

مدیریت تولید و عملیات، دوره پنجم، پیاپی (۹)، شماره (۲)، پاییز و زمستان ۱۳۹۳

دریافت: ۹۱/۵/۳ پذیرش: ۹۲/۳/۲۲

صص: ۱۶۰-۱۴۵

به کارگیری تکنیک‌های تاپسیس فازی و DEA فازی به منظور اولویت‌بندی و انتخاب قابلیت‌های چابکی سازمان

مجید اسماعیلیان^{۱*}، بهنام مولوی^۲

۱- استادیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان

۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

چکیده

روش‌های متفاوتی جهت اولویت‌بندی و انتخاب قابلیت‌های چابکی سازمان ارائه گردیده است که اغلب آنها جزء روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جبرانی می‌باشند. در این مقاله تلاش می‌شود با بهره‌گیری از تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، و تاپسیس فازی، رویکردی جهت اولویت‌بندی قابلیت‌های چابکی بر اساس نیازهای محیطی سازمان، ارائه گردد. پژوهش حاضر در دو مرحله متوالی انجام گرفته است. در مرحله اول محرک‌های چابکی سازمان شناسایی شده و در مرحله دوم قابلیت‌های چابکی بر اساس اثربخشی و تاثیرشان جهت غلبه بر محرک‌های استخراج شده از مرحله اول، اولویت‌بندی می‌گردند. در مرحله اول محرک‌های چابکی سازمان با بهره‌گیری از تکنیک تاپسیس فازی و رویکرد برنامه‌ریزی کسری و بر اساس سه معیار دشواری پاسخگویی، میزان اثرگذاری بر فعالیت‌های سازمان و شدت تغییر، رتبه‌بندی شده و محرک‌های کلیدی انتخاب می‌شوند. در مرحله دوم، با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌های فازی، قابلیت‌های چابکی استخراج شده از ادبیات تحقیق بر مبنای تاثیرشان بر عوامل محرک کلیدی، ارزیابی و اولویت‌بندی می‌شوند. روش ارائه شده در یکی از صنایع بزرگ قطعه‌ساز دولتی مورد آزمون قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تاپسیس فازی، تحلیل پوششی داده‌های فازی (FDEA)، قابلیت‌های چابکی.

۱- مقدمه

سازمان‌های تولیدی در طی دو دهه گذشته با تغییرات سریع و بی سابقه‌ای در فناوری، رقابت و نیازمندی‌های مشتریان مواجه بوده‌اند. این تغییرات، سازمان‌ها را به سمت چالش‌های نوینی هدایت کرده که عدم توجه به آنها بقا و موفقیت سازمان را به طور فزاینده‌ای تهدید می‌کند. بسیاری از سازمان‌ها، درک و شناخت مجدد شایستگی‌های متمایز خود را آغاز نموده‌اند و اقدامات و ابزارهای متفاوتی را برای بهبود رقابت پذیری خود پذیرفته‌اند. پذیرش این اقدامات بر اساس ظهور پارادایم تولید نوینی می‌باشد که به عنوان تولید چابک شناخته شده است. تولید چابک از تغییرات در محیط منتج می‌شود (یوسف و همکاران^۱، ۱۹۹۹؛ شریفی و ژانگ^۲، ۲۰۰۰؛ گوناسکاران و یوسف^۳، ۲۰۰۲)، و مدل منعطفی است که می‌تواند به سرعت با تغییرات محیط انطباق یابد و نیازهای مشتریان آگاه، مطلع و متوقع را تامین نماید (ژانگ و شریفی^۴، ۲۰۰۷). بسیاری از مطالعات انجام شده در حوزه چابکی به ارائه مدل‌های تئوریک برای دستیابی به چابکی پرداخته‌اند ولی در خصوص چگونگی پیاده سازی این اهداف و ارائه مدل‌های عملیاتی، مطالعات اندکی صورت گرفته است (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱). روش‌های کمی معرفی شده جهت اولویت بندی قابلیت‌ها عموماً روش‌های جبرانی مانند مجموع وزنی و یا میانگین موزون بوده و به همین دلیل در برخی موارد از کارایی مناسبی برخوردار نیستند. در این مقاله تلاش می‌شود از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان روشی با خاصیت جبرانی کمتر، جهت اولویت بندی قابلیت‌ها استفاده گردد. لذا، بر اساس مدل مفهومی معرفی

شده توسط شریفی و ژانگ (۲۰۰۱) در زمینه اولویت بندی قابلیت‌ها، روشی کمی بر مبنای ریاضیات فازی برای ارزیابی و انتخاب قابلیت‌های چابکی مورد نیاز سازمان ارائه می‌گردد. هدف این است که بر اساس محرک‌های چابکی، قابلیت‌های مورد نیاز سازمان، جهت پاسخگویی به محرک‌ها، شناسایی و مورد بهره برداری قرار گیرند. بدین منظور در ابتدا عوامل تغییر و محرک چابکی استخراج شده از ادبیات چابکی، با بکارگیری تکنیک تاپسیس فازی و معیارهای مورد نظر، رتبه بندی شده و محرک‌های کلیدی انتخاب می‌گردند. سپس قابلیت‌های چابکی با استفاده از مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها و بر اساس میزان تاثیرشان و ارتباطشان با محرک‌های کلیدی چابکی ارزیابی و اولویت بندی خواهند شد. در این پژوهش، ضریب اهمیت معیارها نیز در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، به وسیله کنترل وزنی، دخالت داده شده‌اند. روش پیشنهادی در یکی از صنایع قطعه ساز دولتی^۵، مورد آزمون قرار گرفته است. چارچوب کلی این پژوهش بر مبنای منطق فازی بنا نهاده شده که دلیل این امر برگرداندن مناسب قضاوت‌های کلامی افراد به مقادیر عددی است. ادامه مطالب بیان شده در مقاله بدین صورت سازماندهی می‌شود: در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش توضیح داده شده‌اند. بخش سوم به توضیح در مورد تکنیک‌های مورد استفاده در پژوهش اختصاص یافته است. در بخش چهارم روش شناسی پژوهش توضیح داده شده، بخش پنجم به پیاده سازی تکنیک‌ها و نتایج حاصل از آن مربوط بوده و بخش ششم نیز به نتیجه گیری اختصاص یافته است.

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

۲-۱- مفهوم چابکی سازمانی

چابکی سازمانی ناشی از تولید چابک^۶ است و تولید چابک مفهومی است که طی سال های اخیر عمومیت یافته و به عنوان استراتژی موفق، توسط تولید کنندگانی که خود را برای افزایش عملکرد قابل ملاحظه ای آماده می کنند، پذیرفته شده است. هدف این تولیدکنندگان مطرح شدن به عنوان رهبر در سطح ملی و بین المللی (در یک بازار رقابتی که نیازهای مشتریان به صورت دائم در حال تغییر است) می باشد (گوناسکاران و یوسف، ۲۰۰۳). بنابر تعریف شریفی و ژانگ (۲۰۰۰)، چابکی به معنای توانایی هر سازمان در احساس، ادراک و پیش بینی تغییرات موجود در محیط کسب و کار است. به طور کلی مفهوم چابکی دارای دو بخش اساسی است (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۰):

۱- پاسخ به تغییرات (غیر منتظره یا پیش بینی شده)، به روشی مناسب و در زمان مقتضی.

۲- بهره برداری از تغییرات و سود جستن از آنها به عنوان فرصت ها.

بدین ترتیب سازمان چابک، سازمانی با نگرش وسیع به نظم جدید دنیای کسب و کار، و با دستی پر از توانایی و قابلیت ها برای مواجهه با آشفتگی و تلاطم و استفاده از جنبه مزیتی اوضاع در حال تغییر است (گلدمن و همکاران^۷، ۱۹۹۵).

۲-۲- محرک های چابکی^۸

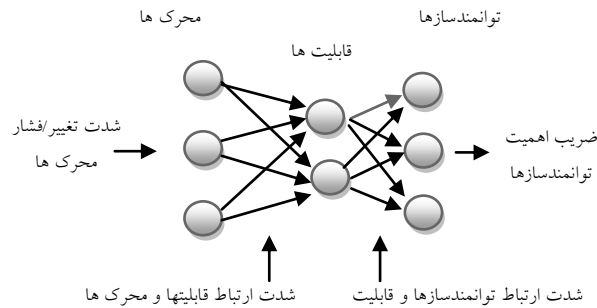
محیط کسب و کار به عنوان عامل آشفتگی، عدم اطمینان و تغییر، فشارهای زیادی را بر فعالیت های تجاری سازمان تحمیل می کند. این تغییرات و فشارهای وارده از محیط کسب و کار به عنوان نیروهای محرکی عمل کرده و سازمان را به سمت

اتخاذ استراتژی چابکی پیش می رانند. این عوامل که همان محرک های چابکی هستند سازمان را وادار به جستجوی روشی جهت حفظ مزیت رقابتی خود می کنند (ژانگ و شریفی، ۲۰۰۷؛ باستلو و همکاران^۹، ۲۰۰۷).

۲-۳- قابلیت های چابکی

مؤسسات و سازمان های چابک نگران تغییر، عدم اطمینان و عدم پیش بینی در محیط کسب و کار خود هستند. این مؤسسات برای رسیدگی به تغییر، عدم اطمینان و عدم قابلیت پیش بینی در محیط کاری خود، به شماری از قابلیت های متمایز نیازمند هستند. قابلیت های چابکی به طور گسترده در تحقیقات گذشته مورد بررسی قرار گرفته اند. کید (۱۹۹۵) پیشنهاد می کند که چابکی از طریق یکپارچه سازی فرایندهای سازمان، افراد با سطح دانش و مهارت بالا و تکنولوژی های پیشرفته قابل دستیابی است. شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، جهت انتخاب قابلیت ها و توانمندسازهای چابکی، مدل شبکه ای را به صورت شکل (۱) پیشنهاد نموده اند که توانمندسازهای چابکی را به محرک های چابکی پیوند می دهد به طوری که قابلیت های چابکی به عنوان واسطی بین این دو قرار می گیرند.

توانمندسازها عواملی هستند که دستیابی به قابلیت ها را در سازمان تسهیل می کنند، مانند مدیریت منابع انسانی، فناوری اطلاعات و مدیریت دانش. بنابراین تعیین اهمیت این قابلیت ها از دو جنبه انتخاب قابلیت های مناسب جهت پاسخگویی موثر به شرایط متغیر محیطی و کمک به انتخاب توانمندسازهای مناسب جهت دستیابی به قابلیت ها حائز اهمیت می باشد. بر اساس این مدل ضریب اهمیت قابلیت ها تابعی از شدت تغییر/ فشار محرک ها و میزان ارتباط بین محرک ها و قابلیت ها می باشد.



شکل (۱): مدل شبکه‌ای انتخاب قابلیت‌های چابکی (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱)

ضریب اهمیت قابلیت‌های مورد نیاز سازمان، در ابتداء باید، محرک‌های چابکی سازمان و نیز شدت تغییر یا فشار این عوامل را تعیین نمود و سپس به بررسی ارتباط بین قابلیت‌ها و محرک‌ها پرداخت. در این پژوهش با در نظر گرفتن معیارهای چندگانه، ضریب اهمیتی برای رتبه بندی محرک‌ها و شناسایی عوامل کلیدی به دست می‌آید که جایگزین شدت تغییر این عوامل در روابط مذکور قبلی خواهد شد.

در گام اول جهت شناسایی محرک‌های چابکی سازمان، یک لیست عمومی از محرک‌های چابکی تهیه و عوامل آن مورد ارزیابی کارشناسان سازمان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بدین منظور با مطالعه ادبیات موضوع، طبقه بندی‌های موجود در خصوص عوامل محرک تغییر و همچنین معیارهای بکار گرفته شده در تحقیقات مختلف جهت ارزیابی این عوامل، مورد بررسی قرار گرفته و طبقه بندی شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، به عنوان مبنای کار انتخاب گردید. سپس با انجام مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته با خبرگان صنعت مورد مطالعه، عوامل محرک تغییر که مختص محیط سازمان بوده به این طبقه بندی اضافه شده‌اند. سپس جهت ارزیابی این عوامل، سه معیار که با نوع محرک‌های در نظر گرفته شده متناسب بوده (بر مبنای ادبیات پژوهش)، انتخاب شدند. لیست نهایی محرک‌ها و معیارهای موثر در فرایند ارزیابی محرک‌ها در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است

شریفی و ژانگ، همچنین جهت محاسبه ضریب اهمیت قابلیت‌ها روشی کمی را پیشنهاد نمودند که در آن ضریب اهمیت قابلیت‌ها بر اساس ارتباطشان با محرک‌ها و با استفاده از روش مجموع وزنی ساده، محاسبه می‌شود، به گونه‌ای که شدت تغییر یا فشار هر عامل محرک به عنوان وزن آن محرک در نظر گرفته می‌شود. ضریب اهمیت قابلیت‌ها بر اساس این روش از رابطه (۱) قابل محاسبه می‌باشد.

$$G_j = \sum_{i=1}^n D_i \cdot R_{ij} \quad , j = 1..m \quad (1)$$

که در این رابطه n تعداد محرک‌ها، m تعداد قابلیت‌ها، C_j ضریب اهمیت قابلیت j ام، D_i شدت تغییر/فشار عامل تغییر i ام و R_{ij} میزان تاثیر قابلیت j ام بر عرصه تغییر i ام می‌باشد. در روشی مشابه تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)، جهت تعیین میزان شایستگی قابلیت‌های چابکی برای سازمان، روش میانگین موزون فازی را معرفی و مورد استفاده قرار دادند که به صورت رابطه (۲) قابل محاسبه می‌باشد.

$$\tilde{C}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{W}_i \tilde{R}_{ij}}{\sum_{i=1}^n \tilde{W}_i} \quad , j = 1, \dots, m \quad (2)$$

در این رابطه $\tilde{W}_i$ و $\tilde{R}_{ij}$ مقادیر فازی بوده و به ترتیب بیان کننده شدت تغییر محرک i ام و تاثیر قابلیت j ام بر محرک i ام می‌باشند. همچنین n تعداد محرک‌ها و m تعداد قابلیت‌های مورد بررسی هستند. همانگونه که مشاهده می‌شود، برای تعیین

جدول (۱): محرک های اولیه انتخابی

ابعاد	شاخص ها	منبع
تغییر در بازار	شکسته شدن بازار و رشد بازارهای خاص	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
	کاهش دوره عمر محصولات تولیدی	گلدمن و همکاران (۱۹۹۵)، شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
تغییر در معیارهای رقابت	ورود رقبای جدید	نظر خبرگان صنعت
	افزایش شدت رقابت جهت کسب سهم بازار	شریفی و ژانگ (۲۰۰۷)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
	افزایش فشارهای هزینه ای	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
	افزایش نرخ نوآوری در محصولات	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
تغییر در نیازمندی های مشتری	افزایش انتظارات کیفی مشتریان	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، آدلیه و یوسف (۲۰۰۳)
	کاهش زمان تحویل سفارشات	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، آدلیه و یوسف (۲۰۰۳)
	سفارشی شدن محصولات	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، آدلیه و یوسف (۲۰۰۳)
تغییرات فناوری	معرفی تجهیزات سخت افزاری جدید	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)
	معرفی نرم افزارها و روش های تولید جدید	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)
	معرفی مواد و ترکیبات مصرفی جدید	نظر خبرگان صنعت
تغییر عوامل سیاسی - اجتماعی	فشارهای زیست محیطی	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)
	نیازها و انتظارات متغیر دولت	نظر خبرگان صنعت

جدول (۲): معیارهای موثر در ارزیابی محرک ها

ردیف	معیارها	منبع
۱	میزان و شدت تغییر/ فشار	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱، ۲۰۰۰)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
۲	میزان اثرگذاری عامل تغییر بر فعالیت های شرکت	تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
۳	دشواری پاسخگویی به تغییر و انطباق با آن	هیلگرزبرگ و همکاران (۲۰۰۶)

جدول (۳): قابلیت های چابکی منتخب جهت ارزیابی

ردیف	قابلیت های چابکی
۱	داشتن کارکنان چند مهارته، شایسته و توانمند
۲	کیفیت بالای محصولات و خدمات
۳	اثر بخشی از نظر هزینه
۴	طراحی و تولید محصول در کوتاهترین زمان ممکن
۵	کارایی و اثربخشی عملیات (ناب بودن)
۶	یکپارچگی و انسجام بخش های سازمان
۷	سرعت در زمان تحویل
۸	فعالیت افراد توانمند در قالب تیم های کاری
۹	انعطاف پذیری در الگو و حجم محصولات تولیدی
۱۰	رهبری و سرآمدی در استفاده از فناوری های جاری
۱۱	تغییر و بهبود مستمر
۱۲	طراحی درست محصولات در بار اول

در گام دوم طبقه بندی قابلیت های معرفی شده توسط جعفر نژاد (۱۳۸۶)، که تلفیقی از نظرات شریفی و ژانگ (۲۰۰۱) و یوسف و همکاران (۱۹۹۹) می باشد، به عنوان مبنای مطالعه انتخاب شده و پس از آن به منظور انطباق مولفه های آن با شرایط واقعی صنعت مورد بررسی و دستیابی به واقع گرایی بالا در نتایج، این عوامل در قالب مصاحبه ها بررسی شده است و در نهایت ۱۲ عامل متناسب با شرایط صنعت که به کارگیری آنها در محیط کاری صنعت امکان پذیر بوده، به عنوان قابلیت های مورد بررسی، در نظر گرفته شدند. این قابلیت ها در جدول (۳) ارائه شده اند.

شبهات نسبی (CCi) به صورت مقادیر فاصله ای محاسبه می گردد (چن، ۲۰۰۰). لازم بذکر است که بدلیل محدودیت حجم مطالب ارائه شده در مقاله، امکان ارائه روش مذکور وجود ندارد و فقط به ذکر منبع آن اکتفا شده است.

۳-۲- بکارگیری تکنیک DEA فازی جهت ارزیابی قابلیت های چابکی

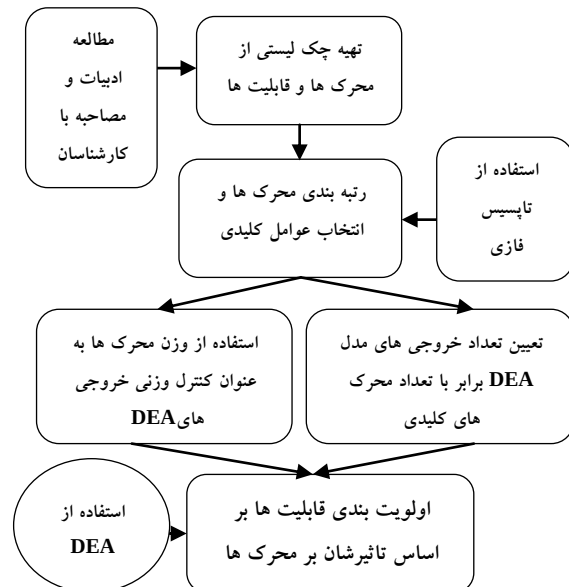
تحلیل پوششی داده ها، روشی برای تعیین کارایی نسبی یک گروه از واحد های تصمیم گیرنده متشابه است که از چندین ورودی برای تولید چندین خروجی، استفاده می کنند. مدل های سستی تحلیل پوششی داده ها نیازمند داده های قطعی و دقیق به عنوان ورودی و خروجی های مدل هستند که در دنیای واقعی اغلب این داده ها در دسترس نیستند. به همین منظور تلاش های زیادی جهت استفاده از داده های فازی در این مدل ها صورت گرفته است. در این پژوهش از روش ارائه شده توسط وانگ و چین (۲۰۱۱)، استفاده می شود که در ادامه توضیح داده خواهد شد. متغیرهای زبانی و مقادیر فازی بکار گرفته شده جهت ارزیابی ها در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول (۴): متغیرهای زبانی و مقادیر فازی (چن و هوانگ، ۲۰۰۶)

متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی
بسیار کم	(۰ ۰ ۱)
کم	(۰ ۱ ۳)
نسبتاً کم	(۱ ۳ ۵)
متوسط	(۳ ۵ ۷)
نسبتاً زیاد	(۵ ۷ ۹)
زیاد	(۹ ۷ ۱۰)
بسیار زیاد	(۹ ۱۰ ۱۰)

هدف اصلی این پژوهش به کارگیری تکنیک DEA فازی جهت اولویت بندی قابلیت های مورد نیاز

پس از تعیین قابلیت های چابکی مورد ارزیابی، با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها، به ارزیابی و اولویت بندی قابلیت های چابکی بر اساس ارتباطشان با محرک های کلیدی پرداخته می شود. مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ به صورت شماتیک نمایش داده شده است.



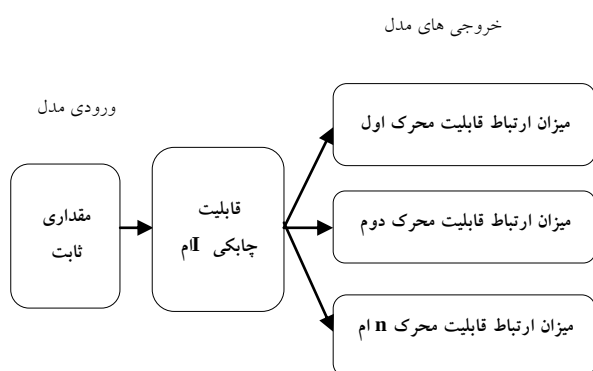
شکل (۲): مراحل اجرای پژوه

۳-۳- به کارگیری تکنیک های Fuzzy و FTOPSIS جهت ارزیابی و انتخاب قابلیت های چابکی

۳-۱- تکنیک تاپسیس فازی

تاپسیس یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره است که m گزینه را با توجه به n معیار رتبه بندی می کند (آریانژاد و همکاران، ۲۰۱۱). اساس این روش انتخاب گزینه ای است که کمترین فاصله را از جواب ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را از جواب ایده آل منفی دارد. در این پژوهش از روش تاپسیس معرفی شده توسط چن (۲۰۰۰)، با داده های فازی استفاده شده است. در این روش با استفاده از برش های آلفا و به کمک اصل گسترش، شاخص

نامعلوم بودن بازده به مقیاس، مدل بازده به مقیاس متغیر مورد استفاده قرار می گیرد. واحدهایی که با مقادیر ورودی برابر، خروجی بیشتری ارائه کنند، دارای کارایی بالاتری خواهند بود و در اولویت انتخاب قرار خواهند گرفت. مدل پیشنهادی به صورت شکل (۳) قابل نمایش می باشد.



شکل (۳): مدل پیشنهادی تحلیل پوششی داده ها

تشریح تکنیک DEA به کار گرفته شده در پژوهش

در این پژوهش از روش وانگ و چین^{۱۰} (۲۰۱۱)، به منظور ارزیابی و رتبه بندی قابلیت های چابکی، استفاده می شود. براساس این روش، در محیط فازی برای تابع هدف دو مقدار کارایی خوش بینانه (θ^{best}) و کارایی بد بینانه (θ^{worst}) محاسبه می شود و سپس میانگین هندسی این دو مقدار به عنوان معیاری جهت رتبه بندی و تعیین کاراترین واحد مورد استفاده قرار می گردد. اگر اعداد فازی مثلی به صورت $\tilde{A} = (a^L, a^M, a^U)$ توصیف گردند، آنگاه مدل BCC خروجی محور مضربی مذکور برای محاسبه کارایی خوش بینانه به صورت رابطه (۱) خواهد بود:

سازمان می باشد. هرچند این تکنیک به منظور ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده توسعه داده شده است، اما با در نظر گرفتن الزامات اولیه این تکنیک، می توان از آن به عنوان ابزاری جهت اولویت بندی قابلیت های چابکی نیز بهره گرفت. در این پژوهش، به جای ارزیابی کارایی سازمان ها، کارایی قابلیت ها از لحاظ میزان تاثیرشان در بهبود چابکی سازمان، مورد ارزیابی قرار می گیرد. لذا با در نظر گرفتن شاخص های ورودی و خروجی مشابه برای این واحدها (قابلیت ها)، بهره گیری از این تکنیک برای ارزیابی قابلیت ها توجیه پذیر خواهد بود.

۳-۳- تبیین ورودی و خروجی های مدل

بر اساس روش های ارائه شده توسط شریفی و ژانگ (۲۰۰۱) و تی سنگ (۲۰۱۱)، ضریب اهمیت هر قابلیت تابعی از میزان ارتباط آن قابلیت با محرک ها و نیز شدت تغییر/ فشار محرک ها می باشد. در این پژوهش تعداد متغیرهای خروجی برابر با تعداد محرک های چابکی و مقادیر آنها برابر با میزان ارتباط هر قابلیت با محرک ها در نظر گرفته شده و ضریب اهمیت محرک ها نیز به عنوان وزن خروجی های مرتبط با هر محرک، به صورت کنترل وزنی روی خروجی ها اعمال خواهند شد. مقادیر مورد استفاده توسط نظر سنجی از خبرگان بدست خواهند آمد. به دلیل اینکه واحدهای تصمیم گیرنده دارای مفهومی جدایی از سیستم های تولیدی بوده و فاقد ورودی هستند، می توان مقادیر ورودی مدل را، برای تمامی واحدها برابر یک مقدار ثابت در نظر گرفت. لذا به کارگیری مدل خروجی محور جهت ارزیابی قابلیت ها، مناسب تشخیص داده شده که بخاطر

$$\begin{aligned}
\min \quad & \theta_p^{best} = \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ip}^L + 2v_i^M x_{ip}^M + v_i^U x_{ip}^U) + (v_0^L + v_0^M + v_0^U) \\
\text{s.t} \quad & \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rp}^L + 2u_r^M y_{rp}^M + u_r^U y_{rp}^U) = 1, \\
& \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + 2v_i^M x_{ij}^M + v_i^U x_{ij}^U) \\
& - \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + 2u_r^M y_{rj}^M + u_r^U y_{rj}^U) + (v_0^L + v_0^M + v_0^U) \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
& v_i^U \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\
& u_r^U \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\
& v_0^U \geq v_0^M \geq v_0^L
\end{aligned} \tag{۱}$$

و برای محاسبه کارایی بدینانه از رابطه (۲) استفاده می شود:

$$\begin{aligned}
\max \quad & \theta_p^{worst} = \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ip}^L + 2v_i^M x_{ip}^M + v_i^U x_{ip}^U) + (v_0^L + v_0^M + v_0^U) \\
\text{s.t} \quad & \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rp}^L + 2u_r^M y_{rp}^M + u_r^U y_{rp}^U) = 1, \\
& \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + 2v_i^M x_{ij}^M + v_i^U x_{ij}^U) \\
& - \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + 2u_r^M y_{rj}^M + u_r^U y_{rj}^U) + (v_0^L + v_0^M + v_0^U) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
& v_i^U \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\
& u_r^U \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\
& v_0^U \geq v_0^M \geq v_0^L
\end{aligned} \tag{۲}$$

۳-۴- روش شناسی پژوهش

روش به کار گرفته شده در این پژوهش از نظر هدف کاربردی بوده و به دلیل آنکه در آن از مطالعات کتابخانه ای و میدانی استفاده می شود می توان این پژوهش را توصیفی پیمایشی به حساب آورد.

جمع آوری داده‌ها در این پژوهش شامل دو مرحله متوالی می باشد. در مرحله اول به منظور شناسایی محرک های چابکی صنعت مورد بررسی، با مطالعات کتابخانه ای، طبقه بندی های موجود در خصوص محرک های چابکی مشخص گردیده و سپس بوسیله مصاحبه های نیمه ساختار یافته با خبرگان صنعت و اعمال نظرات آنان، پرسشنامه اول که ابزار اصلی جمع آوری داده ها می باشد، بدست آمده است. مجموعه خبرگان در این پژوهش، مجموعه ای شامل شش نفر از مدیران و سرپرستان دارای حداقل ۱۰ سال سابقه کار در صنعت مورد بررسی می باشد. در مرحله دوم به منظور شناسایی قابلیت های مورد نیاز

به طوری که $\tilde{u}_r = (u_r^L, u_r^M, u_r^U)$ و $\tilde{v}_i = (v_i^L, v_i^M, v_i^U)$ اوزان فازی مثلثی برای ورودی فازی مثلثی $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^L, x_{ij}^M, x_{ij}^U)$ و خروجی فازی مثلثی $\tilde{y}_{rj} = (y_{rj}^L, y_{rj}^M, y_{rj}^U)$ و متغیر $\tilde{v}_0 = (v_0^L, v_0^M, v_0^U)$ متغیر آزاد در علامت می باشد. شاخص رتبه بندی و تعیین واحد کارا بر اساس این مدل برابر است با میانگین هندسی θ_p^{best} و θ_p^{worst} که به صورت رابطه (۳) قابل محاسبه می باشد.

$$\theta_p^{Geometric} = \sqrt{\theta_p^{best} \times \theta_p^{worst}} \tag{۳}$$

در این مدل، اگر $\theta^{best} = 1$ باشد آنگاه واحد کار و اگر $\theta^{worst} = 1$ باشد، واحد ناکاراست. با محاسبه میانگین هندسی در واقع از تجزیه و تحلیل دوگانه^{۱۱} (DFA)، استفاده می شود. بنابراین روش $\theta_p^{Geometric}$ مبنای رتبه بندی DMU ها قرار می گیرد.

جدول (۵): وزن فازی معیارها

ردیف	معیارها	اوزان فازی
۱	شدت تغییر/فشار	$(0/6952, 0/666)$ $(0/5715)$
۲	میزان اثر گذاری بر فعالیت ها	$(0/5372, 0/5046)$ $(0/4418)$
۳	دشواری پاسخگویی	$(0/3216, 0/2876)$ $(0/2419)$

صنعت، با مطالعات کتابخانه ای و انجام مصاحبه با خبرگان صنعت و همچنین نتایج بدست آمده از مرحله اول پژوهش، پرسشنامه دوم طراحی گردیده است. پرسشنامه های طراحی شده در طیف مقیاس هفت سطحی لیکرت بوده که پرسشنامه اول شامل ۴۵ سوال و پرسشنامه دوم شامل ۴۸ سوال می باشند.

۴- نتایج و یافته های حاصل از اجرای تکنیک ها

۴-۱- نتایج حاصل از پیاده سازی تکنیک تاپسیس فازی جهت رتبه بندی محرک ها (گام اول)

در این قسمت با توجه به حجم زیاد محاسبات و عدم امکان ارائه آنها در مقاله و برای جلوگیری از افزایش حجم مطالب، تنها وزن معیارها و نتایج نهایی رتبه بندی عوامل محرک ارائه می شود. وزن معیارها با استفاده از روش لیو و گونگ^{۱۲} (۲۰۰۵) از تلفیق نظرات خبرگان صنعت و تکنیک آنتروپی فازی (سو و لین^{۱۳}، ۲۰۰۶) در جدول ۵ ارائه شده است.

با حل مسائل برنامه ریزی کسری مورد نیاز تکنیک تاپسیس فازی توسعه یافته (چن، ۲۰۰۰)، مقادیر کران بالا و پایین شاخص شباهت به ازای $\alpha=0.5$ برابر با $[0/932, 0/773]$ به دست می آید. برای پرهیز از افزایش حجم مطالب، مقادیر حاصل از حل مدل برای چهار محرک برتر، در جدول ۶ و به ازاء کلیه محرک ها، شاخص $(CC_i)^*_{ALC}$ ، در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول (۶): محرک های کلیدی چابکی و مقادیر شاخص CC_i به ازای برش های α

محرک ها	نیازها و انتظارات متغیر دولت	افزایش انتظارات کیفی مشتریان	کاهش زمان تحویل سفارشات	سفارشی و شخصی شدن محصولات
مقادیر α	$[(CC)_\alpha^L, (CC)_\alpha^U]$	$[(CC)_\alpha^L, (CC)_\alpha^U]$	$[(CC)_\alpha^L, (CC)_\alpha^U]$	$[(CC)_\alpha^L, (CC)_\alpha^U]$
۰	$[0/676, 0/993]$	$[0/641, 0/971]$	$[0/637, 0/967]$	$[0/550, 0/895]$
۰/۱	$[0/696, 0/981]$	$[0/660, 0/959]$	$[0/656, 0/956]$	$[0/569, 0/880]$
۰/۲	$[0/715, 0/969]$	$[0/679, 0/946]$	$[0/675, 0/943]$	$[0/588, 0/865]$
۰/۳	$[0/734, 0/957]$	$[0/698, 0/932]$	$[0/695, 0/929]$	$[0/607, 0/850]$
۰/۴	$[0/754, 0/944]$	$[0/717, 0/918]$	$[0/714, 0/929]$	$[0/626, 0/834]$
۰/۵	$[0/773, 0/932]$	$[0/737, 0/904]$	$[0/733, 0/901]$	$[0/645, 0/819]$
۰/۶	$[0/793, 0/919]$	$[0/756, 0/890]$	$[0/752, 0/886]$	$[0/665, 0/803]$
۰/۷	$[0/812, 0/907]$	$[0/775, 0/875]$	$[0/771, 0/872]$	$[0/684, 0/788]$
۰/۸	$[0/831, 0/895]$	$[0/794, 0/861]$	$[0/790, 0/857]$	$[0/703, 0/772]$
۰/۹	$[0/850, 0/882]$	$[0/813, 0/846]$	$[0/808, 0/842]$	$[0/721, 0/756]$
۱	$[0/870, 0/870]$	$[0/831, 0/831]$	$[0/827, 0/827]$	$[0/740, 0/740]$

جدول (۷): مقادیر نهایی میانگین سطوح برش

و رتبه محرک ها

رتبه	$(CC_i)^*_{ALC}$	گزینه ها
۱	۰/۸۵۲	نیازها و انتظارات متغیر دولت
۲	۰/۸۱۹	کاهش زمان تحویل سفارشات
۳	۰/۸۱۷	افزایش انتظارات کیفی مشتریان
۴	۰/۶۸۹	تقاضای محصولات کاملاً سفارشی و شخصی
۵	۰/۶۳۵	رشد بازارهای تخصصی
۶	۰/۶۰۵	ورود رقبای جدید
۷	۰/۵۸۷	معرفی نرم افزارها و روش های تولید جدید
۸	۰/۵۸۱	معرفی مواد مصرفی و ترکیبات جدید
۹	۰/۵۵۵	کاهش دوره عمر محصول تولیدی
۱۰	۰/۵۳۷	معرفی تجهیزات سخت افزاری جدید و کاراتر
۱۱	۰/۵۳۱	نوآوری در محصولات
۱۲	۰/۴۶۴	شدت رقابت جهت کسب سهم بازار
۱۳	۰/۴۴۴	فشارهای هزینه ای
۱۴	۰/۳۵۵	فشارهای زیست محیطی

پس از به دست آوردن مقدار شاخص $(CC_i)^*_{ALC}$ ، محرک ها بر اساس ضریب اهمیت حاصل و نظر خبرگان صنعت، از لحاظ اولویت توجه به سه دسته با اولویت پایین، متوسط و بالا تقسیم شده و عوامل دارای اهمیت بالا به عنوان محرک های کلیدی مرحله بعد انتخاب خواهند شد. این دسته شامل چهار محرک کلیدی بوده که همراه با ضریب اهمیت شان (شاخص نزدیکی نسبی فازی) در جدول ۸ ارائه گردیده اند. به کمک اصل تفکیک و مقادیر برش آلفا جدول ۷، شاخص نزدیکی نسبی بازه ای به عدد فازی مثلثی تبدیل شده است.

جدول (۸): محرک های کلیدی چابکی

ردیف	محرک ها	ضریب اهمیت
۱	نیازها و انتظارات متغیر دولت	(۰/۶۷۶ ۰/۸۷۰ ۰/۹۹۳)
۲	افزایش انتظارات کیفی مشتریان	(۰/۶۴۱ ۰/۸۳۱ ۰/۹۷۱)
۳	کاهش زمان تحویل سفارشات	(۰/۶۳۷ ۰/۸۲۷ ۰/۹۶۷)
۴	سفارشی و شخصی شدن محصولات	(۰/۵۵۰ ۰/۷۴۰ ۰/۸۹۵)

۴-۲- تعیین متغیرهای خروجی مدل DEA و مقادیر

آنها (گام دوم)

بر اساس محرک های کلیدی تعیین شده در قسمت ۴-۱، می توان به تعیین متغیرهای خروجی مدل پرداخت. خروجی های هر واحد تصمیم گیرنده (قابلیت ها) به صورت رابطه آن قابلیت با محرک ها در نظر گرفته می شود. بنابراین خروجی های مدل DEA را می توان به صورت جدول (۹) نمایش داد.

جدول (۹): خروجی های مدل DEA

$\vec{y}_i$	خروجی های مدل
۱	رابطه قابلیت با افزایش کیفیت محصولات ($Output\ 1$)
۲	رابطه قابلیت با کاهش زمان تحویل سفارشات ($Output\ 2$)
۳	رابطه قابلیت با افزایش انعطاف سیستم تولید ($Output\ 3$)
۴	رابطه قابلیت با افزایش توان تولید محصولات سفارشی ($Output$) (4)

برای به دست آوردن مقادیر خروجی هر واحد، پرسشنامه دوم، بر مبنای نتایج مرحله اول پژوهش و متشکل از ۴۸ سوال طراحی و در اختیار مدیران و سرپرستان صنعت قرار گرفت. پس از تجمیع نظرات به دست آمده از پرسشنامه دوم، بوسیله میانگین گیری از اعداد فازی مثلثی، مقادیر متغیرهای خروجی مدل DEA برای هر قابلیت بدست آمده است. مقدار ورودی نیز برای تمامی واحد ها برابر مقدار یک و به صورت قطعی در نظر گرفته می شود. بدین ترتیب مدلی با ۱۲ قابلیت (DMU) با یک ورودی قطعی و

یا نرم افزار LINGO به راحتی حل کرد. در این پژوهش از نرم افزار EXCEL برای مدل سازی و حل استفاده شده است (اسماعیلیان، ۱۳۸۸).

جدول (۱۱): نحوه تبدیل اعداد فازی به محدودیت های کنترل کننده وزن خروجی ها در DEA

محدودیت های تعیین کننده بزرگی عناصر هر عدد فازی	محدودیت های تعیین کننده بزرگی اعداد فازی نسبت به یکدیگر
$u^U_1 \geq 1.1414 u^M_1$ $u^M_1 \geq 1.2862 u^L_1$ $u^U_2 \geq 1.1678 u^M_2$ $u^M_2 \geq 1.2974 u^L_2$ $u^U_3 \geq 1.2980 u^M_3$ $u^M_3 \geq 1.1694 u^L_3$ $u^U_4 \geq 1.2980 u^M_4$ $u^M_4 \geq 1.3469 u^L_4$	$u^L_1 \geq 1.0550 u^L_2$ $u^L_2 \geq 1.0058 u^L_3$ $u^L_3 \geq 1.1585 u^L_4$

چهار خروجی فازی به دست می آید که مقادیر ورودی و خروجی DMU ها در جدول ۱۰ نشان داده شده اند. جهت دخالت دادن ضریب اهمیت معیارها در مدل DEA که از تکنیک تاپسیس بدست آمده اند، از روش کنترل وزن در DEA استفاده می شود. برای این کار باید بزرگی اعداد فازی بیان کننده وزن خروجی ها نسبت به یکدیگر، در غالب محدودیت هایی تعریف شود. بدین طریق رابطه بزرگی بر روی تمامی عناصر اعداد فازی برقرار می گردد. با استفاده از این روش می توان محدودیت هایی را جهت کنترل وزن خروجی ها به مدل اصلی اضافه نمود. محدودیت های اعمال شده به روابط (۱) و (۲) به صورت بیان شده در جدول ۱۱ می باشند.

پس از افزودن محدودیت ها، مدل های خطی مذکور را می توان توسط SOLVER در نرم افزار EXCEL

جدول (۱۰): ورودی و خروجی های مدل DEA

DMU	Input	Output s											
		Output 1			Output 2			Output 3			Output 4		
۱	۱	۰/۴۸۳	۰/۶۸۳	۰/۸۲۳	۰/۶۱۶	۰/۸۰۴	۰/۹۴۷	۰/۶۵۷	۰/۸۳۵	۰/۹۵۶	۰/۶۵۴	۰/۸۴۸	۰/۹۷۵
۲	۱	۰/۴۷۶	۰/۶۵۶	۰/۷۸۹	۰/۶۴۱	۰/۷۲۷	۰/۸۶۵	۰/۷۸۶	۰/۹۴۰	۱/۰۰۰	۰/۴۹۰	۰/۶۷۱	۰/۷۸۶
۳	۱	۰/۰۸۴	۰/۲۲۱	۰/۴۰۵	۳۳۱	۰/۵۰۲	۰/۶۹۴	۰/۳۵۵	۰/۴۳۱	۰/۶۵۳	۰/۴۸۱	۰/۵۸۰	۰/۶۵۸
۴	۱	۰/۵۸۰	۰/۶۷۲	۰/۷۵۶	۶۹۴	۰/۸۳۳	۰/۹۳۷	۰/۱۵۷	۰/۳۱۵	۰/۵۱۲	۰/۶۷۹	۰/۸۶۴	۰/۹۳۴
۵	۱	۰/۴۹۰	۰/۵۸۱	۰/۶۳۳	۶۶۵	۰/۸۴۹	۰/۹۷۱	۰/۶۹۴	۰/۷۷۸	۰/۹۳۱	۰/۳۹۹	۰/۶۰۵	۰/۷۰۴
۶	۱	۰/۳۵۷	۰/۵۵۷	۰/۷۵۷	۷۳۹	۰/۹۰۶	۰/۹۸۸	۰/۶۰۵	۰/۷۹۵	۰/۹۴۶	۰/۵۸۰	۰/۷۷۰	۰/۹۰۵
۷	۱	۰/۵۳۳	۰/۷۳۳	۰/۹۱۷	۷۷۷	۰/۸۷۸	۰/۹۹۶	۰/۴۸۷	۰/۵۶۳	۰/۶۱۲	۰/۷۱۲	۰/۸۸۷	۰/۹۹۵
۸	۱	۰/۵۴۰	۰/۷۲۸	۰/۸۸۴	۰/۷۴۷	۰/۹۱۰	۰/۹۹۶	۰/۷۷۸	۰/۹۱۹	۰/۹۸۰	۰/۷۳۷	۰/۸۹۷	۰/۹۸۴
۹	۱	۰/۸۱۰	۰/۹۵۵	۱/۰۰۰	۰/۶۳۳	۰/۸۱۶	۰/۹۳۹	۰/۵۶۰	۰/۷۴۲	۰/۸۸۳	۰/۷۲۰	۰/۸۸۵	۰/۹۷۵
۱۰	۱	۰/۵۴۴	۰/۷۲۸	۰/۸۸۳	۰/۷۵۵	۰/۹۲۲	۱/۰۰۰	۰/۷۵۴	۰/۹۱۵	۰/۹۹۲	۰/۷۲۰	۰/۸۹۷	۱/۰۰۰
۱۱	۱	۰/۳۵۳	۰/۵۵۳	۰/۷۳۷	۰/۴۷۳	۰/۵۷۶	۰/۷۷۶	۰/۶۴۱	۰/۸۲۷	۰/۹۴۸	۰/۳۲۵	۰/۵۲۳	۰/۷۲۰
۱۲	۱	۰/۰۸۴	۰/۲۲۱	۰/۴۰۵	۰/۷۳۹	۰/۹۱۰	۱/۰۰۰	۰/۶۵۷	۰/۸۳۵	۰/۹۵۶	۰/۴۸۱	۰/۶۸۳	۰/۸۶۴

۳-۴- نتایج حاصل از حل مدل DEA

با جایگذاری مقادیر جدول (۱۱) در روابط (۱) و (۲) و با توجه به محدودیت‌های جدول (۱۱) مقادیر کارایی به صورت جدول (۱۲) به دست می‌آید. براساس نتایج بدست آمده از مدل DEA، رهبری و سرآمدی در استفاده از فناوری های جاری مهمترین قابلیت بوده (رتبه ۱) و اثر بخشی از نظر هزینه کم اهمیت ترین قابلیت (رتبه ۱۲) است.

۴-۴- مقایسه روش ارائه شده با روش های قبلی
اولویت بندی قابلیت ها

در روش ارائه شده از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره برای اولویت بندی محرک ها استفاده شده که به طور همزمان چندین معیار را در فرایند ارزیابی مد نظر قرار می دهد و این در حالی است که در کارهای قبلی، اغلب از روش امتیازدهی، با در نظر گرفتن یک

معیار جهت ارزیابی، استفاده شده است. همچنین در تحقیقات گذشته به منظور رتبه بندی قابلیت های چابکی از روش های جبرانی مانند مجموع ساده وزنی^{۱۴} و یا میانگین موزون فازی^{۱۵} استفاده شده (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱؛ تی سنگ و همکاران، ۲۰۱۱)، که در این روش ها به دلیل وجود خاصیت جبرانی، نتایج دقیقی حاصل نمی شود، به طوری که ممکن است قوت یک قابلیت های نسبت به یک معیار کم اهمیت، ضعف آن نسبت یک معیار مهم را جبران نماید. استفاده از روش ارائه شده باعث می شود قابلیت هایی که در تمامی معیارهای دارای قوت هستند به عنوان قابلیت های مهم تر و برتر شناخته شوند.

جدول (۱۲): محاسبه میانگین هندسی کارایی برای واحدهای تصمیم گیرنده (قابلیت ها)

رتبه	کارایی نسبی	$\theta_p^{Geometric}$	θ^{worst}	θ^{best}	DMU
۴	۱/۱۵۴	۰/۸۶۶۸	۰/۷۳۲۸	۱/۰۲۵۳	داشتن کارکنان چند مهارت، شایسته و توانمند
۶	۱/۰۸۰	۰/۹۲۵۸	۰/۸۵۷۱	۱/۰۰۰	کیفیت بالای محصولات و خدمات
۱۲	۰/۸۳۳	۱/۲۰۰۵	۱/۰۰۰	۱/۴۴۱۲	اثر بخشی از نظر هزینه
۱۰	۰/۹۷۶	۱/۰۲۴۹	۱/۰۰۰	۱/۰۵۰۴	طراحی و تولید محصول در کوتاهترین زمان ممکن
۸	۱/۰۰۵	۰/۹۹۵۳	۰/۹۶۲۴	۱/۰۲۹۴	کارایی و اثربخشی عملیات (ناب بودن)
۵	۱/۱۵۰	۰/۸۶۹۲	۰/۷۴۶۳	۱/۰۱۲۴	یکپارچگی و انسجام بخش های سازمان
۷	۱/۰۶۰	۰/۹۴۳۷	۰/۸۹۰۵	۱/۰۰۰	سرعت در زمان تحویل
۲	۱/۱۹۸	۰/۸۳۴۷	۰/۶۹۶۷	۱/۰۰۰	فعالیت افراد توانمند در قالب تیم های کاری
۳	۱/۱۶۳	۰/۸۵۹۹	۰/۷۳۹۵	۱/۰۰۰	انعطاف پذیری در الگو و حجم محصولات تولیدی
۱	۱/۲۰۰	۰/۸۳۳۰	۰/۶۹۳۹	۱/۰۰۰	رهبری و سرآمدی در استفاده از فناوری های جاری
۱۱	۰/۹۷۳	۱/۰۲۷۳	۱/۰۰۰	۱/۰۵۵۳	تغییر و بهبود مستمر
۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	طراحی درست محصولات در بار اول

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش با هدف کمک به مدیران جهت انتخاب قابلیت های چابکی مورد نیاز سازمان، روشی برای ارزیابی و رتبه بندی قابلیت های چابکی مورد نیاز سازمان ارائه گردید که در آن، تکنیک های تاپسیس فازی و تحلیل پوششی داده ها به منظور شناسایی محرک ها و قابلیت ها، مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از این پژوهش می توانند در فرایند انتخاب توانمندسازهای چابکی مورد نیاز سازمان مورد استفاده قرار گیرند. انجام این کار باعث ایجاد همسویی بین قابلیت های مورد نیاز سازمان و توانمندسازهای چابکی انتخاب شده (که ابزارهای دستیابی به قابلیت ها می باشند) می گردد.

در اکثر مطالعات قبلی برای شناسایی محرک های چابکی تنها از یک معیار استفاده شده است، در حالی که در روش ارائه شده از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره برای اولویت بندی محرک ها استفاده شده که به طور همزمان چندین معیار را در فرایند ارزیابی مد نظر قرار می دهد، که این یکی از مزیت های روش ارائه شده می باشد. مزیت دیگر روش ارائه شده استفاده از تکنیک DEA فازی در فرایند رتبه بندی قابلیت های چابکی است و دلیل آن حذف خاصیت جبرانی تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره می باشد. برای رفع نقاط ضعف مقاله پیشنهاد می گردد که در تحقیقات آتی محققین عدم اطمینان شرایط محیطی و برنامه ریزی سناریو را در فرایند انتخاب قابلیت های چابکی سازمان مد نظر قرار داده و با رویکرد برنامه ریزی استوار قابلیت های چابکی را انتخاب و رتبه بندی نمایند.

منابع

- اسماعیلیان، مجید. (۱۳۸۸)، "کاربرد اکسل در مدلسازی ریاضی و تحلیل آماری"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد منهاج،
- محمد باقر. (۱۳۸۶)، "محاسبات فازی"، تهران، انتشارات دانش نگار.
- Adeleye, E.O. and Yusuf, Y.Y. (2006), "Towards agile manufacturing: Models of competition and performance outcomes", *International Journal Systems and Management*, . 1, . 1, . 93-110.
- Aryanezhad, M.B., Tarokh, M.J., Mokhtarian M.N. and Zaheri, F. (2011), "A Fuzzy TOPSIS Method Based on Left and Right Scores", *International Journal of Industrial Engineering and Production Research*, . 22, . 1, . 51-62.
- Barros, C.P. and Peypoch, N. (2009), "An evaluation of European airlines' operational performance", *International Journal of Production Economics*, . 122, . 2, . 525-533.
- Bottani, E. (2009), "A fuzzy QFD approach to achieve agility", *International Journal of Production Economics*, . 119, . 2, . 380-391.
- Bottani, E. (2010), "Profile and enablers of agile companies: An empirical investigation", *International Journal of Production Economics*, . 125, . 251-261.
- Bruni, M.E., Conforti, D., Beraldi, P. and Tundis, E. (2009), "Probabilistically constrained models for efficiency and dominance in DEA", *International Journal of Production Economics*, . 117, . 1, . 219-228.
- Bustelo, D.V., Lucia, A. and Fernandez, E. (2007), "Agility drivers, enablers and outcomes", *International Journal of Operations and Production Management*, . 27, . 12, . 1303-1332.
- Chen, C.T. (2000), "Extensions of TOPSIS for Group Decision-making under fuzzy environment", *fuzzy sets and systems*, . 114, . 1-9.
- Chen, C.T. and Huang, S.F. (2006), "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection

- An alication of Taiwan machinery firms”, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Kwlodge-Based Systems*, . 13, . 2, . 225–240.
- Kidd, P. T. (1995), *Agile Manufacturing, Forging New Frontiers*, London, U.K. Addison-Wesley.
- Leleu, H. and Briec, W. (2009), “A DEA estimation of a lower bound for firms’ allocative efficiency without information on price data”, *International Journal of Production Ecomics*, . 121, . 1, . 203–211.
- Liu, H. and Kong, F. (2005), “A new MADM algorithm based on fuzzy subjective and objective integrated weights”, *International journal of information and systems sciences*, . 1, . 3-4, . 420–427.
- Tseng, Y. and Lin, CT. (2011), “Enhancing enterprise agility by deploying agile drivers, capabilities and providers”, *Information Sciences*, . 181, . 3693–3708.
- Wang, Y.M. and Chin, K.S. (2011), “Fuzzy data envelopment analysis: A fuzzy expected value aroach”, *Expert Systems with Alications*, . 38, .11678–11685.
- Xu, J., Li, B. and Wu, D. (2009), “Rough data envelopment analysis and its alication to suly chain performance evaluation”, *International Journal of Production Ecomics*, .122, .2, .628–638.
- Wang Y.M and Taha, M.S. (2005), “Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an alication to bridge risk assessment”, *Expert Systems with Alications*, . 31, . 2, . 309-319.
- Yusuf, Y., Sarhadi, M. and Gunasekaran, A. (1999), “Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes”, *International Journal of Production Ecomics*, . 62, . 33-43.
- Zhang, D.Z. (2011), “Towards theory building in agile manufacturing strategies—Case studies of an agility taxonomy”, *International Journal of Production Ecomics*, . 131, . 303–312.
- Zhang, D.Z. and Sharifi, H. (2007), “Towards Theory Building in Agile Manufacturing Strategy -A Taxomical Aroach”, *IEEE in suly chain management*”, *International journal of Production Ecomics*, . 102, . 2, . 289-301.
- Garcia, P.A.A., Schirru, R. and Melo, P.F.F.E. (2005), “A fuzzy data envelopment analysis aroach for FMEA”, *Progress in Nuclear Energy*, . 46, . 359–373.
- Gunasekaran, A. and Yusuf, Y.Y.(2002), “Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and techlogical imperatives”, *International Journal of Production Research*, .40, .6, .1357-1385.
- Guo, P. and Tanaka, H. (2001), “Fuzzy DEA: A perceptual evaluation method”, *Fuzzy Sets and Systems*, . 119, . 149–160.
- Hsu, T.H. and Lin, L.Z. (2006), “QFD with fuzzy and entropy weight for evaluating retail customer values”, *Total Quality Management and Business Excellence*, . 17, . 7, . 935-958.
- Hillegersberg, J.V., Oosterhout, M.V. and Waarts, E. (2006), “Change factors requiring agility and implications for IT”, *European Journal of Information Systems*, . 15, . 132–145.
- Jahanshahloo, G. R., Soleimani-damaneh, M. and Nasrabadi, E. (2004), “Measure of efficiency in DEA with fuzzy input–output levels: a methodology for assessing, ranking and imposing of weights restrictions”, *Alied Mathematics and Computation*, . 156, . 175–187.
- Kao, C. (2010), “Congestion measurement and elimination under the framework of data envelopment analysis”, *International Journal of Production Ecomics*, . 123, . 2, . 257–265.
- Kao, C. and Liu, S.T. (2001), “Fractional programming aroach to fuzzy weighted average”, *Fuzzy Sets and Systems*, . 120, . 435–444.
- Kao, C. and Liu, S.T. (2003), “A mathematical programming aroach to fuzzy efficiency ranking”, *International Journal of Production Ecomics*, . 86, . 45–154.
- Kao, C. and Liu, S.T. (2005), “Data envelopment analysis with imprecise data:

پانوشته ها

1. Yusuf et al.
2. Sharifi and Zhang
3. Gunasekaran and Yusuf
4. Zhang and sharifi
۵. به دلیل ملاحظات اعمال شده از سوی صنعت مورد بررسی از ذکر نام آن خود داری شد.
6. Agile Manufacturing
7. Goldman
8. Agility drivers
9. Bustelo et al.
10. Wang and chin
11. Double Frontier Analysis
12. Liu and Kong
13. Hsu and Lin
14. Simple Additive Weighted
15. Fuzzy Weighted Average

Transactions on Engineering Management,
54, .2, .351-370.

Sharifi, H. and Zhang, Z. (2000), "A methodology for achieving agility in manufacturing organizations", *International Journal of Operations and Production Management*, . 20, . 4, 496-512.

