

# تحلیل پوششی داده‌ها (DEA): رویکردی نوین در ارزیابی چابکی سازمان‌ها

لعیا الفت<sup>۱\*</sup>، سید محمود زنجیری<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه مدیریت دانشکده حسابداری و مدیریت دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران  
۲- دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

پذیرش: ۸۷/۴/۳۰

دریافت: ۸۶/۸/۱۳

## چکیده

با ظهور عصر جدید کسب و کار که تغییر را به عنوان یکی از خصوصیات اصلی با خود دارد، تضمین موفقیت و بقای سیستم‌های تولید، سخت‌تر می‌شود. در تقابل با این شرایط متغیر، سیستم تولید چابک به عنوان پیشرفته‌ترین سیستم یا به عبارتی پارادایم تولید، امروزه در حال ارائه خود به دنیای تولید است و در این راستا توسعه متدهای ارزیابی چابکی بنگاه‌ها نیز اهمیت ویژه‌ای یافته است. شیوه‌های سنجش چابکی اساساً دارای یک نقص کلی هستند و آن عدم توجه به میزان نیازمندی به چابکی، برای ارزیابی و مقایسه چابکی بنگاه‌ها با بنگاه‌های دیگر می‌باشد. در واقع شدت تغییرات محیطی و تلاطم نیازمندی‌های مشتریان، تعیین‌کننده میزان نیاز به چابکی برای بنگاه‌ها می‌باشد و با توجه به ماهیت و اندازه متفاوت این تغییرات برای سازمان‌های مختلف، سطح مطلوب چابکی برای آن‌ها متفاوت خواهد بود. بنابراین شیوه‌های ارزیابی باید میزان چابکی را به صورت قدرت پاسخگویی مناسب به این تغییرات مورد سنجش قرار دهند. در این مقاله با هدف رفع این نقیصه، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها با تعریف ورودی‌ها و خروجی‌های چابکی، برای ارزیابی چابکی بنگاه‌های تولیدی تعدیل شده است. در پایان این مدل اندازه‌گیری برای ارزیابی چابکی ۲۰ بنگاه تولیدی از ۵ صنعت مختلف به کار گرفته شد و چابکی نسبی بنگاه‌ها و نیز میزان بهبود در خروجی‌ها به منظور رسیدن به مرز کارایی سازمان‌های مختلف از نظر چابکی، تعیین و مسیر بهبود برای آن‌ها ترسیم شد.

**کلیدواژه‌ها:** چابکی سازمانی، چابکی نسبی، تحلیل پوششی داده‌ها، اندازه‌گیری چابکی.

## ۱- مقدمه

با ثبات‌ترین مشخصه‌ای که می‌توان برای دنیای کنونی کسب و کار معرفی نمود، همانا «تغییر مداوم و عدم اطمینان» حاکم بر آن است. کوتاه شدن فزاینده دوره‌های تولید، خود گواهی بر این ادعاست. اگر دوره تولید دستی صدها سال ادامه داشت، تولید انبوه، تنها از زمان انقلاب صنعتی (دهه ۷۰ قرن هجدهم) تا انقلاب کیفیت (تولید ناب<sup>۱</sup> در دهه ۷۰، تولید بهنگام<sup>۲</sup> در دهه ۸۰) رویکرد غالب تولید در دنیا بود و تولیدهای ناب و بهنگام عمری به مراتب کوتاه‌تر و تنها قریب به چند دهه داشتند. دنیای امروز تولید بنابر تحقیقات محققان دانشگاه لی‌های<sup>۳</sup> در سال ۱۹۹۱، در حال تجربه کردن پارادایمی نوین به نام چابکی است که رفته‌رفته به عنوان مناسب‌ترین شیوه رقابتی برای سازمان‌ها در قرن حاضر رخ می‌نماید و جایگزین پارادایم ناب می‌گردد. در آغاز قرن بیست و یک، جهان در تمام جوانب با تغییرات قابل توجهی روبه‌رو گشته است، به‌ویژه تغییرات شگرف در کانال‌های ارتباطی، گسستن و شکستن مرزهای جغرافیایی و سازمانی و نوآوری‌های تکنولوژیک، افزایش تقاضا و بالا رفتن انتظارات مشتریان و شکسته شدن بازارهای کلان به بازارهای کوچک‌تر و محدودتر، که این تغییرات، بقای سازمان‌ها را منوط به بازبینی عمده‌ای در اولویت‌ها و چشم‌انداز استراتژیک آن‌ها نموده است [۱، صص ۴۹۶-۵۱۲]. چابکی به عنوان پارادایم نوین تولید برای مقابله با چنین شرایطی توسط محققین دانشگاه لی‌های به دنیای تولید توصیه گردید. آرتتا و گیاجتی چابکی را توانایی یک سازمان برای وفق یافتن با تغییر و حتی شناسایی و بهره‌گیری مؤثر از فرصت‌هایی می‌دانند که در اثر تغییر به‌وجود می‌آید [۲، صص ۴۹۵-۵۰۳]. کریستوفر در تعریفی مشابه چابکی را به عنوان توانایی یک سازمان در پاسخ سریع به تغییرات تقاضا از نظر حجم و تنوع معرفی می‌کند [۳، صص ۳۷-۴۴].

با جهت‌گیری تحقیقات مدیریت عملیات به طرف مفاهیم چابکی، طبعاً تلاش‌های بسیاری نیز برای توسعه ابزاری اندازه‌گیری و سنجش چابکی سازمان‌ها صورت گرفت؛ زیرا برای هرگونه تحلیل و برنامه‌ریزی و سپس کنترل (که از عناصر اصلی مدیریت هستند)، وجود شیوه‌ای مستدل و مدون برای ارزیابی مفاهیم از الزامات اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا شیوه‌های

---

1. Lean  
2. Just in Time  
3. Lehigh University

متنوعی برای سنجش چابکی سازمانی توسط محققین پیشنهاد شد که از آن جمله می‌توان به روش‌های فازی، تحلیل‌های سلسله مراتبی زوجی و روش شاخص تجمعی اشاره نمود [۴]، صص ۲۸۵-۲۹۹؛ ۵، صص ۳۵۳-۳۶۸]. اما در تمامی این موارد، تنها توانمندی‌های چابکی سازمان‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و میزان نیاز واقعی سازمان‌ها به چابکی در این مدل‌ها مورد غفلت واقع شده است؛ در حالی که این الزامات و شرایط محیطی است که تعیین‌کننده میزان نیاز به چابکی سازمان‌هاست. براساس تعاریف ارائه شده، چابکی توانایی پاسخگویی سریع به تغییرات می‌باشد و از آنجا که هر سازمان با سطح تغییرات متفاوتی نسبت به بقیه سازمان‌ها مواجه است، سطح چابکی مطلوب برای آن نیز با بقیه متفاوت خواهد بود. بنابراین میزان توانمندی‌های چابکی سازمان‌ها باید در تقابل با شدت تغییرات محیطی و تلاطم بازار آن‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. در این مقاله با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک رویکرد سیستمی، تلاش می‌شود مدلی برای ارزیابی کارایی سازمان‌ها از نظر چابکی (چابکی نسبی)، با لحاظ نمودن ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم چابکی سازمانی ارائه شود. بدین منظور ابتدا مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها تعیین و پس از آن ورودی‌ها و خروجی‌های چابکی برای عملیاتی‌سازی مدل، از ادبیات تحقیق استخراج می‌شوند. به منظور بررسی بیشتر مدل، اطلاعات ورودی‌ها و خروجی‌های تبیین‌شده از ۲۰ شرکت تولیدی اخذ و چابکی نسبی آن‌ها مورد مقایسه و تحلیل قرار می‌گیرد. ادامه مقاله بدین صورت سازماندهی شده است:

در بخش ۲ تاریخچه، مفهوم و شیوه‌های ارزیابی چابکی موجود در ادبیات تحقیق، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش ۳ به توضیح تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و تبیین جایگاه آن در ارزیابی چابکی پرداخته و در انتها ورودی‌ها و خروجی‌های چابکی برای به‌کارگیری در تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، از ادبیات تحقیق استخراج می‌شود. یک مطالعه برای ارزیابی چابکی صنایع تولیدی منتخب استان یزد در بخش ۴ شفاف‌کننده شیوه ارزیابی چابکی با رویکرد سیستمی خواهد بود و در نهایت، بخش ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات بر مبنای نتایج مستخرج از تحقیق را ارائه می‌دهد.

## ۲- چابکی سازمانی و روش‌های ارزیابی آن

آمریکا و بسیاری از کشورهای اروپایی که در پذیرفتن اصول تولید بهنگام و ناب در زمان

ظهور آن‌ها، اهمال کرده بودند، با مشاهده اثرات بی توجهی به پارادایم‌های حاکم بر تولید در ابتدای زمان مطرح شدن آن‌ها، مطالعاتی را بر روی ویژگی‌های سیستم تولید مناسب برای عصر حاضر انجام داده‌اند. ناچل و داو، مطالعات گروه مشاورین بوستون، گروه مشاورین ایالات متحده در رقابت‌پذیری و کمیته بهره‌وری صنعتی در دانشگاه ام.آی.تی را نمونه از مطالعاتی با همین استراتژی معرفی می‌کنند [۶، ص ۴۵].

در این راستا برای تحقیق بر روی ویژگی‌های سازمان موفق در هزاره سوم، دانشگاه لی‌های با حمایت مالی نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا به همراه مؤسسه آی‌کوا<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۱ مطالعاتی بر روی ۱۳ سازمان تولیدکننده بزرگ مانند جنرال موتور، جنرال الکتریک، آی.بی.ام، تگزاس اینسترومنت و ... انجام دادند. در ادامه این تحقیق بیش از صد سازمان دیگر نیز مورد مطالعه قرار گرفتند. نتیجه این تحقیقات که «مطالعه مؤسسات تولیدی در قرن ۲۱» نامگذاری شد، در کتاب *Agile Competitors & Virtual Organization* در سال ۱۹۹۵ منتشر شد [۷، ص ۳۸۳].

پس از انتشار کتاب مذکور، تحقیقات بسیاری در مورد این پارادایم نوین سیستم‌های تولیدی انجام شد و مقالات و کتاب‌های زیادی در این زمینه به رشته تحریر در آمده است که ضمن ارائه تعاریفی برای چابکی، تبیین ابعاد مختلف چابکی، هدف چابکی، روش‌های سنجش میزان چابکی، بررسی موانع چابکی شرکت‌ها و پیشنهاد راهکارهای مؤثر برای ارتقای چابکی آن‌ها را نیز پی‌گرفته‌اند. مفاهیم مورد بررسی در ادبیات تحقیق را می‌توان در سه بخش محرک‌های<sup>۲</sup> چابکی، عوامل بسترساز<sup>۳</sup> چابکی و توانمندی‌ها<sup>۴</sup> دسته‌بندی کرد. محرک‌های چابکی نشان‌دهنده تغییراتی است که در محیط تجاری سازمان‌ها دائماً وجود دارد و سازمان را تحریک و مجبور به چابک‌شدن می‌کند، عوامل بسترساز چابکی عواملی سازمانی هستند که زیربنای چابکی سازمان‌ها به حساب می‌آیند و مراد از توانمندی‌های چابکی عواملی هستند که عموماً سطح چابکی سازمان توسط آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

اما شاید متنوع‌ترین بخش در ادبیات تحقیق، تعاریف چابکی باشد. مانند هر مفهوم فراگیر دیگر نمی‌توان یک تعریف خاص را به‌عنوان تعریف جهان شمول چابکی معرفی نمود. در واقع

---

1. Icooa  
2. Drivers  
3. Providres  
4. Capabilities

هر محقق براساس نوع تحقیق خود تعریفی خاص از چابکی ارائه داده است که علی‌رغم بیان متفاوت، تمام آن‌ها به نحوی به تغییر و عدم اطمینان دنیای کنونی اشاره می‌کنند و سرعت در وفق‌یافتن با آن‌ها را شرط چابکی می‌دانند.

معنی لغوی «چابک»، «سریع، چالاک و فعال» می‌باشد. گلدمن و همکارانش [۸] چابکی را پاسخ پیش‌کنشی به تغییرات تعریف می‌کنند. در این معنا علاوه بر آمادگی برای تغییر، پیش‌بینی آن و حرکت پیش از وقوع علت نیز از لوازم چابکی در نظر گرفته شده است. گلدمن و همکارانش [۹] چهار بعد را برای چابکی شرح می‌دهند:

- اغنای هرچه بیشتر مشتریان؛
- همکاری برای افزایش قدرت رقابت؛
- سازماندهی برای غلبه بر تغییر و عدم اطمینان؛
- اهرمی‌کردن اثر افراد و اطلاعات

زین و همکارانش [۱۰، صص ۸۲۹-۸۳۹] چابکی را پاسخ به چالش‌های تحمیل‌شده از طرف محیط کسب و کاری می‌دانند که با تغییر و عدم اطمینان احاطه شده است. شریفی و ژانگ [۱، صص ۴۹۶-۵۱۲] 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 به‌صورت پیش‌کنشی بخش‌های سودمند بازار را تسخیر می‌کند. داو [۱۱] در تعریفی جهت‌دار، به یکی دیگر از مشخصه‌های اساسی سازمان‌های چابک، یعنی دانش‌محور بودن آن‌ها اشاره کرده و چابکی را توانایی مدیریت و به‌کارگیری مؤثر دانش تعریف می‌کند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تغییر، عدم اطمینان و سرعت انطباق و پاسخگویی، اجزای اصلی تعاریف چابکی را تشکیل می‌دهند که در تعاریف مختلف به شکل‌های متفاوت اما همگرا مورد توجه قرار گرفته‌اند.

اما آنچه‌ان که سینک و توتل نیز اشاره می‌کنند، هیچ مسئله‌ای قابل مدیریت نیست، مگر آنکه بتوان آن را اندازه‌گیری نمود [۱۲]. برای ارزیابی سازمان‌ها در دستیابی به درجه چابکی، مطالعات بسیاری انجام گرفته است. لین و همکارانش [۴، صص ۲۸۵-۲۹۹؛ ۵، صص ۳۵۳-۳۶۸]. روش‌های ارزیابی چابکی را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱. روش شاخص یکپارچه چابکی؛

۲. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۱</sup>؛

۳. روش فازی.

۱- بعضی از نویسندگان [۱۳؛ ۱۴؛ ۱۵] روش‌های شاخص یکپارچه چابکی را پیشنهاد نمودند و این شاخص را ترکیبی از توانمندی‌های لازم برای چابکی معرفی کرده‌اند.

۲- تعدادی از محققین [۱۶، صص ۲۵۲-۲۷۴؛ ۱۷، صص ۳۴-۴۳]. روش تحلیل سلسله مراتبی را برای ارزیابی چابکی به صورت مقایسه‌ای مناسب می‌دانند. بدین صورت که سطح اول درخت سلسله مراتب را چابکی سازمان، سطح دوم را مشخصه‌های چابکی و سطح سوم آن را سازمان‌های تحت بررسی تشکیل می‌دهد.

۳- روش‌های فوق، ساده و قابل فهم بوده و اجرای آن‌ها به راحتی امکان‌پذیر است، اما ابهام موجود در ماهیت شاخص‌های ارزیابی و نیز عدم توانایی خبرگان در ارزیابی دقیق این شاخص‌ها، موجب می‌شود که همیشه استفاده از این روش‌ها با موفقیت همراه نباشد [۱۸، صص ۲۷۳-۲۸۶]. برای رفع این مشکل، بسیاری از محققین از منطق فازی برای برخورد با ابهام استفاده نموده‌اند.<sup>۲</sup>

اما باید توجه داشت که هرچند چابکی برای سازمان‌های امروزی مشخصه‌ای حیاتی محسوب می‌شود، اما نمی‌توان حد مطلوب چابکی برای تمام سازمان‌ها، با هر نوع ساختار داخلی، شرایط محیطی و وضعیت رقابتی را یکسان در نظر گرفت، بلکه لازم است وضع مطلوب در هر معیار چابکی، براساس وضعیت رقبا و با توجه به شدت محرک‌های محیطی تعیین شود؛ به‌طور مثال شرکت‌های فعال در صنعت مد<sup>۳</sup> همواره در معرض تغییرات سریع و روبه‌رشد محیطی به‌سر می‌برند اما در مقابل، صنعتی مانند قطعه‌سازی، تلاطم تغییر بسیار کمتری را به نسبت صنعت مد تجربه می‌کند. سنجش و مقایسه چابکی سازمان‌هایی از این دو صنعت در کنار هم و سپس مقایسه چابکی آن‌ها همواره کفه ترازو را به سمت صنایع مد حرکت می‌دهد؛ در حالی که ممکن است سازمان قطعه‌ساز مذکور در تقابل با شرایط محیطی خود و با توجه به نیاز به چابکی در آن صنعت، در سطح بهتری از چابکی نسبی در مقایسه

---

1. Analytic Hierarchical Process

۲. در پاره‌ای از موارد روش‌های دیگری نیز توسط برخی محققین پیشنهاد شده است که به لحاظ عمومیت نداشتن، از ذکر و تشریح آن‌ها خودداری می‌کنیم.

3. Mode

با سازمان فعال در صنعت مد باشد و در واقع کارایی چابکی بالاتری داشته باشد. پریس [۱۹، صص ۵۷-۷۲] اعتقاد دارد که شرکتهای مختلف ساختارهای متفاوتی دارند. وی با استفاده از مفهوم زلزله می‌گوید: این بی‌معنی است که بگوییم «این سازه در برابر زلزله مقاوم است»، بلکه باید به این صورت این عبارت را اصلاح نمود که «این سازه در برابر زلزله‌های تا ۷ ریشتر مقاوم است». به شکل مشابهی بی‌معنی است که بگوییم «این سازمان چابک است»، بلکه باید دید چه ویژگی‌های پویا و تغییرات عظیمی در محیط آن اتفاق می‌افتد. مور [۲۰] نیز با اشاره به نیازمندی بخش‌های مختلف بازار به سطوح متفاوت چابکی یادآور می‌شود شرکت‌ها باید هنگام توسعه استراتژی تولیدی خود بدانند به چه میزان چابکی نیاز دارند.

برای رفع این نقصان در ادبیات سنجش چابکی، لازم است با ارائه نگاهی سیستمی به مقوله سازمان و چابکی سازمانی، شیوه‌ای را برای لحاظ نمودن شدت محرک‌ها و توانمندی‌ها توسعه داد. به نظر می‌رسد تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بتواند با استفاده از ساختار ریاضی و قابلیت مقایسه‌ای که به وجود می‌آورد، در قالب رویکرد سیستمی ذاتی خود، این مشکل را در ارزیابی چابکی سازمان‌ها حل کند.

### ۳- تعدیل تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی چابکی نسبی

در این بخش به منظور تبیین مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی چابکی نسبی، ابتدا توضیح مختصری در مورد تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها آورده شده و سپس با معرفی ورودی‌ها و خروجی‌های چابکی، مدل مورد استفاده تعریف می‌شود.

#### ۳-۱- تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> و چابکی

ارزیابی مؤثر و هدفمند بهره‌وری و کارایی سازمان‌های تولیدی قدمتی به اندازه عمر مدیریت دارد، اما همواره نقدهایی جدی به آن وارد بوده که گاه قضاوت ذهنی را در نظر مدیران، بسیار کارا تر جلوه داده است. اما مبحث، با لحاظ نمودن دیدگاه سیستمی سمت و سویی خاص به خود گرفت که حاصل آن ابداع روش‌های سنجش کارایی مانند تحلیل پوششی

داده‌ها می‌باشد. اولین بار کار فارل<sup>۱</sup> در سال ۱۹۵۷ برای تخمین کارایی بخش کشاورزی آمریکا، آغازگر راه تکامل این تکنیک بود. اما وی در ارزیابی واحدهایی با چند ورودی و خروجی توفیقی به دست نیاورد. چارنز<sup>۲</sup>، کوپر<sup>۳</sup> و رودز<sup>۴</sup> دیدگاه فارل را توسعه دادند و مدلی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این مدل اولیه، مدل ACC و تحت عنوان کلی «تحلیل پوششی داده‌ها» نامگذاری شد. هدف در این مدل، اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحدهای سازمانی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، شعب بانک، شهرداری‌ها و ... است که دارای چندین ورودی و خروجی شبیه به هم باشند [۲۱، ص ۶۳]. در ادامه این مسیر مدل‌های دیگری نیز ارائه گردیدند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل BCC یا ADD اشاره نمود. مدل‌های BCC با در نظر گرفتن بازده به مقیاس و اثر آن بر ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها طراحی شده‌اند. این مدل‌ها زمانی به کار می‌روند که نتوان بازده به مقیاس ثابت را برای واحدهای تصمیم‌گیری قطعی و حتمی دانست. مدل‌های بازده به مقیاس، علاوه بر کارایی، میزان بازده آن‌ها به مقیاس را نیز ارائه می‌دهند. و مدل‌های ADD یا جمعی، ارتقای خروجی‌ها و کاهش ورودی‌ها را به طور همزمان مدنظر قرار می‌دهند.

همان‌گونه که گفته شد، در اکثر مطالعات، ارزیابی چابکی به کمک توانمندی‌های چابکی درون سازمان‌ها انجام شده است. در این میان نبود وجود رویکردی که بتواند با در نظر گرفتن نوع و شدت تغییرات محیطی (میزان نیاز به چابکی) و نیز وضعیت رقبا، پیشنهادات لازم را برای رسیدن به سطح مطلوب چابکی ارائه دهد، احساس می‌شود.

هرچند تکنیک DEA با هدف ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری توسعه داده شده است، اما می‌توان با یک نگاه سیستمی به مدل چابکی، آن را به شکل مناسب برای کاربرد این تکنیک مهیا نمود. گفته شد که مدل‌های نوعی در ادبیات چابکی دارای سه بخش اصلی می‌باشند:

۱- محرک‌های چابکی (شدت تغییر و عدم اطمینان)؛

۲- زمینه‌سازهای چابکی (عوامل درون‌سازمانی که سازمان برای چابک‌بودن به آن‌ها

نیاز دارد)؛

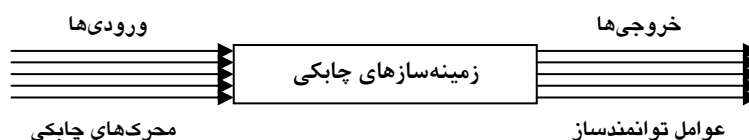
---

1. Farel  
2. Charnes  
3. Cooper  
4. Rohdes



### ۳- توانمندی‌ها (مشخصه‌های قابل سنجش سازمان چابک).

این سه بخش به صورت ورودی، فرایند و خروجی به شکل زیر قابل جمع می‌باشند:



در این مدل، عوامل محرک چابکی، یعنی تغییرات حاکم بر محیط کسب و کار به عنوان ورودی به سیستم چابک‌سازی سازمان در نظر گرفته می‌شوند. در صورتی‌که عوامل زمینه‌ساز چابکی به خوبی در سازمان مهیا شده باشند، توانمندی‌های چابکی یا خروجی‌های مناسبی را برای این سیستم به بار می‌آورند. بدیهی است بنا به تعاریف ارائه شده در بخش‌های پیشین، سازمانی را می‌توان به عنوان سازمان چابک در نظر گرفت که بهترین پاسخ را به تغییرات و چالش‌های محیطی (ورودی) ارائه دهد و توانمندی‌های چابکی (خروجی) را به مقدار مورد نیاز برای مقابله با این چالش فراهم آورد. بنابراین مقایسه سازمان‌های مختلف از صنایع متفاوت و با شرایط محیطی متنوع، تنها با دخالت‌دادن «محرك‌های تغییر» به عنوان متغیرهای ورودی، واقع‌گرایانه است و بسیاری از تحقیقات انجام شده در زمینه چابکی سازمان‌ها از صنایع مختلف از این نظر محل خدشه و اشکال می‌باشند. تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند چابکی نسبی سازمان‌ها را با مقایسه میزان چابکی به دست آمده توسط آن‌ها و با در نظر گرفتن سطح و شدت تغییری که در محیطشان وجود دارد، مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار دهد. از جمله الزامات به‌کارگیری مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مشابه بودن واحدها یا به عبارتی مشابه بودن ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌هاست. در این تحقیق، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش مفهومی مجزا از سیستم تولید آن‌ها به‌کار گرفته می‌شود. در واقع به‌جای ارزیابی کارایی سازمانی، «کارایی سازمان از نظر چابکی یا به عبارتی کارایی چابکی» مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و از آنجا که مفهوم چابکی نیز از نظر سیستمی (نوع ورودی‌ها و خروجی‌های ذکر شده برای آن در ادبیات تحقیق) برای تمامی سازمان‌ها دارای ساختار مشابهی است (همان‌گونه که در فوق گفته شد)، بهره‌گیری از این تکنیک برای ارزیابی کارایی چابکی سازمان‌ها توجیه‌پذیر می‌باشد.

بدیهی است محرک‌های چابکی یا همان ورودی‌های مدل، از سوی سازمان قابل کنترل نیستند و از آنجا که در ارزیابی، تمرکز همواره بر روی مشخصه‌های قابل کنترل قرار می‌گیرد، لازم است مدل برای ارتقای عملکرد چابکی، تنها خروجی‌ها را در نظر بگیرد؛ بنابراین مدل خروجی محور برای این کار مناسب تشخیص داده می‌شود. از سویی به علت نامعلوم بودن بازده به مقیاس در سیستم چابکی سازمان‌ها، مدل بازده به مقیاس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این مدل سازمان‌های مختلف، در مقایسه با هم از نظر میزان قرار گرفتن در معرض تغییرات (به عنوان ورودی) و میزان پاسخگویی به آن‌ها (خروجی) ارزیابی می‌شوند. با تعریف چابکی به صورت «توانایی ارائه پاسخ مناسب و سریع به تغییرات» [۱؛ ۳؛ ۲۲، صص ۵۹-۷۴؛ ۲۳، صص ۸۸-۱۱۷]، می‌توان سازمان‌هایی را که تغییرات را پیش‌بینی نموده و با شواهد کمتری از آن‌ها، قابلیت‌های بیشتری از چابکی ارائه نموده‌اند، به عنوان کاراترین سازمان‌ها از نظر چابکی معرفی نمود این سازمان‌ها متناظر با واحدهای تصمیم‌گیرنده مستقر بر روی مرز کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشند.

## ۳-۲- تبیین ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی

### چابکی نسبی

همان‌گونه که در بخش ۲ گفته شد، بخش‌های اصلی مدل‌های چابکی محرک‌ها، بسترسازها و توانمندی‌های چابکی می‌باشند. محرک‌ها به عنوان نقطه آغاز چابکی نیاز به چابکی را در سازمان‌ها ایجاد می‌کنند؛ بنابراین به عنوان ورودی این سیستم به حساب می‌آیند. از سویی این نیاز موجب تلاش برای به دست آوردن توانمندی‌های لازم برای چابکی شده و بنابراین این توانمندی‌ها به عنوان خروجی و حاصل تلاش سازمان در نظر گرفته می‌شود. در ادامه، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش چابکی نسبی سازمان‌ها که با مطالعه دقیق ادبیات تحقیق استخراج و دسته‌بندی گردیده است، آورده شده‌اند.

### ۳-۲-۱- ورودی‌ها (محرک‌های چابکی)

بخش آغازین مدل‌های چابکی، عموماً شرایطی را توصیف می‌کنند که حرکت به سمت چابکی را ناگزیر کرده‌اند. این شرایط در واقع تغییراتی هستند که در محیط تجاری سازمان‌ها به

وجود آمده است و بنا به شدت و ضعفشان درحوزه فعالیت شرکت، سطح خاصی از چابکی را اجتناب‌ناپذیر (تحریک) می‌سازند. لین و همکارانش [۴] در تبیین این بخش از مدل خود یادآور می‌شوند که تغییر، هر چند چیز جدیدی نیست، اما شتابی فزاینده‌تر نسبت به گذشته یافته است. شرکت‌های مختلف، با خصوصیات مختلف و با تجارب محیطی مختلف تغییرات خاصی را تجربه می‌کنند که ممکن است برای آن‌ها منحصربه‌فرد باشد. در یک دسته‌بندی از محرک‌های تغییر ذکرشده در ادبیات تحقیق [۱؛ ۴؛ ۵؛ ۲۴، صص ۲۳۵-۲۵۴]، این محرک‌ها به ۹ معیار تقسیم شدند که در داخل دو بعد اصلی عوامل مرتبط با مشتری و عوامل مرتبط با محیط کسب و کار جانمایی و به شکل جدول ۱ ارائه شدند.

جدول ۱ محرک‌های تغییر (ورودی مدل تحلیل پوششی داده‌ها)

ابعاد چابکی	شاخص‌های چابکی
۱- عوامل مرتبط با مشتری	ذائقه مشتریان [۱؛ ۳؛ ۲۵، صص ۸-۲۱؛ ۲۶، صص ۳۳-۴۳]
	سرعت ارائه محصولات جدید به بازار [۲۴؛ ۲۶، صص ۳۳-۴۳]
	فرار بودن بازار [۳؛ ۲۶، صص ۳۳-۴۳]
	سفارشی‌شدن محصولات [۲۷؛ ۲۸، صص ۳۰۵-۳۱۸]
	کاهش دوره عمر محصولات [۲۴؛ ۲۷؛ ۲۸]
۲- عوامل مرتبط با محیط کسب و کار	افزایش انتظارات مشتریان و لزوم برآورده‌سازی آن‌ها [۲۹]
	رخدادهای غیرقابل پیش‌بینی در محیط [۲۴؛ ۲۵]
	سرعت فزاینده توسعه تکنولوژی [۳؛ ۲۴؛ ۲۶؛ ۲۷]
	جهانی‌شدن بازارها و به تبع آن رقابت متراکم جهانی [۳؛ ۲۴؛ ۲۶؛ ۲۸؛ ۲۹، صص ۱۴۳-۱۶۱]

### ۲-۲-۳- خروجی‌ها (توانمندی‌های چابکی)

منظور از توانمندی‌ها عواملی هستند که عموماً سطح چابکی سازمان توسط آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. وضعیت این عوامل در واقع بیانگر نحوه عمل و میزان مؤثر و کارا عمل کردن سازمان در دستیابی به چابکی می‌باشد؛ بنابراین سنجش آن‌ها میزان چابکی مطلق سازمان را به دست می‌دهد.

از اولین دسته‌بندی‌هایی که از مشخصات یا خروجی‌های سیستم‌های چابک ارائه شده، دسته‌بندی گلدمن و همکارانش [۸] است که به برای جامعیت، مورد استناد بسیاری از محققین

نیز قرار گرفته است. از نظر این محققین، چابکی مجموع ویژگی‌های ذیل می‌باشد: اغنای مشتریان<sup>۱</sup>، بهبود همکاری‌ها با هدف رقابت‌پذیری، اهرمی‌کردن افراد و اطلاعات و تسلط یافتن بر تغییر و عدم اطمینان (پاسخگویی).

این ابعاد کلی برای قابل سنجش شدن باید به ابعاد فرعی و شاخص‌های عینی‌تری شکسته شوند. در این راستا با مطالعه ادبیات تحقیق [۱؛ ۴؛ ۵؛ ۳۰، صص ۱۲۲۳-۱۲۴۷؛ ۳۱، صص ۱۵۵-۱۶۹؛ ۳۲، صص ۵۳۱-۵۵۰]، مدل یوسف و همکارانش مورد توجه قرار گرفت [۲۶]. این محققین، ۱۰ معیار و ۳۲ زیر معیار برای سنجش میزان چابکی سازمان پیشنهاد می‌کنند. این مدل به عنوان مبنای مطالعه در نظر گرفته شد و پس از آن مؤلفه‌های توانمندی مطرح شده در سایر تحقیقات نیز با هدف تکمیل و جامعیت شاخص‌ها به آن اضافه گردید. مدل استخراج شده شامل ۱۲ معیار به خبرگان صنعت و نیز اساتید دانشگاه در رشته‌های مرتبط با تولید و عملیات عرضه و در قالب مصاحبه‌های نیمه‌هدایت‌شده، روایی و جامعیت آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، مدل اصلاح‌شده حاصل از مطالعه ادبیات تحقیق و نیز نظرات خبرگان شامل ۱۲ معیار و ۳۲ شاخص به‌دست آمد که در ۴ بعد چابکی گلدمن و همکارانش به شکل جدول ۲ جانمایی شد.

جدول ۲ توانمندی‌های چابکی (خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها)

ابعاد چابکی	معیارهای چابکی	شاخص‌های چابکی
۱- اهرمی‌کردن اثر افراد و اطلاعات و بهادادن به افراد	تکنولوژی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برتری در استفاده از تکنولوژی روز</li> <li>• درجه استفاده کارکنان از اینترنت</li> <li>• تکنولوژی تولید منعطف</li> </ul>
	مدیریت اطلاعات	<ul style="list-style-type: none"> <li>• درجه کمال سیستم اطلاعات سازمان [۵]</li> <li>• وسعت شبکه ارتباطی داخلی [۵]</li> <li>• نرخ بهره‌برداری و استفاده کارکنان از سیستم‌ها و شبکه‌های اطلاعات [۵]</li> </ul>
	آموزش	<ul style="list-style-type: none"> <li>• آموزش و توسعه مستمر</li> <li>• یادگیرندگی سازمانی</li> <li>• پرسنل چند مهارته و منعطف</li> <li>• ارتقای مهارت نیروی کار</li> <li>• رضایت کارکنان [۵]</li> </ul>

### ادامه جدول ۱

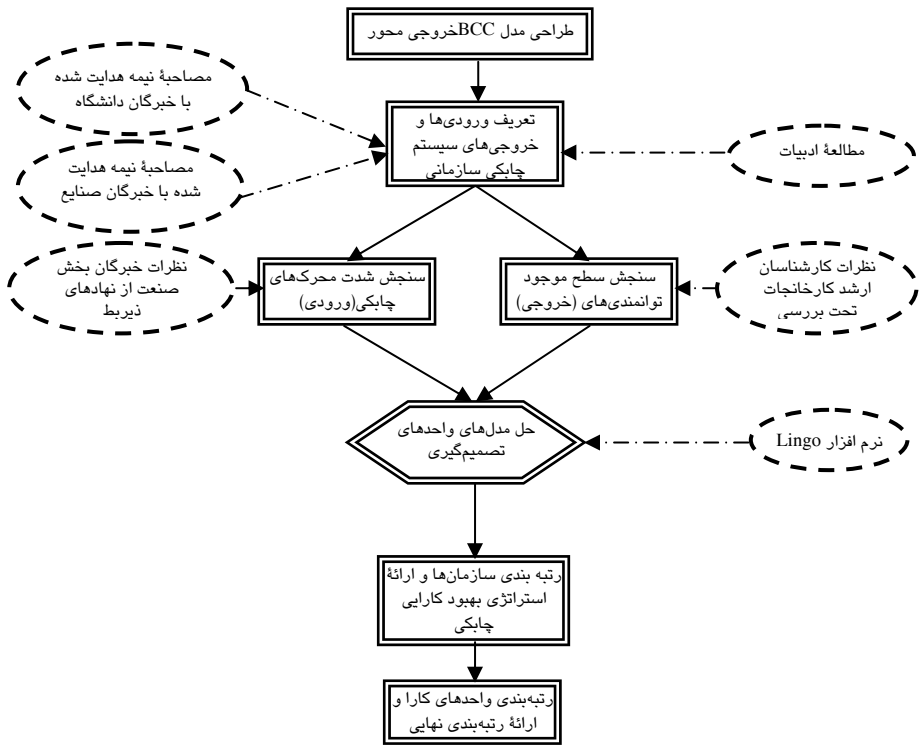
ابعاد چابکی	معیارهای چابکی	شاخص‌های چابکی
۲- افزایش روابط همکارانه برای بهبود رقابت‌پذیری	یکپارچه‌سازی	<ul style="list-style-type: none"> <li>یکپارچه‌سازی فعالیت‌های سازمان در ارتباط با یکدیگر (ERP)</li> <li>ارتباط شایستگی‌های اساسی مکمل [۳۲]</li> </ul>
	شراکت	<ul style="list-style-type: none"> <li>روابط نزدیک و مبتنی بر اعتماد با مشتریان</li> <li>روابط نزدیک و مبتنی بر اعتماد با تأمین‌کنندگان</li> <li>درجه همکاری با دیگر مؤسسات (رقیب و غیر رقیب) [۵]</li> <li>شکل‌دهی سریع یک رابطه</li> </ul>
۳- اغنای مشتریان	کیفیت	<ul style="list-style-type: none"> <li>کیفیت در سراسر دوره عمر محصول</li> <li>محصولات دارای ارزش‌افزوده قابل توجه</li> </ul>
	طراحی	<ul style="list-style-type: none"> <li>طراحی صحیح در اولین بار</li> <li>طراحی مدولار محصولات و قطعات</li> <li>تعویض راحت و سریع قطعات</li> </ul>
	بازار	<ul style="list-style-type: none"> <li>پاسخ به نیازمندی‌های متغیر بازار</li> <li>معرفی محصولات جدید</li> <li>درجه کمال شیوه‌های تشخیص نیازهای واقعی مشتریان [۵]</li> <li>رضایت مشتری</li> </ul>
۴- غالب آمدن بر تغییر و عدم اطمینان	شایستگی	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم امکان کپی‌برداری مزیت‌ها و فعالیت‌های خاص سازمان توسط رقبا</li> </ul>
	کار تیمی	<ul style="list-style-type: none"> <li>تصمیم‌گیری غیرمتمرکز</li> <li>توانمندسازی اعضای تیم</li> <li>تیم‌های چندوظیفه‌ای</li> </ul>
	تغییر	<ul style="list-style-type: none"> <li>فرهنگ تغییرپذیری و تغییرآفرینی</li> <li>بهبود مستمر</li> </ul>

بدین صورت با تبیین ورودی‌ها و خروجی‌های چابکی سازمانی، مدل کامل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی چابکی نسبی شکل می‌گیرد. بدیهی است سنجش و جای‌گذاری مقادیر کمی ورودی‌ها و خروجی‌های تبیین شده می‌تواند نتایج مورد انتظار از مدل طراحی شده را به دست بدهد.

### ۴- یک مثال تبیینی

در ادامه، با هدف تبیین بیشتر شیوه پیشنهادی سنجش چابکی نسبی، ۲۰ شرکت تولیدی واقع در استان یزد با استفاده از این روش مورد تحلیل قرار می‌گیرند. برای انتخاب این شرکت‌ها دو معیار

مد نظر قرار گرفت؛ در ابتدا سعی شد تا این شرکت‌ها از بین شرکت‌های دارای اعتبار و پرسنل با تحصیلات متناسب انتخاب شوند تا ضمن وجود درک مشترک از مفاهیم تولید، توانمندی‌های مورد سنجش نیز در حد مناسبی در آن‌ها وجود داشته باشند و معیار دوم برای انتخاب آن‌ها، تنوع در صنایع مورد فعالیت آن‌ها بود. این کار با هدف وجود اختلاف معنی‌دار در محرک‌های چابکی انجام شد و با این کار تفکیک‌پذیری مدل برای رتبه‌بندی کامل شرکت‌ها محقق گردید.<sup>۱</sup> شرکت‌های منتخب در این تحقیق از صنایع پنج‌گانه کاشی و سرامیک (۷ شرکت)، نساجی (۷ شرکت)، سیم و کابل (۱ شرکت)، صنایع غذایی (۳ شرکت) و صنایع قطعه‌سازی (۲ شرکت) می‌باشند. در ادامه، مراحل تحقیق و نتایج حاصل از آن، به شکل نمودار ۱ تشریح می‌شود.



نمودار ۱ مراحل متدولوژیک تحقیق

۱. بنا به توافق به عمل آمده به دلیل پاره‌ای ملاحظات از سوی شرکت‌های تحت بررسی، از ذکر نام آن‌ها خودداری می‌کنیم و تنها به اختصاص شماره برای آن‌ها اکتفا می‌نماییم.

#### ۱-۴- سنجش سطح ورودی (شدت محرکهای چابکی)

به عنوان اولین مرحله سنجش، محرکهای چابکی که سازمانهای تولیدی مختلف با آن روبه‌رو هستند، با استفاده از پرسشنامه‌ای که میزان وجود شاخص‌های محرک موجود در جدول ۱ در قالب طیف ۵ تایی لیکرت در آن سؤال شده بود، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اینکه داده‌های حاصل از این بخش بتواند به‌خوبی مبانی مقایسه را فراهم آورد، ترجیح داده شد از نظرات کارشناسان نهادهای مربوط که دیدی کلی و جامع نسبت به صنایع مختلف دارند، استفاده شود. این کارشناسان که از نهادهایی مانند اداره صنایع و معادن استان یزد، خانه صنعت و معدن استان یزد، اتاق بازرگانی استان یزد و انجمن مدیران صنایع استان یزد انتخاب شدند، با داشتن تجربه و تخصص ارزنده در عرصه صنایع مختلف استان، می‌توانند شرایط موجود برای صنایع مختلف پنج‌گانه را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی نمایند. نتیجه ارزیابی عموماً برای کارخانجات فعال در یک صنعت شبیه به یکدیگر بود، مگر در مواردی که اختلافی بین محصولات تولیدی آنها وجود داشت.

#### ۲-۴- سنجش سطح موجود توانمندی‌ها (خروجی)

در دومین مرحله از سنجش، خروجی‌های سیستم چابکی سازمان یا به عبارتی توانمندی‌های چابکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این راستا شاخص‌های مطرح شده در جدول ۱ در قالب پرسشنامه‌ای مبتنی بر طیف پنج‌گانه لیکرت برای کارشناسان ارشد کارخانجات بیست‌گانه منتخب ارسال شد. برای کنترل انحرافات ناشی از برداشت‌های ذهنی، پرسشنامه‌ها در جلساتی با حضور محققین در کنار کارشناسان هر کارخانه و با روش توافق عام تکمیل گردید؛ بدین صورت که در این جلسات پس از تبیین هر شاخص توسط محققین و نیز ذکر مصادیق حداقل و حداکثر هر شاخص، از کارشناسان خواسته شد تا با ذکر دلیل، امتیازی را به کارخانه محل فعالیت خود در آن شاخص اختصاص دهند. در صورت وجود اختلاف فاحش بین امتیازات، بحث تا زمان همگرا شدن نظرات بر روی امتیازی خاص، ادامه می‌یافت. بدین ترتیب امتیازات خروجی‌های سیستم چابکی در هر کارخانه استخراج گردید.

#### ۳-۴- اندازه‌گیری چابکی نسبی سازمان‌های نمونه

پس از طراحی مدل برنامه‌ریزی خطی پوششی خروجی محور تحلیل پوششی داده‌ها برای

داده‌های جمع آوری شده، مدل‌های بیست‌گانه برای شرکت‌های مورد ارزیابی با استفاده از نرم افزار Lingo8 حل شد و نتایج به قرار جدول ۳ به دست آمد.

جدول ۳ نتایج حل مدل‌های بیست‌گانه تحلیل پوششی داده‌ها

DMU	تجهیز	$\theta$	$\theta'$	w	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_9$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{20}$	$S_r^+$	$S_r^-$	$S_1^+$	$S_1^-$	$S_2^+$	$S_2^-$	$S_3^+$	$S_3^-$			
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱



در جدول ۳ متغیر  $\theta$ ، کارایی هر واحد از نظر چابکی (چابکی نسبی) را نشان می‌دهد که از معکوس مقدار تابع هدف به دست می‌آید.  $W$ ، بازده به مقیاس را ارائه می‌دهد.  $ni$ ها مقادیر قیمت‌های سایه واحدهای تصمیم‌گیری را به نمایش می‌گذارند و  $S_i^+$ ها و  $S_i^-$ ها بیانگر مقادیر کمبود خروجی و مازاد ورودی می‌باشند. واحدی کارا است که علاوه بر داشتن مقدار ۱ برای تابع هدف ( $\theta$ )، مقدار متغیرهای مازاد و کمبود نیز برای آن صفر باشد. با این حساب تعداد ۱۳ واحد شرایط لازم را برای کارایی اخذ می‌کنند. با هدف رتبه‌بندی کامل این واحدها، با استفاده از روش رتبه‌بندی اندرسون و پیترسون [۳۳، صص ۱۲۶۱-۱۲۶۴] مقادیر  $\theta'$ ، کارایی واحدهای کارا، به دست می‌آید. با استفاده از این رتبه‌بندی و مرتب‌نمودن امتیاز سایر شرکت‌ها، رتبه‌بندی نهایی کارایی واحدها از نظر چابکی شرکت‌های تحت بررسی به شکل جدول ۵ به دست می‌آید. نتایج نشان می‌دهد که تنها شرکت تولید سیم و کابل، رتبه اول کارایی را احراز نموده است. با بررسی داده‌های مدل، می‌توان به این نکته پی برد که علت این امر وجود محرک‌های محیطی (ورودی‌های) ضعیف برای این صنعت است، به طوری که از نظر خبرگان در مقایسه با صنایع دیگر مورد بررسی، شرایط تقریباً ثابت و پایداری برای فعالیت برای آن وجود دارد؛ بنابراین علیرغم داشتن توانمندی‌های اندک چابکی، دارای کارایی بالای سازمانی از نظر چابکی شده است. در واقع شرکت مورد بررسی توانسته به اندک نیازی که برای چابکی وجود داشته، پاسخ مناسبی بدهد. البته شاید این آمادگی سازمانی در مقایسه با سایر سازمان‌ها بسیار ناچیز جلوه نماید، اما برای تقابل با محیط این شرکت سیم و کابل مطلوب بوده است و این همان تعریف چابکی است [۱].

در صورتی‌که به منظور بررسی عملکرد کلی شرکت‌های موجود در صنعت، از امتیازات کارایی چابکی آن‌ها میانگین بگیریم، صنایع به ترتیب رتبه به شکل جدول ۴ خواهد بود:

جدول ۴ رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری براساس چابکی نسبی

رتبه	۱	۲	۳	۴	۵
صنعت	سیم و کابل	مواد غذایی	کاشی و سرامیک	نساجی	قطعه‌سازی
میانگین	۱/۲۹۵	۱/۱۷	۱/۰۱۹	۱/۰۰۷	۰/۹۷۲

از جدول ۵ پیدا است که صنایع مواد غذایی پس از سیم و کابل حائز رتبه دوم چابکی نسبی گشته‌اند. بررسی مقادیر کمی ورودی‌ها و خروجی‌های این صنعت، حاکی از مقادیر اندک محرک‌های محیطی یا ورودی‌ها، همانند صنعت سیم و کابل - در مقایسه با سایر صنایع - می‌باشد؛ بنابراین با اختلاف اندکی که به علت تفاوت ناچیز در خروجی‌های این صنعت با صنعت سیم و کابل حادث شده است دارای رتبه دوم گردیده است. صنعت کاشی و سرامیک علی‌رغم قرار داشتن در موقعیت خوب توانمندی‌های چابکی، به علت وجود شرایط رقابتی بسیار شدید و نیز سلیقه‌های متغیر بازار و تبعات محیطی آن‌ها، نتوانسته است پاسخگویی درخور مطالبات محیطی داشته باشد. صنعت نساجی با وضعیتی شبیه به کاشی و سرامیک در رتبه چهارم قرار گرفته است و در نهایت صنعت قطعه‌سازی آخرین رتبه کارایی چابکی را کسب کرده است. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که این صنعت هرچند تغییرات محیطی و محرک‌های چابکی (ورودی) بسیار اندکی را تجربه می‌کند، اما به علت داشتن توانمندی‌های ناچیز در چابکی (خروجی)، نتوانسته حداقل نیاز خود به چابکی را نیز تأمین نماید. بنابراین وضعیت صنایع مختلف براساس شدت ورودی‌ها و خروجی‌های چابکی آن‌ها بدین صورت مورد رتبه‌بندی کامل قرار گرفت.

موارد فوق‌الذکر تحلیل‌های مرتبط با وضعیت صنایع و شرکت‌های مختلف فعال در آن‌ها را در مورد کارایی سازمانی از نظر چابکی نشان داد. اما شرکت‌های ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی از نظر چابکی چه اقداماتی را باید در برنامه خود قرار دهند؟ در حل مدل‌های خروجی محور تحلیلی پوششی داده‌ها، مقادیر به دست آمده برای تابع هدف، نشان‌دهنده درصد خروجی‌های مورد نیاز برای رسیدن به مرز کارایی از نظر چابکی هستند. بنابراین می‌توان با اثر دادن این مقادیر در میزان خروجی‌های فعلی، به حد خروجی‌های مورد نیاز برای حرکت به سمت مرز کارایی از نظر چابکی دست یافت. این مقادیر برای شرکت‌های مختلف، در جدول ۶ نشان داده شده‌اند. بدیهی است در صورتی که مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از خروجی‌های توصیه‌شده یک بار دیگر حل شوند، مقادیر کارایی برای آن‌ها معادل ۱ به دست خواهد آمد.

**جدول ۵** رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری و میزان بهبود لازم در خروجی‌های آن‌ها برای رسیدن به مرز کارایی

رتبه	کارایی چابکی	شماره شرکت	صنعت	واحدهای مرجع	میزان خروجی موردنیاز برای کارا شدن			
					خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳	خروجی ۴
۱	۱/۲۹۵	۲۰	سیم و	۲۰				
۲	۱/۲۷۶	۱۷	مواد غذایی	۱۷				
۳	۱/۱۳	۱۶	مواد غذایی	۱۶				
۴	۱/۱۱۸	۱۴	کاشی	۱۴				
۵	۱/۱۰۴	۱۵	مواد غذایی	۱۵				
۶	۱/۰۵۶	۱۰	کاشی	۱۰				
۷	۱/۰۵۴	۱	نساجی	۱				
۸	۱/۰۵۱	۲	نساجی	۲				
۹	۱/۰۳۱	۳	نساجی	۳				
۱۰	۱/۰۱۷	۱۲	کاشی	۱۲				
۱۱	۱/۰۱۵	۱۱	کاشی	۱۱				
۱۲	۱/۰۰۴	۸	کاشی	۸				
۱۳	۱	۵	نساجی	۳				
۱۴	۰/۹۹۶	۱۹	قطعه‌سازی	۲۰	۲/۹۱ (۰/۱۸۵)	۲/۳۱ (۰/۱۴۷)	۲/۲۵ (۰/۱۴۴)	۳/۵۶ (۰/۲۲۷)
۱۵	۰/۹۹۵	۷	نساجی	۱۷، ۱۵، ۱۴	۳/۱۱ (۰/۱۹۸)	۲/۴۹ (۰/۱۵۹)	۳/۳۲ (۰/۲۱۲)	۲/۴۹ (۰/۱۵۹)
۱۶	۰/۹۸۵	۴	نساجی	۲۰، ۱۵، ۱۲	۲/۸۸ (۰/۱۵۰)	۲/۶۴ (۰/۱۳۸)	۳/۰۵ (۰/۱۵۹)	۳/۵۲ (۰/۱۸۳)
۱۷	۰/۹۸۴	۹	کاشی	۲۰، ۱۷، ۳	۳/۲۳ (۰/۰۵۱)	۲/۵۴ (۰/۰۴۰)	۲/۹۴ (۰/۰۴۹)	۲/۰۳ (۰/۰۳۲)
۱۸	۰/۹۸۴	۱۸	قطعه‌سازی	۱۵، ۱۲، ۱	۲/۵۸ (۰/۰۳۹)	۲/۳۷ (۰/۰۳۵)	۲/۹۳ (۰/۰۴۴)	۳/۵۵ (۰/۰۵۳)
۱۹	۰/۹۴۱	۱۳	کاشی	۲۰، ۱۷، ۱۱، ۳	۲/۹۲ (۰/۰۱۵)	۲/۶۸ (۰/۰۱۳)	۲/۹۰ (۰/۰۱۴)	۳/۵۲ (۰/۰۱۷)
۲۰	۰/۹۳۶	۶	نساجی	۲۰، ۱۵، ۱	۲/۶۵ (۰/۰۱۱)	۲/۶۸ (۰/۰۱۱)	۸/۸۲ (۰/۰۱۳)	۳/۱۸ (۰/۰۱۳)

**توجه:** اعداد داخل ستون‌های خروجی، مقادیر خروجی‌های بهینه برای رسیدن به مرکز کارایی چابکی و اعداد داخل پرانتز، میزان بهبود لازم در خروجی‌ها می‌باشد.

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

چابکی به عنوان آخرین و پیشرفته‌ترین پارادایم، امروزه در حال قدم‌گذاریدن به دروازه‌های جهانی و تبدیل‌شدن به جریان غالب فرایندهای تولیدی در سراسر دنیا می‌باشد. مقالات و کتاب‌های متعددی که در این زمینه منتشر شده و تحقیقات کلانی که در این زمینه به انجام رسیده است، خود گواهی بر این ادعاست. از طرفی برای مدیریت هر مفهوم، قدم اول اندازه‌گیری آن است. با عنایت به همین نکته بخش نسبتاً بزرگی از ادبیات تحقیق چابکی، به شیوه‌های سنجش میزان چابکی سازمان‌ها اختصاص یافته است. مطالعه این شیوه‌ها، وجود یک نقص اساسی را به ذهن متبادر می‌سازد و آن عدم توجه به شرایط متفاوت سازمان‌های متفاوت و در نتیجه عدم نیاز یکسان آن‌ها به چابکی است. در واقع تعریف چابکی به صورت «توانایی ارائه پاسخ سریع و مناسب به تغییرات [۱؛ ۳؛ ۲۱؛ ۲۲]. ما را متوجه این نکته می‌کند که تغییرات متفاوت محیطی برای سازمان‌های مختلف، نیازمندی به چابکی متفاوتی را نیز در آن‌ها ایجاد می‌کند. در این بین سازمانی چابک‌تر یا به عبارتی، دارای کارایی بالاتری از نظر چابکی است که با وجود تغییرات کم محیطی توانسته باشد توانمندی‌های خود را با تغییرات متناسب کند.

با این رویکرد در این مقاله، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی و مقایسه کارایی سازمان‌ها از نظر چابکی یا به عبارتی چابکی نسبی به‌کار گرفته شد. در این روش محرک‌های تغییر به عنوان ورودی‌های مدل و توانمندی‌های چابکی به عنوان خروجی‌های آن مد نظر قرار گرفته و با مطالعه دقیق ادبیات تحقیق تعریف شدند. حل مدل‌های خروجی محور برای سازمان‌های مختلف نشان داد که تنها داشتن سطح بالای توانمندی برای یک سازمان نمی‌تواند دلیلی برای چابکی آن باشد؛ زیرا ممکن است در تقابل با محیط بسیار متغیر آن‌ها، این سطح از توانمندی‌ها (علی‌رغم این که در مقایسه با سازمان‌های دیگر بسیار مناسب به‌نظر می‌رسد)، کافی نباشد.

این تحقیق می‌تواند با استفاده از داده‌های تعداد بیشتری از شرکت‌های تولیدی و خدماتی از صنایع مختلف انجام و نتایج آن با دیگر شیوه‌های ارزیابی چابکی سازمان‌ها مقایسه شود. همچنین مقایسه سازمان‌های موجود در یک صنعت نیز براساس این روش می‌تواند به عنوان یک موضوع تحقیقاتی در آینده مورد بررسی قرار گیرد.

## ۶- منابع

- [1] Sharifi H., Zhang Z.; "A methodology for achieving agility in manufacturing organizations"; *International Journal of Operations & Production Management*, Emerald Group Publishing, Vol.20, No.4, 2000.
- [2] Arteta B.M.; "Giachetti R.E.; A measure of the complexity of the enterprise system"; *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol.20, 2004.
- [3] Christopher M.; "The agile supply chain, competing in volatile markets"; *Industrial Marketing Management*; Eisevier Science, Vol.29, 2000.
- [4] Lin Ching-Torng., Chiu Hero Chu Po-Young.; "Agility index in the supply chain"; *International Journal of Production Economicd*, Eisevier Science, Vol.100, No.2, 2006.
- [5] Lin Ching-Torng., Chiu Hero.; "Tseng Yi-Hong, Agility evaluation using fuzzy logic"; *International Journal of Production Economics*, Eisevier Science, Vol.101, No.2, 2006.
- [۶] خوش‌سیما غ.؛ «ارائه مدلی برای اندازه‌گیری چابکی سازمان‌های تولیدی در صنعت الکترونیک ایران با استفاده از منطق فازی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت، تهران، ۱۳۸۱.
- [۷] متقی ه.؛ «مدیریت تولید و عملیات»، انتشارات کیومرث، تهران، چ ۱، ۱۳۸۳.
- [8] Goldman S.L., Nagel R.N.; "Preiss, K., Dove, R., Iacocca Institute: 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy"; *An Industry Led View*, Vols.1 & 2. Iacocca Institute, Bethlehem, 1991.
- [9] Goldman S., Nagel R.N.; "Preiss K. Agile competitors and virtual organizations"; Kenneth: Van Nostrand Reinhold, 1995.
- [10] Zain M., Rose R.C.; "Abdullah, I., The relationship between information technology acceptance and organizational agility in Malaysia 42"; 2005.
- [11] Dove R. Response ability: the language, structure, and culture of the agile enterprise. New York: Wiley; Eisevier Science, 2001.

- [12] Sink D.s. and Tuttle T.c.; "Planning and measurement in your organization of the future"; *Industrial Engineering and Management Press*, Norcross, GA. 1989.
- [13] Yusuf Y.Y., Ren J., Burns N.D.; "A method for evaluating enterprise agility—an empirical study"; *16th International Conference on Production Research*, Prague, Czech Republic, August 2001.
- [14] Youssuf M.A.; "The impact of the intensity level of computer-based technologies on quality"; *International Journal of Operations & Production Management* Vol.14. No. 4, 1993.
- [15] Van Hoek R.I., Harrison A., Christopher M.; "Measuring agile capabilities in the supply chain"; *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.21, , No.1/2, Emerald Group Publishing, 2001.
- [16] Ren J., Yusuf Y.Y., Burns N.D.; "A prototype of measurement system for agile enterprise"; *The Third International Conference of Quality Reliability Maintenance*, 29–30 March, Oxford, UK, 2000.
- [17] Meade L.M., Rogers K.J.; "Enhancing a manufacturing business process for agile"; *Portland International Conference on Management and Technology*, 1997.
- [18] Sutcliffe N.; "Leadership behavior and business process reengineering (BPR) outcomes: An empirical analysis of 30 BPR projects"; *Information & Management* 36, Elsevier Science, 1999.
- [19] Preiss K.; "Towards a comprehensive system of strategic control"; *Journal of Management Studies*, Vol.1, No.1, 1997.
- [20] James-Moore M.; Agility is easy, but effective agile manufacturing is not, Agile Manufacturing Colloquium organized by IEE, 28 March, IEE (Digest no. 96/074), London, 1996.
- [۲۱] مهرگان، م.ح؛ «مدلهای کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها»، دانشگاه تهران، چ ۱،

تهران، ۱۳۸۳.

- [22] Aitken J., Christopher M., Towill D.; “Understanding, implementing and exploiting agility and leanness”; *International Journal of Logistics: research and Applications*, Vol.5, No.1, Taylor & Francis, 2002.
- [23] Sarkis, J., “Benchmarking for agility.”; *Benchmarking*, Vol.8, No.2, Emerald Group Publishing, 2001.
- [24] Browne J., Sackett J., Wortmann J.; “Future manufacturing systems — towards the extended enterprise”; *Computers in Industry 25*, Elsevier Science, 1995.
- [25] Levary R., “Enriching competitive advantage in fast-changing manufacturing environment”; *Industrial Engineering*, Inder Science Publishers, 1992.
- [26] Yusuf Y.Y., Sarhadi M., Gunasekaran A.; “Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes”; *International Journal of Production Economics 62*, Elsevier Science, 1999.
- [27] Kidd Paul T.; “Next generation Manufacturing Enterprise Model”; <http://www.cheshirohenbury.com>
- [28] Prince J., Kay J.M., “Combining lean and agile characteristics: Creation of virtual groups by enhanced production flow analysis”; *International Journal of Production Economics 85*, 2003.
- [29] St. John CH., Cannon A., Poudier R.; “Change drivers in the new millennium: an agenda for operations strategy research”; *J OperManage 19*, Elsevier Science, 2000.
- [30] Gunasekaran A., “Agile manufacturing: Enablers and implementation framework”; *International Journal of Production Research 36*, Taylor & Francis, 1998.
- [31] Sharp J.M., Irani Z., Dasai S.; “Workind towards agile manufacturing in the UK industry”; *International Journal of Production Economics 62*, Elsevier Science, 1999.

- [32] Cao Qing., Dowlatshahi Shad., “The impact of alignment between virtual enterprise and information technology on business performance in an agile manufacturing environment”; *Journal of Operations Management* 23, Elsevier Science, 2005.
- [33] Anderson P., Peterson N.C.; “A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis”; *Management Science* 39, Informs online, 1993.