

## «مدیریت بهره وری»

سال هفتم - شماره 26 - پاییز 1392

ص ص 41 - 15

تاریخ دریافت مقاله: 91/02/04

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: 92/06/18

## ارزیابی تولید چابک در گروه‌های مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی بر اساس قابلیت‌های چابکی به روش TOPSIS فازی<sup>1</sup>

دکتر سلیمان ایران زاده<sup>2\*</sup>

وحید فتاحی سرند<sup>3</sup>

عبدالوحید طاحونی<sup>4</sup>

### 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، 610 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

<sup>1</sup> - این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با همین نام به شماره 122333 و بودجه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبز به انجام رسیده است

<sup>2</sup> - عضو هیات علمی (دانشیار) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه مدیریت صنعتی، تبریز، ایران، نویسنده مسئول ([Dr.iranzadeh@yahoo.com](mailto:Dr.iranzadeh@yahoo.com))

<sup>3</sup> - عضو هیات علمی (مربی) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شبستر، گروه مدیریت، تبریز، ایران ([fattahi@iaushab.ac.ir](mailto:fattahi@iaushab.ac.ir))

<sup>4</sup> - دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه مدیریت صنعتی، ایران، تبریز ([vahidtahooni@hotmail.com](mailto: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 سیستم‌های 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 (وانگوز<sup>1</sup> و همکاران، 2007، 1304). تولید چابک یک مدل جدید تولیدی است که نتیجه تغییرات در محیط شرکت‌ها است (وکورکا و فلندر<sup>2</sup>، 1998؛ اسماعیل<sup>3</sup> و همکاران، 2006؛ یوسف و آدلیه<sup>4</sup>، 2002). صنعت تولید همواره با تغییر پارادایم روبرو بوده است. این تغییر از صنعت دستی به تولید انبوه سپس به تولید ناب و در عصر حاضر به تولید چابک در حال گذار بوده است (هرمزی<sup>5</sup>، 2001، 132-134؛ بورگس<sup>6</sup>، 1994، 23-34). هدف سیستم تولید چابک پیشی گرفتن یک شرکت از رقبای آن است (گونشکاران<sup>7</sup>، 2001، 25-49). 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 (1999) 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 نیازمندان (شهائی و رجبزاده، 1384، 9). این قابلیت‌ها چهار عنصر اصلی را در بر می‌گیرند که به عنوان مبنای حفظ و توسعه تولید چابک به شمار می‌روند. این قابلیت‌ها عبارتند از پاسخگویی، شایستگی،

<sup>1</sup>-Vazquez et al

<sup>2</sup>-Vokurka and Fliedner

<sup>3</sup>-Ismail et al

<sup>4</sup>-Yusuf & Adeleye

<sup>5</sup>-Hormozi

<sup>6</sup>-Burgess

<sup>7</sup>-Gunasekaran et al

انعطاف‌پذیری و سرعت (ناراسیمان<sup>1</sup> و همکاران، 2006، 440-457؛ مک گاگی<sup>2</sup>، 1399، 7-13). پولتن<sup>3</sup> و همکاران (2006) 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، 2006، 681-693). 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 آذربایجان شرقی 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 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

<sup>1</sup>-Narasimhan et al

<sup>2</sup>-McGaughey

<sup>3</sup>-Poolton et al

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: 1- این شیوه‌ها ابهام مرتبط با قضاوت‌های افراد و تغییرات ارزش آن‌ها را هنگام انتقال به اعداد نادیده می‌گیرند؛ 2- قضاوت ذهنی، انتخاب و اولویت‌ارزیابی-کنندگان تأثیر زیادی روی نتایج این روش‌ها دارد. اما منطق فازی ابزار مفیدی را برای برخورد با مسائل مبهم و سرپیسته 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 کرده‌اند و نظریات مختلفی در رابطه با آن ارائه شده است (چارلز<sup>1</sup> و همکاران، 2010، 724) از اواخر دهه 1980 تا اواسط دهه 1990، 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 1991 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 آن‌ها ارائه می‌شد ناتوان بودند و این ناتوانی در تطبیق با شرایط تغییر، ممکن بود در بلندمدت باعث ورشکستگی و ناکامی‌شان شود (هرمزی، 2001، 133). 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 یا کوکا<sup>2</sup> منتشر و به همگان معرفی شد. بلافاصله بعد از آن، عبارت تولید چابک به طور مشترک با انتشار این گزارش مورد استفاده عمومی قرار گرفت (گونشکاران و همکاران، 2001، 25-49).

<sup>1</sup>-Charles et al

<sup>2</sup>-Iacocca Institute

- دلایل اهمیت تولید چابک و نیاز سازمان‌ها به چابکی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود (گاروال<sup>1</sup> و همکاران، 2007، 452-470):
- 1- کوتاه‌مدت بودن فرصت‌های موجود در بازار؛
  - 2- وجود نداشتن تمامی قابلیت‌های مورد نیاز یک سازمان مستقل جهت ارائه سریع یک محصول جدید به بازار؛
  - 3- غیر قابل پیش‌بینی بودن تغییرات مداوم در سطح بازارها؛
  - 4- 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 آن‌ها از چابکی به عنوان یک پارادایم جدید تولیدی یاد می‌کنند (بسانت و براون<sup>2</sup>، 2003؛ بورگس، 1994؛ یوسف و همکاران، 1999؛ زانگ و شریفی<sup>3</sup>، 2000؛ سانچز و نقی<sup>4</sup>، 2001). 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<sup>5</sup> و همکاران، 2005). ناراسیمان و همکاران (2006) 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 است، پاسخگویی سریع است (زلس<sup>6</sup> و همکاران، 2010، 640). 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.

<sup>1</sup>-Agarwal et al

<sup>2</sup>-Brown & Bessant

<sup>3</sup>-Zhang & Sharifi

<sup>4</sup>-Sanchez & Nagi

<sup>5</sup>-White et al

<sup>6</sup>-Zelbst et al

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، 2007). زین و همکاران<sup>1</sup> (2005) 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<sup>2</sup> (2000) سازمانی را چابک می‌دانند که با بینشی وسیع از نظم جدید دنیای کسب و کار، و با کوله‌باری از قابلیت‌ها و توانایی‌ها، تلاطم‌های محیطی را جذب می‌نماید و به صورت پیش‌کنشی 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 گیاجتی<sup>3</sup> (2004) چابکی را توانایی یک سازمان برای تطابق با تغییر و بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌هایی که در پی وقوع تحول نمایان می‌گردد، می‌دانند. کاید (2000) 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 نسامندی‌های 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 ترتیب 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 مزیت از این تغییرات به عنوان فرصت، نیز مرتبط است. به منظور فراهم آوردن پاسخ‌گویی شرکت‌ها باید در چندین حوزه مثل، توسعه 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 (1999)، قابلیت‌هایی که سازمان‌های چابک بایستی داشته باشند تا توانایی واکنش مناسب و پاسخ‌گویی به تغییرات محیطی پیرامون کسب و کار خود را داشته باشند؛ در چهار طبقه اصلی به صورت زیر قرار می‌گیرند:

<sup>1</sup>-Zain et a

<sup>2</sup>-Zhang, & Sharifi

<sup>3</sup>-Arteta & Giachetti

1- 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 آن‌ها بر سیستم
- بهره‌گیری و بهبود از طریق تغییرات

2- 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 فناوریانه 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

3- 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

4- 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 (1995) 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<sup>1</sup> (2002) 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 گیاجتی<sup>2</sup> (2004) 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<sup>3</sup> (2008) در تحقیقی یک سیستم پشتیبان تصمیم برای ارزیابی چابکی ارائه نموده‌اند. اراند و ورما<sup>4</sup> (2008) 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 (2010) مدلی فازی برای ارزیابی چابکی بر اساس بیست شاخص ارائه نموده‌اند. وینود و همکاران (2011) در تحقیقی دیگری اقدام به ارزیابی چابکی زنجیره تأمین بر پایه قوانین فازی نموده‌اند. کاروپوسام و همکاران<sup>5</sup> (2011) از مدلی به نام سیستم جامع طراحی چابکی<sup>6</sup> 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

<sup>1</sup>-Yang & Li

<sup>2</sup>-Arteta & Giachetti

<sup>3</sup>-Vinodh et al

<sup>4</sup>-Erande & Verma

<sup>5</sup>-Karuppusiam et al

<sup>6</sup>-Total Agile Design System



متوسط استان آذربایجان شرقی تشکیل می‌دهند که در مدل فازی به عنوان گزینه یا آلترناتیو، اقدام به رتبه‌بندی آنها بر اساس قابلیت‌های چابکی می‌نماییم (جدول (1)). تعداد این گروه‌ها بر اساس آمار سازمان صنایع و معادن استان و همچنین واحدهای فعال، 20 گروه صنعتی با 1373 واحد تعیین شده است.

جدول (1): افزایش‌یابی گزینه‌ها

کد	نام گروه صنعتی	کد	نام گروه صنعتی
A <sub>11</sub>	ماشین‌آلات و تجهیزات	A <sub>1</sub>	گروه مواد غذایی و آشامیدنی
A <sub>12</sub>	ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی	A <sub>2</sub>	منسوجات
A <sub>13</sub>	رادیو و تلویزیون	A <sub>3</sub>	پوشاک
A <sub>14</sub>	وسایل نقلیه موتوری	A <sub>4</sub>	چوب و محصولات چوبی
A <sub>15</sub>	سایر تجهیزات حمل و نقل	A <sub>5</sub>	کاغذ و محصولات کاغذی
A <sub>16</sub>	مبل‌مان و سایر محصولات	A <sub>6</sub>	مواد و محصولات شیمیایی
A <sub>17</sub>	کامپیوتر و فعالیت‌های وابسته	A <sub>7</sub>	لاستیک و پلاستیک
A <sub>18</sub>	تحقیق و توسعه	A <sub>8</sub>	کانی غیر فلزی
A <sub>19</sub>	وسایل آموزش	A <sub>9</sub>	فلزات اساسی
A <sub>20</sub>	سایر فعالیت‌های کسب و کار	A <sub>10</sub>	فلزات فابریکی

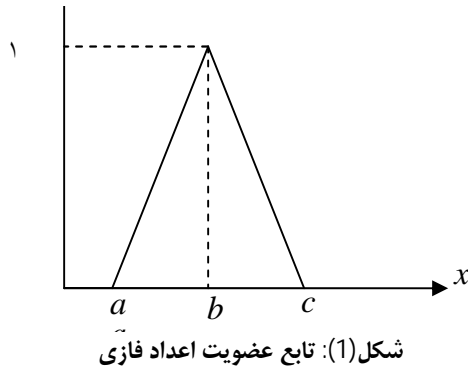
نمونه آماری با استفاده از رابطه تعیین حجم نمونه در جامعه‌های محدود، 601 واحد تعیین شده است که به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبی این 601 واحد در بین 20 گروه صنعتی تسهیم شده است.

برای جمع‌آوری داده‌ها نیز در این تحقیق از پرسشنامه محقق ساخته که بر اساس قابلیت‌های چابکی شریفی و ژانگ (1991) 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، 0/81 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 آن‌ها با اعداد فازی بیان می‌گردد و در این میان پرکاربردترین اعداد فازی، اعداد فازی مثلثی و اعداد فازی ذوزنقه‌ای می‌باشند

(وانگ و الینگ<sup>1</sup>، 2006، 310). لذا در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است. یک عدد فازی مثلثی بصورت  $(abc)$  تعریف می‌گردد. شکل (1) تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی را نشان می‌دهد.

$$m_A(x)$$



## TOPSIS فازی

روش TOPSIS فازی به عنوان یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره محسوب می‌گردد. ایده اصلی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی<sup>2</sup> (FMCDM) توسط بلمان و زاده<sup>3</sup> (1970) 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<sup>4</sup> در سال 1981 معرفی گردیده است (پرسین<sup>5</sup>، 2008، 218). 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<sup>6</sup>، 2004؛

<sup>1</sup>-Wang & Elhag

<sup>2</sup>-Fuzzy Multi-Criteria Decision Making

<sup>3</sup>-Bellman and Zadeh

<sup>4</sup>-Hwang & Yoon

<sup>5</sup>-Percin

<sup>6</sup>-Opricovic & Tzeng

السن<sup>1</sup>، 2004؛ چنگ<sup>2</sup> و همکاران، جی و کنگ<sup>3</sup>، 2000؛ لیا<sup>4</sup>، 2003؛ گاروال و همکاران، 1991؛ ابوسینا و امیر<sup>5</sup>، 2005). 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<sup>6</sup> و همکاران، 2006، 1544-1551؛ گوموش<sup>7</sup>، 2009، 4070؛ شی<sup>8</sup>، 2007، 801-813). مراحل روش TOPSIS فازی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود.

### گام یک: تعیین اوزان شاخص‌ها؛

در این تحقیق برای تعیین اهمیت شاخص‌ها و تعیین اوزان مربوطه از روش، متغیرهای کلامی و اعداد فازی پیشنهادی توسط وانگ و چانگ (1995) استفاده شده است. شکل (2) و جدول (2) متغیرهای کلامی و اعداد فازی مربوطه را نشان می‌دهد. این روش برای تعیین اوزان شاخص‌ها توسط وانگ و چانگ (1995) و (2007)، چن<sup>9</sup> (2000) و وانگ و الحق<sup>10</sup> (2006) استفاده شده است.

---

<sup>1</sup>-Olson

<sup>2</sup>-Cheng et al

<sup>3</sup>-Jee & Kang

<sup>4</sup>-Liao

<sup>5</sup>-Abo-Sinna & Amer

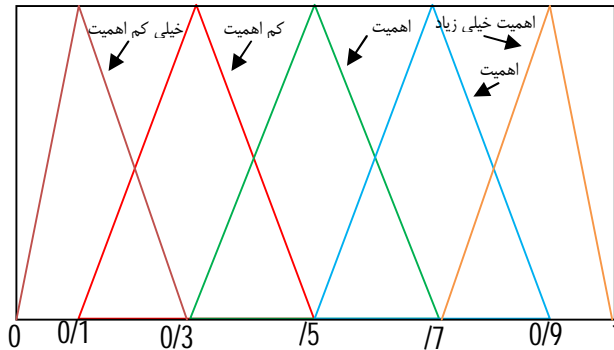
<sup>6</sup>-Jahanshahloo et al

<sup>7</sup>-Gumus

<sup>8</sup>-Shih

<sup>9</sup>-Chen

<sup>10</sup>-Wang & Elhag



شکل (2): تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی معادل برای تعیین وزن شاخص‌ها

جدول (2): متغیرهای کلامی و اعداد فازی معادل جهت تعیین وزن شاخص‌ها

متغیر کلامی	عدد فازی
خیلی کم	(0/0 0/1 0/3)
کم	(0/1 0/3 0/5)
متوسط	(0/3 0/5 0/7)
زیاد	(0/5 0/7 0/9)
بسیار زیاد	(0/7 0/9 1/0)

Source: Wang & Chang, 1995; 2007

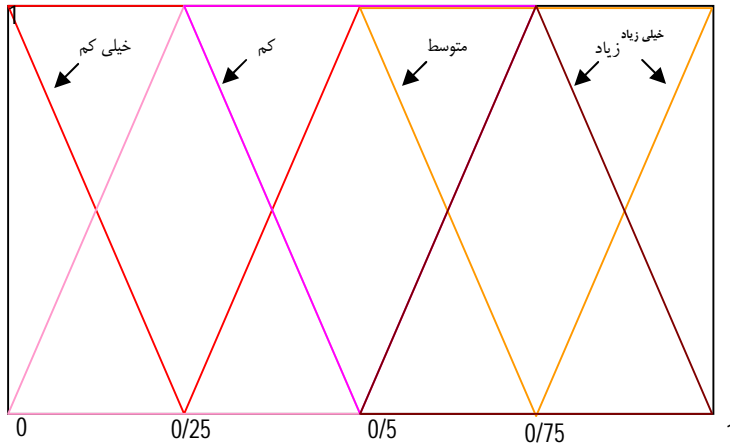
### گام دوم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی؛

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

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \mathbf{L} & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \mathbf{M} \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \mathbf{L} & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \mathbf{L} & \tilde{X}_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ \tilde{X}_{m1} & \tilde{X}_{m2} & \mathbf{L} & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix} & & & \end{matrix}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$$

رابطه (1)

که در آن  $A_1, A_2, \dots, A_m$  نشان دهنده گزینه‌ها،  $C_1, C_2, \dots, C_n$  نشان دهنده شاخص‌ها می‌باشد و  $\tilde{x}_{ij}$  نشان دهنده ارزش فازی گزینه  $i$ ام، 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 (3) و شکل (3) نشان داده شده‌اند.



شکل (3): تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی معادل برای ارزش گذاری گزینه‌ها

جدول (3): متغیرهای کلامی و اعداد فازی معادل جهت ارزش گذاری گزینه‌ها (امتیازدهی)

متغیر کلامی	عدد فازی
خیلی کم	(0 0 0/25)
کم	(0 0/25 0/5)
متوسط	(0/25 0/5 0/75)
زیاد	(0/5 0/75 1)
خیلی زیاد	(0/75 1 1)

**گام سوم:** تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده ماتریس تصمیم‌گیری؛

تشکیل ماتریس بی‌مقیاس<sup>1</sup> شده ماتریس تصمیم‌گیری، به صورت رابطه (2) که با استفاده از روابط (3) و (4)، انجام می‌گیرد. رابطه (3) برای بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌ها با جنبه مثبت و رابطه (4) برای بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌ها با جنبه منفی بکار می‌رود.

<sup>1</sup>-Normalize

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه (2)}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), c_j^+ = \max c_{ij} \quad \text{رابطه (3)}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}^-}{c_{ij}^-}, \frac{a_{ij}^-}{b_{ij}^-}, \frac{a_{ij}^-}{a_{ij}^-} \right), a_{ij}^- = \min a_{ij} \quad \text{رابطه (4)}$$

گام چهارم: محاسبه و تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون؛

ماتریس بی‌مقیاس موزون به صورت رابطه (5)، با استفاده از رابطه (6) تشکیل می‌گردد.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه (5)}$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \quad \text{رابطه (6)}$$

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

ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر شاخص با استفاده از روابط (7) و (8) تعیین می‌گردد.

$$\tilde{v}_j^+ = \{ (\max \tilde{v}_{ij} | j \in J) | i = 1, \dots, m \} \quad \text{رابطه (7)}$$

$$\tilde{v}_j^- = \{ (\min \tilde{v}_{ij} | j \in J) | i = 1, \dots, m \} \quad \text{رابطه (8)}$$

با توجه به اینکه بازه امتیازدهی به گزینه‌ها بین 0 و 1 قرار دارد. بنابراین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به صورت دو عدد فازی (1 1 1) و (0 0 0) 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 (9) و (10) انجام می‌گیرد.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه (9)}$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه (10)}$$

که در آن  $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{ij}^m)$  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 (11) محاسبه می‌گردد.

$$d(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2]} \quad \text{رابطه (11)}$$

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

نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه (12) محاسبه می‌گردد.

$$cc_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه (12)}$$

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 (13) محاسبه شده است.

$$(m_a^1, m_b^1, m_c^1) \\ (m_a^2, m_b^2, m_c^2), \text{fuzzyaverage} = \left( \frac{m_a^1 + m_a^2 + \mathbf{L}m_a^n}{n}, \frac{m_b^1 + m_b^2 + \mathbf{L}m_b^n}{n}, \frac{m_c^1 + m_c^2 + \mathbf{L}m_c^n}{n} \right)$$

**M**

$$(m_a^n, m_b^n, m_c^n)$$

رابطه (13)

## 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 آن‌ها از استادان مدیریت بوده و سابقه تدریس موضوعات مرتبط با موضوع مقاله را داشته‌اند، خواسته شده است تا اهمیت 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 (13) و با استفاده از متغیرهای کلامی و اعداد فازی مربوطه در جدول (2) و شکل (2) انجام گرفته، در جدول (4) نشان داده شده است.

جدول (4): نتایج مربوط به تعیین اوزان شاخص‌ها

شاخص‌ها				خبرگان
$C_4$	$C_3$	$C_2$	$C_1$	
زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خبره 1
خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خبره 2
زیاد	کم	متوسط	زیاد	خبره 3
خیلی زیاد	زیاد	کم	زیاد	خبره 4
خیلی زیاد	زیاد	زیاد	متوسط	خبره 5
زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خبره 6
خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	خبره 7
زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خبره 8
زیاد	خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خبره 9
خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خبره 10
(0/600 0/800 0/950)	(0/480 0/670 0/860)	(0/520 0/710 0/870)	(0/560 0/760 0/920)	میانگین فازی
0/783	0/670	0/700	0/747	قطعی

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 (5) 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 (3) و شکل (3) 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 (13) 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 (5): ماتریس تصمیم‌گیری فازی

کد	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	(0/211 0/422 0/720)	(0/333 0/724 0/981)	(0/321 0/651 0/894)	(0/391 0/ 6020/766)
A <sub>2</sub>	(0/411 0/623 0/888)	(0/291 0/632 0/972)	(0/314 0/644 0/953)	(0/364 0/631 0/844)
A <sub>3</sub>	(0/231 0/542 0/841)	(0/254 0/408 0/924)	(0/254 0/621 0/843)	(0/207 0/611 0/845)
A <sub>4</sub>	(0/241 0/452 0/742)	(0/194 0/412 0/729)	(0/321 0/632 0/861)	(0/304 0/561 0/945)
A <sub>5</sub>	(0/291 0/574 0/851)	(0/236 0/422 0/836)	(0/255 0/472 0/906)	(0/321 0/623 0/904)
A <sub>6</sub>	(0/313 0/524 0/887)	(0/206 0/478 0/865)	(0/366 0/566 0/944)	(0/391 0/544 0/874)
A <sub>7</sub>	(0/222 0/404 0/804)	(0/304 0/544 0/874)	(0/243 0/548 0/864)	(0/231 0/594 0/932)
A <sub>8</sub>	(0/321 0/514 0/924)	(0/295 0/412 0/845)	(0/409 0/632 0/842)	(0/556 0/850 0/925)
A <sub>9</sub>	(0/307 0/409 .791)	(0/193 0/333 0/821)	(0/354 0/555 0/766)	(0/365 0/607 0/756)
A <sub>10</sub>	(0/364 0/574 0/904)	(0/249 0/458 0/903)	(0/358 0/602 0/943)	(0/387 0/666 0/954)
A <sub>11</sub>	(0/371 0/542 0/927)	(0/304 0/495 0/855)	(0/244 0/574 0/745)	(0/347 0/547 0/923)
A <sub>12</sub>	(0/193 0/308 0/742)	(0/208 0/503 0/864)	(0/299 0/468 0/903)	(0/294 0/654 0/849)
A <sub>13</sub>	(0/198 0/392 0/842)	(0/283 0/489 0/893)	(0/301 0/567 0/888)	(0/403 0/541 0/753)
A <sub>14</sub>	(0/231 0/403 0/879)	(0/191 0/507 0/904)	(0/406 0/594 0/837)	(0/324 0/531 0/953)
A <sub>15</sub>	(0/214 0/421 0/845)	(0/201 0/444 0/931)	(0/309 0/608 0/806)	(0/341 0/564 0/932)
A <sub>16</sub>	(0/197 0/321 0/791)	(0/281 0/602 0/911)	(0/387 0/622 0/761)	(0/294 0/484 0/777)
A <sub>17</sub>	(0/307 0/621 0/908)	(0/274 0/499 0/867)	(0/261 0/551 0/794)	(0/247 0/446 0/759)
A <sub>18</sub>	(0/247 0/506 0/944)	(0/267 0/511 0/911)	(0/324 0/592 0/847)	(0/231 0/477 0/805)
A <sub>19</sub>	(0/238 0/532 0/899)	(0/309 0/612 0/923)	(0/346 0/590 0/839)	(0/329 0/510 0/893)
A <sub>20</sub>	(0/241 0/524 0/842)	(0/245 0/547 0/852)	(0/321 0/547 0/826)	(0/632 0/796 0/933)

پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، در مرحله بعدی با استفاده از رابطه (3)، ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس شده و سپس با استفاده از رابطه (6) 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 (6) نشان دهنده ماتریس بی‌مقیاس موزون می‌باشد.

جدول (6): ماتریس بی‌مقیاس موزون

کد	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	(0/125 0/339 0/701)	(0/176 0/531 0/870)	(0/168 0/464 0/806)	(0/245 0/504 0/762)
A <sub>2</sub>	(0/243 0/501 0/865)	(0/154 0/463 0/862)	(0/164 0/459 0/860)	(0/228 0/529 0/840)
A <sub>3</sub>	(0/137 0/436 0/819)	(0/134 0/299 0/819)	(0/133 0/443 0/760)	(0/130 0/512 0/841)
A <sub>4</sub>	(0/142 0/363 0/723)	(0/102 0/302 0/646)	(0/168 0/450 0/776)	(0/191 0/470 0/941)
A <sub>5</sub>	(0/172 0/462 0/829)	(0/125 0/309 0/741)	(0/133 0/336 0/817)	(0/201 0/522 0/900)
A <sub>6</sub>	(0/185 0/421 0/864)	(0/109 0/350 0/767)	(0/192 0/403 0/851)	(0/245 0/456 0/870)
A <sub>7</sub>	(0/131 0/325 0/783)	(0/161 0/399 0/775)	(0/127 0/391 0/779)	(0/145 0/498 0/928)
A <sub>8</sub>	(0/190 0/435 0/900)	(0/156 0/302 0/749)	(0/214 0/450 0/759)	(0/349 0/712 0/921)
A <sub>9</sub>	(0/182 0/329 0/770)	(0/102 0/244 0/728)	(0/185 0/396 0/691)	(0/229 0/509 0/752)
A <sub>10</sub>	(0/215 0/462 0/881)	(0/131 0/336 0/800)	(0/187 0/429 0/850)	(0/243 0/558 0/950)
A <sub>11</sub>	(0/220 0/436 0/903)	(0/161 0/363 0/758)	(0/128 0/409 0/672)	(0/218 0/458 0/919)
A <sub>12</sub>	(0/114 0/247 0/723)	(0/110 0/369 0/766)	(0/156 0/333 0/814)	(0/184 0/548 0/845)
A <sub>13</sub>	(0/117 0/315 0/820)	(0/150 0/358 0/791)	(0/157 0/404 0/801)	(0/253 0/453 0/749)
A <sub>14</sub>	(0/137 0/324 0/856)	(0/101 0/372 0/801)	(0/213 0/423 0/755)	(0/203 0/445 0/949)
A <sub>15</sub>	(0/126 0/338 0/823)	(0/106 0/325 0/825)	(0/162 0/433 0/727)	(0/214 0/472 0/928)
A <sub>16</sub>	(0/116 0/258 0/770)	(0/148 0/441 0/807)	(0/203 0/443 0/686)	(0/184 0/405 0/773)
A <sub>17</sub>	(0/182 0/499 0/884)	(0/145 0/366 0/758)	(0/136 0/393 0/716)	(0/155 0/374 0/755)
A <sub>18</sub>	(0/146 0/407 0/920)	(0/141 0/375 0/807)	(0/169 0/422 0/764)	(0/145 0/400 0/801)
A <sub>19</sub>	(0/141 0/428 0/876)	(0/163 0/449 0/818)	(0/181 0/420 0/757)	(0/206 0/427 0/889)
A <sub>20</sub>	(0/142 0/421 0/820)	(0/129 0/401 0/755)	(0/168 0/390 0/745)	(0/397 0/667 0/929)

پس از تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون، در مرحله بعدی بایستی ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی را با استفاده از روابط (7) و (8) تعیین نمود؛ همانگونه که در گام پنجم بخش 4 گفته شد، با توجه به اینکه بازه امتیازدهی به گزینه‌ها بین 0 و 1 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 (1 1 1) و (0 0 0) 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 (9) و (10) انجام گرفته و نتایج در جداول (7) و (8) نشان داده شده است.

جدول (7): فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت

2/221	$d_2^+$	2/328	$d_1^+$
2/472	$d_4^+$	2/448	$d_3^+$
2/360	$d_6^+$	2/417	$d_5^+$
2/204	$d_8^+$	2/457	$d_7^+$
2/280	$d_{10}^+$	2/478	$d_9^+$
2/508	$d_{12}^+$	2/369	$d_{11}^+$
2/422	$d_{14}^+$	2/439	$d_{13}^+$
2/463	$d_{16}^+$	2/446	$d_{15}^+$
2/437	$d_{18}^+$	2/439	$d_{17}^+$
2/244	$d_{20}^+$	2/351	$d_{19}^+$

جدول (8): فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل منفی

2/325	$d_2^-$	2/146	$d_1^-$
2/036	$d_4^-$	2/139	$d_3^-$
2/196	$d_6^-$	2/155	$d_5^-$
2/290	$d_8^-$	2/130	$d_7^-$
2/307	$d_{10}^-$	1/956	$d_9^-$
2/049	$d_{12}^-$	2/154	$d_{11}^-$
2/179	$d_{14}^-$	2/074	$d_{13}^-$
2/014	$d_{16}^-$	2/147	$d_{15}^-$
2/145	$d_{18}^-$	2/068	$d_{17}^-$
2/233	$d_{20}^-$	2/209	$d_{19}^-$

در نهایت میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه (12) محاسبه شده است. میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل عددی بین 0 و 1 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 (9) نشان داده شده است.

جدول (9): میزان نزدیکی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل

رتبه	$CC_i$	گزینه	رتبه	$CC_i$	گزینه
8	0/476	A <sub>11</sub>	7	0/479	A <sub>1</sub>
19	0/4496	A <sub>12</sub>	1	0/511	A <sub>2</sub>
15	0/459	A <sub>13</sub>	13	0/466	A <sub>3</sub>
9	0/473	A <sub>14</sub>	17	0/451	A <sub>4</sub>
12	0/467	A <sub>15</sub>	10	0/471	A <sub>5</sub>
18	0/4499	A <sub>16</sub>	6	0/482	A <sub>6</sub>
16	0/458	A <sub>17</sub>	14	0/464	A <sub>7</sub>
11	0/468	A <sub>18</sub>	2	0/509	A <sub>8</sub>
5	0/484	A <sub>19</sub>	20	0/441	A <sub>9</sub>
4	0/498	A <sub>20</sub>	3	0/502	A <sub>10</sub>

بر اساس اطلاعات جدول (9) 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 0/489 (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 فاز، اقدام به ارزیابی تولید چابک در گروه‌های مختلف صنایع کوچک و متوسط استان آذربایجان شرقی و رتبه بندی آن‌ها 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 آذربایجان شرقی 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 0/5 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 (9) نشان می‌دهد که به جز سه گروه صنعتی منسوجات، کانی غیر فلزی و فلزات فابریکی که فاصله هر یک از آن‌ها از وضعیت تولید چابک به نسبت بقیه از 0/5 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 1- قضاوت ذهنی، انتخاب و اولویت‌ارزیابی‌کنندگان را برای برخورد با مسائل مبهم و سرپیسته فراهم می‌آورد. 2- به دلیل مفهوم چند بعدی چابکی و اینکه کدام مؤلفه‌ها و یا شاخص‌هایی به منظور اندازه‌گیری آن انتخاب شود، روش به کار گرفته شده این امکان را فراهم می‌آورد که تأثیر همه شاخص‌ها را به صورت یک‌جا در اندازه‌گیری و رتبه‌بندی سازمان‌ها بر اساس تولید چابک مد نظر قرار دهیم. بنابراین پیشنهاد می‌گردد تا در تحقیقات بعدی از سایر شاخص‌ها 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.

## منابع:

- شهائی، بهنام و رجب زاده، علی(1384)، بررسی ابعاد ارزیابی چابکی سازمانی در سازمان‌های دولتی با رویکرد فناوری اطلاعات، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات، اسفندماه.
- 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 Operations & Production 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 Journal*, 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](http://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-first 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
  - 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 Malaysia, *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

