«مدیریت بهره وری»
سال هفتم _ شماره ۲۶_ پاییز ۱۳۹۲
ص ص ۴۱ – ۱۵
تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۲/۰۶/۱۸

ارزیابی تولید چابک در گروههای مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی بر اساس قابلیتهای چابکی به روش TOPSIS فازی[۱]

دکتر سلیمان ایران زاده[*۲]
وحید فتاحی سرند[۳]
عبدالوحید طاحونی[۴]

چکیده

عصر جدید اقتصاد جهانی با سرعتی بالا سبب شده تا راهبردهای عملیاتی شرکت تغییر کند. در این عصر، قیمت رقابتی و کیفیت بالا ضروری، اما عامل تعیین کننده موفقیت تجاری نیستند، بلکه سرعت رسیدن به بازار و پاسخ سریع و منعطف به مشتری به عنوان یک اصل اساسی مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل اهمیت سرعت و چابکی افزایش یافته و جانشین اولویت های رقابتی سابق شده است؛ بر همین اساس نیز هدف این مقاله ارزیابی تولید چابک در گروه های مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی بر اساس قابلیت های چابکی می باشد. جامعه آماری این تحقیق را کلیه شرکتهای صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی تشکیل می دهد. نمونه آماری با استفاده از رابطه تعیین حجم نمونه در جامعه های محدود، ۶۱۰ شرکت تعیین شده است. به منظور جمع آوری داده ها در این تحقیق پرسشنامه محقق ساخته به کار رفته است که بعد از آزمون روایی و پایایی در بین جامعه آماری توزیع شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها در این تحقیق روش TOPSIS فازی به کار رفته است. نتایج تحقیق نشان می دهد که اکثر گروه های صنایع کوچک و متوسط بر اساس قابلیت های چابکی فاصله قابل توجهی با تولید چابک دارند.

واژه‌های کلیدی: تولید چابک، سرعت، پاسخگویی، انعطاف پذیری، شایستگی، TOPSIS فازی

---

[۱]– این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با همین نام به شماره ۱۲۲۳۳۳ و بودجه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحدشبستر به انجام رسیده است

[۲]–عضوهیأت علمی(دانشیار) گروه مدیریت صنعتی ، واحدتبریز،دانشگاه آزاداسلامی،تبریز،ایران،(نویسنده مسؤول) iranzadeh@iaut.ac.ir
[۳]– عضو هیأت علمی(مربی) گروه مدیریت ،واحد شبستر،دانشگاه آزاد اسلامی،شبستر،ایران(fattahi@iaushab.ac.ir)
[۴]– دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مدیریت، واحدتبریز،دانشگاه آزاداسلامی،تبریز،ایران (vahidtahooni@hotmail.com)

مقدمه

در شرایطی که محیط صنایع هر روز به طور سریعتری نسبت به دو دهه پیش دچار تغییرات در تکنولوژی، بازار و نیازهای مشتریان می‌گردد؛ بسیاری از شرکت‌ها برای اینکه از رقبای خود عقب نمانند، شروع به استفاده از ابزارها و شیوه‌های نوینی مانند سیستم-های خودکار و انعطاف‌پذیر تولیدی، مدیریت کیفیت جامع، مهندسی مجدد فرایندهای کسب و کار، الگوبرداری، برونسپاری و بسیاری دیگر از روش‌ها نموده‌اند. محققان مختلف در جمع‌بندی و تطبیق این روش‌ها و ابزارها با سیستم‌های تولیدی، از روش جدیدی در تولید صحبت به میان می‌آورند که چابکی نام دارد و به عنوان تولید چابک شناخته می‌شود(وانگویز[1] و همکاران، ۲۰۰۷، ۱۳۰۴). تولید چابک یک مدل جدید تولیدی است که نتیجه تغییرات در محیط شرکت‌ها است (وکورکا و فلندر[2]، ۱۹۹۸؛ اسماعیل[3] و همکاران، ۲۰۰۶؛ یوسف و آدلیه[4]، ۲۰۰۲). صنعت تولید همواره با تغییر پارادایم روبرو بوده است. این تغییر از صنعت دستی به تولید انبوه سپس به تولید ناب و در عصرحاضر به تولید چابک درحال گذار بوده است (هرمزی[5]، ۲۰۰۱، ۱۳۴–۱۳۲؛ بورگس[6]، ۱۹۹۴، ۳۴–۲۳). هدف سیستم تولید چابک پیشی گرفتن یک شرکت از رقبای آن است (گونشکاران[7]، ۲۰۰۱، ۴۹–۲۵). در فضای کنونی، چابکی به معنای واکنش اثر بخش به محیط متغیر و غیر قابل پیش بینی و استفاده از آن تغییرات به عنوان فرصتهایی برای پیشرفت سازمانی است. به زعم شریفی و ژانگ (۱۹۹۹) چابکی به معنای توانایی هر سازمان برای حسگری، ادراک و پیش‌بینی تغییرات موجود در محیط کاری می‌باشد. سازمان‌های چابک نگران عدم اطمینان محیطی و عدم پیش‌بینی در محیط کسب و کار خود هستند. این مؤسسات برای رسیدگی به تغییر، عدم اطمینان و عدم قابلیت پیش‌بینی در محیط کاری خود، به شماری از قابلیت‌های متمایز نیازمندند(شهائی و رجب‌زاده، ۱۳۸۴، ۹). این قابلیت‌ها چهار عنصر اصلی را در بر می‌گیرند که به عنوان مبنای حفظ و

---

[1]-Vazquez et al

[2]-Vokurka and Fliedner

[3]-Ismail et al

[4]-Yusuf & Adeleye

[5]-Hormozi

[6]-Burgess

[7]-Gunasekaran et al

توسعه تولید چابک به شمار می‌روند. این قابلیت‌ها عبارتند از پاسخگویی، شایستگی، انعطاف‌پذیری و سرعت (ناراسیمان[1] و همکاران، ۲۰۰۶، ۴۴۰-۴۵۷؛ مک گاگی[2]، ۱۳۹۹، ۱۳-۷). پولتن[3] وهمکاران (۲۰۰۶) اذعان کردند که اولویت‌های رقابتی تغییر کرده و عصر جدید اقتصاد جهانی با سرعتی بالا سبب شده تا راهبردهای عملیاتی شرکت تغییر کند. در این عصر، قیمت رقابتی و کیفیت بالا ضروری است اما عامل تعیین کننده موفقیت تجاری نیستند، بلکه سرعت رسیدن به بازار و پاسخ سریع و منعطف به مشتری به عنوان یک اصل اساسی مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل اهمیت سرعت و چابکی افزایش یافته است و جانشین اولویت‌های رقابتی گذشته شده است (پولتن و همکاران، ۲۰۰۶، ۶۸۱-۶۹۳). با توجه به تغییرات محتوایی و کیفی بسیار زیادی که از چند دهه اخیر در بازارهای جهانی رخ داده است و حرکت به سمت جهانی شدن بازارها شروع و به موازات آن تولید کنندگان صنعتی با هدف استفاده بهینه از امکانات و جلوگیری از هدر رفتن منابع با ارزش به تمهیداتی متوسل شده‌اند که نتیجه آن تغییر ساختار صنعتی است؛ از مشخصات اصلی این تغییر ساختار، ترویج پیش از پیش صنایع کوچک و متوسط است.

در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای به کوچک سازی شده و روند توسعه بنگاه‌های کوچک و متوسط به طور چشمگیری افزایش یافته است. این بنگاه‌ها دارای مزایای زیادی نسبت به صنایع بزرگ هستند که از آن جمله می‌توان از ارزش افزوده، نوآوری، اشتغال‌آفرینی و انعطاف‌پذیری بیشتر نسبت به صنایع بزرگ نام برد؛ در چنین شرایطی است که لزوم توجه به صنایع کوچک و متوسط در کشور اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌یابد و در این بین پارادایم تولید چابک می‌تواند عاملی در جهت افزایش قابلیت‌های رقابتی و ادامه حیات این صنایع باشد. به همین جهت این تحقیق به دنبال ارزیابی سطح تولید چابک در گروه‌های مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان‌شرقی می‌باشد تا صنایع کوچک و متوسط بتوانند با استفاده از نتایج تحقیق، نقاط ضعف را شناسایی و نقاط قوت را تقویت نمایند. از طرفی نیز با توجه به ابعاد و قابلیت‌های تولید چابک، به نظر می‌رسد اندازه‌گیری آن به راحتی سایر متغیرها امکان پذیر نباشد؛ از آنجا که

---

[1]-Narasimhan et al

[2]-McGaughey

[3]-Poolton et al

شاخص‌ها و تعاریف چابکی مبهم هستند، استفاده از منطق فازی می‌تواند این مشکل را تا حد زیادی جبران نماید. چرا که در مقوله تولید چابک با متغیرهای کلامی مواجه می‌باشیم که این متغیرها باعث ابهام در اندازه‌گیری آن می‌گردند. بنابراین سنجش شاخص‌های تولید چابک توسط شیوه‌های قطعی و غیرفازی می‌تواند به دو دلیل مورد انتقاد قرار گیرد: ۱- این شیوه‌ها ابهام مرتبط با قضاوت‌های افراد و تغییرات ارزش آن‌ها را هنگام انتقال به اعداد نادیده می‌گیرند؛ ۲- قضاوت ذهنی، انتخاب و اولویت ارزیابی-کنندگان تأثیر زیادی روی نتایج این روش‌ها دارد. اما منطق فازی ابزار مفیدی را برای برخورد با مسائل مبهم و سربسته فراهم می‌آورد. بر همین اساس نیز این تحقیق به دنبال ارزیابی تولید چابک در گروه‌های مختلف صنایع کوچک و متوسط به روش TOPSIS فازی می‌باشد.

چابکی در دو دهه گذشته مفهومی کلیدی بوده و بسیاری از محققان درباره آن بحث کرده اند و نظریات مختلفی در رابطه با آن ارائه شده است (چارلز[1] و همکاران، ۲۰۱۰، ۷۲۴) از اواخر دهه ۱۹۸۰ تا اواسط دهه ۱۹۹۰، در پی تحولات گسترده اقتصادی و سیاسی در سرتاسر جهان، تلاش‌ها و اقدامات زیادی برای شناخت ریشه‌ها و عوامل مؤثر بر نظام‌های جدید کسب و کار جهانی انجام شده است. ایالات متحده آمریکا برای اولین بار، وقتی که رکود چشم‌گیری را در سهم کسب و کار جهانی خصوصاً در عرصه تولید (که با رقابت‌های جدیدی از سوی آسیا و اروپا مواجه شده بود) به چشم دید، سکان رهبری این نهضت را در دست گرفت. در سال ۱۹۹۱ گروهی از متخصصان صنعتی مشاهده کردند که افزایش میزان تغییرات در محیط کسب و کار، از توانایی سازمان‌های تولیدی سنتی در جهت تطبیق و سازگاری با آن، سریع‌تر است. این سازمان‌ها در استفاده از مزایای فرصتهایی که برای آن ها ارائه می‌شد ناتوان بودند و این ناتوانی در تطبیق با شرایط تغییر، ممکن بود در بلندمدت باعث ورشکستگی و ناکامی‌شان شود (هرمزی، ۲۰۰۱، ۱۳۳). بنابراین برای اولین بار، در پی نشست بسیاری از متخصصان علمی و اجرایی صنعت، پارادایمی جدید در گزارشی تحت عنوان «راهبرد بنگاه‌های تولیدی در قرن بیست و یکم: دیدگاه متخصصان صنعتی» به وسیله مؤسسه یاکوکا[2] منتشر و به

[1]-Charles et al

[2]-Iacocca Institute

همگان معرفی شد. بلافاصله بعد از آن، عبارت تولید چابک به طور مشترک با انتشار این گزارش مورد استفاده‌ی عمومی قرار گرفت (گونشکاران و همکاران، ۲۰۰۱، ۲۵-۴۹).

دلایل اهمیت تولید چابک و نیاز سازمان‌ها به چابکی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود (گاروال[1] و همکاران، ۲۰۰۷، ۴۵۲-۴۷۰):

۱- کوتاه‌مدت بودن فرصت‌های موجود در بازار؛

۲- وجود نداشتن تمامی قابلیت‌های مورد نیاز یک سازمان مستقل جهت ارائه سریع یک محصول جدید به بازار؛

۳- غیر قابل پیش‌بینی بودن تغییرات مداوم در سطح بازارها؛

۴- ایده اصلی تشکیل یک سازمان مجازی برای بهره‌گیری از فرصت‌های فوری و کوتاه مدت بازار.

نوشته‌ها در زمینه چابکی از زمانی بیشتر شده است که برخی از آن ها از چابکی به عنوان یک پارادایم جدید تولیدی یاد می‌کنند (بسانت و براون[2]، ۲۰۰۳؛ بورگس، ۱۹۹۴؛ یوسف و همکاران، ۱۹۹۹؛ ژانگ و شریفی[3]، ۲۰۰۰؛ سانچز و نقی[4]، ۲۰۰۱). در این نوشته‌ها تعاریف متعددی برای چابکی ارائه شده است که هر یک به نوعی سعی در روشن‌تر کردن مفهوم چابکی سازمانی دارند. اما با توجه به جدید بودن بحث چابکی، تعریف جامعی که مورد تأیید همگان باشد، وجود ندارد.

مفهوم چابکی در سازمان‌ها به کارکرد تولیدی و مفهوم سیستم‌های تولید منعطف باز می‌گردد. تولید چابک را می‌توان ناشی از ویژگی‌هایی دانست که در طول قرن بیستم معرف تولید بودند، از جمله، عقلانیت، استاندارد سازی و حذف عدم قطعیت‌ها (وایت[5] و همکاران، ۲۰۰۵). ناراسیمان و همکاران (۲۰۰۶) عقیده دارند چابکی در محیط تولیدی به توانایی پاسخگویی مؤثر به تغییرات سریع و تقاضاهای پیش‌بینی نشده اشاره دارد. به اعتقاد آنان کیفیت پاسخگویی در این محیط مسأله اصلی نبوده بلکه آن چیزی که مهم

---

[1]-Agarwal et al

[2]-Brown & Bessant

[3]-Zhang & Sharifi

[4]-Sanchez & Nagi

[5]-White et al

است، پاسخگویی سریع است (زلس[1] و همکاران، ۲۰۱۰، ۶۴۰). در فرهنگ لغات نیز واژه چابک به معنای حرکت سریع، چالاک، فعال، توانایی حرکت به صورت سریع و آسان و قادر بودن به تفکر به صورت متهورانه و با یک روش هوشمندانه به کارگرفته شده است. چابکی به معنای واکنش اثربخش به محیط متغیر و غیر قابل پیش بینی و استفاده از آن تغییرات به عنوان فرصت‌هایی برای پیشرفت سازمانی است (گاروال و همکاران، ۲۰۰۷). زین و همکاران[2] (۲۰۰۵) چابکی را پاسخ به چالش‌های تحمیل شده از طرف محیط کسب و کاری می‌دانند که با تغییر و عدم اطمینان احاطه شده است. ژانگ و شریفی[3] (۲۰۰۰) سازمانی را چابک می‌دانند که با بینشی وسیع از نظم جدید دنیای کسب و کار، و با کوله باری از قابلیت‌ها و توانایی‌ها، تلاطم‌های محیطی را جذب می‌نماید و به صورت پیش کنشی بخش‌های سودمند بازار را تسخیر می‌کند. به زعم ژانگ و شریفی، مفهوم چابکی دو عامل اصلی را شامل می‌شود که این دو عامل را می‌توان در پاسخگویی به تغییرات به صورت مناسب و در زمان مقتضی و بهره‌برداری از تغییرات و تبدیل تغییرات به فرصت و سود بردن از آن‌ها دانست. آرتتا و گیاچتی[4] (۲۰۰۴) چابکی را توانایی یک سازمان برای تطابق با تغییر و بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌هایی که در پی وقوع تحول نمایان می‌گردد، می‌دانند. کاید (۲۰۰۰) در تعریفی جامع از چابکی سازمانی، سازمان چابک را یک کسب و کار با سرعت، سازگار و آگاهانه می‌داند که قابلیت سازگاری سریع در واکنش به تحولات و وقایع غیر منتظره و پیش‌بینی نشده فرصت‌های بازار و نسازمندی‌های مشتری را دارد. در چنین کسب و کاری، فرایندها و ساختارهایی دیده می‌شوند که سرعت، انطباق و استحکام را تسهیل کرده و دارای سازماندهی هماهنگ و منظمی می‌باشند که توانایی نیل به عملکرد رقابتی در محیط کسب و کار کاملاً پویا و غیرقابل پیش‌بینی را دارند. به این تر تیب چابکی را می‌توان به صورت مفهومی مدیریتی حول پاسخگویی به بازارهای متلاطم و پویا و تقاضاهای مشتریان توصیف کرد. در واقع، چابکی نه تنها درگیر پاسخ‌گویی به مشتریان است که با بهره‌برداری و کسب مزیّت از این تغییرات به عنوان فرصت، نیز مرتبط است. به منظور فراهم آوردن پاسخ‌گویی شرکت‌ها باید در چندین حوزه

[1]-Zelbst et al

[2]-Zain et a

[3]-Zhang, & Sharifi

[4]-Arteta & Giachetti

مثل، توسعه‌ی محصول، ساخت و لجستیک دارای قابلیت‌های منطبق باشند در هر یک از این حوزه‌ها، به شایستگی‌های خاصی برای فراهم آوردن این قابلیت‌ها نیاز است.

به اعتقاد شریفی و ژانگ(۱۹۹۹)، قابلیت‌هایی که سازمان‌های چابک بایستی داشته باشد تا توانایی واکنش مناسب و پاسخ گویی به تغییرات محیطی پیرامون کسب و کار خود را داشته باشند؛ در چهار طبقه اصلی به صورت زیر قرار می‌گیرند:

۱- پاسخگویی که به توانایی تشخیص تغییرات، واکنش سریع و بهره‌جویی از آنها اشاره دارد و شامل موارد زیر است:
- حسگری، ادراک و پیش‌بینی تغییرات
- واکنش سریع به تغییرات به محض اثرگذاری آن ها بر سیستم
- بهره‌گیری و بهبود از طریق تغییرات

۲- شایستگی، مجموعه‌ای از توانایی‌هاست که بهره‌وری، کارایی و اثربخشی فعالیت‌ها را در جهت اهداف و مقاصد سازمان فراهم می‌آورد و شامل موارد زیر است:
- چشم‌انداز راهبردی
- فناوری(نرمافزار و سخت‌افزار) مناسب و یا توانایی فناورانه کافی
- کیفیت محصولات و خدمات
- اثربخشی از نظر هزینه
- ضریب بالای معرفی محصولات جدید
- مدیریت تغییر
- داشتن کارکنان با دانش، شایسته و توانمند
- کارایی و اثربخشی عملیات(ناب بودن)
- همکاری درونی و بیرونی
- یکپارچگی و انسجام

۳- انعطاف‌پذیری که عبارت است از توانایی پردازش محصولات متفاوت و نیل به اهداف مختلف با همان امکانات. مؤلفه‌های این قابلیت به صورت زیر است:
- انعطاف‌پذیری در حجم محصول
- انعطاف‌پذیری در الگو با پیکره محصول

- انعطاف‌پذیری ساختاری و موضوعات بحث برانگیز سازمانی

۴- سرعت که عبارت است از توانایی انجام وظایف و عملیات در کمترین زمان ممکن؛ مؤلفه‌های این قابلیت به صورت زیر است:

- عرضه به موقع و سریع محصولات به بازار
- سرعت و حد زمانی تحویل یا ارسال محصولات به بازار
- دوره سریع انجام عملیات

برای ارزیابی چابکی سازمانی، محققان مختلف روش‌های متفاوتی را به کار برده‌اند. برخی از تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته، در ادامه آورده شده است. کومار و همکاران(۱۹۹۵) مدلی را برای اندازه‌گیری چابکی توسعه داده‌اند. در این مدل محققان بر فاکتورهایی در اندازه‌گیری چابکی تأکید نموده‌اند که بر تحویل به موقع محصول به مشتری اشاره دارند. یانگ و لی[1] (۲۰۰۲) از یک روش فازی چند درجه‌ای برای ارزیابی چابکی واحدهایی که به صورت تولید سفارشی فعالیت می‌کنند، استفاده نموده‌اند. محققان سعی نموده‌اند در این تحقیق شاخص‌هایی که برای چابکی سازمانی انتخاب نموده‌اند در سه حوزه‌ی مدیریت سازمان، طراحی محصول و تولید باشد. آرتتا و گیاچتی[2] (۲۰۰۴) مدلی برای اجرا و ارزیابی چابکی سازمانی پیشنهاد نموده‌اند؛ هر چند محققان اعتقاد دارند، مدل آنها به نتایج مورد انتظار آنها نرسیده است. وینود و همکاران[3] (۲۰۰۸) در تحقیقی یک سیستم پشتیبان تصمیم برای ارزیابی چابکی ارائه نموده‌اند. اراند و ورما[4] (۲۰۰۸) در رابطه با روش‌ها و ابزارهای ارزیابی نابی و چابکی بحث نموده و در نهایت فرایند ارزیابی نابی در سازمان و مدل جامع ارزیابی چابکی را پیشنهاد نموده‌اند. وینود و همکاران(۲۰۱۰) مدلی فازی برای ارزیابی چابکی بر اساس بیست شاخص ارائه نموده‌اند. وینود و همکاران(۲۰۱۱) در تحقیقی دیگری اقدام به ارزیابی چابکی زنجیره تأمین بر

[1]-Yang & Li
[2]-Arteta & Giachetti
[3]-Vinodh et al
[4]-Erande & Verma

پایه قوانین فازی نموده‌اند. کاروپوسیام و همکاران[1] (۲۰۱۱) از مدلی به نام سیستم جامع طراحی چابکی[2] برای تعیین چابکی زنجیره تأمین استفاده نموده‌اند.

ابزار و روش

این تحقیق بر اساس هدف، از نوع تحقیقات کاربردی بوده و بر اساس روش انجام کار از نوع توصیفی می‌باشد. جامعه آماری این تحقیق را کلیه گروه‌های صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان‌شرقی تشکیل می‌دهند که در مدل فازی به عنوان گزینه یا آلترناتیو، اقدام به رتبه‌بندی آنها بر اساس قابلیت‌های چابکی می‌نماییم (جدول(۱)). تعداد این گروه‌ها بر اساس آمار سازمان صنایع و معادن استان و همچنین واحدهای فعال، ۲۰ گروه صنعتی با ۱۳۷۳ واحد تعیین شده است.

جدول(۱): افرازیندی گزینه‌ها

کد	نام گروه صنعتی	کد	نام گروه صنعتی
A_{11}	ماشین‌آلات و تجهیزات	A_1	گروه مواد غذایی و آشامیدنی
A_{12}	ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی	A_2	منسوجات
A_{13}	رادیو و تلویزیون	A_3	پوشاک
A_{14}	وسایل نقلیه موتوری	A_4	چوب و محصولات چوبی
A_{15}	سایر تجهیزات حمل و نقل	A_5	کاغذ و محصولات کاغذی
A_{16}	مبلمان و سایر محصولات	A_6	مواد و محصولات شیمیایی
A_{17}	کامپیوتر و فعالیت‌های وابسته	A_7	لاستیک و پلاستیک
A_{18}	تحقیق و توسعه	A_8	کانی غیر فلزی
A_{19}	وسایل آموزش	A_9	فلزات اساسی
A_{20}	سایر فعالیت‌های کسب و کار	A_{10}	فلزات فابریکی

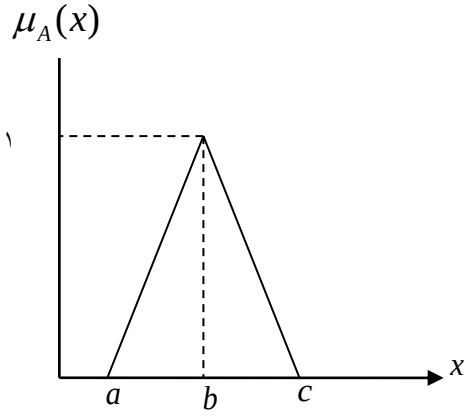
نمونه آماری با استفاده از رابطه تعیین حجم نمونه در جامعه‌های محدود، ۶۰۱ واحد تعیین شده است که به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبی این ۶۰۱ واحد در بین ۲۰ گروه صنعتی تسهیم شده است.

[1]-Karuppusiam et al

[2]-Total Agile Design System

برای جمع‌آوری داده‌ها نیز در این تحقیق از پرسشنامه محقق ساخته که بر اساس قابلیت‌های چابکی شریفی و ژانگ(۱۹۹۱) تدوین شده، استفاده شده است. روایی پرسشنامه به صورت روایی صوری مورد آزمون و تأیید قرار گرفته است. پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرنباخ، ۰/۸۱ محاسبه شده که نشان دهنده پایایی بالای پرسشنامه می‌باشد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز در این تحقیق از روش TOPSIS فازی استفاده شده است. با توجه به اینکه در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، معمولاً ارزش شاخص‌ها، گزینه‌ها و اوزان مربوط به آن ها با اعداد فازی بیان می‌گردد و در این میان پرکاربردترین اعداد فازی، اعداد فازی مثلثی و اعداد فازی ذوذنقه‌ای می‌باشند (وانگ و الانگ[1]، ۲۰۰۶، ۳۱۰). لذا در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است. یک عدد فازی مثلثی بصورت $(a\,b\,c)$ تعریف می‌گردد. شکل (۱) تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی را نشان می‌دهد.



شکل(۱): تابع عضویت اعداد فازی

TOPSIS فازی

[1]-Wang & Elhag

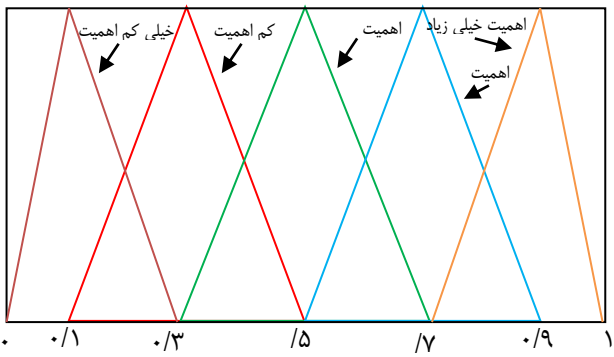
روش TOPSIS فازی به عنوان یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره محسوب می‌گردد. ایده اصلی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی[۱] (FMCDM) توسط بلمان و زاده[۲] (۱۹۷۰) مطرح شده است. به طور کلی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی اشاره به انتخاب برخی گزینه‌ها یا گزینه برتر بر اساس تعدادی شاخص دارد. تکنیک TOPSIS اولین بار با استفاده از اعداد قطعی توسط هوانگ و یون[۳] در سال ۱۹۸۱ معرفی گردیده است (پرسین[۴]، ۲۰۰۸، ۲۱۸). این تکنیک یکی از روش‌های مشهور و مرسوم در حوزه رویکردهای تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که به طور گسترده‌ای در ادبیات مربوط به تصمیم‌گیری چند شاخصه مورد استفاده قرار گرفته است (اپرکوس و زنگ[۵]، ۲۰۰۴؛ السن[۶]، ۲۰۰۴؛ چنگ[۷] و همکاران، جی و کنگ[۸]، ۲۰۰۰؛ لیا[۹]،۲۰۰۳؛ گاروال و همکاران، ۱۹۹۱؛ ابوسینا و امیر[۱۰]، ۲۰۰۵). روش تاپسیس به منظور شناسایی راه‌حل بهینه از بین تعدادی گزینه به کار می‌رود. این تکنیک بر این فرض استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد (جهانشاهلو[۱۱] و همکاران، ۲۰۰۶، ۱۵۴۴-۱۵۵۱؛ گوموش[۱۲]، ۲۰۰۹، ۴۰۷۰؛ شی[۱۳]، ۲۰۰۷، ۸۱۳-۸۰۱). مراحل روش TOPSIS فازی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود.

---

[1]-Fuzzy Multi-Criteria Decision Making
[2]-Bellman and Zadeh
[3]-Hwang & Yoon
[4]-Percin
[5]-Opricovic & Tzeng
[6]-Olson
[7]-Cheng et al
[8]-Jee & Kang
[9]-Liao
[10]-Abo-Sinna & Amer
[11]-Jahanshahloo et al
[12]-Gumus
[13]-Shih

گام یک: تعیین اوزان شاخص‌ها؛

در این تحقیق برای تعیین اهمّیت شاخص‌ها و تعیین اوزان مربوطه از روش، متغیرهای کلامی و اعداد فازی پیشنهادی توسط وانگ و چانگ (۱۹۹۵) استفاده شده است. شکل(۲) و جدول(۲) متغیرهای کلامی و اعداد فازی مربوطه را نشان می‌دهد. این روش برای تعیین اوزان شاخص‌ها توسط وانگ و چانگ (۱۹۹۵) و (۲۰۰۷)، چن[1] (۲۰۰۰) و وانگ و الحق[2] (۲۰۰۶) استفاده شده است.



شکل(۲): تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی معادل برای تعیین وزن شاخص‌ها

جدول(۲): متغیرهای کلامی و اعداد فازی معادل جهت تعیین وزن شاخص‌ها

متغیر کلامی	عدد فازی
خیلی کم	(۰/۰ ۰/۱ ۰/۳)
کم	(۰/۱ ۰/۳ ۰/۵)
متوسط	(۰/۳ ۰/۵ ۰/۷)

[1]-Chen

[2]-Wang & Elhag

زیاد	(۰/۵ ۰/۷ ۰/۹)
بسیار زیاد	(۰/۷ ۰/۹ ۱/۰)

Source: Wang & Chang, 1995; 2007

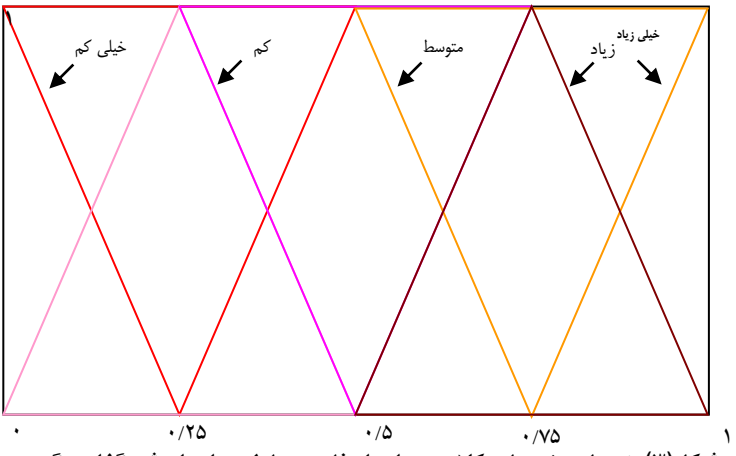
گام دوم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی؛

در ماتریس تصمیم‌گیری فازی m گزینه بوسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. یک ماتریس تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی به صورت زیر تعریف می‌شود.

رابطه(۱)

$$\tilde{D} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & \cdots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \cdots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \cdots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \tilde{X}_{m2} & \cdots & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix} \end{array}, i = 1,2,...,m,\ j = 1,2,...,n$$

که در آن $A_1, A_2, ..., A_m$ نشان دهنده گزینه‌ها، $C_1, C_2, ..., C_n$ نشان‌دهنده شاخص‌ها می‌باشد و $\tilde{x}_{ij}$ نشان دهنده ارزش فازی گزینه iام، از نظر شاخص j ام می‌باشد. متغیرهای کلامی و اعداد فازی معادل هر یک از متغیرهای کلامی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در جدول (۳) و شکل(۳) نشان داده شده‌اند.



شکل(۳): تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی معادل برای ارزش گذاری گزینه‌ها

جدول(۳): متغیرهای کلامی و اعداد فازی معادل جهت ارزش‌گذاری گزینه‌ها(امتیازدهی)

متغیر کلامی	عدد فازی
خیلی کم	(۰ ۰ ۰/۲۵)
کم	(۰ ۰/۲۵ ۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵ ۰/۷۵ ۱)
خیلی زیاد	(۰/۷۵ ۱ ۱)

گام سوم: تشکیل ماتریس بی‌مقیاس‌شده ماتریس تصمیم‌گیری؛

تشکیل ماتریس بی‌مقیاس[1] شده ماتریس تصمیم‌گیری، به صورت رابطه(۲) که با استفاده از روابط(۳) و (۴)، انجام می‌گیرد. رابطه(۳) برای بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌ها با جنبه مثبت و رابطه(۴) برای بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌ها با جنبه منفی بکار می‌رود.

$$\widetilde{R} = \left\lfloor \widetilde{r}_{ij} \right\rfloor_{m\times n}, i = ۱,۲,...,m,\ j = ۱,۲,...,n \qquad \text{رابطه (۲)}$$

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), c_j^+ = \max c_{ij} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), a_j^- = \min a_{ij} \qquad \text{رابطه (٤)}$$

گام چهارم: محاسبه و تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون؛

ماتریس بی‌مقیاس موزون به صورت رابطه (۵)، با استفاده از رابطه(۶) تشکیل می‌گردد.

$$\widetilde{V} = \left\lfloor \widetilde{v}_{ij} \right\rfloor_{m\times n}, i = ۱,۲,...,m,\ j = ۱,۲,...n \qquad \text{رابطه (۵)}$$

$$\widetilde{v}_{ij} = \widetilde{r}_{ij} \otimes \widetilde{w}_j \qquad \text{رابطه (٦)}$$

[1]-Normalize

گام پنجم: تعیین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر شاخص؛

ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر شاخص با استفاده از روابط (۷) و (۸) تعیین می‌گردد.

$$\tilde{v}_j^+ = \left\{ \left(\max \tilde{v}_{ij} \,|\, j \in J \right) i = ۱,\ldots,m \right\} \qquad \text{رابطه (۷)}$$

$$\tilde{v}_j = \left\{ \left(\min \tilde{v}_{ij} \,|\, j \in J \right) i = ۱,\ldots,m \right\} \qquad \text{رابطه (۸)}$$

با توجه به اینکه بازه امتیازدهی به گزینه‌ها بین ۰ و ۱ قرار دارد. بنابراین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به صورت دو عدد فازی (۱ ۱ ۱) و (۰ ۰ ۰) خواهند بود.

گام پنجم: به دست آوردن فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی؛

فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی با استفاده از روابط (۹) و (۱۰) انجام می‌گیرد.

$$d_i^+ = \sum_{j=۱}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+\right), i = ۱,۲,\ldots,m. j = ۱,۲,\ldots,n \qquad \text{رابطه (۹)}$$

$$d_i^- = \sum_{j=۱}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-\right), i = ۱,۲,\ldots,m. j = ۱,۲,\ldots,n \qquad \text{رابطه (۱۰)}$$

که در آن $d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{ij}^{\mp}\right)$ با در نظر گرفتن $\tilde{A}_1 = (a_1, b_1, c_1)$ و $\tilde{A}_2 = (a_2, b_2, c_2)$ به عنوان دو عدد فازی مثلثی، به صورت رابطه (۱۱) محاسبه می‌گردد.

$$d(\tilde{A}_۱, \tilde{A}_۲) = \sqrt{\frac{۱}{۳}\left[(a_۱ - a_۲)^۲ + (b_۱ - b_۲)^۲ + (c_۱ - c_۲)^۲\right]} \qquad \text{رابطه (۱۱)}$$

گام ششم: محاسبه میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل.

نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه(۱۲) محاسبه می‌گردد.

$$cc_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i = ۱,۲,\ldots,m \qquad \text{رابطه (۱۲)}$$

گام ششم، گام آخر در روش تاپسیس بوده که بعد از این گام می‌توان میزان نزدیکی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل و رتبه‌بندی گزینه‌ها را انجام داد. همچنین در این تحقیق میانگین فازی با استفاده از رابطه (۱۳) محاسبه شده است.

$$\begin{matrix}\left(m_a^1, m_b^1, m_c^1\right)\\ \left(m_a^2, m_b^2, m_c^2\right), fuzzyaverage = \left(\frac{m_a^1 + m_a^2 + \cdots m_a^n}{n}, \frac{m_b^1 + m_b^2 + \cdots m_b^n}{n}, \frac{m_c^1 + m_c^2 + \cdots m_c^n}{n}\right)\\ \vdots\\ \left(m_a^n, m_b^n, m_c^n\right)\end{matrix}$$

رابطه (۱۳)

یافته‌ها

پس از گردآوری و طبقه‌بندی پاسخ‌های بدست آمده از پرسشنامه‌های توزیع شده، بر اساس الگوریتم **TOPSIS** فازی، ابتدا باید اوزان شاخص‌ها تعیین گردد. بر همین اساس نیز با توجه به هدف تحقیق که ارزیابی تولید چابک در صنایع کوچک و متوسط بر اساس قابلیت‌های چابکی می‌باشد، چهار متغیر پاسخگویی(C_1)، شایستگی(C_2)، انعطاف‌پذیری(C_3) و سرعت(C_4) به عنوان شاخص جهت ارزیابی تولید چابک در صنایع کوچک و متوسط تعیین شده‌اند؛ در ادامه بر اساس گام یک **TOPSIS** فازی، اوزان هر یک از شاخص‌ها محاسبه شده است. بدین منظور از ده فرد خبره که همگی آن ها از استادان مدیریت بوده و سابقه تدریس موضوعات مرتبط با موضوع مقاله را داشته‌اند، خواسته شده است تا اهمّیت شاخص‌ها را در تولید چابک با متغیرهای کلامی تعیین نمایند؛ نتایج قضاوت هر یک از خبرگان در مورد اوزان شاخص‌ها و همچنین میانگین نظرات آنها که با استفاده از رابطه(۱۳) و با استفاده از متغیرهای کلامی و اعداد فازی مربوطه در جدول(۲) و شکل(۲) انجام گرفته، در جدول(۴) نشان داده شده است.

جدول(٤): نتایج مربوط به تعیین اوزان شاخص‌ها

	شاخص‌ها			
خبرگان	C_1	C_2	C_3	C_4
خبره ۱	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد
خبره ۲	خیلی زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد
خبره ۳	زیاد	متوسط	کم	زیاد
خبره ۴	زیاد	کم	زیاد	خیلی زیاد
خبره ۵	متوسط	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
خبره ۶	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	زیاد
خبره ۷	زیاد	خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد
خبره ۸	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد
خبره ۹	خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد
خبره ۱۰	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
میانگین فازی	(۰/۵۶۰ ۰/۷۶۰ ۰/۹۲۰)	(۰/۵۲۰ ۰/۷۱۰ ۰/۸۷۰)	(۰/۴۸۰ ۰/۶۷۰ ۰/۸۶۰)	(۰/۶۰۰ ۰/۸۰۰ ۰/۹۵۰)
قطعی	۰/۷۴۷	۰/۷۰۰	۰/۶۷۰	۰/۷۸۳

در مرحله بعدی پس از مشخص شدن اوزان شاخص‌ها، براساس تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ها و تعیین امتیاز (ارزش) هر گزینه نسبت به هر شاخص، ماتریس تصمیم‌گیری فازی به صورت جدول(۵) تشکیل شده است. شایسته توضیح است که به منظور تعیین اندازه فازی هر شاخص برای هر یک از گروه‌های صنایع کوچک و متوسط از متغیرهای کلامی و اعداد فازی مربوطه در جدول(۳) و شکل(۳) استفاده شده است. روش کار در تکمیل ماتریس تصمیم‌گیری به این صورت بوده است که پرسشنامه‌های برگشتی از نمونه آماری تحقیق، ابتدا بر اساس صنایع تفکیک شده و سپس با استفاده از رابطه(۱۳) و به تفکیک هر یک از شاخص‌ها، میانگین فازی برای آنها محاسبه شده است؛ عددی که با این روش بدست آمده، نشان دهنده ارزش هر گزینه یا صنعت نسبت به شاخص مورد نظر می‌باشد.

جدول(۵): ماتریس تصمیم‌گیری فازی

کد	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(۰/۲۱۱ ۰/۴۲۲ ۰/۷۲۰)	(۰/۳۳۳ ۰/۷۲۴ ۰/۹۸۱)	(۰/۳۲۱ ۰/۶۵۱ ۰/۸۹۴)	(۰/۳۹۱ ۰/ ۶۰۲۰/۷۶۶)
A_2	(۰/۴۱۱ ۰/۶۲۳ ۰/۸۸۸)	(۰/۲۹۱ ۰/۶۳۲ ۰/۹۷۲)	(۰/۳۱۴ ۰/۶۴۴ ۰/۹۵۳)	(۰/۳۶۴ ۰/۶۳۱ ۰/۸۴۴)
A_3	(۰/۲۳۱ ۰/۵۴۲ ۰/۸۴۱)	(۰/۲۵۴ ۰/۴۰۸ ۰/۹۲۴)	(۰/۲۵۴ ۰/۶۲۱ ۰/۸۴۳)	(۰/۲۰۷ ۰/۶۱۱ ۰/۸۴۵)
A_4	(۰/۲۴۱ ۰/۴۵۲ ۰/۷۴۲)	(۰/۱۹۴ ۰/۴۱۲ ۰/۷۲۹)	(۰/۳۲۱ ۰/۶۳۲ ۰/۸۶۱)	(۰/۳۰۴ ۰/۵۶۱ ۰/۹۴۵)
A_5	(۰/۲۹۱ ۰/۵۷۴ ۰/۸۵۱)	(۰/۲۳۶ ۰/۴۲۲ ۰/۸۳۶)	(۰/۲۵۵ ۰/۴۷۲ ۰/۹۰۶)	(۰/۳۲۱ ۰/۶۲۳ ۰/۹۰۴)
A_6	(۰/۳۱۳ ۰/۵۲۴ ۰/۸۸۷)	(۰/۲۰۶ ۰/۴۷۸ ۰/۸۶۵)	(۰/۳۶۶ ۰/۵۶۶ ۰/۹۴۴)	(۰/۳۹۱ ۰/۵۴۴ ۰/۸۷۴)
A_7	(۰/۲۲۲ ۰/۴۰۴ ۰/۸۰۴)	(۰/۳۰۴ ۰/۵۴۴ ۰/۸۷۴)	(۰/۲۴۳ ۰/۵۴۸ ۰/۸۶۴)	(۰/۲۳۱ ۰/۵۹۴ ۰/۹۳۲)
A_8	(۰/۳۲۱ ۰/۵۱۴ ۰/۹۲۴)	(۰/۲۹۵ ۰/۴۱۲ ۰/۸۴۵)	(۰/۴۰۹ ۰/۶۳۲ ۰/۸۴۲)	(۰/۵۵۶ ۰/۸۵۰ ۰/۹۲۵)
A_9	(۰/۳۰۷ ۰/۴۰۹ ./۷۹۱)	(۰/۱۹۳ ۰/۳۳۳ ۰/۸۲۱)	(۰/۳۵۴ ۰/۵۵۵ ۰/۷۶۶)	(۰/۳۶۵ ۰/۶۰۷ ۰/۷۵۶)
A_{10}	(۰/۳۶۴ ۰/۵۷۴ ۰/۹۰۴)	(۰/۲۴۹ ۰/۴۵۸ ۰/۹۰۳)	(۰/۳۵۸ ۰/۶۰۲ ۰/۹۴۳)	(۰/۳۸۷ ۰/۶۶۶ ۰/۹۵۴)
A_{11}	(۰/۳۷۱ ۰/۵۴۲ ۰/۹۲۷)	(۰/۳۰۴ ۰/۴۹۵ ۰/۸۵۵)	(۰/۲۴۴ ۰/۵۷۴ ۰/۷۴۵)	(۰/۳۴۷ ۰/۵۴۷ ۰/۹۲۳)

A_{12}	(۰/۱۹۳ ۰/۳۰۸ ۰/۷۴۲)	(۰/۲۰۸ ۰/۵۰۳ ۰/۸۶۴)	(۰/۲۹۹ ۰/۴۶۸ ۰/۹۰۳)	(۰/۲۹۴ ۰/۶۵۴ ۰/۸۴۹)
A_{13}	(۰/۱۹۸ ۰/۳۹۲ ۰/۸۴۲)	(۰/۲۸۳ ۰/۴۸۹ ۰/۸۹۳)	(۰/۳۰۱ ۰/۵۶۷ ۰/۸۸۸)	(۰/۴۰۳ ۰/۵۴۱ ۰/۷۵۳)
A_{14}	(۰/۲۳۱ ۰/۴۰۳ ۰/۸۷۹)	(۰/۱۹۱ ۰/۵۰۷ ۰/۹۰۴)	(۰/۴۰۶ ۰/۵۹۴ ۰/۸۳۷)	(۰/۳۲۴ ۰/۵۳۱ ۰/۹۵۳)
A_{15}	(۰/۲۱۴ ۰/۴۲۱ ۰/۸۴۵)	(۰/۲۰۱ ۰/۴۴۴ ۰/۹۳۱)	(۰/۳۰۹ ۰/۶۰۸ ۰/۸۰۶)	(۰/۳۴۱ ۰/۵۶۴ ۰/۹۳۲)
A_{16}	(۰/۱۹۷ ۰/۳۲۱ ۰/۷۹۱)	(۰/۲۸۱ ۰/۶۰۲ ۰/۹۱۱)	(۰/۳۸۷ ۰/۶۲۲ ۰/۷۶۱)	(۰/۲۹۴ ۰/۴۸۴ ۰/۷۷۷)
A_{17}	(۰/۳۰۷ ۰/۶۲۱ ۰/۹۰۸)	(۰/۲۷۴ ۰/۴۹۹ ۰/۸۶۷)	(۰/۲۶۱ ۰/۵۵۱ ۰/۷۹۴)	(۰/۲۴۷ ۰/۴۴۶ ۰/۷۵۹)
A_{18}	(۰/۲۴۷ ۰/۵۰۶ ۰/۹۴۴)	(۰/۲۶۷ ۰/۵۱۱ ۰/۹۱۱)	(۰/۳۲۴ ۰/۵۹۲ ۰/۸۴۷)	(۰/۲۳۱ ۰/۴۷۷ ۰/۸۰۵)
A_{19}	(۰/۲۳۸ ۰/۵۳۲ ۰/۸۹۹)	(۰/۳۰۹ ۰/۶۱۲ ۰/۹۲۳)	(۰/۳۴۶ ۰/۵۹۰ ۰/۸۳۹)	(۰/۳۲۹ ۰/۵۱۰ ۰/۸۹۳)
A_{20}	(۰/۲۴۱ ۰/۵۲۴ ۰/۸۴۲)	(۰/۲۴۵ ۰/۵۴۷ ۰/۸۵۲)	(۰/۳۲۱ ۰/۵۴۷ ۰/۸۲۶)	(۰/۶۳۲ ۰/۷۹۶ ۰/۹۳۳)

پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، در مرحله بعدی با استفاده از رابطه (۳)، ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس شده و سپس با استفاده از رابطه (۶) تبدیل به ماتریس بی‌مقیاس موزون شده است. به همین منظور اوزان تعیین شده برای هر یک از شاخص‌ها را در ماتریس بی‌مقیاس شده آن ضرب نموده‌ایم. جدول(۶) نشان دهنده ماتریس بی‌مقیاس موزون می‌باشد.

جدول(٦): ماتریس بی‌مقیاس موزون

کد	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(۰/۱۲۵ ۰/۳۳۹ ۰/۷۰۱)	(۰/۱۷۶ ۰/۵۳۱ ۰/۸۷۰)	(۰/۱۶۸ ۰/۴۶۴ ۰/۸۰۶)	(۰/۲۴۵ ۰/۵۰۴ ۰/۷۶۲)
A_2	(۰/۲۴۳ ۰/۵۰۱ ۰/۸۶۵)	(۰/۱۵۴ ۰/۴۶۳ ۰/۸۶۲)	(۰/۱۶۴ ۰/۴۵۹ ۰/۸۶۰)	(۰/۲۲۸ ۰/۵۲۹ ۰/۸۴۰)
A_3	(۰/۱۳۷ ۰/۴۳۶ ۰/۸۱۹)	(۰/۱۳۴ ۰/۲۹۹ ۰/۸۱۹)	(۰/۱۳۳ ۰/۴۴۳ ۰/۷۶۰)	(۰/۱۳۰ ۰/۵۱۲ ۰/۸۴۱)
A_4	(۰/۱۴۲ ۰/۳۶۳ ۰/۷۲۳)	(۰/۱۰۲ ۰/۳۰۲ ۰/۶۴۶)	(۰/۱۶۸ ۰/۴۵۰ ۰/۷۷۶)	(۰/۱۹۱ ۰/۴۷۰ ۰/۹۴۱)
A_5	(۰/۱۷۲ ۰/۴۶۲ ۰/۸۲۹)	(۰/۱۲۵ ۰/۳۰۹ ۰/۷۴۱)	(۰/۱۳۳ ۰/۳۳۶ ۰/۸۱۷)	(۰/۲۰۱ ۰/۵۲۲ ۰/۹۰۰)
A_6	(۰/۱۸۵ ۰/۴۲۱ ۰/۸۶۴)	(۰/۱۰۹ ۰/۳۵۰ ۰/۷۶۷)	(۰/۱۹۲ ۰/۴۰۳ ۰/۸۵۱)	(۰/۲۴۵ ۰/۴۵۶ ۰/۸۷۰)
A_7	(۰/۱۳۱ ۰/۳۲۵ ۰/۷۸۳)	(۰/۱۶۱ ۰/۳۹۹ ۰/۷۷۵)	(۰/۱۲۷ ۰/۳۹۱ ۰/۷۷۹)	(۰/۱۴۵ ۰/۴۹۸ ۰/۹۲۸)
A_8	(۰/۱۹۰ ۰/۴۳۵ ۰/۹۰۰)	(۰/۱۵۶ ۰/۳۰۲ ۰/۷۴۹)	(۰/۲۱۴ ۰/۴۵۰ ۰/۷۵۹)	(۰/۳۴۹ ۰/۷۱۲ ۰/۹۲۱)
A_9	(۰/۱۸۲ ۰/۳۲۹ ۰/۷۷۰)	(۰/۱۰۲ ۰/۲۴۴ ۰/۷۲۸)	(۰/۱۸۵ ۰/۳۹۶ ۰/۶۹۱)	(۰/۲۲۹ ۰/۵۰۹ ۰/۷۵۲)
A_{10}	(۰/۲۱۵ ۰/۴۶۲ ۰/۸۸۱)	(۰/۱۳۱ ۰/۳۳۶ ۰/۸۰۰)	(۰/۱۸۷ ۰/۴۲۹ ۰/۸۵۰)	(۰/۲۴۳ ۰/۵۵۸ ۰/۹۵۰)
A_{11}	(۰/۲۲۰ ۰/۴۳۶ ۰/۹۰۳)	(۰/۱۶۱ ۰/۳۶۳ ۰/۷۵۸)	(۰/۱۲۸ ۰/۴۰۹ ۰/۶۷۲)	(۰/۲۱۸ ۰/۴۵۸ ۰/۹۱۹)
A_{12}	(۰/۱۱۴ ۰/۲۴۷ ۰/۷۲۳)	(۰/۱۱۰ ۰/۳۶۹ ۰/۷۶۶)	(۰/۱۵۶ ۰/۳۳۳ ۰/۸۱۴)	(۰/۱۸۴ ۰/۵۴۸ ۰/۸۴۵)
A_{13}	(۰/۱۱۷ ۰/۳۱۵ ۰/۸۲۰)	(۰/۱۵۰ ۰/۳۵۸ ۰/۷۹۱)	(۰/۱۵۷ ۰/۴۰۴ ۰/۸۰۱)	(۰/۲۵۳ ۰/۴۵۳ ۰/۷۴۹)
A_{14}	(۰/۱۳۷ ۰/۳۲۴ ۰/۸۵۶)	(۰/۱۰۱ ۰/۳۷۲ ۰/۸۰۱)	(۰/۲۱۳ ۰/۴۲۳ ۰/۷۵۵)	(۰/۲۰۳ ۰/۴۴۵ ۰/۹۴۹)
A_{15}	(۰/۱۲۶ ۰/۳۳۸ ۰/۸۲۳)	(۰/۱۰۶ ۰/۳۲۵ ۰/۸۲۵)	(۰/۱۶۲ ۰/۴۳۳ ۰/۷۲۷)	(۰/۲۱۴ ۰/۴۷۲ ۰/۹۲۸)
A_{16}	(۰/۱۱۶ ۰/۲۵۸ ۰/۷۷۰)	(۰/۱۴۸ ۰/۴۴۱ ۰/۸۰۷)	(۰/۲۰۳ ۰/۴۴۳ ۰/۶۸۶)	(۰/۱۸۴ ۰/۴۰۵ ۰/۷۷۳)
A_{17}	(۰/۱۸۲ ۰/۴۹۹ ۰/۸۸۴)	(۰/۱۴۵ ۰/۳۶۶ ۰/۷۵۸	(۰/۱۳۶ ۰/۳۹۳ ۰/۷۱۶)	(۰/۱۵۵ ۰/۳۷۴ ۰/۷۵۵)
A_{18}	(۰/۱۴۶ ۰/۴۰۷ ۰/۹۲۰)	(۰/۱۴۱ ۰/۳۷۵ ۰/۸۰۷)	(۰/۱۶۹ ۰/۴۲۲ ۰/۷۶۴)	(۰/۱۴۵ ۰/۴۰۰ ۰/۸۰۱)
A_{19}	(۰/۱۴۱ ۰/۴۲۸ ۰/۸۷۶)	(۰/۱۶۳ ۰/۴۴۹ ۰/۸۱۸)	(۰/۱۸۱ ۰/۴۲۰ ۰/۷۵۷)	(۰/۲۰۶ ۰/۴۲۷ ۰/۸۸۹)
A_{20}	(۰/۱۴۲ ۰/۴۲۱ ۰/۸۲۰)	(۰/۱۲۹ ۰/۴۰۱ ۰/۷۵۵)	(۰/۱۶۸ ۰/۳۹۰ ۰/۷۴۵)	(۰/۳۹۷ ۰/۶۶۷ ۰/۹۲۹)

پس از تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون، در مرحله بعدی بایستی ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی را با استفاده از روابط(۷) و (۸) تعیین نمود؛ همانگونه که در گام پنجم بخش ۴ گفته شد، با توجه به اینکه بازه امتیازدهی به گزینه‌ها بین ۰ و ۱ قرار دارد و یک نشان دهنده ایده‌آل مثبت و صفر نشان دهنده ایده‌آل منفی است، بنابراین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به برای تمامی شاخص‌ها صورت دو عدد فازی (۱ ۱ ۱) و (۰ ۰ ۰) خواهند بود. مرحله بعدی در روش TOPSIS فازی به دست آوردن فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی است. این کار با استفاده از روابط(۹) و (۱۰) انجام گرفته و نتایج در جداول(۷) و (۸) نشان داده شده است.

جدول(۷): فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت

۲/۳۲۸	d_1^+	۲/۲۲۱	d_2^+
۲/۴۴۸	d_3^+	۲/۴۷۲	d_4^+
۲/۴۱۷	d_5^+	۲/۳۶۰	d_6^+
۲/۴۵۷	d_7^+	۲/۲۰۴	d_8^+
۲/۴۷۸	d_9^+	۲/۲۸۰	d_{10}^+
۲/۳۶۹	d_{11}^+	۲/۵۰۸	d_{12}^+
۲/۴۳۹	d_{13}^+	۲/۴۲۲	d_{14}^+
۲/۴۴۶	d_{15}^+	۲/۴۶۳	d_{16}^+
۲/۴۳۹	d_{17}^+	۲/۴۳۷	d_{18}^+
۲/۳۵۱	d_{19}^+	۲/۲۴۴	d_{20}^+

جدول(۸): فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل منفی

۲/۱۴۶	d_1^-	۲/۳۲۵	d_2^-
۲/۱۳۹	d_3^-	۲/۰۳۶	d_4^-
۲/۱۵۵	d_5^-	۲/۱۹۶	d_6^-
۲/۱۳۰	d_7^-	۲/۲۹۰	d_8^-
۱/۹۵۶	d_9^-	۲/۳۰۷	d_{10}^-
۲/۱۵۴	d_{11}^-	۲/۰۴۹	d_{12}^-
۲/۰۷۴	d_{13}^-	۲/۱۷۹	d_{14}^-
۲/۱۴۷	d_{15}^-	۲/۰۱۴	d_{16}^-
۲/۰۶۸	d_{17}^-	۲/۱۴۵	d_{18}^-
۲/۲۰۹	d_{19}^-	۲/۲۳۳	d_{20}^-

در نهایت میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه(۱۲) محاسبه شده است. میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل عددی بین ۰ و ۱ خواهد بود و هر چقدر یک گزینه به یک نزدیک باشد، نشان دهنده انطباق بیشتر گزینه مورد نظر با تولید چابک بر اساس قابلیت‌های چابکی بوده و هر چقدر به صفر نزدیک

باشد، نشان دهنده عدم انطباق گزینه با تولید چابک می‌باشد. نتایج در جدول(۹) نشان داده شده است.

جدول(۹): میزان نزدیکی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل

گزینه	CC_i	رتبه	گزینه	CC_i	رتبه
A_1	۰/۴۷۹	۷	A_{11}	۰/۴۷۶	۸
A_2	۰/۵۱۱	۱	A_{12}	۰/۴۴۹۶	۱۹
A_3	۰/۴۶۶	۱۳	A_{13}	۰/۴۵۹	۱۵
A_4	۰/۴۵۱	۱۷	A_{14}	۰/۴۷۳	۹
A_5	۰/۴۷۱	۱۰	A_{15}	۰/۴۶۷	۱۲
A_6	۰/۴۸۲	۶	A_{16}	۰/۴۴۹۹	۱۸
A_7	۰/۴۶۴	۱۴	A_{17}	۰/۴۵۸	۱۶
A_8	۰/۵۰۹	۲	A_{18}	۰/۴۶۸	۱۱
A_9	۰/۴۴۱	۲۰	A_{19}	۰/۴۸۴	۵
A_{10}	۰/۵۰۲	۳	A_{20}	۰/۴۹۸	۴

بر اساس اطلاعات جدول (۹) گروه منسوجات بر اساس قابلیت‌های چابکی بیشترین انطباق‌پذیری را با تولید چابک دارد. هر چند عدد محاسبه شده به عنوان میزان نزدیکی نسبی این گزینه به راه‌حل ایده‌آل، تقریباً در حد متوسط بوده و به میزان ۰/۴۸۹ (حاصل تفاضل ایده‌آل مثبت با فاصله این گزینه از راه‌حل ایده‌آل) از گزینه ایده‌آل فاصله دارد، با این حال در بین گروه‌های مختلف صنعتی، گروه منسوجات بیشترین نزدیکی به تولید چابک را بر اساس قابلیت‌های چابکی دارا می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نقش صنایع کوچک و متوسط در رشد و توسعه اقتصادی یک کشور عاملی مهم به شمار می‌آید که در آن بایستی به نقش کلیدی تولید چابک در کسب برتری‌های رقابتی توجه خاصی صورت گیرد. بسیاری از محققان دستیابی به چابکی را مهم تلقی می‌نمایند که از طریق آن سازمان با استفاده از پاسخگویی، سرعت، شایستگی و انعطاف‌پذیری ارزش و ثروت برای خود کسب می‌نماید. بدین منظور در این مقاله پس از بررسی پیشینه تحقیق در زمینه تولید چابک و قابلیت‌های آن، با استفاده از روش TOPSIS فازی، اقدام به ارزیابی تولید چابک در گروه‌های مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان-شرقی و رتبه بندی آن ها بر اساس نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل شد. نتایج به دست

آمده از روش به کار گرفته شده نشان می‌دهد که فاصله گروه‌های مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان‌شرقی از تولید چابک در حد بالایی قرار دارد؛ به طوری که میزان نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل(انطباق‌پذیری صنایع با تولید چابک) در اکثر گروه‌ها پایین‌تر از ۰/۵ می‌باشد و این بدان معنی است که برای دستیابی به چابکی بایستی صنایع مختلف در شیوه‌ها و ابزارهای مدیریت خود تجدید نظر نمایند تا بتوانند خود را بیشتر با تولید چابک منطبق نمایند. میزان نزدیکی نسبی محاسبه شده برای هر یک از گروه‌ها در جدول(۹) نشان می‌دهد که به جز سه گروه صنعتی منسوجات، کانی غیر فلزی و فلزات فابریکی که فاصله هر یک از آن ها از وضعیت تولید چابک به نسبت بقیه از ۰/۵ بیشتر می‌باشد، سایر گروه‌ها تقریباً در وضعیت مشابه و پایینی قرار دارند و نیازمند بازنگری در برنامه‌های خود برای دستیابی به تولید چابک می‌باشند. به طور کلی می‌توان عنوان نمود روش به کار گرفته شده در این مقاله این مزیت را دارد که ۱– قضاوت ذهنی، انتخاب و اولویت ارزیابی‌کنندگان را برای برخورد با مسائل مبهم و سربسته فراهم می‌آورد. ۲– به دلیل مفهوم چند بعدی چابکی و اینکه کدام مؤلفه‌ها و یا شاخص‌هایی به منظور اندازه گیری آن انتخاب شود، روش به کار گرفته شده این امکان را فراهم می‌آورد که تأثیر همه شاخص‌ها را به صورت یک‌جا در اندازه‌گیری و رتبه بندی سازمان‌ها بر اساس تولید چابک مد نظر قرار دهیم. بنابراین پیشنهاد می‌گردد تا در تحقیقات بعدی از سایر شاحص‌ها نیز در ارزیابی وضعیت تولید چابک استفاده گردد. باید به این نکته نیز توجه داشت که در مقاله حاضر به علت کثرت واحدهای مختلف گروه‌های صنایع کوچک و متوسط از نمونه‌گیری استفاده شده است که می‌تواند خطاهایی نیز در نتایج به همراه داشته باشد.

References

Abo-Sinna, M. A., & A. H. Amer (2005), Extensions of TOPSIS for multiobjective large-scale nonlinear programming problems, Applied Mathematics and Computation, No.162, pp.243–256

Agarwal, A., Shankar R. & Tiwari M.K. (2007), Modeling agility of supply chain, Industrial Marketing Management, Vol.36 Iss. 4, pp.443-457

Agrawal, V. P., V. Kohli & S. Gupta (1991), Computer aided robot selection: The multiple attribute decision making approach, International Journal of Production Research,No.29, pp.1629–1644

Arteta, B.M. & Giachetti, R.E. (2004), A measure of agility as the complexity of the enterprise system, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 47, pp. 495-503

Baker, P.(2008), The design and operation of distribution centres within agile supply chains, International Journal of Production Economics, Vol. 111 Iss. 1, pp. 27-41

Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970), Decision-making in a fuzzy environment management. Science, Vol.17 No.4,pp.141-164

Brown, S. & Bessant, J. (2003), The manufacturing strategy-capabilities links in mass customization and agile manufacturing: an exploratory study, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 23 No. 7, pp. 707-730

Burgess, T.F.(1994), Making the lean to agility: defining and achieving agile manufacturing through business process redesign and business network redesign, International Journal of Operrations & Prodaction Management, Vol. 14 No. 11, pp. 23-34

Charles, A., Lauras, M. & Van Wassenhove, L.(2010), A model to define and assess the agility of supply chains: building on humanitarian experience, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 40 Iss. 8, pp. 675– 692

Chen, C. T. (2000), Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment, Fuzzy Sets and Systems, No.114, pp.1–9

Cheng, S., C.W. Chan & G. H. Huang (2003), An integrated multi-criteria decision analysis and inexact mixed integer linear programming approach for solid waste management, Engineering Applications of Artificial Intelligence, No.16, pp.543–554

Erande, A.S. & Verma, A.K. (2008), Measuring agility of organizations-a comprehensive agility measurement tool (CAMT),

Proceedings of the 2008 IAJC-IJME International Conference. ISBN 978-1-60643-379-9

Gumus, A.T. (2009), Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology, Expert Systems with Applications, No.36, pp. 4067–4074

Gunasekaran, A., Mcgaughey, R. and Wolstencroft, V.(2001), Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy, Elsevier, pp.25-49

Hormozi, A.M. (2001), Agile manufacturing: the next logical Step, Benchmarking: an International Gournal, Vol. 8 Iss.2, pp.132-143

Hwang, C. L., & K. Yoon (1981), Multiple attribute decision making: Methods and applications, Berlin: Springer

Jahanshahloo, G. R., F. H. Lotfi & M. Izadikhah (2006), Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data, Applied Mathematics and Computation, Vol.18 No.2, pp.1544–1551

Jee, D. H., & K. J. Kang (2000), A method for optimal material selection aided with decision making theory, Materials and Design, No.21, pp.199–206

Karuppusiam, G., Balaji, M., Sudhakaran, R. & Ashwini, A.C. (2011), "TADS" approach in supply chain agility, International Journal of Current Science Research, Vol. 1, pp. 213-216

Kidd, P. (2000), two definitions of agility, available at: www.CheshireHenbury.com

Kumar .A; Motwani, J, Deependra, M. & Ganesh, J. (1995), A methodology for assessing time based competitive advantage of manufacturing firms, International Journal of Operations &Production Management, Vol. 15 Iss.2, pp. 36-53

Liao, H. C. (2003), Using PCR-TOPSIS to optimize Taguchi's multi-response problem, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, No.22, pp.649–655

McGaughey, R. (1999), Internet Technology: Contributing to Agility in the Twenty-firse Century, International Journal of Agile Manufacturing system, pp. 7-13

Narasimhan, R., Swink, M. & Soo Wook, k.(2006), Disentangling leanness and agility: An empirical investigation, Journal of Operation Management, No. 24, pp. 440-457

Olson, D. L. (2004), Comparison of weights in TOPSIS models, Mathematical and Computer Modelling, No.40, pp.721–727

Opricovic, S. & G. H. Tzeng (2004), Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, No.156, pp.445–455

Percin, S.(2008). Fuzzy multi-criteria risk-benefit analysis of business process outsourcing (BPO). Information Management & Computer Security, Vol.3, pp. 213-234

Poolton, J., Ismail, H.S., Reid, I.R. & Arokiam, C.(2006), Agile marketing for the manufacturing-based SME, Marketing Intelligence & Planning, Vol.24 No.7, pp.681-693

Sanchez, L.M. & Nagi, R. (2001), A review of agile manufacturing systems, International Journal of Production Research, Vol. 39 No. 16, pp. 3561-600

Shahi, B., & Rajabzadeh, A. (2005). Investigating Dimensions of Organizational Agility Assessment in Government Organizations with the Information Technology Approach. Second International Conference on Information and Communication Technologies Management, (In Persian).

Sharifi, H. & Zhang, Z. (1999), A methodology for achieving agility in manufacturing organization, International Journal of Production Economics, Vol. 62, pp. 7-22

Shih, H.-S., H.J. Shyur & L. E. Stanley (2007), An extension of TOPSIS for group decision making, Mathematical and Computer Modelling, Vol.45 No.7–8, pp.801–813

Vazquez-Bustelo, D., Avella, L. & Fernandez, E. (2007), Agility drivers, enablers and outcomes: Empirical test of an integrated agile manufacturing model, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 27 No. 12, pp. 1303-1332

Vinodh, S., Devadasan, S.R., Vasudeva, R.B. & Ravichand, K.(2010), Agility index measurement using multi-grade fuzzy approach integrated in a 20 criteria agile model, International Journal of Production Research, Vol. 48 Iss.23, pp. 7159-7176

Vinodh, S., Prakash, N.H. & Selvan, K.E. (2011), Evaluation of agility in supply chains using fuzzy association rules mining. International Journal of Production Research, Vol. 1, Iss.11

Vinodh, S., Sundararaj, G., Devadasan, S.R., Maharaja, R., Rajanayagam, D. & Goyal, S.K. (2008), DESSAC: a decision support system for quantifying and analysing agility, International Journal of Production Research, Vol. 46 Iss.23, pp. 6759-6780

Vokurka, R. & Fliedner, G. (1998), The journey toward agility, Industrial Management & Data Systems, Vol. 98 No.4, pp.165-171

Wang, M. J. J., & T. C. Chang (1995), Tool steel materials selection under fuzzy environment, Fuzzy Sets and Systems, No.72, pp.263–270

Wang, Y.M. & T.M. Elhag(2006), Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment, Expert Systems with Applications, No. 31, pp.309–319

Wang,T.C & T.H,Chang(2007), Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment, Expert Systems with Applications, No. 33,pp870–880

White A, Daniel E.M. & Mohdzain, M. (2005), The role of emergent information technologies and systems in enabling supply chain agility, International Journal of Information Management, Vol. 25 Iss. 5, pp. 396 410

Yang, S.L. & Li, T.F. (2002), Agility evaluation of mass customization product manufacturing. Journal of Materials Processing Technology, Vol. 129, Iss.1-3, pp. 640-644

Yusuf, Y.Y. & Adeleye, E.O. (2002), A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in UK, International Journal of Production Research, Vol. 40 No. 17, pp. 4545-62

Yusuf, Y.Y., Sarhadi, M. & Gunasekaran, A. (1999), Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes, International Journal of Production Economics, Vol. 62 Iss, 1/2, pp. 33-43

Zain, M., Rose, R.C, Abdullah, I. & Masrom, M. (2005), The relationship between information technology acceptance and organizational agility in Malysia, Information & Management, Vol. 42 Iss. 6, pp. 829–839

Zelbst, P.J., Green, K.W., Abshire, R.D. & Sower, V.E. (2010), Relationships among market orientation, JIT, TQM, and agility, Industrial Management & Data Systems,Vol.110 Iss.5,pp.637- 658

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