## تجزیه و تحلیل سازگاری ارزیابی‌های انفرادی

برای این که سطح کیفی معینی برای یک تصمیم تضمین شود، باید سازگاری ماتریس ارزیابی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. لذا، نسبت ثبات ارائه شده توسط ساعتی محاسبه می‌شود. چنانچه نسبت ثبات کوچکتر یا مساوی ۰.۱ باشد، ثبات ماتریس مفروض به توصیف آقای ساعتی پذیرفته می‌شود و چنانچه این نسبت بزرگتر از ۰.۱ باشد باید از تصمیم گیرنده خواسته شود که در قضاوت‌های مقایسه‌ای خود در جهت سازگاری بیشتر تجدید نظر کند. ساعتی (۱۹۸۰) تایید کرد که ما می‌توانیم نسبت ثبات را از طریق  $\lambda_{\max}$  تقریب بزنیم:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad CR = \frac{CI}{RI} \leq 0.1 \quad (4)$$

به منظور ساده‌سازی، برای محاسبه CR، مقدار کلاسیک  $a_{ij}^m$  را به کار می‌بریم (میکس‌نر، ۲۰۰۹).

## تجمیع تصمیمات اعضاء تیم مهندسی مجدد

برای ترکیب کردن و جمع نمودن تصمیمات تمامی اعضاء تیم مهندسی مجدد، از روش دیویس (۱۹۹۴) استفاده شده است که بر اساس آن از میانگین هندسی برای جمع کردن نظرات افراد به صورت ذیل استفاده می‌کند (میکس‌نر، ۲۰۰۹).

$$a_{ij}^L = \left( \prod_{k=1}^K a_{ijk}^L \right)^{1/K}, \quad a_{ij}^m = \left( \prod_{k=1}^K a_{ijk}^m \right)^{1/K}, \quad a_{ij}^u = \left( \prod_{k=1}^K a_{ijk}^u \right)^{1/K} \quad (5)$$

در ادامه این بخش، به بیان نحوه محاسبه وزن ابعاد و شاخص‌های مربوطه بر اساس روش چانگ پرداخته می‌شود. در این روش فرض بر این است که در مقایسات زوجی، ارزش مقایسات به صورت تقریبی و با اعداد فازی مثلثی بیان می‌شوند. فرض کنید ماتریس مقایسه زوجی معیارها با اعداد فازی مثلثی به دست آمده است. سپس با استفاده از محاسبات ریاضی در اعداد فازی مثلثی مقدار  $(\tilde{S}_i)$  برای هر سطر ماتریس از رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^m \tilde{A}_{ij} \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{A}_{ij} \right]^{-1} \quad (6)$$

به دلیل این که مقادیر  $\tilde{A}_{ij}$  اعداد فازی مثلثی هستند، در نتیجه  $\tilde{S}_i$ ، نیز یک عدد فازی مثلثی خواهد بود. پس از محاسبه  $\tilde{S}_i$ ها، باید درجه صحت بزرگی آنها نسبت به هم به دست آیند. لذا بر اساس روش مرتب کردن اعداد فازی، برای دو عدد فازی مثلثی  $\tilde{A}_1 = (a_1^L, a_1^m, a_1^u)$  و  $\tilde{A}_2 = (a_2^L, a_2^m, a_2^u)$  داریم:

$$V(\tilde{A}_1 \geq \tilde{A}_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } a_1^m \geq a_2^m \\ \frac{a_1^u - a_2^L}{(a_1^u - a_2^L) + (a_2^m - a_1^m)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

درجه صحت بزرگی یک عدد فازی نسبت به سایر اعداد فازی عبارت است از:

$$w'_i = \min\{V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_k)\} \quad k=1,2,\dots,n; \quad k \neq i \quad (8)$$

پس از محاسبه  $w'_i$ ها، بردار وزن معیارها  $(W)$ ، با نرمالیزه کردن بردار  $W'$  به دست می آید (میکس نر، ۲۰۰۹).

$$W = (\min V(\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_k), \min V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_k), \dots, \min V(\tilde{S}_n \geq \tilde{S}_k))^T \quad (9)$$

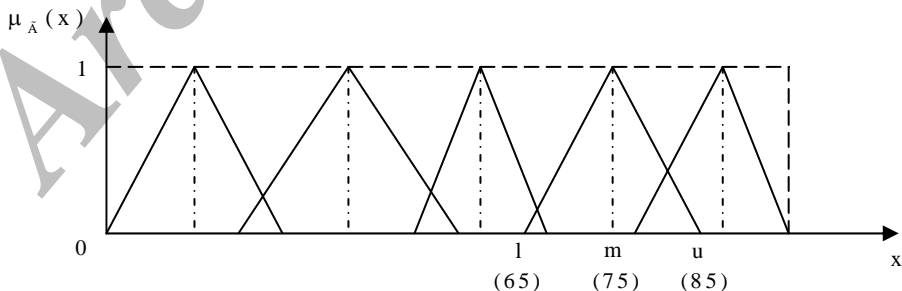
### محاسبه مقدار شاخص ها از طریق روش تصمیم گیری گروهی

بعد از تعریف ابعاد و شاخص های مرتبط با هر بعد و تعیین اهمیت نسبی (وزن) آنها، باید مقدار هر شاخص محاسبه شود. برای محاسبه شاخص ها در شرایط کنونی شرکت، داده های مربوط با شاخص های کمی از گزارشات مالی و سالیانه به دست می آیند و داده های مرتبط با شاخص های کیفی را می توان بر اساس نظرات اعضای تیم مهندسی مجدد به دست آورد. به دلیل این که نظرات افراد ممکن است بر اساس تصورات یا شخصیت شان به طور معناداری متفاوت باشد، انجام ارزیابی در یک محیط غیرقطعی و فازی پیشنهاد می شود (چنگ و همکارانش، ۲۰۰۹؛ میکس نر، ۲۰۰۹). این به افراد اجازه می دهد تا یک محدوده ای را برای متغیرهای کلامی در یک مقیاس فازی تعریف کنند که بر مبنای قضاوت های ذهنی فرد قرار دارد. هر متغیر کلامی با یک عدد فازی مثلثی نشان داده می شود. برای ایجاد تابع عضویت مربوط به هر متغیر کلامی، از تصمیم گیرنده خواسته می شود که یک محدوده ای از ۱ تا ۱۰۰ را که مرتبط با واژه های کلامی خیلی بد، بد، متوسط، خوب، خیلی خوب

می‌باشد را مشخص کنند. شکل (۲)، یک مثال فرضی را برای توابع عضویت، پنج سطح متغیرهای کلامی نشان می‌دهد. ارزیابی‌کننده باید مقدار بالا، پایین و میانه هر سطح را تعیین کند (چنگ و همکارانش، ۲۰۰۹).

سپس به منظور ترکیب کردن نظرات افراد گروه، از روش میانگین هندسی دیویس (۱۹۹۴)، که در قسمت قبل بیان شد، استفاده می‌شود. بعلاوه، جهت یکسان‌سازی نمایش اعداد، اعداد دقیق حاصل شده از شاخص‌های کمی نیز به صورت یک عدد فازی مثلثی نشان داده می‌شوند (میکس‌نر، ۲۰۰۹)، به طوری که  $a_{ij}^L = a_{ij}^m = a_{ij}^u$ .

اما برای محاسبه شاخص‌ها پس از تغییر یکی از فرآیندهای شرکت، داده‌های مربوط به شاخص‌های کمی را دیگر نمی‌توان به طور دقیق محاسبه نمود. زیرا به دلیل عدم وجود داده‌های تاریخی پس از مهندسی مجدد، اطلاعات دقیقی از تاثیر تغییر فرآیند در عملکرد سازمان وجود ندارد، و درباره نتایج حاصل شده در آینده نمی‌توان به طور قطعی اظهار نظر کرد. لذا تحت این شرایط تیم مهندسی مجدد با استفاده از تکنیک‌هایی نظیر هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، تجزیه و تحلیل رقابت، تجزیه و تحلیل ریسک، منافع و هزینه‌ها، مطالعه حرکت و زمان، تجزیه و تحلیل ارزش، شبیه‌سازی و غیره، به مدل‌سازی، بررسی و آنالیز اثر تغییر فرآیند مورد نظر بر شاخص‌های عملکرد سازمان می‌پردازند و تخمینی از آن‌ها را ارائه می‌کند. این تخمین‌ها به دلیل وجود شرایط عدم قطعیت به صورت اعداد فازی مثلثی بیان می‌شوند. برای محاسبه شاخص‌های کیفی در این مرحله از روشی که بیشتر برای محاسبه آن‌ها تحت شرایط کنونی شرکت بیان شد، استفاده می‌شود.



شکل ۲. تابع عضویت پنج سطحی یک متغیر کلامی (مثال فرضی)

## محاسبه ارزش عملکرد شرکت و نسبت بهبود

بعد از محاسبه اهمیت نسبی شاخص‌ها و مقدار هر شاخص، باید مقدار شاخص‌های کمی و کیفی را با هم ترکیب کرده و ارزش عملکرد شرکت، قبل و بعد از مهندسی مجدد محاسبه شود. برخی از شاخص‌ها جنبه مثبت و برخی دیگر جنبه منفی دارند، لذا در محاسبه ارزش عملکرد، از معکوس شاخص‌ها با جنبه منفی استفاده می‌شود.

از سوی دیگر، به دلیل این که مقادیر شاخص‌های کمی و کیفی بر حسب واحدهای مختلفی هستند، نمی‌توانیم آن‌ها را با هم جمع کنیم، بنابراین ابتدا مقدار هر شاخص را که یک عدد فازی مثلثی  $\tilde{A}_i = (a_i^L, a_i^m, a_i^u)$  است به توان وزن آن شاخص  $w_i$  می‌رسانیم، لذا داریم:

$$\tilde{A}_i^{w_i} = ((a_i^L)^{w_i}, (a_i^m)^{w_i}, (a_i^u)^{w_i}) \quad (10)$$

فرض کنید  $T$  نشان‌دهنده تعداد شاخص‌هاست. سپس مقادیر به توان رسیده شاخص‌ها را در هم ضرب می‌کنیم. بنابراین، ارزش کل عملکرد شرکت از رابطه زیر و بر حسب یک عدد فازی مثلثی حاصل می‌شود.

$$PV^L = \left( \prod_{i=1}^T (a_{it}^L)^{w_i} \right), \quad PV^m = \left( \prod_{i=1}^T (a_{it}^m)^{w_i} \right), \quad PV^u = \left( \prod_{i=1}^T (a_{it}^u)^{w_i} \right) \quad (11)$$

پس از محاسبه ارزش کل عملکرد شرکت در دو حالت مذکور، ارزش عملکرد شرکت بعد از مهندسی مجدد ( $PV_{After}$ ) را به ارزش عملکرد شرکت قبل از مهندسی مجدد ( $PV_{Before}$ ) تقسیم کرده، در نتیجه نسبت بهبود عملکرد شرکت ( $PIR$ ) به دست می‌آید.

$$PIR = \frac{PV_{After}}{PV_{Before}} \quad (12)$$

## فرمول‌بندی مسئله انتخاب پرتفولیوی فرآیند

چندین روش برای انتخاب پرتفولیوی پروژه پیشنهاد شده است که رایج‌ترین روش، استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح یا به طور دقیق‌تر برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک است (لین و سیه، ۲۰۰۴؛ ماوروتس و همکارانش، ۲۰۰۸). در این جا،

مسئله انتخاب پرتفولیوی پروژه به انتخاب پرتفولیوی فرآیند تعمیم داده شده است. با توجه به کلامی بودن برخی متغیرها و وجود عدم قطعیت در مقادیر سایر متغیرها، برای انتخاب پرتفولیوی از فرآیندهای مناسب جهت مهندسی مجدد، یک مدل جدید برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه با پارامترهای فازی ارائه گردیده است.

### پارامترها و متغیرهای مدل

پارامترها و متغیرهای مسئله به صورت زیر تعریف می‌شوند.

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{اگر فرآیند زام برای مهندسی مجدد انتخاب شود} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

$\bar{v}_j$ : نسبت بهبود عملکرد شرکت، حاصل از مهندسی مجدد فرآیند زام

$\bar{c}_j$ : هزینه مهندسی مجدد فرآیند زام

$\bar{b}$ : بودجه تخصیص داده شده به پروژه مهندسی مجدد

$q$ : حداکثر تعداد فرآیندهایی است که می‌توان برای مهندسی مجدد انتخاب نمود

$\mu(v_j)$ : تابع عضویت عدد فازی  $v_j$

$\mu(c_j)$ : تابع عضویت عدد فازی  $c_j$

$\mu(b)$ : تابع عضویت عدد فازی  $b$

$\delta_{v_j}^-$ : انحراف منفی تابع عضویت عدد فازی  $v_j$  از عدد یک

$\delta_{c_j}^-$ : انحراف منفی تابع عضویت عدد فازی  $c_j$  از عدد یک

$\delta_b^-$ : انحراف منفی تابع عضویت عدد فازی  $b$  از عدد یک

$w_{v_j}$ : وزن متغیر  $\delta_{v_j}^-$  در تابع هدف

$w_{c_j}$ : وزن متغیر  $\delta_{c_j}^-$  در تابع هدف

$w_b$ : وزن متغیر  $b$  در تابع هدف

$\theta_i$ : اهمیت نسبی (وزن) تابع هدف  $i$ ام

$M$ : یک عدد بزرگ



## فرموله‌بندی مسئله

مسئله انتخاب پرتفولیوی فرآیند به صورت مدل (۱۳) فرموله‌بندی می‌شود. این مدل شامل ۲ هدف می‌باشد که به ترتیب عبارتند از: ۱. حداکثرسازی نسبت بهبود عملکرد شرکت (۱-۱۳)، که ضرایب تابع هدف آن از مدل ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد توسعه داده شده در بخش (۴.۲) به دست می‌آید، ۲. حداقل‌سازی مقاومت کارکنان شرکت در برابر اجرای پروژه مهندسی مجدد (۲-۱۳)، از آن جا که هر چه تعداد فرآیندهای کمتری برای مهندسی مجدد انتخاب شود، تعداد کمتری از کارکنان درگیر با تغییرات حاصل از مهندسی مجدد می‌شوند، لذا مقاومت کمتری در برابر اجرای آن حاصل خواهد شد. محدودیت (۳-۱۳)، تضمین می‌کند که هزینه پروژه مهندسی مجدد از بودجه تعیین شده فراتر نرود. محدودیت (۴-۱۳) بیانگر محدودیت در تعداد فرآیندهایی است که می‌توان با توجه به مقاومت کارکنان در برابر تغییر، تحت مهندسی مجدد قرار داد. نهایتاً محدودیت (۵-۱۳)، تعیین می‌کند که متغیرهای تصمیم، متغیرهای باینری با مقادیر مساوی صفر و یک هستند. توجه کنید که هزینه مهندسی مجدد هر فرآیند  $(\tilde{c}_j)$  و نسبت بهبود عملکرد شرکت در نتیجه هر تغییر  $(\tilde{v}_j)$  به صورت اعداد فازی مثلثی، بیان می‌شوند. از سوی دیگر، بودجه تخصیص داده شده به پروژه مهندسی مجدد، مقداری انعطاف‌پذیر می‌باشد که آن نیز به صورت عدد فازی مثلثی توصیف می‌شود.

$$\text{maximize } \sum_{j=1}^n \tilde{v}_j x_j \quad (1-13)$$

$$\text{minimize } \sum_{j=1}^n x_j \quad (2-13)$$

s.t. (13)

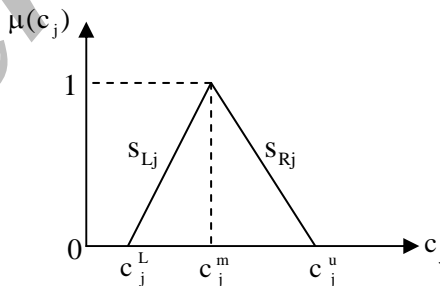
$$\sum_{j=1}^n \tilde{c}_j x_j \leq \tilde{b} \quad (3-13)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq q \quad (4-13)$$

$$x_j \in 0 \text{ OR } 1 \quad (5-13)$$

## روش‌شناسی حل

اکثر روش‌های پیشنهاد شده برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک فازی، تکنیک برش  $\alpha$  را به کار می‌برند که نیاز به محاسبات تکرار شونده دارد. از سوی دیگر، اکثر آن‌ها تابع عضویت ضرایب فازی در محاسبات را در نظر نمی‌گیرند که این امر باعث نادیده گرفته شدن مفهوم درجه عضویت در اعداد فازی می‌شود (یو و لی، ۲۰۰۱). در حالی که، یکی از تفاوت‌های اساسی عدد فازی با مجموعه اعداد قطعی، مقدار درجه عضویت نقاط است. وقتی ضرایب تابع هدف نادقیق و غیرقطعی باشند، کسی نمی‌تواند حل بهینه و ایده‌آل را برای مسئله تضمین کند (یو و لی، ۲۰۰۱؛ ترابی و حسینی، ۲۰۰۸). در این موارد، مدل برنامه‌ریزی فازی با استفاده روش‌های مختلف به یک مدل کلاسیک تبدیل می‌شود و می‌توان جواب بهینه مدل کلاسیک را به دست آورد که این جواب لزوماً جواب بهینه مدل فازی نمی‌باشد و بسته به روش تبدیل و الگوریتم مورد استفاده ممکن است به جواب‌های بی‌کفایت و نامناسب منجر شود و یا جواب‌های خوب و موثری به دست آید. در ادامه روشی بر مبنای اصلاح روش یو و لی و توسعه آن برای حل مسائل چندهدفه ارائه شده است که می‌تواند یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه با ضرایب فازی در تابع هدف، ضرایب فازی در ماتریس محدودیت‌ها و اعداد فازی در سمت راست محدودیت‌ها را حل نماید به نحوی که جواب موثر و باکفایت حاصل شود.



شکل ۳. یک تابع عضویت مثلثی مفروض

قضیه ۱.  $\mu(c_j)$  را به عنوان تابع عضویت عدد فازی مثلثی  $c_j$  در نظر بگیرید، به طوری که در شکل (۳) نشان داده شده است، که  $c_j^u, c_j^m, c_j^L$  و  $c_j^u$  به ترتیب نمایانگر حد پایین، حد میانی و حد بالای عدد فازی  $c_j$  می باشد و  $s_{Rj}$  و  $s_{Lj}$  به ترتیب شیب خطوط بین  $c_j^u, c_j^m$  و  $c_j^m, c_j^L$  را نشان می دهد (یو و لی، ۲۰۰۱). لذا داریم:

$$s_{Lj} = \frac{\mu(c_j^m) - \mu(c_j^L)}{c_j^m - c_j^L}, \quad s_{Rj} = \frac{\mu(c_j^u) - \mu(c_j^m)}{c_j^u - c_j^m} \quad (14)$$

در نتیجه،  $\mu(c_j)$  می تواند به صورت رابطه (۱۵) بیان شود (یو و لی، ۲۰۰۱):

$$\mu(c_j) = \mu(c_j^L) + s_{Lj}(c_j - c_j^L) + \frac{s_{Rj} - s_{Lj}}{2}(|c_j - c_j^m| + c_j - c_j^m) \quad (15)$$

قضیه (۲) به منظور خطی سازی عبارت قدرمطلق در قضیه (۱) ارائه شده است.

قضیه ۲. مدل (۱۶) را در نظر بگیرید.

$$\begin{aligned} \max Z &= -2(f(x) - g + d) \\ \max Z &= -(f(x) - g) + f(x) - g \\ \text{s.t.} & \quad (16) \quad f(x) - g + d \geq 0 \\ \text{s.t.} & \quad x \in F \\ & \quad d \geq 0 \end{aligned} \quad (17)$$

که  $F$  یک مجموعه شدنی و  $g$  یک مقدار ثابت نامنفی است. مدل (۱۶) را می توان به صورت مدل (۱۷) نوشت که یک مدل خطی است (یو و لی، ۲۰۰۱).

قضیه ۳. حل بهینه مدل (۱۸)، معادل با حل بهینه مدل (۱۹) است.

$$\begin{aligned} \max Z &= \left( \sum_{j=1}^n c_j x_j, \sum_{j=1}^n \mu(c_j) \right) \\ \max Z &= \sum_{j=1}^n c_j x_j - \sum_{j=1}^n (w_j^+ \delta_j^+ + w_j^- \delta_j^-) \\ \text{s.t.} & \quad (18) \\ \text{s.t.} & \quad \mu_j(c_j) - \delta_j^+ + \delta_j^- = 1 \quad (19) \\ c_j &\in F, \quad c_j \geq 0 \\ c_j &\in F, \quad c_j \geq 0 \end{aligned}$$

که  $w_j^- = |1/s_{Rj}|$  و  $w_j^+ = |1/s_{Lj}|$  معکوس شیب خطوط نشان داده شده در شکل (۳)

می‌باشند (یو و لی، ۲۰۰۱).

قضیه ۴. مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک (۲۰) را در نظر بگیرید:  
این مدل، معادل با مدل (۲۱) می‌باشد که در آن  $y=cx$  و  $M$  یک عدد بزرگ است (یو و لی، ۲۰۰۱).

$$\begin{array}{ll} \max Z = y & \\ \text{s.t.} & \\ y \leq c + M(1-x) & (21) \\ y \leq Mx & \\ y \geq 0, c \geq 0 & \\ x \in 0-1 & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \max Z = cx & \\ \text{s.t.} & \\ x \in 0-1 & (20) \\ c \geq 0 & \end{array}$$

قضیه ۵. مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک (۲۲) را در نظر بگیرید:  
این مدل، معادل با مدل (۲۳) می‌باشد که در آن  $y=cx$  است (یو و لی، ۲۰۰۱).

$$\begin{array}{ll} \min Z = y & \\ \text{s.t.} & \\ y \geq c + M(x-1) & (23) \\ y \geq 0, c \geq 0 & \\ x \in 0-1 & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \min Z = cx & \\ \text{s.t.} & \\ x \in 0-1 & (22) \\ c \geq 0 & \end{array}$$

با توجه به قضایای فوق و با در نظر گرفتن  $y_j = v_j x_j$  و  $z_j = c_j x_j$  به ازای هر  $j=1,2,\dots,n$ ، مدل (۱۳)، به مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه کلاسیک (۲۴) تبدیل می‌شود.

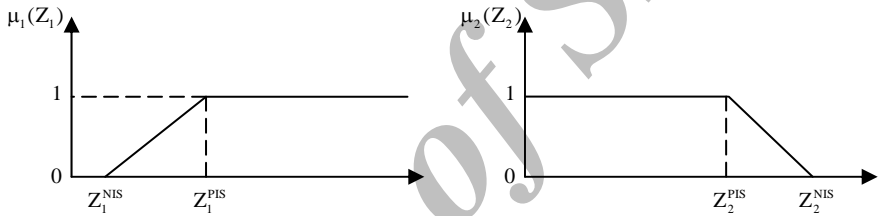
$$\begin{aligned}
 \max Z_1 &= \sum_{j=1}^n y_j \\
 \min Z_2 &= \sum_{j=1}^n x_j \\
 \max Z_3 &= \sum_{j=1}^n \mu(v_j) \\
 \max Z_4 &= \sum_{j=1}^n \mu(c_j) \\
 \max Z_5 &= \mu(b) \\
 \text{s.t.} \\
 \sum_{j=1}^n z_j &\leq b \\
 \sum_{j=1}^n x_j &\leq q \\
 x_j &\in 0 \text{ or } 1, j=1,2,\dots,n
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1^{\text{PIS}} &= \max \sum_{j=1}^n y_j \\
 Z_1^{\text{NIS}} &= \min \sum_{j=1}^n y_j \\
 Z_2^{\text{PIS}} &= \min \sum_{j=1}^n x_j \\
 Z_2^{\text{NIS}} &= \max \sum_{j=1}^n x_j \\
 \text{s.t.} \\
 \sum_{j=1}^n z_j &\leq b \\
 \sum_{j=1}^n x_j &\leq q \\
 x_j &\in 0 \text{ or } 1, j=1,2,\dots,n
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

چون اهداف مختلف می‌تواند واحدهای متفاوتی داشته باشند در مرحله اول آن‌ها را بی‌مقیاس می‌کنیم. بدین منظور، از روش فازی استفاده کرده و توابع عضویت اهداف  $Z_1$  و  $Z_2$  را به دست می‌آوریم. در این جا اهداف  $Z_3$ ،  $Z_4$  و  $Z_5$  بی‌مقیاس می‌باشند و نیازی به بدست آوردن تابع عضویت آن‌ها نیست. لذا، ابتدا بهترین و بدترین مقدار هر هدف را (برای اهداف  $Z_1$  و  $Z_2$ ) که به طور مجزا از سایر اهداف در مواجهه با محدودیت‌ها به دست می‌آید از مدل‌های (۲۵) محاسبه می‌کنیم (ترابی و حسنی، ۲۰۰۸). سپس تابع عضویت خطی برای هر تابع هدف از روابط (۲۶) به دست می‌آیند که در شکل (۴) نشان داده شده است.

$$\mu_1(Z_1) = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_1 > Z_1^{\text{PIS}} \\ \frac{Z_1 - Z_1^{\text{NIS}}}{Z_1^{\text{PIS}} - Z_1^{\text{NIS}}} & \text{if } Z_1^{\text{NIS}} \leq Z_1 \leq Z_1^{\text{PIS}} \\ 0 & \text{if } Z_1 < Z_1^{\text{NIS}} \end{cases} \quad (26)$$

$$\mu_2(Z_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_2 < Z_2^{\text{PIS}} \\ \frac{Z_2^{\text{NIS}} - Z_2}{Z_2^{\text{NIS}} - Z_2^{\text{PIS}}} & \text{if } Z_2^{\text{PIS}} \leq Z_2 \leq Z_2^{\text{NIS}} \\ 0 & \text{if } Z_2 > Z_2^{\text{NIS}} \end{cases}$$



شکل ۴. تابع عضویت خطی برای  $z_1$  و  $z_2$

لذا داریم:

$$\max Z = \theta_1 \mu_1(Z_1) + \theta_2 \mu_2(Z_2) - [\theta_3 \sum_{j=1}^n w_{vj} \delta_{vj}^- + \theta_4 \sum_{j=1}^n w_{cj} \delta_{cj}^- + \theta_5 w_b \delta_b^-]$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n z_j \leq b$$

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

$$\mu(v_j) + \delta_{vj}^- = 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\mu(c_j) + \delta_{cj}^- = 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

(27)

$$\begin{aligned}
\mu(b) + \delta_b^- &= 1 \\
v_j + d_{vj} &\geq g_{vj} & j=1,2,\dots,n \\
c_j + d_{cj} &\geq g_{cj} & j=1,2,\dots,n \\
b + d_b &\geq g_b \\
y_j &\leq v_j + M(1 - x_j) & j=1,2,\dots,n \\
y_j &\leq Mx_j & j=1,2,\dots,n \\
z_j &\geq c_j + M(x_j - 1) & j=1,2,\dots,n \\
x_j &\in \{0, 1\}, y_j, z_j, v_j, c_j \geq 0 & j=1,2,\dots,n
\end{aligned}$$

که در آن  $\theta_i$  ها، وزن‌هایی هستند که تصمیم‌گیرنده با توجه به اهمیت اهداف و اولویت‌هایش برای برقراری بالانس بین اهداف به کار می‌برد که مقداری بین صفر تا یک را می‌توانند اخذ کنند به طوری که  $\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 + \theta_5 = 1$ . حل بهینه مدل (۲۷) یک حل موثر و کارآ برای مدل (۱۳) می‌باشد. جمله اول تابع هدف مدل (۲۷) بیانگر تابع عضویت نسبت بهبود عملکرد شرکت است که تصمیم‌گیرنده تمایل دارد که حداکثر شود. جمله دوم، تابع عضویت تعداد فرآیندهایی است که مورد مهندسی مجدد قرار می‌گیرند که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد به منظور کاهش مقاومت کارکنان، حداکثر گردد. جملات سوم، چهارم و پنجم به ترتیب واریانس اعداد فازی ضرایب در تابع هدف، ضرایب متغیرها در محدودیت‌ها و مقدار سمت راست محدودیت اول می‌باشند که هدف می‌نیمم کردن آن‌هاست.

### مطالعه موردی

به منظور نشان دادن کارآیی و عملی بودن مدل پیشنهادی، این روش در اجرای پروژه مهندسی مجدد در یکی از شرکت‌های تولید مبلمان در ایران به کار برده شده است. برای حفظ رازداری و جلوگیری از افشای اطلاعات محرمانه شرکت مورد مطالعه، ما به آن شرکت نام ساختگی A را تخصیص دادیم.

تحولات گسترده در صنعت مبلمان و افزایش رقابت طی چند سال گذشته منجر به کاهش فروش و سهم بازار شرکت A و افزایش هزینه‌های آن شده است. وضعیت بحرانی شرکت در بازار، نیاز شدید به ایجاد تغییراتی وسیع را نمایان ساخت. در

سطح مالکان شرکت یک راهکار کلی تدوین شد که دارای دو بخش بود:

۱. گسترش جغرافیایی بازارها و حضور در بازار کشورهای آسیایی، ۲. ایجاد تغییرات زیربنایی در سیستم تولید و یکپارچه‌سازی فرآیندها و سیستم‌های اطلاعاتی از طریق به کارگیری سیستم‌های کامپیوتری. برای تحقق این امر، مالکان شرکت تصمیم به اجرای یک پروژه مهندسی مجدد گرفتند. در اولین قدم، یک شرکت مشاوره برای کمک به پروژه مهندسی مجدد انتخاب شد. یک تیم هفت نفره مهندسی مجدد شامل مدیرعامل، نماینده مدیرعامل، مدیر کارخانه، مدیر بازرگانی، مدیر حسابداری، کارشناس مسئول بازاریابی و یک نفر مشاور که از سوی شرکت مشاوره مهندسی معرفی شده بود، تشکیل گردید. مهندسی مجدد در این شرکت، طبق گام‌های زیر صورت گرفت.

#### قدم ۱. مستندسازی و بازنمایی فرآیندها

پس از مشخص شدن اهداف، نوبت به تجزیه و تحلیل عملکرد فعلی فرآیندهای سازمان و آن چه اکنون در حال انجام است می‌رسد. این کار زمینه را برای طراحی اثربخش‌تر فرآیندهای آتی فراهم می‌سازد. خروجی این مرحله مجموعه‌ای از تجزیه و تحلیل‌ها، مدل‌ها و مستندات است که وضعیت فعلی فرآیندهای موجود سازمان را بیان می‌کند. لذا، تیم مهندسی مجدد به ترسیم فرآیندهای کنونی سازمان و بررسی روابط بین آن‌ها اقدام نمود. سپس وزن ابعاد و شاخص‌های ارزیابی عملکرد را تعیین کرد. جدول (۱) وزن‌های ۴ بعد و ۱۷ شاخص را نشان می‌دهد. این اوزان با به کارگیری تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) که در بخش (۲.۲) بیان شد، به دست آمده‌اند.



جدول ۲. مقادیر شاخص‌های کیفی (عملکرد کنونی شرکت)

مقدار شاخص	نام شاخص
(70.54, 78.31, 83.71)	انعطاف‌پذیری تولید
(68.21, 74.36, 88.96)	توانایی به دست آوردن تکنولوژی‌های حیاتی و تولید محصولات جدید
(59.63, 67.16, 76.25)	توانایی بهبود فرایندهای تولیدی
(75.34, 81.91, 87.65)	سطح کیفی محصول
(55.53, 66.37, 73.22)	رضایت کارکنان
(78.31, 85.81, 90.36)	انطباق فعالیت‌های سازمان و محصولات تولیدی با اصول زیست محیطی
(55.13, 60.11, 65.27)	روابط تامین‌کنندگان بالادستی مواد و ملزومات
(60.43, 66.52, 71.38)	یکپارچگی تاکتیکی روابط پایین دستی

در مرحله بعد تیم مهندسی مجدد مقادیر شاخص‌های عملکرد را برای وضعیت کنونی شرکت محاسبه نمود که در جداول (۲) و (۳) ارائه شده‌اند. سپس بر اساس مقدار شاخص‌ها، امتیاز عملکرد کنونی شرکت را به وسیله مدل ارزیابی مطرح شده در بخش (۲.۴) محاسبه کرد. ارزش کل عملکرد شرکت در شرایط کنونی برابر (7.49, 7.82, 8.15) به دست آمد.

### ۲. تغییر شکل

پس از مشخص شدن اهداف مهندسی مجدد، تیم مهندسی مجدد با به کارگیری تکنیک‌های مهندسی مجدد به بررسی سناریوهای مختلف بهبود و پیشنهادهای کارکنان برای بهبود فرآیندها پرداختند. در نتیجه این تجزیه و تحلیل‌ها در شرکت A، یازده فرآیند برای مهندسی مجدد کاندیدا شدند. هزینه انجام هر یک از این تغییر فرآیندها طبق جدول (۴) تخمین زده شده است.

### ۳. تجزیه و تحلیل فرآیندهای جدید و اندازه‌گیری عملکرد

همانگونه که عملکرد قبلی فرآیندها با استفاده از ابزارهای تحلیلی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است، فرآیندهای جدید نیز باید پیش از اجرا با دقت مورد تجزیه و تحلیل واقع شوند و عملکرد آن‌ها سنجیده شود. این کار از طریق مدل‌سازی و

ساخت نمونه‌هایی از فرآیندها در مقیاس آزمایشی انجام می‌گیرد و باعث می‌شود تا اشکالات و نواقص طرح‌های جدید پیش از این که وارد مرحله اجرا شوند شناسایی و برطرف شود.

جدول ۳. مقادیر شاخص‌های کمی (عملکرد کنونی شرکت)

مقدار شاخص	نام شاخص
(18.20, 18.20, 18.20)	بازده دارایی‌ها
(32.30, 32.30, 32.30)	ساختار سرمایه
(3.46, 3.46, 3.46)	نسبت گردش نقدی
(36.40, 36.40, 36.40)	نسبت هزینه‌ها به فروش
(85, 85, 85)	نرخ بازده تولید
(11.06, 11.06, 11.06)	بهره‌وری (میلیون تومان / نفر)
(229, 229, 229)	میانگین زمان سیکل تولید محصولات (دقیقه)
(27, 27, 27)	سهم بازار
(4.35, 4.35, 4.35)	نرخ رشد فروش

در جداول (۵) و (۶) اثر مهندسی مجدد فرآیندهای کاندید شده، در عملکرد شرکت A برآورد شده است. امتیاز کل عملکرد و نسبت بهبود عملکرد شرکت در نتیجه مهندسی مجدد هر فرآیند، طبق روش شرح داده شده در بخش (۲.۴) در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۴. فهرست فرآیندها و طرح‌های پیشنهادی برای طراحی مجدد و تخمین هزینه هر یک

ردیف	فرآیند مطرح شده	طرح پیشنهادی	تخمین هزینه (میلیون)
P1	فرآیند فروش	توسعه سیستم توزیع داخل کشور و راه‌اندازی مراکز فروش در مراکز استان‌های اصفهان، شیراز، مشهد و آذربایجان غربی	(650,700,800)
P2	فرآیند R & D	ایجاد بخش تحقیق و توسعه در شرکت و وارد شدن در زمینه طراحی و تولید مبلمان خانگی	(15,20,22)
P3	فرآیند تولید	راه‌اندازی خط تولید جدید در شهرک صنعتی پرند	(2500,3000,3300)
P4	فرآیند انبارداری	ایجاد سیستم کدینگ برای محصولات و بازنگری کدینگ انبار	(10,12,14)
P5	فرآیند تضمین کیفیت	پیااده‌سازی سیستم‌های مدیریت نوین و کسب گواهی‌نامه‌های ISO 9001، ISO 14001 و OHSAS 18000	(16,18,19)
P6	فرآیند بازاریابی	راه‌اندازی سیستم CRM برای برقراری ارتباط موثرتر با مشتریان	(33,47,52)
P7	فرآیند تولید	خرید دو عدد ماشین برش CNC جدید با میز بزرگ برای خط تولید فعلی	(112,117,120)
P8	فرآیند استخدام	توسعه منابع انسانی و بکارگیری ۲۰ کارگر ماهر و اخراج ۱۴ کارگر فاقد مهارت‌های لازم	(11,12,13)
P9	فرآیند توزیع و بازاریابی	برقراری اتحاد استراتژیک با شرکت ترکیه‌ای B جهت فروش محصولات شرکت در ترکیه	(120,150,180)
P10	فرآیند فروش	احداث یک مرکز فروش نوین چند طبقه با طبقه‌بندی بر اساس محصول در تهران	(1100,1300,1700)
P11	فرآیند کنترل کیفیت	ایجاد واحد مستقل کنترل کیفیت در کارخانه	(11,14,17)

حال باید از میان فرآیندهای کاندید شده با توجه به شرایط سازمان تعدادی که اثر بیشتری در بهبود عملکرد شرکت دارند را انتخاب نمود. بر اساس تجزیه و تحلیل تیم مهندسی مجدد و نظر نهایی مدیر عامل، در شرکت A حداکثر ۴ فرآیند را می‌توان برای مهندسی مجدد انتخاب کرد. در انتخاب فرآیندها محدودیت بودجه را نیز باید در نظر گرفت.  $\vec{b} = (2900, 3200, 3400)$  مقداری انعطاف‌پذیر است و به صورت یک عدد فازی مثلثی بیان شده است. برای فرموله کردن مسئله، از مدل (۱۳) استفاده می‌کنیم. لذا داریم:

$$\max Z_1 = \sum_{j=1}^{11} \tilde{v}_j x_j$$

$$\min Z_2 = \sum_{j=1}^{11} x_j$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{11} \tilde{c}_j x_j \leq \vec{b}$$

$$\sum_{j=1}^{11} x_j \leq 4$$

$$x_j \in 0 \text{ OR } 1 \quad j=1,2,\dots,11$$

(۲۸)

برای حل مدل (۲۸)، با استفاده از متدولوژی حل تشریح شده در بخش (۵)، این مدل، ابتدا تبدیل به مدل برنامه‌ریزی چندهدفه کلاسیک (۲۴) و سپس تبدیل به مدل برنامه‌ریزی تک هدفه کلاسیک (۲۷) که توسط تصمیم‌گیرنده وزن‌دهی می‌گردد، می‌شود. در این جا  $\theta_1 = 0.4$ ،  $\theta_2 = 0.3$ ،  $\theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0.1$  در نظر گرفته شده است. با حل مدل تک هدفه به دست آمده، توسط نرم‌افزار LINGO، مجموعه جواب  $(x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 0, x_5 = 0, x_6 = 1, x_7 = 0, x_8 = 0, x_9 = 1, x_{10} = 0, x_{11} = 0)$  به دست می‌آید که یک جواب موثر برای مدل (۲۸) می‌باشد.

بنابراین چهار فرآیند برای مهندسی مجدد انتخاب می‌شوند که عبارتند از: ۱. ایجاد بخش تحقیق و توسعه در شرکت و وارد شدن به بازار مبلمان خانگی، ۲. راه‌اندازی خط تولید جدید در شهرک صنعتی پرند، ۳. راه‌اندازی سیستم CRM برای برقراری

ارتباط موثرتر با مشتریان، ۴. برقراری اتحاد استراتژیک با شرکت ترکیه‌ای B جهت فروش محصولات شرکت در کشور ترکیه.

#### ۴. اجرا و پیاده‌سازی

قدم چهارم به پیاده‌سازی طرح تهیه شده و در حقیقت به بار نشستن تمام تلاش‌هایی که در مراحل قبلی صورت گرفته اختصاص دارد. از آن جایی که پروژه مهندسی مجدد در فاز اجرا با بیشترین میزان مقاومت از سوی افراد رو به رو می‌شود می‌توان آن را دشوارترین مرحله قلمداد کرد. در این مرحله پس از فراهم کردن زمینه اجرای تغییرات طراحی شده از جمله تهیه منابع لازم، ایجاد سیستم‌ها و ساختارها و نیز اجرای برنامه‌های آموزشی مورد نیاز، کار پیاده‌سازی آن‌ها انجام می‌شود و در نهایت فرآیندهای جدید جای فرآیندهای قبلی را می‌گیرند. با مهندسی مجدد چهار فرآیند انتخاب شده، توانایی طراحی و تولید محصولات جدید، ارتباط موثر با مشتریان، سهم بازار و نرخ رشد فروش شرکت A افزایش و از سوی دیگر به دلیل به کارگیری تکنولوژی جدید، قیمت و زمان تولید محصولات کاهش می‌یابد. بدین طریق توانایی رقابت شرکت در بازار افزایش یافته و بقاء آن ادامه می‌یابد.

#### نتیجه‌گیری و زمینه تحقیقات آتی

در این مقاله، یک مدل موثر و کارآ جهت انتخاب پرتفولیوی مناسب از فرآیندها برای مهندسی مجدد در شرکت‌های تولیدی ارائه شد که ترکیبی از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره، تئوری پرتفولیو و تئوری فازی را به کار می‌برد. چارچوب پیشنهاد شده یک روش ساختار یافته و شفاف را برای اندازه‌گیری عملکرد شرکت‌های تولیدی قبل و بعد از مهندسی مجدد بر اساس معیارهای چندگانه فراهم می‌آورد که از طریق آن می‌توان ارزش بهبود هر فرآیند در عملکرد شرکت را محاسبه نمود. از مقادیر به دست آمده در نتیجه مدل ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد در یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه با پارامترهای فازی استفاده شد تا پرتفولیوی فرآیند به نحوی انتخاب شود که نسبت بهبود عملکرد شرکت حداکثر و مقاومت کارکنان در برابر اجرای آن حداقل گردد.

همچنین، برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه با پارامترهای فازی یک روش جدید با توجه به درجه عضویت ضرایب فازی ارائه شد. علاوه، در نتیجه یک تحقیق تجربی ما عملی و سودمند بودن روش پیشنهاد شده را نشان دادیم. در تحقیقات آتی می‌توان از روش تحلیل سلسله مراتبی تطبیقی و توسعه یک الگوریتم ژنتیک برای وزن‌دهی شاخص‌ها استفاده نمود تا بر نقصان‌های روش تحلیل سلسله مراتبی غلبه کند و یا می‌توان مسئله مطرح شده را در قالب برنامه‌ریزی استراتژیک استوار مدل‌سازی و حل نمود. علاوه بر این، برای حل مسئله مذکور می‌توان از روش‌های متاهیورستیک استفاده کرد و توانایی این روش‌ها را در رسیدن به جواب مناسب با هم مقایسه کرد. همچنین استفاده از متدولوژی حل جدید بیان شده در این مقاله، برای حل سایر مسائل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه فازی پیشنهاد می‌گردد.

Archive of SID

جدول ۵. برآورد مقادیر شاخص‌های کیفی پس از تغییر فرآیند (تخمین عملکرد آتی شرکت)

Archive of SID

P6	P5	P4	P3	P2	P1	شاخص
(72.36, 79.82, 85.17)	(70.54, 78.31, 83.71)	(72.52, 78.61, 84.26)	(96.37, 97.49, 98.85)	(73.91, 80.22, 88.36)	(70.54, 78.31, 83.71)	انعطاف پذیری تولید
(70.38, 76.41, 90.16)	(73.92, 77.26, 91.20)	(68.21, 74.36, 88.96)	(81.47, 87.19, 93.36)	(80.11, 86.31, 91.75)	(68.21, 74.31, 88.96)	توانایی به دست آوردن تکنولوژی‌های حیاتی و تولید محصولات جدید
(63.21, 70.56, 77.63)	(70.41, 75.68, 79.16)	(63.94, 71.11, 78.52)	(65.37, 69.51, 78.21)	(59.63, 67.16, 76.25)	(59.63, 67.16, 76.25)	توانایی بهبود فرآیندهای تولیدی
(75.34, 81.91, 87.65)	(77.21, 83.47, 89.14)	(75.34, 81.91, 87.65)	(85.32, 88.63, 93.75)	(81.29, 84.17, 89.74)	(75.34, 81.91, 87.65)	سطح کیفی محصول
(55.53, 66.37, 73.22)	(57.31, 68.11, 75.86)	(61.24, 73.12, 76.51)	(57.14, 68.58, 75.42)	(55.53, 66.37, 73.22)	(55.53, 66.37, 73.22)	رضایت کارکنان
(78.31, 85.81, 90.36)	(81.39, 88.12, 93.44)	(78.31, 85.81, 90.36)	(85.10, 88.97, 91.24)	(80.26, 87.35, 92.57)	(78.31, 85.81, 90.36)	انطباق فعالیت‌های سازمان و محصولات تولیدی با اصول زیست محیطی
(55.13, 60.11, 65.27)	(60.13, 63.47, 69.84)	(56.47, 61.29, 67.13)	(58.96, 61.20, 66.73)	(55.13, 60.11, 65.27)	(55.13, 60.11, 65.27)	روابط تامین کنندگان بالادستی مواد و ملزومات
(75.32, 80.81, 87.56)	(66.91, 71.26, 74.10)	(61.53, 67.39, 74.82)	(60.43, 66.52, 71.38)	(63.27, 67.71, 72.43)	(72.16, 78.32, 85.63)	یکپارچگی تاکتیکی روابط پایین دستی
	P11	P10	P9	P8	P7	شاخص
	(70.54, 78.31, 83.71)	(70.54, 78.31, 83.71)	(70.54, 78.31, 83.71)	(74.64, 81.21, 82.43)	(75.26, 80.48, 86.12)	انعطاف پذیری تولید
	(68.21, 74.31, 88.96)	(68.21, 74.31, 88.96)	(76.40, 81.09, 89.73)	(74.13, 79.86, 89.04)	(71.54, 76.63, 90.03)	توانایی به دست آوردن تکنولوژی‌های حیاتی و تولید محصولات جدید
	(59.63, 67.16, 76.25)	(59.63, 67.16, 76.25)	(74.34, 81.51, 84.27)	(64.56, 69.73, 78.14)	(61.52, 69.34, 78.26)	توانایی بهبود فرآیندهای تولیدی

www.SID.ir

جدول ۶. برآورد مقادیر شاخص‌های کمی پس از تغییر فرآیند (تخمین عملکرد آتی شرکت)

P6	P5	P4	P3	P2	P1	شاخص
(19.81, 20.36, 20.97)	(19.04, 20.18, 21.37)	(18.20, 18.20, 18.20)	(25.61, 27.48, 30.01)	(22.46, 24.71, 25.39)	(20.31, 21.86, 22.07)	بازده دارایی‌ها
(32.30, 32.30, 32.30)	(32.30, 32.30, 32.30)	(32.30, 32.30, 32.30)	(37.46, 41.19, 43.65)	(32.30, 32.30, 32.30)	(36.19, 38.42, 40.27)	ساختار سرمایه
(3.46, 3.46, 3.46)	(3.46, 3.46, 3.46)	(3.46, 3.46, 3.46)	(6.53, 8.26, 9.67)	(3.46, 3.46, 3.46)	(5.29, 6.30, 7.14)	نسبت گردش نقدی
(36.40, 36.40, 36.40)	(36.40, 36.40, 36.40)	(36.40, 36.40, 36.40)	(25.17, 27.36, 29.04)	(30.27, 32.49, 33.71)	(33.73, 34.08, 35.27)	نسبت هزینه‌ها به فروش
(85, 85, 85)	(87, 90, 93)	(85, 85, 85)	(91, 94, 97)	(88, 92, 95)	(85, 87, 89)	نرخ بازده تولید
(12.69, 13.42, 14.57)	(12.24, 13.46, 14.09)	(11.06, 11.06, 11.06)	(16.21, 18.94, 20.75)	(13.28, 15.35, 17.41)	(12.08, 13.72, 14.23)	بهره‌وری (میلیون تومان/نفر)
(229, 229, 229)	(208, 213, 218)	(229, 229, 229)	(174, 180, 187)	(229, 229, 229)	(229, 229, 229)	میانگین زمان سیکل تولید محصولات (دقیقه)
(28, 30, 32)	(29, 33, 36)	(27, 27, 27)	(42, 45, 48)	(30, 33, 37)	(28, 31, 34)	سهم بازار
(7.38, 8.46, 9.28)	(5.43, 6.11, 7.84)	(4.35, 4.35, 4.35)	(14.17, 16.93, 17.36)	(11.7, 13.45, 15.22)	(6.10, 7.02, 7.96)	نرخ رشد فروش
	P11	P10	P9	P8	P7	شاخص
	(18.20, 18.70, 19.30)	(21.34, 22.57, 23.16)	(22.17, 26.94, 30.35)	(18.20, 18.20, 18.20)	(18.80, 20.71, 22.53)	بازده دارایی‌ها
	(32.30, 32.30, 32.30)	(33.61, 34.52, 35.48)	(32.30, 32.30, 32.30)	(32.30, 32.30, 32.30)	(33.51, 34.46, 35.79)	ساختار سرمایه
	(3.46, 3.46, 3.46)	(4.19, 5.37, 6.18)	(4.24, 5.73, 6.92)	(3.46, 3.46, 3.46)	(3.46, 3.46, 3.46)	نسبت گردش نقدی
	(36.40, 36.40, 36.40)	(31.40, 32.70, 33.21)	(36.40, 36.40, 36.40)	(36.40, 36.40, 36.40)	(31.47, 32.16, 33.92)	نسبت هزینه‌ها به فروش
	(90, 93, 96)	(85, 87, 89)	(85, 85, 85)	(89, 92, 96)	(86, 87, 88)	نرخ بازده تولید
	(11.06, 11.06, 11.06)	(12.01, 13.47, 14.34)	(13.27, 14.90, 15.01)	(11.95, 12.74, 13.25)	(11.43, 12.87, 13.61)	بهره‌وری (میلیون تومان/نفر)
	(229, 229, 229)	(229, 229, 229)	(229, 229, 229)	(190, 196, 204)	(197, 207, 216)	میانگین زمان سیکل تولید محصولات (دقیقه)
	(27, 27, 27)	(28, 29, 30)	(34, 39, 43)	(27, 27, 27)	(27, 27, 27)	سهم بازار
	(4.81, 5.36, 6.27)	(6.24, 7.11, 8.49)	(8.49, 10.64, 12.01)	(4.35, 4.35, 4.35)	(4.35, 4.35, 4.35)	نرخ رشد فروش



جدول ۷. مقادیر کل ارزش عملکرد و نسبت‌های بهبود عملکرد شرکت

<i>Archive of SID</i>	P2	P1	شاخص
(9.80,10.61,11.39)	(8.63, 9.30, 9.95)	(7.91,8.62,9.29)	ارزش کل عملکرد
(1.20,1.36,1.51)	(1.06,1.20,1.33)	(0.97,1.10,1.24)	نسبت بهبود عملکرد
P6	P5	P4	شاخص
(8.11,8.64,9.17)	(8.04, 8.60, 9.27)	(7.54, 7.86, 8.19)	ارزش کل عملکرد
(0.995,1.10,1.22)	(0.99,1.02,1.24)	(0.93,1.005,1.09)	نسبت بهبود عملکرد
P9	P8	P7	شاخص
(8.60,9.49,10.14)	(7.73, 8.10, 8.44)	(7.63, 8.12, 8.61)	ارزش کل عملکرد
(1.05,1.21,1.35)	(0.95,1.04,1.13)	(0.94,1.04,1.15)	نسبت بهبود عملکرد
	P11	P10	شاخص
	(7.60, 8.02, 8.49)	(8.09, 8.73, 9.38)	ارزش کل عملکرد
	(0.93,1.03,1.13)	(0.99,1.12,1.25)	نسبت بهبود عملکرد

## منابع و مأخذ

1. Ahmad, M.M., Dhafir, N. (2002). Establishing and improving manufacturing performance measures. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18 (3), 171-176.
2. Alias, M.A., Hashim, S.Z., Samsudin, S. (2009). Using fuzzy analytic hierarchy process for southern Johor river ranking, *Int .J. Advance Soft Comput*, 1 (1), 62-76.
3. Arteta, B.M., Giachetti, R.E. (2004). A measure of agility as the complexity of the enterprise system. *Robotics and Computer-Integrated*, 20, 495-503.
4. Azadeh, A., Ghaderi, S.F., Partovi, Y., Ebrahimipour, V., Suzuki, K. (2007). An integrated framework for continuous assessment and improvement of manufacturing systems. *Applied Mathematics and Computation*, 186, 1216-1233.
5. Carlsson, C., Fuller, R., Heikkila, M., Majlender, P. (2007). A fuzzy approach to R&D project portfolio selection. *International Journal of Approximate Reasoning*, 44, 93-105.
6. Chang, S., Shen, H. (2002). Supply chain reengineering using a core process analysis matrix and object oriented simulation. *Information & Management*, 39, 345-358.
7. Chen, C.C. (2008). An objective-oriented and product-line-based manufacturing performance measurement. *Int .J. Production Economics*, 112, 380-390.
8. Cheng, M., Tsai, H., Lai, Y. (2009). Construction management process reengineering performance measurements. *Automation In Construction*, 18, 183-193.
9. Davenport, T.H., Short, J.E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review* 31 (4), 11-27.
10. Davenport, T.H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business School Press, Boston.
11. Gingele, J., Childe, S.J., Miles, M. (2002). A modeling technique to reengineering business process controlled by ISO 9001. *Computers in industry*, 49, 235-251.
12. Hammer, M. (1990). Reengineering work: Don't automate, obliterate. *Harvard Business Review*, 104-112.
13. Hammer, M., Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Business, New York.
14. Herzog, N.V., Tonchia, S., Polajnar, A. (2009). Linkages between manufacturing strategy, benchmarking, performance measurement and business process reengineering. *Computers & Industrial Engineering*.
15. Hipkin, I.B., Cock, C.D. (2000). TQM and BPR: lessons for maintenance management. *Omega*, 28, 277-292.
16. Kim, S.H., Jang, K.J. (2002). Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modeling in BPR. *Int .J. Production Economics*, 76, 121-133.

17. Klapka, J., Pinos, P. (2002). Decision support system for multicriterial R&D and information systems project selection. *European Journal of Operational Research*, 140, 434-446.
18. Lee, J.W., Kim, S.H. (2000). Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. *Computers and Operations Research*, 27, 367-382.
19. Lin, C., Hsieh, P.J. (2004). A fuzzy decision support system for strategic portfolio management. *Decision Support Systems*, 38, 383-398.
20. Ma, N., Wang, L. (2006). An integrated study of global competitiveness at firm level: based on the data of china. In *Proceedings of PICMET*.
21. Mavrotas, G., Diakoulaki, D., Kourentzi, A. (2008). Selection among ranked projects under segmentation, policy and logical constraints. *European Journal of Operational Research*, 187, 177-192.
22. Meixner, O. (2009). Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. *Institute of Marketing and Innovation*. Vienna, Austria.
23. O'Neill, P., Sohal, A. (1999). Business process reengineering: A review of recent literature. *Technovation*, 19, 571-581.
24. Ozcelik, Y. (2010). Do business process reengineering projects payoff? Evidence from the United States. *International Journal of Project Management*, 28, 7-13.
25. Reijers, H.A., Mansar, S.L. (2005). Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics. *Omega*, 33, 283-306.
26. Tatsiopoulos, I.P., Panayiotou, N. (2000). The integration of activity based costing and enterprise modeling for reengineering purposes. *Int .J. Production Economics*, 66, 33-44.
27. Torabi, S.A, Hassini, E. (2008). An interactive possibilistic programming approach for multiple objective supply chain master planning. *Fuzzy Sets and Systems*, 159, 193-214.
28. Tseng, F.M., Chiu, Y.J., Chen, J.S. (2009). Measuring business performance in high-tech manufacturing industry: A case study of Taiwan's large-sized TFT-LCD panel companies. *Omega*, 37, 686-697.
29. Whitman, M. (1996). IT divergence in reengineering support: performance expectations VS. *Information and management*, 39, 313-324.
30. Yu, C.S., Li, H.L. (2001). An Algorithm for generalized fuzzy binary linear programming problem. *European Journal of Operational Research*, 133, 496-511.