چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۵ ـ بهار ۱۳۹۱
ص‌ص ۱۱۴ -۹۱

شناسایی و رتبه‌بندی محرک‌های چابکی سازمان با استفاده از تکنیک FTOPSIS و برنامه‌ریزی کسری

بهنام مولوی*، مجید اسماعیلیان، رضا انصاری*****

چکیده

اولین گام در راستای دستیابی به چابکی سازمانی، شناسایی تغییرات و فشارهای وارده از محیط کسب‌وکار سازمان می‌باشد که به‌عنوان نیروهای محرکی عمل کرده و سازمان را به‌سمت اتخاذ استراتژی چابکی پیش می‌رانند. روش‌های معرفی شده برای دستیابی به چابکی، عموماً دارای یک نقص بوده و آن، عدم ارائه‌ی روشی علمی و منسجم برای شناسایی محرک‌های چابکی می‌باشد. لذا در این مقاله سعی می‌شود با بهره‌گیری از توانمندی‌های تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره، روشی برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل محرک چابکی، ارائه گردد. بدین‌منظور در ابتدا با مطالعه‌ی ادبیات موضوع، مجموعه‌ای از محرک‌های چابکی و معیارهای ارزیابی آن‌ها، انتخاب شده و سپس با انجام مصاحبه با خبرگان یکی از مجتمع‌های صنعتی دولتی، عوامل محرک بر اساس محیط سازمان بهبود یافته‌اند. با تلفیق نتایج حاصل از آنتروپی فازی و نظر خبرگان، وزن شاخص‌ها محاسبه شده و با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی و رویکرد برنامه‌ریزی کسری در تاپسیس فازی، دو روش برای رتبه‌بندی و تعیین اولویت پاسخ‌گویی به این عوامل، ارائه شده است. باتوجه به‌نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش، نیازها و انتظارات متغیر دولت از این صنعت، به‌عنوان مهم‌ترین محرک چابکی آن شناخته شده است.

کلیدواژه‌ها: محرک‌های چابکی؛ چابکی سازمانی؛ تصمیم‌گیری چندمعیاره؛ تاپسیس فازی؛ آنتروپی فازی.

تاریخ دریافت مقاله:۹۰/۱۰/۲۳، تاریخ پذیرش مقاله:۹۰/۱۲/۱۲.

* دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی.

** استادیار، دانشگاه اصفهان.

E-mail:m.esmaelian@ase.ui.ac.ir

*** استادیار، دانشگاه اصفهان.

۱. مقدمه

امروزه بسیاری ازسازمان‌ها و شرکت‌ها با رقابت فزاینده‌ی پایدار و نامطمئنی مواجه هستند که به‌واسطه‌ی قابلیت دسترسی به‌فناوری، سرعت دسترسی به‌فناوری، رقابت شدید در توسعه‌ی فناوری، جهانی‌شدن بازارها و رقابت تجاری، تغییرات درمیزان حقوق ودستمزد و مهارت‌های شغلی و مهم‌تر از همه، افزایش انتظارات مشتریان، شدت یافته است (اس تی جان و همکاران[۱]، ۲۰۰۱). محیط کسب‌وکار به‌عنوان عامل آشفتگی، عدم‌اطمینان و تغییر، فشارهای زیادی را بر فعالیت‌های تجاری سازمان تحمیل می‌کند. این ابهامات و تغییرات غیرقابل پیش‌بینی، سازمان‌ها را وادار می‌کند تا به روش‌های مناسبی روی آورند تا بتوانند یک موقعیت پایدار و مطمئن برای آنان ایجاد نمایند (گلدمن و همکاران[۲]، ۱۹۹۵). تغییرات و فشارهای محیطی ذکر شده به‌عنوان محرک‌های چابکی[۳] سازمان شناخته می‌شوند. به‌عبارت دیگر، محرک‌های چابکی تغییراتی هستند که در محیط کسب‌وکار سازمان رخ می‌دهند و سازمان را به تجدیدنظر در استراتژی‌های خود، پذیرش نیاز به چابک بودن و توجه به چابکی به‌عنوان یک روش برای توانمندی و پیشرفت در محیط متغیر، تحریک می‌کنند (ژانگ[۴]، ۲۰۱۱). بنابر اعتقاد بسیاری از محققان، اولین گام در دستیابی به چابکی سازمانی، شناسایی عوامل کلیدی محرک چابکی سازمان می‌باشد. این درحالی است که اغلب مدل‌های ارائه شده در زمینه‌ی دستیابی به چابکی، مدل‌های تئوریک بوده و تنها تعداد اندکی از آن‌ها به ارائه‌ی روش‌های عملیاتی برای شناسایی محرک‌ها پرداخته‌اند (شریفی و ژانگ[۵]، ۲۰۰۰؛ هیلگرزبرگ و همکاران[۶]، ۲۰۰۶). روش‌های عملیاتی ارائه شده نیز عمدتاً فاقد یک رویکرد علمی و منسجم در این خصوص می‌باشند. باتوجه به این موضوع، در این پژوهش تلاش می‌شود با بهره‌گیری از قابلیت‌های تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره[۷]، روشی برای رتبه‌بندی عوامل تغییر بر اساس اولویت توجه و پاسخ‌گویی به آن‌ها، ارائه گردد. بدین‌منظور در ابتدا با مطالعه‌ی ادبیات چابکی، مجموعه‌ای از محرک‌ها و معیارهای ارزیابی آن‌ها انتخاب شده و سپس با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی، محرک‌های مذکور بر اساس معیارهای درنظر گرفته شده رتبه‌بندی خواهند شد. به‌دلیل این‌که در تکنیک تاپسیس فازی علی‌رغم فازی بودن وزن معیارها و ماتریس تصمیم، مقادیر شاخص شباهت به‌صورت قطعی به‌دست می‌آید، روش برنامه‌ریزی کسری برای رتبه‌بندی و نیز محاسبهٔ شاخص شباهت به‌صورت فازی، مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

---

۱. St.John et al.
۲. Goldman et al.
۳. Agility Driver
٤. Zhang
٥. Sharifi and Zhang
٦. Hillegersberg et al.
۷. Multi criteria decision making

صنعت مورد مطالعه در این پژوهش، یکی از صنایع دولتی[۱] فعال در زمینه‌ی ساخت قطعات و مجموعه‌های کامل هیدرولیک می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، مبنایی برای حرکت به‌سمت چابک‌سازی صنعت مورد بررسی و تعیین قابلیت‌های چابکی مورد نیاز آن می‌باشد. ادامه‌ی مطالب ارائه شده در این پژوهش بدین‌صورت سازماندهی می‌شود: در بخش دوم مختصری درمورد مفاهیم چابکی و محرک‌های چابکی بیان شده است. بخش سوم به توسعه‌ی تکنیک آنتروپی فازی، روش تاپسیس فازی و برنامه‌ریزی کسری برای رتبه‌بندی محرک‌ها اختصاص یافته است. در بخش چهارم به توضیح روش پژوهش پرداخته شده است. در بخش پنجم نتایج حاصل از اجرای روش، ذکر شده و بخش ششم نیز به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص یافته است.

۲. مبانی وچارچوب نظری تحقیق

مفهوم چابکی. روند شدید تغییرات، زمینه را برای ظهور یک دوره‌ی کسب‌وکار جدید پس از دوره‌های قبلی، مانند تولید انبوه و تولید ناب، فراهم نموده است. پارادایم تولیدی جدید که به‌نام چابکی معرفی شده است، به‌عنوان راهبردی برای توان‌مند ساختن بنگاه‌های تولیدی برای حفظ مزیت رقابتی خود، در این دوره می‌باشد (تی سنگ و همکاران[۲]، ۲۰۱۱). واژه‌ی چابک در فرهنگ لغت به‌معنای حرکت سریع، چالاک، فعال، و توانایی حرکت سریع و آسان و قادر بودن به تفکر سریع و با یک روش هوشمندانه می‌باشد (هورن بای[۳]، ۲۰۰۰). بنابر تعریف شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، چابکی به‌معنای توانایی هر سازمان در احساس، ادراک و پیش‌بینی تغییرات موجود در محیط کسب‌وکار است. بنابر تعریف پترو هیلو[۴] (۲۰۰۴)، چابکی یک شرکت عبارت‌است از توانایی و قابلیت انجام عملیات سودآور در محیط رقابتی سرشار از فرصت‌های مستمر و متغیر. به‌زعم براون و بسانت [۵] (۲۰۰۳)، چابکی مستلزم واکنش سریع و اثربخش به نیازهای بازار است. عنصر مشترکی که در تمام تعاریف چابکی وجود دارد این است که این تعاریف عموماً ایده‌ی سرعت و تغییر در محیط کسب‌وکار را نشان می‌دهند. به‌طور کلی مفهوم چابکی دارای دو بخش اساسی است:

۱. پاسخ به تغییرات (غیرمنتظره یا پیش‌بینی نشده)، به روشی مناسب و در زمان مقتضی.
۲. بهره‌برداری از تغییرات و سود جستن از آن‌ها به‌عنوان فرصت‌ها.

بدین‌ترتیب سازمان چابک، سازمانی با نگرش وسیع به‌نظم جدید دنیای کسب‌وکار، و با دستی پر از توانایی و قابلیت‌ها برای مواجهه با آشفتگی و تلاطم و استفاده از جنبه‌ی مزیتی اوضاع در حال تغییر است (داو[۶]، ۱۹۹۹).

---

۱. به‌دلیل ملاحظات اعمال شده از سوی صنعت مورد بررسی از ذکر نام آن خودداری می‌کنیم.
۲. Tseng et al.
۳. Hornby
٤. Helo
٥. Brown and Besant
٦. Dove

تغییرات محیطی، عامل اصلی نیاز به چابکی. باتوجه به بافتی که بر دنیای کسب‌وکار حاکم شده، چنین به‌نظر می‌رسد که تغییر یکی از ویژگی‌های اصلی سازمان‌ها در عصر رقابتی جدید بوده و کمتر سازمانی را می‌توان یافت که در یک دوره‌ی شش‌ماهه یا حتی یکساله، تغییری را در محیط خود شاهد نباشد (باستلو و همکاران[۱]، ۲۰۰۷). در یک تعریف ساده، تغییر، عبارت‌است از اختلاف بین وضعیت فعلی محیط در زمان t_1 با وضعیت همان محیط در وضعیت t_n (بارتالی[۲]، ۲۰۰۴).در ادبیات چابکی عوامل متعددی به‌عنوان محرک‌های تغییر و پیش‌ران‌های سازمان به‌سمت چابکی شناخته شده‌اند. عواملی که به‌کرات از آن‌ها نام برده شده عبارتند از: رقابت فزاینده‌ی ناشی از جهانی‌شدن، بازارهای شکسته شده، تغییرات پویا در تقاضا، نرخ فزاینده‌ی معرفی محصولات جدید، سرعت بالا و فزاینده‌ی نوآوری، سفارشی‌سازی نیازمندی‌های مشتری، پیشرفت تکنولوژی اطلاعات و افزایش فشارهای ناشی از وضع قوانین محیطی (یوسف و همکاران[۳]، ۲۰۰۶؛ ژانگ و شریفی، ۲۰۰۷). همچنین به‌علت جهانی‌شدن، تغییرات مهمی در بازار رخ داده که عبارتند از: رشد بازارهای خاص[۴]، تغییرات سریع در مدل‌های محصول محصول و کاهش دوره‌ی عمر محصولات (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱؛ گلدمن و همکاران، ۱۹۹۵). رقابت شدید بنگاه‌ها بر سر قیمت، کیفیت، زمان و پاسخ‌گویی نیز تغییراتی در شیوه‌های رقابت یا معیارهای رقابت سازمان‌ها ایجاد کرده است (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱). مشتریان خبره و آگاه نیز منبع دیگری هستند که سازمان‌ها را تحت فشار قرار می‌دهند. این فشارها عبارتند از: تقاضای محصولات سفارشی، کیفیت بالاتر، زمان تحویل سریع‌تر و خدمات پس از فروش (تی‌سنگ و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین توسعه‌ی سریع تکنولوژی که به‌عنوان یک عامل مهم چابکی محسوب می‌شود، تهدیداتی را برای دنیای تجارت ایجاد کرده که ناشی از دسترسی گسترده به‌تکنولوژی‌های جدید، فرایندهای تولیدی جدید و تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات جدید می‌باشد (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱؛ یوسف و آدلیه، ۲۰۰۳؛ ژانگ، ۲۰۱۱). عامل دیگر، تغییرات ایجاد شده در عوامل اجتماعی است که عبارتند از: افزایش فشارهای زیست‌محیطی، فشارهای ناشی از انتظارات نیروی کار، فشارهای قانونی- سیاسی، عوامل فرهنگی و تغییر در قراردادهای اجتماعی (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱؛ ژانگ و شریفی، ۲۰۰۷).این عوامل در واقع تغییراتی هستند که در محیط تجاری شرکت‌ها به‌وجود آمده‌اند و بنا به‌شدت و ضعفی که در حوزه‌ی فعالیت شرکت دارند، سطح خاصی از چابکی را اجتناب ناپذیر (تحریک) می‌سازند. شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، برای تعیین محرک‌های کلیدی چابکی، معیار شدت تغییر/ فشار را برای عوامل محرک درنظر گرفته‌اند. این معیار به‌سرعت شکل‌گیری تغییرات یا میزان فشار وارده بر سازمان از سوی عوامل محیطی اشاره دارد. هیلگرزبرگ و همکاران (۲۰۰۶)، حاصلضرب دو معیار احتمال وقوع تغییر و دشواری پاسخ‌گویی به تغییر را به‌عنوان معیار تعیین‌کننده‌ی محرک‌های نیازمند چابکی به‌کار گرفته‌اند. معیار احتمال وقوع تغییر برای عوامل غیرقابل پیش‌بینی مانند علمکرد رقبا به‌کار گرفته شده است و دشواری پاسخ‌گویی نیز به‌میزان سختی انطباق و

---

۱. Bustelo et al.
۲. Bartoli
۳. Yusuf et al.
٤. Niche markets

پاسخ‌گویی به تغییرات اشاره دارد. تی‌سنگ و همکاران[۱] (۲۰۱۱)، معیار میزان اثرگذاری عامل تغییر بر عملکرد سازمان را برای تعیین محرک‌های چابکی سازمان درنظر گرفته‌اند. بدین‌طریق، عواملی که دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد سازمان بوده، به‌عنوان محرک‌های چابکی شناخته می‌شوند. در این پژوهش برای تعیین محرک‌های چابکی، پس‌از مطالعه‌ی ادبیات چابکی، طبقه‌بندی شریفی و ژانگ (۲۰۰۱) که به‌دلیل جامعیت، مورد استناد بسیاری از محققین نیز قرار گرفته است، به‌عنوان مبنای مطالعه انتخاب شد و سپس با هدف تکمیل عوامل این طبقه‌بندی، محرک‌های بیان‌شده در دیگر تحقیقات نیز به‌آن اضافه گردید. طبقه‌بندی استخراج شده، در قالب مصاحبه‌های نیمه هدایت‌شده با خبرگان صنعت و نیز اساتید دانشگاه، برای تأیید روایی و جامعیت آن، مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت، طبقه‌بندی اصلاح‌شده‌ی حاصل از ادبیات پژوهش و نظر خبرگان، شامل ۱۴ مؤلفه‌ی به‌دست آمد که به‌صورت جدول ۱ قابل نمایش می‌باشد:

جدول ۱. محرک‌های چابکی مورد بررسی در پژوهش

ابعاد	شاخص‌ها	منبع
تغییر در بازار	شکسته‌شدن بازار و رشد بازارهای خاص	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷)، تی سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
	کاهش دوره‌ی عمر محصولات تولیدی	گلدمن و همکاران (۱۹۹۵)، شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛۲۰۰۷)، تی‌سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
تغییر در معیارهای رقابت	ورود رقبای جدید	نظر خبرگان صنعت
	افزایش شدت رقابت برای کسب سهم بازار	شریفی و ژانگ (۲۰۰۷)، تی‌سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
	افزایش فشارهای هزینه‌ای	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷)، تی‌سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
	افزایش نرخ نوآوری در محصولات	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛۲۰۰۷)، تی‌سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
تغییر در نیازمندی‌های مشتری	افزایش انتظارات کیفی مشتریان	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷)، آدلیه و یوسف (۲۰۰۳)
	کاهش زمان تحویل سفارشات	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷) ، آدلیه و یوسف (۲۰۰۳)
	سفارشی‌شدن محصولات	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷) ، آدلیه و یوسف (۲۰۰۳)
تغییرات فناوری	معرفی تجهیزات سخت‌افزاری جدید و کاراتر	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷)
	معرفی نرم‌افزارها و روش‌های تولید جدید	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷)
	معرفی مواد و ترکیبات مصرفی جدید	نظر خبرگان صنعت
تغییر عوامل سیاسی- اجتماعی	فشارهای زیست محیطی	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۷)
	نیازها و انتظارات متغیر دولت	نظر خبرگان صنعت

۱. Tseng et al.

همچنین برای انتخاب معیارهای ارزیابی، پس‌از مطالعه‌ی ادبیات پژوهش، سه معیار که با نوع محرک‌های درنظرگرفته شده متناسب بوده، انتخاب شد که در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۲. معیارهای مؤثر در ارزیابی گزینه‌ها

ردیف	معیارها	منبع
۱	میزان و شدت تغییر/ فشار	شریفی و ژانگ (۲۰۰۱،۲۰۰۰؛ ۲۰۰۷)، تی‌سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
۲	میزان اثرگذاری عامل تغییر بر فعالیت‌های شرکت	تی‌سنگ و همکاران (۲۰۱۱)
۳	دشواری پاسخ‌گویی به تغییر	هیلگرزبرگ و همکاران (۲۰۰۶)

توسعه‌ی تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی فازی برای رتبه‌بندی محرک‌ها. مسئله‌ی تصمیم این پژوهش (رتبه‌بندی محرک‌های چابکی) از دو مرحله‌ی اساسی تشکیل شده است: در مرحله‌ی اول بااستفاده از تکنیک آنتروپی فازی، اوزان معیارهای تصمیم مشخص شده و با اوزان ذهنی حاصل از نظرات خبرگان و تصمیم‌گیرندگان تلفیق شده تا اوزان نهایی معیارها مشخص شود. در مرحله‌ی دوم با بهره‌گیری از تکنیک تاپسیس فازی، گزینه‌های مورد بررسی (محرک‌ها) رتبه‌بندی خواهند شد و در انتها با استفاده از روش برنامه‌ریزی کسری، شاخص شباهت به‌صورت فازی محاسبه می‌گردد. در ادامه به توضیح مراحل پژوهش پرداخته می‌شود.

پیاده‌سازی تکنیک آنتروپی فازی. آنتروپی یک مفهوم بسیار بااهمیت در علوم اجتماعی، فیزیک و تئوری اطلاعات است. در این پژوهش به‌منظور تعیین وزن عینی معیارها، از تکنیک آنتروپی فازی[۱] که توسط سو و لین[۲] (۲۰۰۶)، معرفی گردید، استفاده می‌شود. گام‌های پیاده‌سازی این تکنیک به‌صورت زیر می‌باشد:

پس‌از جمع‌آوری نظرات تصمیم‌گیرندگان صنعت مورد مطالعه، درمورد ارزیابی محرک‌ها نسبت‌به معیارهای به‌کار گرفته شده، ماتریس تصمیم تجمیعی به‌صورت زیر تشکیل می‌شود.

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

۱. Fuzzy entropy
۲. Hsu and Lin

اگر کمیته‌ی تصمیم‌گیری دارای K عضو باشد و رتبه‌بندی فازی k امین تصمیم‌گیرنده $\tilde{x}_{ij}^{k} = \left(a_{ij}^{k}, b_{ij}^{k}, c_{ij}^{k}\right)$ باشد، رتبه‌بندی فازی تجمیعی $\tilde{x}_{ij} = \left(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}\right)$ بر اساس روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K}\left(\sum_{k=1}^{K} a_{ij}^{k}, \sum_{k=1}^{K} b_{ij}^{k}, \sum_{k=1}^{K} c_{ij}^{k}\right) \quad i = 1..m, j = 1..n \qquad (۲)$$

برای تشکیل ماتریس قضاوت فازی کلی از برش α استفاده می‌شود. مقدار برش α سطح امکان‌پذیری و درجه‌ی عدم اطمینان اطلاعات به‌دست آمده از خبرگان را نشان می‌دهد. ماتریس قضاوت کلی با برش α در معادله (۳) نشان داده شده است.

$$\tilde{A}_{\alpha} = \begin{bmatrix} [x_{11_l}^{\alpha}, x_{11_u}^{\alpha}] & [x_{12_l}^{\alpha}, x_{12_u}^{\alpha}] & \dots & [x_{1n_l}^{\alpha}, x_{1n_u}^{\alpha}] \\ [x_{21_l}^{\alpha}, x_{21_u}^{\alpha}] & [x_{22_l}^{\alpha}, x_{22_u}^{\alpha}] & \dots & [x_{2n_l}^{\alpha}, x_{2n_u}^{\alpha}] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ [x_{m1_l}^{\alpha}, x_{m1_u}^{\alpha}] & [x_{m2_l}^{\alpha}, x_{m2_u}^{\alpha}] & \dots & [x_{mn_l}^{\alpha}, x_{mn_u}^{\alpha}] \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

باتوجه به این‌که $\tilde{x}_{ij}$ اعداد فازی مثلثی هستند، برش‌های α به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$x_{ij_l}^{\alpha} = \alpha(b_{ij} - a_{ij}) + a_{ij} \quad \alpha \in [0 \quad 1] \qquad (۴)$$

$$x_{ij_u}^{\alpha} = c_{ij} - \alpha(c_{ij} - b_{ij}) \alpha \in [0 \quad 1] \qquad (۵)$$

به‌منظور تعیین میزان خوش‌بینی یا درجه‌ی رضایت هر خبره بر روی قضاوتش، شاخص β درنظر گرفته می‌شود. این نمایه، ماتریس قضاوت کلی را به یک ماتریس قضاوت قطعی تبدیل می‌کند. در این پژوهش، به‌دلیل محاسبه‌ی درجات مختلف برش α، مقدار درجه‌ی خوش‌بینی، ثابت و برابر با $\beta = 0/5$ درنظر گرفته می‌شود.

$$A = \begin{bmatrix} x_{11}^{\alpha} & x_{12}^{\alpha} & \dots & x_{1n}^{\alpha} \\ x_{21}^{\alpha} & x_{22}^{\alpha} & \dots & x_{2n}^{\alpha} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1}^{\alpha} & x_{m2}^{\alpha} & \dots & x_{mn}^{\alpha} \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

در این ماتریس مقدار قطعی هر a_{ij}^{α} از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$x_{ij}^{\alpha} = \beta {x_{ij}}_{l}^{\alpha} + (۱ - \beta){x_{ij}}_{u}^{\alpha} \quad \forall \beta \in [۰,۱] \quad , \quad ۰ \le \alpha \le ۱ \quad i = ۱..m \, , j = ۱..n \tag{۷}$$

شاخص آنتروپی از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$E(C_j) = -k \sum_{i=۱}^{m} p_{ij} \ln p_{ij} = -k \sum_{i=۱}^{m} \left(\left(\frac{x_{ij}^{\alpha}}{x_j^{\alpha}} \right) \ln \frac{x_{ij}^{\alpha}}{x_j^{\alpha}} \right) \, , \quad j = ۱..n \tag{۸}$$

که در این رابطه $x_j^{\alpha} = \sum_{i=۱}^{m} x_{ij}^{\alpha}$ و $p_{ij} = \frac{x_{ij}^{\alpha}}{x_j^{\alpha}}$ و $k = \frac{۱}{\ln m}$ است.

درنهایت به‌منظور محاسبه‌ی وزن معیارها به‌روش آنتروپی از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود که در این رابطه مقدار D_j بیان‌کننده‌ی مقدار عدم‌اطمینان موجود در معیار jام و w_j ضریب اهمیت معیار j ام می‌باشد.

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_{j=۱}^{n} Dj} \quad j = ۱, \dots, n \quad , \quad D_j = ۱ - E(C_j) \tag{۹}$$

تعیین وزن ذهنی معیارها و محاسبه‌ی اوزان تلفیقی. برای تعیین اوزان ذهنی، اگر کمیته‌ی تصمیم‌گیری دارای K عضو و ضریب اهمیت شاخص jام از نظر k امین تصمیم گیرنده $\widetilde{w}_j^k = \left(a_j^k, b_j^k, c_j^k\right)$ باشد، وزن فازی ترکیبی شاخص j ام، $\widetilde{w}_j = \left(a_j, b_j, c_j\right)$، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$\widetilde{w}_j = \left(a_j, b_j, c_j\right) = \frac{۱}{k} \left(\sum_{k=۱}^{K} a_j^k \, , \sum_{k=۱}^{K} b_j^k \, , \sum_{k=۱}^{K} c_j^k \right) \tag{۱۰}$$

در این پژوهش از روش معرفی شده توسط لیو و کونگ[۱] (۲۰۰۵)، برای تلفیق اوزان حاصل از نظر خبرگان و اوزان حاصل از آنتروپی فازی استفاده می‌شود. در این روش به‌هنگام تلفیق اوزان، برای تعیین اهمیت نسبی اوزان آنتروپی (اوزان عینی)، نسبت به اوزان حاصل از نظر سنجی (اوزان ذهنی)، شاخص θ درنظر گرفته می‌شود.($۰ \le \theta \le ۱$)

۱. Liu and Kung

اگر w_j وزن قطعی حاصل از تکنیک آنتروپی فازی برای معیارjام و $\widetilde{w}_j = (a_j , b_j , c_j)$ وزن فازی تجمیعی حاصل از نظرسنجی، برای معیار jام درنظر گرفته شود، وزن فازی تلفیقی $(\widetilde{wc}_j)$ معیار jام به‌شکل زیر محاسبه می‌گردد:

$$\widetilde{wc}_j = w_j^{\theta} \times (a_j, b_j, c_j)^{1-\theta} \ , \ 0 \le \theta \le 1 \ , \qquad j = 1, \dots, n \qquad (11)$$

در این پژوهش اهمیت هر دو وزن یکسان و $\theta = 0/5$ درنظر گرفته می‌شود.

پیاده‌سازی تکنیک تاپسیس فازی (FTOPSIS)

در روش TOPSIS، گزینه‌ها بر اساس میزان نزدیکی به‌جواب ایده‌آل مثبت و دوری از جواب ایده‌آل منفی رتبه‌بندی می‌گردند. در این پژوهش از تاپسیس فازی معرفی شده توسط چن[1] (۲۰۰۰) برای رتبه‌بندی استفاده می‌شود. مراحل پیاده‌سازی تکنیک FTOPSIS برای رتبه‌بندی محرک‌ها به‌شرح زیر می‌باشد:

در گام اول نظرات تصمیم‌گیرندگان و خبرگان تجمیع و ماتریس تصمیم فازی مثلثی به‌دست می‌آیدکه این ماتریس در مرحله‌ی قبل و طبق رابطه‌ی (۱)، به‌دست‌آمده است.

از روابط زیر برای نرمالایز کردن عناصر ماتریس تصمیم تجمیعی فازی استفاده می‌گردد.

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right] \qquad i = 1,2,\dots,n \ , \ j \in \Omega_B \qquad (12)$$

$$c_j^* = \max_i (c_{ij}) \ , \ j \in \Omega_B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right] \qquad i = 1,2,\dots,n \ , \ j \in \Omega_C \qquad (13)$$

$$a_j^- = \min_i (a_{ij}) \ , \ j \in \Omega_C$$

Ω_C، مجموعه معیارهای منفی و Ω_B، مجموعه معیارهای مثبت است. بعد از نرمالایز کردن، ماتریس تصمیم‌فازی نرمالایز شده $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \cdot n}$ به‌دست می‌آید. باتوجه به این‌که کلیه

۱. Chen

معیارهای این پژوهش مثبت هستند، برای بی‌مقیاس کردن آن‌ها از رابطه‌ی (۱۲) استفاده می‌شود. ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار از ضرب‌کردن اوزان فازی مثلثی معیارها در ماتریس بی‌مقیاس فازی مثلثی، بااستفاده از رابطه‌ی (۱۴) به‌دست می‌آید:

$$\tilde{V}_{m\times n} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{m\times n} , \quad \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}.\widetilde{wc}_j i = ۱,\dots,m \ , \quad j = ۱,\dots,n \tag{۱۴}$$

که در این رابطه $\widetilde{wc}_j$، بیان‌کننده‌ی ضریب اهمیت معیار C_j است. مرحله‌ی بعد، یافتن راه‌حل ایده‌آل فازی[۱] (A^* ,FPIS) و راه‌حل ضد ایده‌آل فازی[۲] (A^- ,FNIS) است. در این پژوهش از راه‌حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل مثلثی معرفی شده توسط چن (۲۰۰۰) به‌شکل زیر استفاده می‌شود.

$$A^* = \{\tilde{v}^*_۱, \tilde{v}^*_۲, \dots, \tilde{v}^*_n\} \tag{۱۵}$$

$$A^- = \{\tilde{v}^-_۱, \tilde{v}^-_۲, \dots, \tilde{v}^-_n\} \tag{۱۶}$$

که:

$$\tilde{v}^*_j = (۱,۱,۱)\ j = ۱,\dots,n \tag{۱۷}$$

$$\tilde{v}^-_j = (۰,۰,۰) j = ۱,\dots,n \tag{۱۸}$$

فاصله‌ی هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل فازی به‌ترتیب از روابط زیر قابل محاسبه است:

$$s_i^* = \sum_{j=۱}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}^*_j\right) \quad i = ۱.m \tag{۱۹}$$

$$s_i^- = \sum_{j=۱}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}^-_j\right) \quad i = ۱.m \tag{۲۰}$$

شاخص نزدیکی نسبی به‌صورت رابطه‌ی زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$CC_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \ i = ۱,۲,..m \tag{۲۱}$$

---

۱. Fuzzy Positive Ideal Solution (FPIS)
۲. Fuzzy Negative Ideal Solution (FNIS)

در این مرحله باتوجه به‌میزان شاخص نزدیکی نسبی، گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند به‌طوری که گزینه‌های با شاخص نزدیکی نسبی بیشتر در اولویت قرار دارند.

استفاده از برنامه‌ریزی کسری برای رتبه‌بندی محرک‌ها. در روش FTOPSIS که بخش ۳-۳ تشریح گردید، علی‌رغم این‌که عناصر ماتریس تصمیم($\tilde{w}_j$و$\tilde{x}_{ij}$) مقادیر فازی هستند، ولی با محاسبه‌ی فاصله‌ی هر گزینه از جواب ایده‌آل مثبت و جواب ایده‌آل منفی، شاخص شباهت نسبی CC_i، به‌صورت قطعی به‌دست می‌آید، درحالی که بهتر است CC_i نیز به‌صورت فازی و غیرقطعی باشد (مینگ و تاها[۱]، ۲۰۰۵). در این بخش بااستفاده از برش‌های α و به‌کمک اصل گسترش، شاخص شباهت نسبی به‌صورت مقادیر فاصله‌ای محاسبه می‌گردد. به‌کمک اصل گسترش می‌دانیم هر عدد فازی مانند$\tilde{A}$ را می توان به‌صورت زیر نشان داد (منهاج، ۱۳۸۶):

$$\tilde{A} = \cup\, \alpha A_\alpha \quad , \cdot \le \alpha \le 1 \qquad (۲۲)$$

که:

$$A_\alpha = \{x \in U | \tilde{A}(x) \ge \alpha\} = [min\{x \in U | \tilde{A}(x) \ge \alpha\}; max\{x \in U | \tilde{A}(x) \ge \alpha\}]$$

با استفاده از برش‌های α برای اعضای ماتریس اوزان ترکیبی و ماتریس بی‌مقیاس فازی خواهیم داشت:

$$w_{j_\alpha} = \left[{w_j}^l{}_\alpha , {w_j}^u{}_\alpha\right] \qquad (۲۳)$$

$$r_{ij_\alpha} = \left[{r_{ij}}^l{}_\alpha , {r_{ij}}^u{}_\alpha\right] i = 1,..,m \ , \quad j = 1,..,n \qquad (۲۴)$$

بنابراین رابطه (۲۱)، را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$CC_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} (w_j(r_{ij}))^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} (w_j(r_{ij}))^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (w_j(1-(r_{ij})))^2}} i = 1,2,\dots m \qquad (۲۵)$$

$$s.t$$

$$(w_j)_\alpha{}^l \le w_j \le (w_j)_\alpha{}^u j = 1,2,..n$$

$$(r_{ij})_\alpha{}^l \le r_{ij} \le (r_{ij})_\alpha{}^u j = 1,2,..n$$

۱. Ming and Taha

واضح است که مقادیر CC_i نیز به‌صورت بازه‌هایی خواهند بود که حد بالا و حد پایین آن‌ها به‌ازای هر سطح α با حل دو مسئله برنامه‌ریزی کسری زیر به‌دست می‌آید:

$$(CC_i)_\alpha{}^l = min \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij}))^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij}))^2}+\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(1-(r_{ij})))^2}} i=1,2,\dots m$$

$$s.t$$

$$(w_j)_\alpha{}^l \le w_j \le (w_j)_\alpha{}^u j=1,2,..n \qquad (۲۶)$$

$$(r_{ij})_\alpha{}^l \le r_{ij} \le (r_{ij})_\alpha{}^u j=1,2,..n$$

$$(CC_i)_\alpha{}^u = max \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij}))^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij}))^2}+\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(1-(r_{ij})))^2}} i=1,2,\dots m$$

$$s.t \qquad (۲۷)$$

$$(w_j)_\alpha{}^l \le w_j \le (w_j)_\alpha{}^u j=1,2,..n$$

$$(r_{ij})_\alpha{}^l \le r_{ij} \le (r_{ij})_\alpha{}^u j=1,2,..n$$

باتوجه به این‌که $\frac{\partial CC_i}{\partial r_{ij}} \ge 0$ است، پس CC_i یک تابع صعودی نسبت به r_{ij} می‌باشد. بنابراین CC_i به‌ازای مقادیر $r_{ij}=(r_{ij})_\alpha{}^l$، مینیمم و به‌ازای مقادیر $r_{ij}=(r_{ij})_\alpha{}^u$، ماکزیمم می‌گردد. لذا مسائل برنامه‌ریزی کسری فوق را می‌توان به‌شکل زیر تبدیل کرد:

$$(CC_i)^l{}_\alpha = min \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij})_\alpha{}^l)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij}))^2}+\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(1-(r_{ij})))^2}} i=1,2,\dots m \qquad (۲۸)$$

$$s.t$$

$$(w_j)^l{}_\alpha \le w_j \le (w_j)^u{}_\alpha j=1,2,..n$$

$$(CC_i)_\alpha{}^u = max \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j\,(r_{ij})_\alpha{}^u)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(r_{ij}))^2}+\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(w_j(1-(r_{ij})))^2}} i=1,2,\dots m \qquad (۲۹)$$

$$s.t$$

$$(w_j)_\alpha{}^l \le w_j \le (w_j)_\alpha{}^u j=1,2,..n$$

برای m گزینه، m شاخص شباهت نسبی (CC_i)، به‌ازای هر سطح α به‌دست می‌آید. مسائل برنامه‌ریزی کسری فوق را می‌توان توسط SOLVER در نرم‌افزار EXCEL و یا نرم‌افزار

LINGO به‌راحتی حل کرد. در این پژوهش از نرم‌افزار EXCEL برای مدل‌سازی و حل مدل استفاده شده است (اسماعیلیان، ۱۳۸۸).

برای رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب بهترین گزینه باید شاخص شباهت را به‌مقادیر غیرفازی تبدیل کرد. برای این‌منظور از میانگین سطوح برش[۱] (ALC) استفاده می‌گردد. به‌ازای $(\alpha_1 = 0 < \alpha_2 < \alpha_3 < \cdots < \alpha_N = 1)$، مقادیر قطعی CC_i به‌صورت زیر به‌دست می‌آید (مینگ و تاها، ۲۰۰۵):

$$(CC_i)^*_{ALC} = \frac{1}{N}\sum_{p=1}^{N}\left(\frac{(CC_i)^L{}_\alpha + (CC_i)^U{}_\alpha}{2}\right) \quad , \qquad i = 1,2,\dots m \qquad (30)$$

۳. روش‌شناسی تحقیق

روش به‌کارگرفته شده در این پژوهش از نظر هدف کاربردی بوده و به‌دلیل آن‌که در آن از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود، می‌توان این پژوهش را پژوهش توصیفی – پیمایشی به‌حساب آورد.

روش گردآوری داده‌ها. روش گردآوری داده‌ها در این پژوهش شامل روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. روش کتابخانه‌ای عمدتاً به‌منظور مطالعه‌ی ادبیات موضوع، بررسی پیشنه‌ی پژوهش و شناسایی عوامل کلی محرک چابکی، مورد استفاده قرار گرفته است. روش میدانی به‌منظور شناخت صنعت مورد بررسی و نیز شناسایی محرک‌های چابکی مختص محیط کاری صنعت مورد مطالعه، به‌کار گرفته می‌شود. بدین‌منظور، متخصصین و خبرگان صنعت با استفاده از مصاحبه‌های نیمه هدایت‌شده به‌کمک طلبیده شده که این‌کار واقع‌گرایی بالا و دقت را برای نتایج نهایی به‌همراه خواهد داشت.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها در ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای، طبقه‌بندی‌های موجود درخصوص محرک‌های چابکی مشخص گردیده و سپس بوسیله‌ی مصاحبه با خبرگان صنعت و اعمال نظرات آنان، پرسشنامه‌ای که ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها می‌باشد، به‌دست‌آمده است. مجموعه‌ی خبرگان در این پژوهش، شامل شش نفر از مدیران و سرپرستان دارای حداقل ۱۰ سال سابقه‌ی کار و آشنایی کامل با محیط صنعت می‌باشند. بدین‌منظور در ابتدا نظر تک تک خبرگان در قالب مصاحبه‌های نیمه هدایت‌شده جمع‌آوری شده

۱. Average level cuts

و سپس مجموعه‌ی نتایج به‌دست‌آمده بوسیله‌ی تکنیک دلفی در اختیار خبرگان قرار گرفت. ملاک تصمیم‌گیری برای اضافه کردن یا حذف عاملی از پرسشنامه، اتفاق نظر حداقل چهار نفر از شش نفر فرد خبره، قرار داده شد. پرسشنامه‌ی نهایی شامل ۴۵ سؤال و در طیف پنج سطحی لیکرت می‌باشد. در این پژوهش از روش تاپسیس با داده‌های فازی، به‌منظور مقابله با عدم قطعیت در ارزیابی‌ها، استفاده شده است. مقادیر فازی متغیرهای زبانی به‌صورت نمایش داده‌شده در جدول شماره ۳ می‌باشند.

جدول۳. متغیرهای زبانی و مقادیر فازی برای کسب دانش خبرگان (لیو و کونگ، ۲۰۰۵)

متغیرهای زبانی برای تعیین درجه‌ی اهمیت معیارها	اعداد فازی مثلثی مثبت	متغیرهای زبانی برای ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها	اعداد فازی مثلثی مثبت
بسیار کم اهمیت	(۰,۰,۰/۲)	بسیار کم	(۰,۰,۲)
کم اهمیت	(۰/۱,۰/۳,۰/۵)	کم	(۱,۳,۵)
متوسط	(۰/۳,۰/۵,۰/۷)	متوسط	(۳,۵,۷)
مهم	(۰/۶,۰/۸,۱)	زیاد	(۶,۸,۱۰)
بسیار مهم	(۰/۸,۱,۱)	بسیار زیاد	(۸,۱۰,۱۰)

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

محاسبه‌ی اوزان آنتروپی. پس‌از تجمیع نظرات پاسخ‌دهندگان درمورد اهمیت معیارها و نیز ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها، ماتریس تصمیم تجمیعی فازی و اوزان تجمیعی فازی معیارها، به‌صورت جدول ۴ به‌دست‌آمده است.

جدول۴. ماتریس تصمیم و اوزان حاصل از تجمیع نظرات تصمیم‌گیرندگان صنعت مورد بررسی (اعداد فازی مثلثی)

معیارها محرک‌های چابکی (گزینه‌ها)	دشواری پاسخ‌گویی			میزان اثرگذاری بر فعالیت‌ها			شدت تغییر/فشار		
شکسته شدن بازار و رشد بازارهای تخصصی	(۷.۰۳	۵.۵۲	۴.۰۷)	(۶.۳۶	۴.۷۹	۳.۵۰)	(۷.۳۳	۵.۸۳	۴.۳۳)
کاهش دوره‌ی عمر محصول تولیدی	(۶.۳۳	۴.۷۹	۳.۴۰)	(۶.۵۳	۵.۰۰	۳.۶۰)	(۶.۱۲	۴.۵۹	۳.۱۹)
ورود رقبای جدید	(۷.۰۵	۵.۵۵	۴.۰۵)	(۶.۴۸	۴.۹۷	۳.۵۲)	(۶.۷۶	۵.۲۴	۳.۷۹)
شدت رقابت برای کسب سهم بازار	(۶.۶۰	۵.۱۴	۳.۶۷)	(۵.۸۳	۴.۲۸	۲.۹۳)	(۵.۰۳	۳.۴۵	۲.۲۱)
فشارهای هزینه‌ای	(۶.۲۲	۴.۷۲	۳.۲۲)	(۴.۹۸	۳.۴۱	۲.۱۲)	(۵.۳۱	۳.۷۹	۲.۳۴)
افزایش نرخ نوآوری در محصولات	(۶.۱۹	۴.۶۶	۳.۲۶)	(۷.۰۳	۵.۵۲	۴.۰۷)	(۵.۴۸	۳.۹۳	۲.۵۹)
افزایش انتظارات کیفی مشتریان	(۷.۳۱	۵.۸۶	۴.۳۴)	(۸.۳۶	۷.۰۷	۵.۵۰)	(۸.۶۶	۷.۵۲	۵.۹۰)
کاهش زمان تحویل سفارشات	(۷.۸۴	۶.۴۵	۴.۹۱)	(۸.۰۷	۶.۶۲	۵.۱۰)	(۸.۷۱	۷.۶۲	۵.۹۸)
تقاضای محصولات کاملاً سفارشی و شخصی	(۷.۴۰	۵.۹۰	۴.۴۰)	(۷.۶۷	۶.۳۸	۴.۸۱)	(۷.۱۶	۵.۷۶	۴.۲۲)
معرفی تجهیزات سخت‌افزاری جدید و کاراتر	(۶.۶۹	۵.۱۷	۳.۷۲)	(۶.۸۳	۵.۳۱	۳.۸۶)	(۵.۵۹	۴.۰۷	۲.۶۲)
معرفی نرم‌افزارها و روش‌های تولید جدید	(۷.۰۲	۵.۵۵	۴.۰۹)	(۷.۴۱	۶.۰۷	۴.۵۲)	(۵.۹۳	۴.۴۱	۲.۹۷)
معرفی مواد مصرفی و ترکیبات جدید	(۶.۳۴	۴.۸۳	۳.۳۸)	(۷.۳۸	۵.۹۳	۴.۴۱)	(۶.۰۲	۴.۵۲	۳.۰۲)
فشارهای زیست محیطی	(۵.۱۰	۳.۵۹	۲.۱۴)	(۴.۳۸	۲.۷۶	۱.۶۲)	(۴.۵۲	۲.۹۰	۱.۷۶)
نیازها و انتظارات متغیردولت	(۷.۹۰	۶.۷۶	۵.۱۴)	(۸.۶۴	۷.۵۵	۵.۹۱)	(۸.۶۲	۷.۵۹	۵.۹۳)
اوزان فازی مثلثی حاصل از نظر سنجی	(W۳۳	W۳۲	W۳۱)	W۲۳)	W۲۲	W۲۱)	W۱۳)	W۱۲	W۱۱)
	۰.۷۵)	۰.۶	(۰.۴۵	۰.۸۵)	۰.۷۵	(۰.۵۷۵	۰.۹۲۵)	۰.۸۵	(۰.۶۲۵

برای تشکیل ماتریس کلی با درنظر گرفتن سطح برش α ثابت، کران‌های پایین و بالای بازه $[a_{ij\,L}^{\alpha}\ ,a_{ij\,U}^{\alpha}]$، بر اساس روابط (۴) و (۵) به‌دست می‌آیند. به‌منظور پرهیز از افزایش حجم مطالب، مقادیر محاسبه شده فقط برای α=۰/۵ طبق جدول ۵ نمایش داده می‌شوند.

جدول۵. ماتریس تصمیم‌گیری کلی به‌ازای سطح برش α= ۰/۵

محرک‌های چابکی (گزینه‌ها)	دشواری پاسخ‌گویی		میزان اثرگذاری بر فعالیت‌ها		شدت تغییر/فشار	
شکسته شدن بازار و رشد بازارهای تخصصی	[۶.۲۷۵۹	۴.۷۹۳۱]	[۵.۵۷۷۶	۴.۱۴۶۶]	[۶.۵۷۷۶	۵.۰۷۷۶]
کاهش دوره‌ی عمر محصول تولیدی	[۵.۵۶۰۳	۴.۰۹۴۸]	[۵.۷۶۷۲	۴.۳۰۱۷]	[۵.۳۵۳۴	۳.۸۸۷۹]
ورود رقبای جدید	[۶.۳۰۱۷	۴.۸۰۱۷]	[۵.۷۲۴۱	۴.۲۴۱۴]	[۶.۰۰۰۰	۴.۵۱۷۲]
شدت رقابت برای کسب سهم بازار	[۵.۸۷۰۷	۴.۴۰۵۲]	[۵.۰۵۱۷	۳.۶۰۳۴]	[۴.۲۴۱۴	۲.۸۲۷۶]
فشارهای هزینه‌ای	[۵.۴۷۴۱	۳.۹۷۴۱]	[۴.۱۹۸۳	۲.۷۶۷۲]	[۴.۵۵۱۷	۳.۰۶۹۰]
افزایش نرخ نوآوری در محصولات	[۵.۴۲۲۴	۳.۹۵۶۹]	[۶.۲۷۵۹	۴.۷۹۳۱]	[۴.۷۰۶۹	۳.۲۵۸۶]
افزایش انتظارات کیفی مشتریان	[۶.۵۸۶۲	۵.۱۰۳۴]	[۷.۷۱۵۵	۶.۲۸۴۵]	[۸.۰۸۶۲	۶.۷۰۶۹]
کاهش زمان تحویل سفارشات	[۷.۱۴۶۶	۵.۶۸۱۰]	[۷.۳۴۴۸	۵.۸۶۲۱]	[۸.۱۶۳۸	۶.۸۰۱۷]
تقاضای محصولات کاملاً سفارشی و شخصی	[۶.۶۴۶۶	۵.۱۴۶۶]	[۷.۰۲۵۹	۵.۵۹۴۸]	[۶.۴۵۶۹	۴.۹۹۱۴]
معرفی تجهیزات سخت‌افزاری جدید و کاراتر	[۵.۹۳۱۰	۴.۴۴۸۳]	[۶.۰۶۹۰	۴.۵۸۶۲]	[۴.۸۲۷۶	۳.۳۴۴۸]
معرفی نرم‌افزارها و روش‌های تولید جدید	[۶.۲۸۴۵	۴.۸۱۹۰]	[۶.۷۴۱۴	۵.۲۹۳۱]	[۵.۱۷۲۴	۳.۶۸۹۷]
معرفی مواد مصرفی و ترکیبات جدید	[۵.۵۸۶۲	۴.۱۰۳۴]	[۶.۶۵۵۲	۵.۱۷۲۴]	[۵.۲۶۷۲	۳.۷۶۷۲]
فشارهای زیست محیطی	[۴.۳۴۴۸	۲.۸۶۲۱]	[۳.۵۶۹۰	۲.۱۸۹۷]	[۳.۷۰۶۹	۲.۳۲۷۶]
نیازها و انتظارات متغیر دولت	[۷.۳۲۷۶	۵.۹۴۸۳]	[۸.۰۹۴۸	۶.۷۳۲۸]	[۸.۱۰۳۴	۶.۷۵۸۶]

در این پژوهش به‌دلیل درنظرگرفتن مقادیر مختلف برش α، برای تشکیل ماتریس تصمیم قطعی از ماتریس کلی، درجه‌ی خوش‌بینی برابر مقدار ثابت β=۰/۵ درنظر گرفته خواهد شد، ماتریس قطعی به‌دست آمده بر اساس رابطه‌ی (۷)، در جدول ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۶. ماتریس تصمیم قطعی به‌ازای سطح برش α= ۰/۵ و درجه‌ی رضایت B= ۰/۵

محرک‌های چابکی	دشواری پاسخ‌گویی	میزان اثرگذاری	شدت تغییر/فشار
شکسته شدن بازار و رشد بازارهای خاص	۰.۰۶۸۳	۰.۰۵۴۸	۰.۰۶۳۸
کاهش دوره‌ی عمر محصول تولیدی	۰.۰۵۴۱	۰.۰۵۶۸	۰.۰۵۵۷
ورود رقبای جدید	۰.۰۶۱۶	۰.۰۵۶۲	۰.۰۶۴۰
شدت رقابت برای کسب سهم بازار	۰.۰۴۱۴	۰.۰۴۸۸	۰.۰۵۹۳
فشارهای هزینه‌ای	۰.۰۴۴۶	۰.۰۳۹۳	۰.۰۵۴۵
افزایش نرخ نوآوری در محصولات	۰.۰۴۶۷	۰.۰۶۲۴	۰.۰۵۴۱
افزایش انتظارات کیفی مشتریان	۰.۰۸۶۶	۰.۰۷۸۹	۰.۰۶۷۴
کاهش زمان تحویل سفارشات	۰.۰۸۷۷	۰.۰۷۴۵	۰.۰۷۴۰
تقاضای محصولات کاملاً سفارشی و شخصی	۰.۰۶۷۱	۰.۰۷۱۲	۰.۰۶۸۰
معرفی تجهیزات سخت‌افزاری جدید و کاراتر	۰.۰۴۷۹	۰.۰۶۰۱	۰.۰۵۹۹
معرفی نرم‌افزارها و روش‌های تولید جدید	۰.۰۵۱۹	۰.۰۶۷۹	۰.۰۶۴۰
معرفی مواد مصرفی و ترکیبات جدید	۰.۰۵۲۹	۰.۰۶۶۷	۰.۰۵۵۹
فشارهای زیست محیطی	۰.۰۳۵۳	۰.۰۳۲۵	۰.۰۴۱۶
نیازها و انتظارات متغیر دولت	۰.۰۸۷۱	۰.۰۸۳۶	۰.۰۷۶۶

حال به‌ازای مقادیر مختلف سطوح برش α و مقدار ثابت درجه‌ی رضایت β=۰/۵ ،۰، اوزان آنتروپی متناسب با هر سطح برش، محاسبه شده و میانگین آن به‌عنوان اوزان نهایی آنتروپی درنظر گرفته می‌شود. این مقادیر در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول۷. مقادیر اوزان به‌دست‌آمده از تکنیک آنتروپی به‌ازای سطوح مختلف α و مقدار ثابت $\beta=$ ۰ و ۰/۵

مقادیر مختلف برش α	شدت تغییر/فشار	میزان اثرگذاری بر فعالیت‌ها	دشواری پاسخ‌گویی
$\alpha =$ ۰.۰	۰.۵۲۱۸۷	۰.۳۳۷۷۰	۰.۱۴۰۴۴
$\alpha =$ ۰.۱	۰.۵۲۲۰۵	۰.۳۳۸۰۷	۰.۱۳۹۸۸
$\alpha =$ ۰.۲	۰.۵۲۲۲۲	۰.۳۳۸۴۴	۰.۱۳۹۳۴
$\alpha =$ ۰.۳	۰.۵۲۲۳۶	۰.۳۳۸۸۱	۰.۱۳۸۸۳
$\alpha =$ ۰.۴	۰.۵۲۲۴۹	۰.۳۳۹۱۷	۰.۱۳۸۳۳
$\alpha =$ ۰.۵	۰.۵۲۲۶۱	۰.۳۳۹۵۳	۰.۱۳۷۸۶
$\alpha =$ ۰.۶	۰.۵۲۲۷۱	۰.۳۳۹۸۹	۰.۱۳۷۴۰
$\alpha =$ ۰.۷	۰.۵۲۲۸۰	۰.۳۴۰۲۴	۰.۱۳۶۹۶
$\alpha =$ ۰.۸	۰.۵۲۲۸۸	۰.۳۴۰۵۹	۰.۱۳۶۵۳
$\alpha =$ ۰.۹	۰.۵۲۲۹۴	۰.۳۴۰۹۴	۰.۱۳۶۱۲
$\alpha =$ ۱.۰	۰.۵۲۲۹۹	۰.۳۴۱۲۹	۰.۱۳۵۷۲
میانگین	۰.۵۲۲۵۴	۰.۳۳۹۵۲	۰.۱۳۷۹۵

پس از محاسبه‌ی اوزان آنتروپی، این مقادیر با اوزان تجمیعی به‌دست‌آمده از نظرات خبرگان، طبق رابطه‌ی (۱۱) تلفیق‌شده و اوزان تلفیقی نهایی به‌دست می‌آید. در این پژوهش مقدار θ=۰/۵، برای تلفیق اوزان درنظر گرفته می‌شود. مقدار نهایی اوزان در جدول ۸ نمایش داده شده‌اند.

جدول ۸. ترکیب اوزان آنتروپی و اوزان ذهنی خبرگان

اوزان حاصل	دشواری پاسخ‌گویی			میزان اثر گذاری بر فعالیت‌ها			شدت تغییر/فشار		
W_j^o اوزان آنتروپی	۰,۱۳۷۹			۰,۳۳۹۵			۰,۵۲۲۵		
$\widetilde{W}_j^s$ اوزان ذهنی تجمیعی	(۰,۷۵)	۰,۶	(۰,۴۵)	۰,۸۵)	۰,۷۵	(۰,۵۷۵	(۰,۹۲۵)	۰,۸۵	(۰,۶۲۵
اوزان تلفیقی	(۰,۳۲۱۶)	۰,۲۸۷۶	(۰,۲۴۹۱	۰,۵۳۷۲)	۰,۵۰۴۶	(۰,۴۴۱۸	(۰,۶۹۵۲)	۰,۶۶۶	(۰,۵۷۱۵

نتایج حاصل از پیاده‌سازی مراحل FTOPSIS. ماتریس تجمیعی مثلثی مرحله‌ی قبل، با به‌کارگیری روابط (۱۲) و (۱۴) به ماتریس نرمالیزه شده موزون تبدیل شده که اوزان استفاده شده در آن، تلفیق نظرات خبرگان و خروجی تکنیک آنتروپی است. درنهایت با استفاده از رابطه (۲۱)، نتایج حاصل از رتبه‌بندی، طبق جدول ۹، قابل نمایش می‌باشد.

جدول ۹. رتبه‌ی محرک‌های چابکی با درنظر گرفتن θ= ۰/۵

محرک‌های چابکی	رتبه	CC_j	S^-	S^*
نیازها و انتظارات متغیر دولت	۱	۰.۴۰۹۷	۱.۲۵۳۸	۱.۸۰۶۶
کاهش زمان تحویل سفارشات	۲	۰.۳۹۵۱	۱.۲۱۰۳	۱.۸۵۳۲
افزایش انتظارات کیفی مشتریان	۳	۰.۳۹۳۶	۱.۲۰۵۶	۱.۸۵۷۶
تقاضای محصولات کاملاً سفارشی و شخصی	۴	۰.۳۴۳۰	۱.۰۴۹۸	۲.۰۱۰۸
شکسته شدن بازار و رشد بازارهای خاص	۵	۰.۳۱۵۹	۰.۹۶۷۰	۲.۰۹۴۵
ورود رقبای جدید	۶	۰.۳۰۴۸	۰.۹۳۳۰	۲.۱۲۸۴
معرفی نرم افزارها و روش‌های تولید جدید	۷	۰.۳۰۳۶	۰.۹۲۹۱	۲.۱۳۰۸
معرفی مواد مصرفی و ترکیبات جدید	۸	۰.۲۹۶۰	۰.۹۰۶۱	۲.۱۵۵۳
کاهش دوره‌ی عمر محصول تولیدی	۹	۰.۲۸۲۴	۰.۸۶۴۲	۲.۱۹۵۷
معرفی تجهیزات سخت‌افزاری جدید و کاراتر	۱۰	۰.۲۷۹۳	۰.۸۵۴۹	۲.۲۰۵۹
افزایش نرخ نوآوری در محصولات	۱۱	۰.۲۷۵۰	۰.۸۴۱۵	۲.۲۱۸۴
شدت رقابت برای کسب سهم بازار	۱۲	۰.۲۴۷۶	۰.۷۵۷۴	۲.۳۰۱۶
فشارهای هزینه‌ای	۱۳	۰.۲۳۴۰	۰.۷۱۶۳	۲.۳۴۵۴
فشارهای زیست محیطی	۱۴	۰.۱۹۲۱	۰.۵۸۸۰	۲.۴۷۳۱

رتبه‌بندی محرک‌ها بااستفاده از برنامه‌ریزی کسری. با حل مدل برنامه‌ریزی کسری معرفی شده در روابط (۲۸) و (۲۹) توسط نرم‌افزارEXCEL، برای هر محرک به‌ازای برش‌های α مختلف، کران‌های بالا و پایین شاخص شباهت به‌دست می‌آید. به‌منظور پرهیز از افزایش حجم مطالب، مقادیر حاصل از حل مدل فقط برای گزینه‌ی اول (رشد بازارهای خاص)، در جدول ۱۰ نمایش داده شده و برای دیگر گزینه‌ها فقط مقدار شاخص $(CC_i)^*_{ALC}$، در جدول ۱۱ نمایش داده می‌شود.

جدول ۱۰. مقادیر کران بالا و پایین شاخص شباهت به‌ازای مقادیر مختلف برش α برای گزینه اول

α	$(CC_1)_\alpha^L$	$(CC_1)_\alpha^U$
۰	۰.۴۵۹۵۱	۰.۸۱۵۴۴
۰.۱	۰.۴۷۶۷۷	۰.۷۹۷۴۳
۰.۲	۰.۴۹۴۰۵	۰.۷۷۹۳۲
۰.۳	۰.۵۱۱۳۵	۰.۷۶۱۱۵
۰.۴	۰.۵۲۸۶۷	۰.۷۴۲۹۱
۰.۵	۰.۵۴۶۰۰	۰.۷۲۴۶۲
۰.۶	۰.۵۶۳۳۳	۰.۷۰۶۳۰
۰.۷	۰.۵۸۰۶۸	۰.۶۸۷۹۴
۰.۸	۰.۵۹۸۰۳	۰.۶۶۹۵۶
۰.۹	۰.۶۱۵۳۸	۰.۶۵۱۱۵
۱	۰.۶۳۲۷۲	۰.۶۳۲۷۲
$(CC_1)^*_{ALC}$	۰.۶۳۵۲۲۸	

جدول ۱۱. مقادیر نهایی میانگین سطوح برش α و رتبه‌ی محرک‌ها

گزینه‌ها	رتبه	$(CC_i)^*_{ALC}$
نیازها و انتظارات متغیر دولت	۱	۰.۸۵۲۳۸۲
کاهش زمان تحویل سفارشات	۲	۰.۸۱۹۷۳۶
افزایش انتظارات کیفی مشتریان	۳	۰.۸۱۶۷
تقاضای محصولات کاملاً سفارشی و شخصی	۴	۰.۶۸۹۰۵۳
شکسته شدن بازار و رشد بازارهای خاص	۵	۰.۶۳۵۲۲۸
ورود رقبای جدید	۶	۰.۶۰۴۶۹۳
معرفی نرم‌افزارها و روش‌های تولید جدید	۷	۰.۵۸۷۵۳۶
معرفی مواد مصرفی و ترکیبات جدید	۸	۰.۵۸۰۹۶۸
کاهش دوره‌ی عمر محصول تولیدی	۹	۰.۵۵۵۲۵۳
معرفی تجهیزات سخت‌افزاری جدید و کاراتر	۱۰	۰.۵۳۶۷۲۷
افزایش نرخ نوآوری در محصولات	۱۱	۰.۵۳۱۱۱۹
شدت رقابت برای کسب سهم بازار	۱۲	۰.۴۶۴۲۸۳
فشارهای هزینه‌ای	۱۳	۰.۴۴۴۳۵۲
فشارهای زیست محیطی	۱۴	۰.۳۵۵۰۸۷

همان‌گونه که مشاهده می‌شود نتایج رتبه‌بندی حاصل از هر دو روش، یکسان می‌باشد. با این تفاوت که مقادیر شاخص شباهت در روش برنامه‌ریزی کسری به‌صورت فازی و غیرقطعی به‌دست آمد.

مقایسه‌ی روش ارائه‌شده با روش‌های قبلی. در اغلب تحقیقات گذشته، برای شناسایی مهم‌ترین عوامل محرک چابکی، تنها از یک معیار مانند شدت تغییر استفاده شده است که این روش در برخی از موارد، ناکارا می‌باشد. به‌عنوان مثال در سازمان‌هایی نظیر سازمان‌های دولتی، وجود برخی حمایت‌های قانونی و مالی دولت، از میزان تاثیر فشارها و تغییرات بر فعالیت‌های تجاری سازمان می‌کاهد، هرچند که ممکن است شدت تغییر یا فشار این عوامل زیاد باشد، لذا درنظر گرفتن تنها یک معیار (شدت تغییر) در این شرایط کافی به‌نظر نمی‌رسد. به‌کارگیری همزمان چندین معیار برای ارزیابی محرک‌ها، منجر به شناسایی عواملی می‌شود که سازمان را با چالش‌های جدی روبه‌رو می‌کنند و مستلزم توجه ویژه‌ای می‌باشند. همچنین در این روش از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با داده‌های فازی استفاده شده است که نسبت به‌روش‌های قبلی (امتیازدهی به عوامل با اعداد قطعی)، نتایج مطمئن‌تری را ایجاد می‌کنند.

۵. نتیجه‌گیری وپیشنهادها

در این پژوهش با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی و رویکرد برنامه‌ریزی کسری، دو روش برای رتبه‌بندی عوامل محرک چابکی، بر اساس میزان اهمیت و توجه به آن‌ها، ارائه گردید. همان‌طور که ملاحظه شد، نتایج حاصل از رتبه‌بندی گزینه‌ها، با هر دو روش کاملاً یکسان می‌باشد درحالی که بااستفاده از برنامه‌ریزی کسری، شاخص شباهت نیز به‌صورت فازی محاسبه گردید. این رتبه‌بندی نتایجی را در برمی‌گیرد که مهم‌ترین آن‌ها به‌شرح ذیل می‌باشند:

باتوجه به‌نتایج به‌دست آمده، مشاهده می‌شود که برخی از عوامل محرک تغییر مانند شدت رقابت، فشارهای هزینه‌ای، کاهش دوره‌ی عمر محصولات و غیره که در شرکت‌ها و سازمان‌های تولیدی خصوصی و درگیر رقابت، دارای اولویت و اهمیت بالایی هستند، در این صنعت در جایگاه پایین‌تری نسبت به‌دیگر محرک‌ها قرار دارند. علت این امر انحصاری بودن و برخی حمایت‌های دولت از این‌گونه صنایع می‌باشد که تاحدودی میزان تأثیر و فشار عوامل محرک تغییر را خنثی می‌کند. در بین محرک‌های مورد بررسی، تغییرات سریع در نیازها و انتظارات دولت از این صنعت، اولین رتبه را در میان سایر محرک‌ها به‌خود اختصاص داده است. از این نتیجه چنین استنباط می‌شود که نیازهای متغیر دولت (از نظر مشخصه و حجم محصولات مورد نیاز)، مهم‌ترین پیشران این صنعت به‌سمت چابکی می‌باشد، لذا آن دسته از قابلیت‌هایی که موجب بهبود توان صنعت در پاسخ‌گویی به این محرک می شوند، می‌بایست در اولویت توجه قرار گیرند. به‌طور کلی، محرک‌های چابکی رتبه‌بندی شده، می توانند در برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان‌ها مورد استفاده قرار گیرند، به‌گونه‌ای که نتایج رتبه‌بندی می‌تواند راهنمایی برای انتخاب قابلیت‌های کلیدی مورد نیاز سازمان باشد. این کار از هدررفت منابع سازمان که ناشی از تمرکز بر توسعه‌ی قابلیت‌های غیرضروری بوده، کاسته و باعث ایجاد هم‌سویی بین نیازهای استراتژیک محیطی و توانمندی‌های سازمان می‌شود. بدیهی‌است که تکنیک معرفی‌شده را می‌توان در سازمان‌های مختلف با ویژگی‌های محیطی متفاوت به‌کار گرفت.

منابع

۱. اسماعیلیان، مجید (۱۳۸۸). "*کاربرد اکسل در مدل‌سازی ریاضی و تحلیل آماری*"، اصفهان، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

۲. منهاج، محمد باقر (۱۳۸۶). "*محاسبات فازی*"، تهران، انتشارات دانش‌نگار.

۳. Adeleye, E.O. and Yusuf, Y.Y. (۲۰۰۶), "Towards agile manufacturing: Models of competition and performance outcomes", *International Journal Systems and Management*, Vol. ۱, No. ۱, pp. ۹۳-۱۱۰.

۴. Aryanezhad, M.B. Tarokh, M.J. Mokhtarian M.N. and Zaheri, F. (۲۰۱۱), "A Fuzzy TOPSIS Method Based on Left and Right Scores", *International Journal of Industrial Engineering and Production Research*, Vol. ۲۲, No. ۱, pp. ۵۱-۶۲.

۵. Bartoli, A. and Hermel, P. (۲۰۰۴), "Managing change and innovation in IT implementation

۶. process", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. ۱۵, No. ۵, pp. ۴۱۷-۴۲۹.

۷. Bernardes, E.S. and Hanna, M.D. (۲۰۰۹), "A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. ۲۹, No. ۱, pp. ۳۰-۵۳.

۸. Brown, S. and Bessant, J. (۲۰۰۳), "The manufacturing strategy-capabilities links in mass customization and agile manufacturing – and exploratory study", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. ۲۳, No. ۷, pp. ۷۰۷-۳۰.

۹. Bustelo D.V, Lucia, A. and Fernandez, E. (۲۰۰۷), "Agility drivers, enablers and outcomes",*International Journal of Operations and Production Management* Vol. ۲۷, No. ۱۲, pp. ۱۳۰۳-۱۳۳۲.

۱۰. Chen, C.T. (۲۰۰۰), "Extensions of TOPSIS for Group Decision–making under fuzzy environment", *fuzzy sets and systems*, Vol. ۱۱۴, pp. ۱-۹.

۱۱. Chen, C.T. and Huang, S.F. (۲۰۰۶), "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", *International journal of Production Economics*, Vol. ۱۰۲, No. ۲, pp. ۲۸۹-۳۰۱.

۱۲. Dove, R. (۱۹۹۹), "Knowledge management, response ability, and the agile enterprise", *Journal ofKnowledge Management*, Vol. ۳, No. ۱, pp. ۱۸-۳۵.

۱۳. Goldman, S.L, Nagel, R.N. and Preiss, K. (۱۹۹۵), *Agile Competitors and Virtual Organization; Strategy for Enriching the Customer*, Van Nostrand, Rinehold, New York, NY.

۱۴. Helo, P. (۲۰۰۴), "Managing agility and productivity in the electronic industry", *Industrial Management and Data Systems*, Vol. ۱۰۴, No. ۷, pp. ۵۶۷-۷۷.

۱۵. Hillegersberg, J.V, Oosterhout, M.V. and Waarts, E. (۲۰۰۶), "Change factors requiring agility and implications for IT", *European Journal of Information Systems*, Vol. ۱۵, pp. ۱۳۲–۱۴۵.

۱۶. Hornby, A.S. (۲۰۰۰), *Oxford advanced Learners Dictionary of current English*, sixth Edition, Oxford University press.

۱۷. Hsu, T.H. and Lin, L.Z. (۲۰۰۶), "QFD with fuzzy and entropy weight for evaluating retail customer values", *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol. ۱۷, No. ۷, pp. ۹۳۵-۹۵۸.

۱۸. Liu, H. and Kong, F. (۲۰۰۵), "A new MADM algorithm based on fuzzy subjective and objective integrated weights", *International journal of information and systems sciences*, Vol. ۱, No. ۳-۴, pp. ۴۲۰–۴۲۷.

۱۹. Ramesh, G. and Devadasan, S.R. (۲۰۰۷), "Literature review on the agile manufacturing criteria", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. ۱۸, No. ۲, pp. ۱۸۲-۲۰۱.

۲۰. Sharifi, H. and Zhang, Z. (۱۹۹۹), "A methodology for achieving agility in manufacturing organizations, an introduction" ,*International Journal of Production Economics*, Vol. ۶۲, No. ۱–۲, pp. ۷–۲۲.

۲۱. Sharifi, H. and Zhang, D.Z. (۲۰۰۱), "Agile manufacturing in practice: Application of a methodology", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. ۲۱, No. ۵–۶, pp.۷۷۲–۷۹۴.

۲۲. St.John, C, Cannon, A.R. and Pouder, R.W. (۲۰۰۱), "Change drivers in the new millennium: implications for manufacturing strategy research", *Journal of Operations Management*, Vol. ۱۹, pp.۱۴۳–۱۶۰.

۲۳. Sun, Y, Zhang, Z. and Wu, Y. (۲۰۰۵), "A benchmarking approach to agile manufacturing implementation",*International Journal of Agile Management Systems*, Vol. ۷, No. ۲, pp. ۴۱–۴۷.

۲۴. Tseng, Y. and Lin,CT. (۲۰۱۱), "Enhancing enterprise agility by deploying agile drivers, capabilities and providers", *Information Sciences*, Vol. ۱۸۱, pp. ۳۶۹۳–۳۷۰۸.

۲۵. Vinodh, S. and Chintha, S.K. (۲۰۱۱), "Application of fuzzy QFD for enabling agility in a manufacturing organization-A case study", *The TQM Journal*, Vol. ۲۳, No. ۳, pp. ۳۴۳-۳۵۷.

۲۶. Yaghoubi, N. and Dahmardeh, M. (۲۰۱۰), "Analytical approach to effective factors on organizational agility", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, Vol. ۱, No. ۱, pp. ۷۶-۸۷.

۲۷. Ying-Ming, W. and Taha, M.S. (۲۰۰۵), "Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment", *Expert Systems with Applications*, Vol. ۳۱, No. ۲, pp. ۳۰۹-۳۱۹.

۲۸. Yusuf, Y. and Adeleye, E. O. (۲۰۰۲) "A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in the UK," *International Journal of Production and Research*, Vol. ۴۰, No. ۱۷, pp. ۴۵۴۵–۴۵۶۲.

۲۹. Zhang, D.Z. (۲۰۱۱), "*Towards theory building in agile manufacturing strategies—Case studies of an agility taxonomy*", *International Journal of Production Economics*, Vol. ۱۳۱, pp. ۳۰۳–۳۱۲.

۳۰. Zhang, D.Z. and Sharifi, H. (۲۰۰۷), "Towards Theory Building in Agile Manufacturing Strategy -A Taxonomical Approach", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. ۵۴, No. ۲, pp. ۳۵۱-۳۷۰.

۳۱. Zhang, Z. and Sharifi, H. (۲۰۰۰), "A methodology for achieving agility in manufacturing organizations", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. ۲۰, No. ۴, pp. ۴۹۶–۵۱۲.