

## رتبه‌بندی عوامل کلیدی در استراتژی چابکی بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات با روش دیمتل

کیانوش بهرامی<sup>۱\*</sup>

محمد حسین کریمی گوارشکی<sup>۲</sup>

### چکیده

سرعت، شدت عمل، تحرک، صرفه‌جویی، پراکندگی، امنیت، دقت و انعطاف‌پذیری از مهم‌ترین ویژگی‌های جنگ‌های آینده می‌باشد. با توجه به تحریم کشورمان در زمینه تجهیزات نظامی داشتن یک سیستم بازسازی و بهینه‌سازی چابک که بتواند به سرعت پاسخگوی نیازهای یگان‌ها باشد ضروری می‌باشد. در این تحقیق پس از مطالعه ادبیات پژوهش مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر چابکی شناسایی و در چهار بعد؛ چابکی در بعد مدیریت، سازمان، نیروی کار و تولید و ساخت قطعات تقسیم‌بندی گردید. در گام اول با استفاده از نظر خبرگان و کارشناسان حوزه بازسازی و بهینه‌سازی در مرکز تولید، بهینه‌سازی و نوسازی، تعداد ۱۶ عامل به‌عنوان عوامل کلیدی در صنعت بازسازی و بهینه‌سازی نزا‌تیین گردید. در گام دوم از روش دیمتل به‌منظور تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی عوامل، علی و معلولی استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل علی و معلولی دیمتل نشان می‌دهد که واگذاری بودجه و اعتبارات، مدیریت فناوری اطلاعات، پشتیبانی مدیران ارشد، تصمیم‌گیری به‌صورت تیمی و گروهی، اهداف مدیریتی شفاف، به‌روزرسانی ماشین‌آلات، تمرکز و توجه به مشتری (استفاده‌کنندگان از وسایل اورهال شده)، برنامه‌ریزی تولید و ساخت استراتژیک و زنجیره تأمین، کلیدی‌ترین عوامل در اتخاذ چابکی با توجه به تغییر ماهیت جنگ‌های آینده در صنعت بازسازی و بهینه‌سازی نزا‌ج می‌باشند.

### واژه‌های کلیدی:

نگهداری و تعمیر، چابکی، دیمتل، جنگ آینده، بازسازی و بهینه‌سازی.

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد مدیریت فناوری‌های نرم دانشگاه صنعتی مالک اشتر

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده مدیریت فناوری‌های نرم دانشگاه صنعتی مالک اشتر

## مقدمه

مهم‌ترین ویژگی عصر حاضر، سرعت غیرقابل کنترل، گسترش ارتباطات، تسلط روز افزون عامل دانش، افزایش رقابت، تغییر سریع فناوری و تغییر درخواست مشتریان می‌باشد. در چنین شرایطی بر تاملاتی سازمان‌هایی، می‌توانند به بقای خود ادامه دهند و در آینده به شکوفایی و باروری برسند که سطح مناسبی از چابکی را اتخاذ کنند. با توجه به تحریم‌های همه جانبه از طرف دشمنان به خصوص در حوزه تجهیزات دفاعی و نظامی و فرمایشات مقام معظم رهبری مبنی بر عمر انقلابی دادن به تجهیزات، اهمیت نگهداری و تعمیرات بیش از پیش احساس می‌شود. یکی از استراتژی‌های مهم در حوزه نگهداری و تعمیرات بازسازی و بهینه‌سازی ادوات و تجهیزات می‌باشد.

با توجه به ویژگی جنگ‌های آینده (سرعت بالا، تحرک و چابکی) و تحریم‌های شدید در حوزه تجهیزات نظامی و دفاعی به کشورمان، داشتن یک سیستم تعمیرات، بازسازی و بهینه‌سازی چابک در نزاجا که بتواند پاسخگوی یگان‌ها در جنگ آینده باشد ضروری می‌باشد؛ زیرا اولاً تغییر ماهیت جنگ‌ها نیازمند تغییر در تجهیزات و ادوات دارد. بنابراین بهینه کردن و ارتقاء تجهیزات موجود می‌تواند به این خواسته کمک کند. ثانیاً هر زمان که ادوات و تجهیزات نیازمند تعمیر و بازسازی باشند به همان میزان از توان رزمی یگان کاسته می‌شود و اتخاذ چابکی و سرعت عمل در تعمیرات و بازسازی می‌تواند در ارتقاء مجدد توان رزمی کمک شایانی کند. ثالثاً داشتن یک سیستم بازسازی و بهینه‌سازی با کیفیت و با قابلیت بالا باعث کاهش هزینه‌های سازمان و اعتماد به توانایی‌ها و قابلیت‌های پرسنل فنی داخلی و عدم وابستگی به دیگر کشورها می‌گردد.

بطور کلی هدف از این تحقیق؛ ۱- شناسایی عوامل مؤثر بر اتخاذ چابکی در بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات نزاجا با توجه به تغییرات محیطی و تغییر ماهیت جنگ‌ها ۲- تبیین کلیدی‌ترین عوامل چابکی در بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات نزاجا ۳- رتبه‌بندی عوامل کلیدی در بازسازی و بهینه‌سازی نزاجا می‌باشد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند مبنای بسیار خوبی جهت فرماندهان و مدیران جهت اتخاذ استراتژی مناسب چابکی در محیط در حال تغییر و شرایط آینده نبردها در صنعت بازسازی و بهینه‌سازی (اورهال) نزاجا به شمار رود.

## مرور مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

نگهداری و تعمیرات مجموعه‌ای از فعالیت‌های مختلف است که به منظور حفظ و بقای قطعات، تجهیزات و صیانت از سرمایه‌ها و دارایی‌ها به کار می‌رود تا از بروز حوادثی که منجر به خرابی

دستگاه‌ها و وقفه در فرآیند تولید و یا روند بهره‌برداری از تجهیزات مربوط می‌گردد، پیشگیری لازم به عمل آید (Chang & Soong, 2009). راهبردهای مختلف نگهداری و تعمیرات وجود دارد که به صورت خلاصه به آن‌ها اشاره خواهد شد.

### استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات

#### نگهداری و تعمیرات اصلاحی<sup>۱</sup>

در این رویکرد فعالیت‌ها بعد از خرابی اعمال می‌گردد و هیچ مداخله‌ای تا قبل از زمان وقوع یک خرابی صورت نمی‌گیرد (ربانی و همکاران، ۱۳۹۲).

#### نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه<sup>۲</sup>

این رویکرد قبل از خرابی سیستم‌ها به منظور حفظ تجهیزات در شرایط خاص با فراهم نمودن بازرسی‌های سیستماتیک اجرا می‌گردد (ربانی و همکاران، ۱۳۹۲).

#### نگهداری و تعمیرات بر اساس وضعیت<sup>۳</sup>

در این استراتژی تصمیمات نگهداری و تعمیرات بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده اتخاذ می‌شوند. لازمه پیاده‌سازی نگهداری و تعمیرات بر اساس وضعیت، وجود سیستمی برای جمع‌آوری داده‌ها و مجموعه‌ای از وسایل اندازه‌گیری برای نظارت بر عملکرد ماشین در زمان کار است. با نظارت مستمر بر شرایط کاری بر ماشین می‌توان به آسانی و به وضوح شرایط غیر طبیعی را مشخص نمود و کنترل‌های لازم را به موقع انجام داد و در صورت لزوم ماشین را قبل از وقوع خرابی متوقف کرد (شفیعی نیک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

#### نگهداری و تعمیرات پیش بینانه<sup>۴</sup>

در این راهبرد با پیش‌بینی اینکه چه وقت یک مقدار کنترلی از میزان آستانه و سرحد خود تجاوز خواهد کرد، به اقدامات نگهداری لازم پرداخته می‌شود (ربانی و همکاران، ۱۳۹۲).

#### نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر<sup>۵</sup>

هدف اصلی نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، حداکثر کردن اثربخشی تجهیزات و بهره‌وری آن‌ها و حذف همه تلفات ماشین، ایجاد حس مالکیت تجهیزات در کاربران از طریق آموزش و درگیر کردن آن‌ها، ترویج بهبود مستمر از طریق فعالیت‌های گروه‌های کوچک شامل کارکنان تولید، مهندسی و نگهداری و تعمیرات است (کرباسی و همکاران، ۱۳۹۱).

1. Corrective Maintenance

2. Preventive Maintenance

3. Condition Based Maintenance

4. Predictive Maintenance

5. Total Productive Maintenance

### نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت اطمینان (RCM)<sup>۱</sup>

این استراتژی روشی است که الزامات حصول اطمینان از اینکه تجهیز کارکرد مورد انتظار را در وضعیت فعلی اش برآورد می‌کند، مشخص می‌کند. هدف اصلی استراتژی RCM افزایش زمان در دسترس بودن ماشین و بهبود سطح قابلیت اطمینان ماشین به جای بازگرداندن آن به وضعیت ایده آل است. RCM روشی برای حفظ عملکرد کامل ارائه می‌کند و با موازنه هزینه‌های بالای نگهداری و تعمیرات اصلاحی و نگهداری و تعمیرات پیگیرانه طوری طراحی شده است که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را کمینه می‌کند (شفیعی نیک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

#### بازسازی و بهینه‌سازی (اورهال)

هر چیزی می‌تواند باشد، از کوچکترین قطعات و لوازم مکانیکی و الکتریکی گرفته تا دستگاه‌ها و ابزار صنعتی. اورهال کاری کاملاً تخصصی می‌باشد، مخصوصاً در عصر حاضر و با توجه به پیچیدگی دستگاه‌های صنعتی یک پروژه اورهال می‌بایست از نیروهای متخصص مکانیک، الکترونیک، الکتریک و صنایع استفاده نماید. اورهال یا تعمیرات اساسی فعالیت‌هایی هستند که به‌صورت قابل برنامه‌ریزی و با درک و پیش‌بینی قبلی برای بازسازی و احیای مجدد دستگاه‌ها و ماشین‌آلات انجام می‌گیرند (Lee et al, 2008).

#### مفهوم چابکی

چابکی یک قابلیت وسیع کسب و کار است که ساختارهای سازمانی، سیستم‌های اطلاعاتی، فرآیندهای حمل و نقل و همچنین طرز فکر افراد را در بر می‌گیرد (Christopher & Towil, 2000). به زعم Sharifi & ZHang (۱۹۹۹)، چابکی به معنای توانایی هر سازمان در احساس، ادراک و پیش‌بینی تغییرات موجود در محیط کسب و کار است. چنین سازمانی باید بتواند تغییرات محیطی را تشخیص داده و به آن‌ها به عنوان عوامل رشد و شکوفایی بنگرد. برایان Masel (۲۰۰۱)، چابکی را توانایی رونق و شکوفایی در محیط دارای تغییر مداوم و غیر قابل پیش‌بینی تعریف کرده است. لذا سازمان‌ها نباید از تغییرات محیط کاری خود هراس داشته و از آن اجتناب کنند، بلکه باید تغییرات را فرصتی برای کسب مزیت رقابتی در محیط بازار تصور نمایند.

#### اهمیت بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات در جنگ آینده

جنگ آینده از اوایل قرن بیست و یکم وارد ادبیات نظامی شده است، به رویارویی دو قدرت ناهمتر از اشاره دارد که یک طرف ضمن اجتناب از مواجهه شدن با نقاط قوت طرف مقابل، در

<sup>۱</sup>. Reliability Centred Maintenance

چارچوبی خارج از قواعد قابل هضم بر روی دشمن، نقاط ضعف او را مورد حمله قرار می‌دهد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳). فناوری و کارایی، توان رزمی خود را بیش از شش برابر افزایش داده و قطعیت فضای رزم را از بین برده است، با افزایش سرعت و چرخه محرک‌های غیر قابل پیش‌بینی و دور از انتظار در کلیه سطوح او را سر در گم نموده و با پایداری خود در صحنه نبرد، جنگ را فرسایشی و دشمن را وادار به تغییر اراده و رفتار می‌کند. همچنین از مهم‌ترین ویژگی جنگ آینده می‌توان به؛ تکرار ناپذیری، کوتاه‌مدت بودن، غافلگیرانه بودن، غیر قابل پیش‌بینی بودن صحنه نبرد، مشخص نبودن، نامشخصی و نامعین بودن جنگ‌جویان، نداشتن ابزار و فناوری مشخص، داشتن فضای رزمایش زیاد، ضربه دقیق عملیاتی، داشتن واحدهای اجرایی و رزمی کوچک، سرعت، شدت عمل، تحرک، حفاظت، صرفه‌جویی، پراکندگی، امنیت، دقت و انعطاف‌پذیری اشاره کرد (شهلائی و همکاران، ۱۳۹۵).

#### پیشینه‌های پژوهش

تاکنون تحقیقی در زمینه چابکی در بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات انجام با توجه به تغییرات محیطی و تغییر ماهیت جنگ‌های آینده انجام نگرفته است و این مقاله در این حوزه دارای نوآوری می‌باشد. در ادامه خلاصه‌ای از تحقیقات انجام گرفته در زمینه نگرهداری و تعمیرات و چابکی در صنایع مشابه بیان خواهد شد.

طلوعی و همکاران در تحقیقی که به‌منظور شناسایی عوامل چابکی در سازمان‌های ایرانی انجام دادند تعداد ۱۲ فاکتور توانمندساز چابکی شناسایی نمودند و با استفاده از تکنیک آنالیز مسیر به ترتیب رهبری، تعهد سازمانی، توانمندسازی، برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد کارکنان، تمرکز ساختار سازمانی، کار تیمی، فرهنگ سازمانی و ساختار سازمانی را به‌عنوان تأثیرگذارترین عوامل بر چابکی سازمان اولویت‌بندی نمودند (طلوعی همکاران، ۲۰۰۸). بشیری و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ای تحت عنوان انتخاب استراتژی بهینه نگرهداری و تعمیرات با روش تخصیص خطی فعال فازی، مهم‌ترین رویکردهایی که ارزیابی نموده‌اند را شامل: نت اصلاحی، نت پیش‌گیرانه، نت مبتنی بر وضعیت فنی و نت پیش‌گویانه دسته‌بندی نموده‌اند. و از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی عبارت‌اند از؛ هزینه کل، فاصله بین خرابی‌ها و چهار معیار کیفی.

روح‌الله رازینی و همکاران در تحقیقی با عنوان "ارائه مدل سنجش عملکرد سازمان‌های چابک: رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری" مدلی برای سنجش عملکرد سازمان‌های چابک ارائه دادند. نتایج این پژوهش متشکل از ۱۱ معیار کلی و ۸ سطح استخراج شده بود که

نشان‌دهنده اهمیت معیارهایی چون رهبری، برنامه‌ریزی راهبردی و فرهنگ سازمانی به‌عنوان پرنفوذترین معیارها در عملکرد سازمان‌های چابک می‌باشد (روح‌الله رازینی و همکاران، ۱۳۹۲). آقای در تحقیقی به‌منظور ابعاد و عوامل چابکی سازمان انجام دادند. بر اساس ادبیات پژوهش این عوامل را در چهار مؤلفه سازمان، عوامل راهبردی، فناوریانه و انسانی تقسیم کردند که شامل ۴۰ شاخص بود که بر اساس قانون پاراتو مهم‌ترین آن‌ها به ترتیب تطابق با تغییر، پاسخگویی سریع، صرف هزینه، انعطاف‌پذیری، زیرساخت‌های فناوری، سرعت تحویل، سازمان مجازی، کارکنان چند مهارته در رتبه‌های اول تا هشتم قرار داشتند (آقای، ۱۳۹۳).

فیندرسکی و دیده‌خانی در تحقیقی به‌منظور شناسایی و رتبه‌بندی عوامل چابکی با تکنیک فرآیند آنالیز سلسله‌مراتبی<sup>۱</sup> (ANP) تعداد ۸ معیار که شامل ۳۲ شاخص بود به‌عنوان عوامل چابکی شناسایی گردید که این عوامل شامل پشتیبانی مدیریت، شایستگی، مدیریت فناوری اطلاعات، آموزش و کسب مهارت، مدیریت منابع انسانی، کار تیمی، طراحی سازمان چابک و نوآوری و خلاقیت بود (فیندرسکی و دیده‌خانی، ۲۰۱۴).

دوبی و گوناسکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) در تحقیقی جهت ارائه چارچوب تولید چابک مهم‌ترین عوامل در تولید چابک را تکنولوژی، توانمندسازی نیروی کار، تمرکز بر مشتری، روابط با تأمین‌کنندگان، انعطاف‌پذیری و فرهنگ سازمانی معرفی کردند. کومار<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی با عنوان "ارائه یک چارچوب با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری و تئوری ماتریس گراف"<sup>۴</sup> جهت چابکی در سازمان تولید خودرو تعداد ۱۰ عامل شناسایی و سپس با استفاده از تکنیک ISM این عوامل اولویت‌بندی شده‌اند. سیندوانی و مالهورترا<sup>۵</sup> (۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان "فاکتورهای مؤثر بر اجرای سیستم تولید چابک با روش ISM" تعداد ۱۲ فاکتور مؤثر بر چابکی تولد شناسایی و سپس با روش ISM این عوامل اولویت‌بندی گردیدند که شامل؛ ساختار سازمانی، یکپارچگی فناوری اطلاعات، برون‌سپاری، توسعه روش طراحی، قابلیت تبدیل، مقیاس‌پذیری، نیروی کار چابک، کنترل متغیرهای فرآیند، چند زبانی، پشتیبانی مدیران ارشد، توانمندسازی نیروی کار و رویکرد طراحی مدولار بودند.

1. Analytical Hierarchy Process

2. Dubey and Guneskaran

3. Kumar et al

4. Graph Theory Matrix

5. Sindhwani and Malhotra

## یافته‌های حاصل از ادبیات موضوع

در این تحقیق با توجه به تحقیقات انجام شده در حوزه چابکی مهم‌ترین عوامل چابکی در چهار بعد، چابکی در مدیریت، چابکی در نیروی کار، چابکی در سازمان و چابکی در ساخت و تولید شناسایی گردید سپس پرسشنامه‌ای تنظیم و در اختیار خبرگان صنعت اورهال نزاچا قرار گرفت و از ایشان خواسته شد که آیا این عوامل در چابکی صنعت اورهال نزاچا تأثیرگذار هستند یا خیر. پس از جمع‌آوری داده‌ها (عوامل با بیش از پنجاه درصد توافق)، مبتنی بر نظر خبرگان تعداد ۴۰ عامل مورد تأیید قرار گرفت. شالوده عوامل بر اساس تحقیقات سیندونانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، گورو و سینگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۶)، موچیری و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴)، راج و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۴)، فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)، وینود و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۲)، وینود و ویمال<sup>۵</sup> (۲۰۱۲)، راج و دوداسن (۲۰۱۲)، میلاد و رضا آقایی (۱۳۹۳) می‌باشد. نتایج یافته‌های پژوهش در جداول ۱ تا ۴ نشان داده شده است.

جدول (۱) عوامل چابکی در بعد مدیریت

منابع	عوامل	بعد
سیندونانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)	پشتیبانی مدیران ارشد	چابکی در مدیریت
گورو و کومار (۲۰۱۶)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، رامش و دوداسن (۲۰۱۲)، فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)، آقایی (۱۳۹۳)	تفویض اختیار به پرسنل	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)، آقایی (۱۳۹۳)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، رامش و دوداسن (۲۰۱۲)	به اشتراک‌گذاری اطلاعات	
موچیری و همکاران (۲۰۱۴)، طلوعی و همکاران (۲۰۰۸)	برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد کارکنان	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)، راج و همکاران (۲۰۱۴)	مدیریت مشارکتی	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)، راج و همکاران (۲۰۱۴)	ارزیابی و به‌کارگیری سریع پیشنهادهای کارکنان	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)، راج و همکاران (۲۰۱۴)	اهداف مدیریتی شفاف	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)، راج و همکاران (۲۰۱۴)	تعریف شفاف مسئولیت‌ها و اختیارات کارکنان	
موچیری و همکاران (۲۰۱۴)	ثابت میزان اورهال سالیانه	

1. Guru & singh

2. Muchiri et al

3. Raj et al

4. Vinodh et al

5. Vinodh & vimal

## جدول (۲) عوامل چابکی در بعد سازمان

منابع	عوامل	بعد
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، گورو و کومار (۲۰۱۶)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	ساختار سازمان مسطح	سازمان
راج و همکاران (۲۰۱۴)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	جریان روان و هموار اطلاعات در سازمان	
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	تصمیم‌گیری به‌صورت تیمی و گروهی	
راج و همکاران (۲۰۱۴)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)	قابلیت جابجایی کارکنان بین واحدهای سازمان	
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)	کاهش بروکراسی	
وینود و ویمال (۲۰۱۲)	به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت دانش برای در دسترس قرار دادن دانش در سازمان	
آقایی (۱۳۹۳)	انعطاف‌پذیری پشتیبانی و پاسخ سریع	

## جدول (۳) عوامل چابکی در بعد نیروی کار

منابع	عوامل	بعد
آقایی (۱۳۹۳)، فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)	بروز کردن مهارت کارکنان به‌صورت آموزش پیوسته	نیروی کار
رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)، آقایی (۱۳۹۳)	مشارکت تمامی کارکنان در سازمان	
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)	توانمندسازی نیروی کار با استفاده از افزایش دانش	
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، کومار و سینگ (۲۰۱۶)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	نیروی کار چند مهارتی	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)	فرهنگ سازمانی و مسئولیت‌پذیری	
دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	اعتماد و همکاری دوجانبه	
آقایی (۱۳۹۳)، فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)	گرایش به کار تیمی	
دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)	خلاقیت، نوآوری و ریسک‌پذیری	



جدول (۴) عوامل چابکی در بعد تولید و ساخت قطعات

منابع	عوامل	بعد
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، وینود و ویمال (۲۰۱۲)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	برون‌سپاری	تولید و ساخت
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر	
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، کومار و سینگ (۲۰۱۶)، موچیری و همکاران (۲۰۱۴)، آقایی (۱۳۹۳)	استفاده از گروه‌های چند کارکردی	
دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)، طلوعی و همکاران (۲۰۰۸)	مدیریت روابط با تأمین‌کنندگان و زنجیره تأمین	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)، دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)	اتوماسیون در تولید (استفاده از CNC، ربات و ...)	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)، موچیری و همکاران (۲۰۱۴)	تخمین و کنترل هزینه‌ها	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)، سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، گورو و کومار (۲۰۱۶)	سیستم اطلاعات یکپارچه	
فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، آقایی (۱۳۹۳)	مدیریت فناوری اطلاعات	
گورو و کومار (۲۰۱۶)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)	بهره‌وری در تمام واحدهای سازمان	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، آقایی (۱۳۹۳)	بهبود کیفیت	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)، سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)	توسعه و طراحی محصول	
سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶)	کنترل متغیرهای فرایند	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)	مشارکت دادن تأمین‌کنندگان در توسعه محصول	
وینود و همکاران (۲۰۱۲)	به‌روزرسانی و مقاوم‌سازی ماشین‌آلات	
کومار و سینگ (۲۰۱۶)، وینود و همکاران (۲۰۱۲)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)	برنامه‌ریزی تولید استراتژیک	
گورو و کومار (۲۰۱۶)، دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴)	تمرکز و توجه به مشتری (استفاده‌کنندگان)	

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش صورت گرفته از نظر هدف یک تحقیق کاربردی و از نظر ماهیت و روش، تحقیق توصیفی-تحلیلی می‌باشد. جامعه تحقیق کارشناسان و خبرگان در حوزه تعمیرات، بازسازی و

بهینه‌سازی در مرکز تولید، بهینه‌سازی و نوسازی نزا جا می‌باشد. اعضای این جامعه شامل ۱۷ نفر از خبرگان و کارشناسان و مدیران ارشد در حوزه اورهال نزا جا در مرکز تولید، بهینه‌سازی و نوسازی نزا جا می‌باشند. رویکرد اصلی برای انجام پژوهش تکنیک دیمتل بوده است. گردآوری اطلاعات مبتنی بر پرسشنامه بوده است. نخست با مطالعه ادبیات موضوع تحقیق، عوامل چابکی شناسایی گردید و تعداد ۴۰ عامل با روش مدنظر خبرگان تأیید گردید. در مرحله دوم جهت پیدا کردن عوامل کلیدی با استفاده از روش Q-sort، تعداد ۱۶ عامل به‌عنوان عوامل کلیدی در حوزه بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات نزا جا مورد تأیید خبرگان گردید. با توجه به اینکه روش دیمتل بر مبنای مدنظر خبرگان می‌باشد، روایی تحقیق همان نظر خبرگان می‌باشد. به‌منظور پایایی نیز از آزمون مجدد استفاده شده است، به همین منظور ضمن توزیع پرسش‌نامه‌ها بین ۱۲ نفر از خبرگان و کارشناسان در دو نوبت با بازه زمانی حداقل دو هفته و استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، ضریب همبستگی بین نتایج حاصل از نوبت اول و دوم، مقدار ۹۲ درصد محاسبه گردیده است.

جدول (۵) عوامل کلیدی در چابکی استراتژی بازسازی و بهینه‌سازی بر اساس نظر خبرگان

ردیف	عوامل	درصد توافق	ردیف	عوامل	درصد توافق
۱	پشتیبانی مدیران ارشد	۱۰۰	۹	تمرکز و توجه به مشتری (استفاده‌کنندگان از وسایل اورهال شده)	۹۴
۲	به‌روزرسانی مهارت کارکنان به‌صورت آموزش پیوسته	۱۰۰	۱۰	تصمیم‌گیری به‌صورت تیمی و گروهی	۸۸
۳	به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت دانش برای در دسترس قرار دادن دانش در سازمان	۱۰۰	۱۱	مدیریت فناوری اطلاعات	۱۰۰
۴	تغییر فرهنگ سازمانی	۱۰۰	۱۲	کاهش بروکراسی	۸۲
۵	بهبود کیفیت	۱۰۰	۱۳	برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد کارکنان	۸۸
۶	به‌روزرسانی و مقاوم‌سازی ماشین‌آلات	۱۰۰	۱۴	زنجیره تأمین	۸۸
۷	اهداف مدیریتی شفاف	۹۴	۱۵	برنامه‌ریزی تولید و ساخت استراتژیک	۸۲
۸	واگذاری بودجه و اعتبارات	۱۰۰	۱۶	برون‌سپاری	۸۸

پس از تائید عوامل توسط خبرگان برای حذف اثر مشکلات احتمالی ناشی از تعاریف و هم‌پوشانی برخی از عوامل و رسیدن به فهرست کوچک‌تر، اما مورد توافق خبرگان، از روش کیو سرت (Q-Sort) استفاده گردید. از این رو فهرستی از ۴۰ عامل مهم و تأثیرگذار در صنعت اورهال در نرم‌افزار اکسل تهیه گردید، سپس از خبرگان و کارشناسان حوزه اورهال درخواست شد که مشخص کنند که از نظر ایشان کدام‌یک از این عوامل در حوزه تعمیرات اساسی و اورهال کلیدی هستند. سپس درصد توافق خبرگان محاسبه گردید. برای رسیدن به روایی قابل قبول سطح ۶۵ درصد توافق برای هرکدام در نظر گرفته شد (انصاری و همکاران، ۱۳۹۳) که نتایج این توافق در جدول (۵) نشان داده شده است.

#### روش دیمتل

تکنیک دیمتل توسط فونتال و گابوس در سال ۱۹۷۱ ارائه شد. این تکنیک که از روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس مقایسات زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آن‌ها با به‌کارگیری اصول نظریه گراف‌ها، ساختار سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تأثیر و اثر متقابل ارائه می‌دهد، به‌گونه‌ای که شدت روابط اثر روابط مذکور را به‌صورت امتیاز عددی معین می‌کند (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴).

بطور کلی پنج مرحله برای انجام تکنیک دیمتل شناسایی شده است (گویندن و چادوری<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

۱. تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (A): در این مرحله با استفاده از مقایسات زوجی توسط خبرگان میزان تأثیر هر یک از عوامل بر یکدیگر شناسایی می‌گردد و میانگین ساده نظرات در ماتریس ارتباط مستقیم وارد می‌شود. طیف مورد استفاده در این مرحله طیف پنج درجه از ۰ تا ۴ برابر جدول زیر می‌باشد:

جدول (۶) طیف دیمتل

بی‌تأثیر	تأثیر خیلی کم	تأثیر کم	تأثیر زیاد	تأثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

<sup>۱</sup>. Govindan & Chaudhuri

۲. نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم: در این مرحله جمع تمامی سطرها و ستونها محاسبه می‌گردد. سپس معکوس بزرگ‌ترین عدد در ماتریس ارتباط مستقیم ضرب می‌شود.

$$N = K * A \quad (1)$$

۳. محاسبه ماتریس ارتباط کامل: پس از نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم، ماتریس ارتباط کامل برابر رابطه شماره ۲ به دست می‌آید. در این رابط  $I$  برابر ماتریس یکه می‌باشد.

$$M = S(I - S)^{-1} \quad (2)$$

۴. محاسبه جمع سطرها و ستونها: در این مرحله جمع عناصر هر سطر ( $D$ ) برای هر عامل که نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است و جمع عناصر هر ستون ( $R$ ) برای هر عامل که نشانگر میزان تأثیرپذیری آن عامل از سایر عوامل سیستم است به دست می‌آید.

۵. رسم نمودار علی: در مرحله نهایی روش دیمتل نمودار علت و معلول رسم می‌گردد که این نمودار روابط بین عوامل را به روشنی نشان می‌دهد. بردار افقی این نمودار مقدار  $(D+R)$  می‌باشد که میزان اثر و تأثیر عامل مورد نظر در سیستم است و هر چه که این مقدار بیشتر باشد آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل دارد. بردار عمودی این نمودار  $(D-R)$  می‌باشد که قدرت تأثیرپذیری هر عامل را نشان می‌دهد. اگر  $(D-R)$  مثبت باشد آن عامل یک متغیر علی و اگر منفی باشد معلول محسوب می‌شود.

### تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

برای اجرای تکنیک دیمتل و محاسبه میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل، از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید که نتایج محاسبات طبق مراحل زیر می‌باشد:

#### - تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم

پس از توزیع پرسشنامه بین ۱۲ نفر از خبرگان و کارشناسان مرکز تولید، بهینه‌سازی و نوسازی نزاجا، میانگین نظرات ایشان در رابطه با هر زوج از عوامل محاسبه و ماتریس  $A$  تشکیل شده است:

جدول (۷) ماتریس ارتباط مستقیم

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	جمع
۱	۰	۲/۶	۲/۵	۲/۶۷	۲/۵	۲/۵	۳	۲/۳۳	۱/۸۳	۱/۸۳	۲/۳۳	۲/۵	۱/۵۰	۳/۳۳	۲/۳۳	۳	۳۸/۸۳
۲	۱/۸۳	۰	۱/۸۳	۱/۸۳	۳	۲/۵	۱	۱/۳۳	۲/۱۷	۱/۱۷	۱/۶۷	-۱/۶۷	۲	-۱/۶۷	۱/۵	۲/۳۳	۲۵/۵
۳	۱/۸۳	۲/۶۷	۰	۲	۲/۵	۱	۱/۳۳	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳۳	۱/۶۷	-۱/۸۳	۱/۸۳	۲/۱۷	۲۴/۱۷
۴	۲	۱/۳۳	۱/۶۷	۰	۲/۱۷	-۱/۸۳	۱/۳۳	۱/۱۷	۲/۳۳	۲/۳۳	۱/۱۷	۲/۱۷	۱/۶۷	۱	۱/۵	۱/۵	۲۴/۱۷
۵	۲/۵	۲	۱/۵	۱/۶۷	۰	۱/۸۳	۱/۶۷	۲	۲/۸۳	۱/۱۷	-۱/۸۳	۱	۲/۱۷	۲	۲/۶۷	۲/۵	۲۸/۳۳
۶	۲/۳۳	۲/۸۳	۱/۸۳	۱/۱۷	۳/۱۷	۰	۱/۸۳	۲/۶۷	۲/۱۷	۱/۵	۱/۸۳	۱	۱/۶۷	۲/۱۷	۲/۵	۲/۶۷	۳۱/۳۳
۷	۲/۳۳	۱/۸۳	۱/۵	۲	۲/۱۷	۱/۸۳	۰	۲/۶۷	۱/۳۳	۱/۸۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۲/۱۷	۲	۲/۵	۲/۱۷	۲۹
۸	۳	۳	۱/۸۳	۲	۲/۳۳	۳/۸۳	۲/۸۳	۰	۲/۳۳	۱/۸۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۲/۸۳	۳/۱۷	۲/۸۳	۳	۳۹/۵
۹	۲/۱۷	۱/۸۳	۱/۸۳	۱/۶۷	۳/۳۳	۲/۳۳	۱/۸۳	۲/۳۳	۰	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۱۷	۱/۸۳	۲	۲/۱۷	۱/۵	۲۹/۱۷
۱۰	۱/۱۷	۲/۱۷	۲	۲/۵	۳	۲	۲/۱۷	۱/۱۷	۱/۵	۰	-۱/۶۷	۲/۱۷	۱/۶۷	۱/۶۷	۲	۲	۲۷/۸۳
۱۱	۱/۶۷	۲/۶۷	۲/۵	۲/۱۷	۲/۵	۱/۶۷	۱/۵	۲	۲/۱۷	۱/۳۳	۰	۲/۸۳	۲/۱۷	۲/۱۷	۲/۱۷	۲/۱۷	۳۰/۶۷
۱۲	۱/۶۷	۱/۵	۱	۱/۶۷	۱/۳۳	-۱/۱۷	۱/۱۷	۱	۱	-۱/۸۳	۱/۵	۰	-۱/۸۳	۱/۱۷	۱/۵	-۱/۸۳	۱۶/۱۷
۱۳	۱/۸۳	۲/۱۷	۲/۳۳	۱/۶۷	۲/۳۳	۲/۱۷	۲	۱/۶۷	۱/۳۳	۱/۶۷	۱	-۱/۶۷	۰	-۱/۵	۲/۱۷	۱/۵	۲۵
۱۴	۲/۳۳	۱/۱۷	۱	-۱/۵	۲/۸۳	۲/۵	۱/۳۳	۳/۱۷	۱/۸۳	۱/۵	۱/۸۳	-۱/۵	-۱/۸۳	۰	۳/۱۷	۲/۸۳	۲۷/۳۳
۱۵	۲/۳۳	۲/۵	۱/۶۷	۱/۵	۲/۵	۲/۶۷	۲	۳/۱۷	۲	۱/۵	۲/۱۷	۱/۱۷	۲/۵	۳/۱۷	۰	۳	۳۴/۱۷
۱۶	۲/۶۷	۱/۸۳	۲/۱۷	۱/۱۷	۲/۶۷	۱	۱	۳/۱۷	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۶۷	۱/۳۳	۲/۱۷	۲/۶۷	۰	۲۹
جمع	۳۲	۳۱/۱۷	۲۷/۱۷	۲۶/۱۷	۳۹/۱۷	۲۹/۸۳	۲۶/۵	۳۱/۸۳	۲۷/۸۳	۲۳/۱۷	۲۲/۳۳	۲۱	۲۶/۸۳	۲۸	۳۳/۵	۳۲/۱۷	

- ماتریس نرمال

جدول (۸) ماتریس نرمال ارتباط مستقیم

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱	۰	-۱/۰۷	-۱/۰۶	-۱/۰۷	-۱/۰۶	-۱/۰۹	-۱/۰۸	-۱/۰۸	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۶	-۱/۰۴	-۱/۰۸	-۱/۰۶	-۱/۰۸
۲	-۱/۰۵	۰	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۸	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۲	-۱/۰۵	-۱/۰۲	-۱/۰۴	-۱/۰۶
۳	-۱/۰۵	-۱/۰۷	۰	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۲	-۱/۰۵	-۱/۰۵
۴	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۴	۰	-۱/۰۵	-۱/۰۲	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۶	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۴
۵	-۱/۰۶	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۴	۰	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۷	-۱/۰۳	-۱/۰۲	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۷	-۱/۰۶
۶	-۱/۰۶	-۱/۰۷	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۸	۰	-۱/۰۵	-۱/۰۷	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۷
۷	-۱/۰۶	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۵	۰	-۱/۰۷	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۵
۸	-۱/۰۸	-۱/۰۸	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۸	-۱/۱	-۱/۰۷	۰	-۱/۰۶	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۷	-۱/۰۸	-۱/۰۷	-۱/۰۸
۹	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۸	-۱/۰۶	-۱/۰۵	-۱/۰۶	۰	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۴
۱۰	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۸	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۴	۰	-۱/۰۲	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۵
۱۱	-۱/۰۴	-۱/۰۷	-۱/۰۶	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۳	۰	-۱/۰۷	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۳
۱۲	-۱/۰۴	-۱/۰۱	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۳	۰	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۲	-۱/۰۴	۰	-۱/۰۲	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۲
۱۳	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۶	-۱/۰۴	-۱/۰۶	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۳	-۱/۰۲	۰	-۱/۰۱	-۱/۰۵	-۱/۰۴
۱۴	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۰۱	-۱/۰۷	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۸	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۱	-۱/۰۲	۰	-۱/۰۸	-۱/۰۷
۱۵	-۱/۰۷	-۱/۰۶	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۶	-۱/۰۷	-۱/۰۵	-۱/۰۸	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۶	-۱/۰۸	۰	-۱/۰۸
۱۶	-۱/۰۷	-۱/۰۵	-۱/۰۵	-۱/۰۳	-۱/۰۷	-۱/۰۳	-۱/۰۴	-۱/۰۸	-۱/۰۵	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۴	-۱/۰۳	-۱/۰۵	-۱/۰۷	۰

با توجه به اینکه بزرگ‌ترین عدد جمع سطرها و ستون‌ها عدد  $39/5$  می‌باشد، مقدار معکوس آن عدد  $K = 1/0.25$  می‌باشد. بنابراین طبق رابطه (۱) مقدار ماتریس نرمال برابر جدول (۸) می‌باشد.

#### - ماتریس ارتباط کامل

برای به دست آوردن ماتریس ارتباط کامل از رابطه (۲) استفاده گردید که نتیجه نهایی محاسبات به وسیله نرم‌افزار اکسل برابر جدول (۹) می‌باشد:

جدول (۹) ماتریس ارتباط کامل

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	D
۱	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۶	۳/۲۵
۲	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۸	۲/۳۷
۳	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱	۰/۱۴	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۷	۲/۲۲
۴	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۲/۲۱
۵	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲	۲/۶۵
۶	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۲	۲/۹۳
۷	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۲	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲	۰/۱۹	۲/۷۱
۸	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳۷	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۶	۳/۶۲
۹	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۱/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۲	۰/۱۸	۲/۲۷
۱۰	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۲/۵۱
۱۱	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۹	۱۸۰	۰/۱۳	۰/۱	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۷	۲/۷۶
۱۲	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱	۱/۵۲
۱۳	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۲	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۲/۳۳
۱۴	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۲۱	۲/۵۶
۱۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۴	۳/۱۸
۱۶	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۴	۲/۲۷
R	۲/۹۷	۲/۸۸	۲/۵	۲/۳۹	۳/۵۶	۲/۸	۲/۴۶	۲/۹۷	۲/۶	۲/۱۴	۲/۱۸	۱/۹۶	۲/۵	۲/۶۳	۳/۰۸	۳	

#### - محاسبه مقادیر D و R

نتایج حاصل از جمع سطرها (D) و ستون‌ها (R) و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس جمع و تفریق در جدول شماره (۱۰) نشان داده شده است:

جدول (۱۰) رتبه‌بندی عوامل بر اساس مقادیر جمع ستون‌ها و سطرها

عوامل	D	R	D+R	رتبه	D-R	رتبه
پشتیبانی مدیران ارشد	۳/۵۳	۲/۹۷	۶/۵	۲	-۰/۵۷	۳
به‌روزرسانی مهارت کارکنان به‌صورت آموزش پیوسته	۲/۳۷	۲/۸۸	۵/۲۵	۹	-۰/۵۱	۱۵
به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت دانش برای در دسترس قرار دادن دانش در سازمان	۲/۲۲	۲/۵	۴/۷۲	۱۳	-۰/۲۸	۱۳
تغییر فرهنگ سازمانی	۲/۲۱	۲/۳۹	۴/۶	۱۵	-۰/۱۹	۱۱
بهبود کیفیت	۲/۶۵	۳/۵۶	۶/۲۱	۴	-۰/۹۱	۱۶
به‌روزرسانی و مقاوم‌سازی ماشین‌آلات	۲/۹۳	۲/۸	۵/۷۲	۶	-۰/۱۳	۶
اهداف مدیریتی شفاف	۲/۷۱	۲/۴۶	۵/۱۷	۱۰	-۰/۲۵	۵
واگذاری بودجه و اعتبارات	۳/۶۲	۲/۹۷	۶/۵۹	۱	-۰/۶۶	۱
تمرکز و توجه به مشتری (استفاده‌کنندگان از وسایل اورهال شده)	۲/۷۲	۲/۶	۵/۳۲	۷	-۰/۱۱	۷
تصمیم‌گیری به‌صورت تیمی و گروهی	۲/۵۱	۲/۱۴	۴/۶۵	۱۴	-۰/۳۶	۴
مدیریت فناوری اطلاعات	۲/۷۶	۲/۱۸	۴/۹۴	۱۱	-۰/۵۸	۲
کاهش بروکراسی	۱/۵۲	۱/۹۶	۳/۴۸	۱۶	-۰/۴۴	۱۴
برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد کارکنان	۲/۳۳	۲/۵	۴/۸۳	۱۲	-۰/۱۷	۱۰
زنجیره تأمین	۲/۶۵	۲/۶۳	۵/۲۷	۸	-۰/۰۲	۹
برنامه‌ریزی تولید و ساخت استراتژیک	۳/۱۸	۳/۰۸	۶/۲۶	۳	-۰/۱	۸
برون‌سپاری	۲/۷۲	۳/۰۱	۵/۷۳	۵	-۰/۲۸	۱۲

## - رسم نمودار علی

برای رسم میزان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری از نمودار علی استفاده می‌شود. بردار افقی این نمودار مقدار (D+R) و بردار عمودی آن مقدار (D-R) می‌باشد که در مرحله قبل محاسبه گردید:

همان‌طور که در جدول (۱۰) مشاهده می‌شود، میزان تعامل هر عامل با معیار D+R

سنجیده شده است، که ترتیب هرکدام برحسب تعامل با سایر عوامل به‌صورت زیر می‌باشد:

۱- واگذاری بودجه و اعتبارات ۲- پشتیبانی مدیران ارشد ۳- برنامه‌ریزی تولید و ساخت استراتژیک ۴- بهبود کیفیت ۵- برون‌سپاری ۶- به‌روزرسانی و مقاوم‌سازی ماشین‌آلات ۷- تمرکز و توجه به مشتری (استفاده‌کنندگان از وسایل اورهال شده) ۸- زنجیره تأمین ۹- به‌روزرسانی مهارت کارکنان به‌صورت آموزش پیوسته ۱۰- اهداف مدیریتی شفاف ۱۱- مدیریت فناوری اطلاعات ۱۲- برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد کارکنان ۱۳- به‌کارگیری سیستم‌های

مدیریت دانش برای دسترسی قرار دادن دانش در سازمان ۱۴- تصمیم‌گیری به‌صورت تیمی و گروهی ۱۵- تغییر فرهنگ سازمانی ۱۶- کاهش بروکراسی.

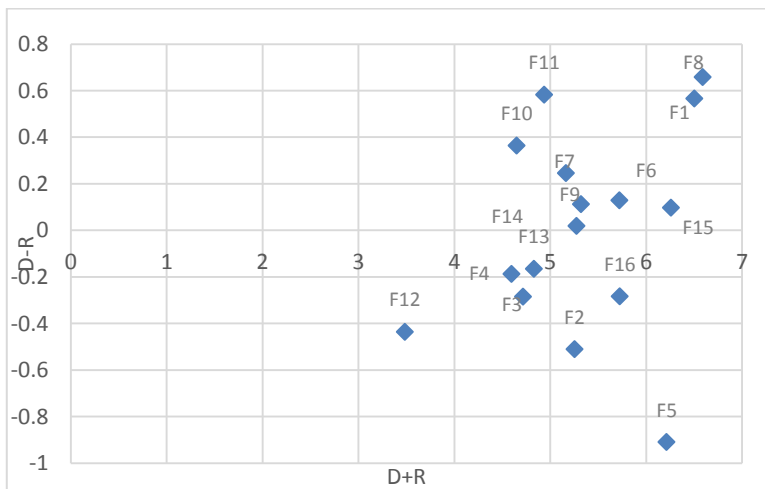
معیار D-R نیز علی یا معلول بودن معیارها را مشخص می‌کند که معیارهای علی عبارت‌اند

از:

- ۱- واگذاری بودجه و اعتبارات ۲- مدیریت فناوری اطلاعات ۳- پشتیبانی مدیران ارشد ۴- تصمیم‌گیری به‌صورت تیمی و گروهی ۵- اهداف مدیریتی شفاف ۶- به‌روزرسانی و مقاوم‌سازی ماشین‌آلات ۷- تمرکز و توجه به مشتری (استفاده‌کنندگان از وسایل اورهال شده) ۸- برنامه‌ریزی تولید و ساخت استراتژیک ۹- زنجیره تأمین.

شاخص‌های معلول عبارت‌اند از:

- ۱- برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد کارکنان ۲- تغییر فرهنگ سازمانی ۳- برون‌سپاری ۴- به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت دانش برای دسترسی قرار دادن دانش در سازمان ۵- کاهش بروکراسی ۶- به‌روزرسانی مهارت کارکنان به‌صورت آموزش پیوسته ۷- بهبود کیفیت.



شکل (۱) نمودار علی عوامل

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

### بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بخش ادبیات پژوهش بررسی شد، هیچ‌کدام از تحقیقات به‌طور جامع به عوامل مؤثر در چابکی در صنعت اورهال اشاره نکرده‌اند، اما در این پژوهش علاوه بر شناسایی عوامل



چابکی در ابعاد مختلف (مدیریت، سازمان، نیروی کار و تولید)، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک از عوامل با تکنیک دیمتل محاسبه گردید.

با توجه به ماهیت سازمان و وابستگی آن به سلسله‌مراتب دو عامل پشتیبانی مدیران ارشد و بیان اهداف مدیریتی شفاف به‌عنوان عوامل علی تعیین گردید که می‌توانند تأثیر بسیار زیادی بر دیگر عوامل داشته باشند. چنانچه فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)، سیندوانی و مالهوترا (۲۰۱۶) و وینود و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقات خود به آن‌ها اشاره کرده‌اند.

دیگر عاملی که استراتژی چابکی را تحت تأثیر می‌گذارد تأمین منابع مالی می‌باشد. و این مورد به خاطر دولتی و نظامی بودن سازمان می‌باشد که بشدت وابسته به اعتبارات واگذاری می‌باشد. کومار و سینگ (۲۰۱۶) و موچیری و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقات خود به این عامل اشاره کرده‌اند.

بطور کلی نتایج تحقیق نشان داد به‌کارگیری سیستم‌های فناوری اطلاعات در ارتقاء مهارت و آموزش کارکنان، کاهش بروکراسی، انتقال دانش، روان‌سازی فرآیند آمادی و زنجیره تأمین، طراحی محصول، فرآیند تولید و اورهال نقش بسزایی داشته است. این نتیجه با نتایج فیندرسکی و دیده‌خانی (۲۰۱۴)، رامش و دواداسن (۲۰۱۲)، آقایی (۱۳۹۳) و دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد توجه به صدای استفاده‌کنندگان از وسایل اورهال شده (مشتریان) یک عامل علی در استراتژی بازسازی و بهینه‌سازی می‌باشد؛ زیرا هم میزان کیفیت وسایل اورهال شده را نشان می‌دهد و هم بر اساس نیاز آتی آنان نسبت به ارتقاء و بهینه کردن تجهیزات اقدام می‌کند. گورو و کومار (۲۰۱۶) و دویی و گوناسکاران (۲۰۱۴) در تحقیقات خود به این عامل به‌عنوان عامل کلیدی چابکی اشاره کرده‌اند.

ولی آنچه این تحقیق را از سایر تحقیقات متمایز می‌کند، شناسایی عوامل چابکی در ابعاد مختلف (مدیریت، سازمان، نیروی کار و تولید) در یک سازمان نظامی و در یک صنعت خاص یعنی بازسازی و بهینه‌سازی (اورهال) تجهیزات می‌باشد که تاکنون چنین تحقیقی در داخل کشور انجام نگرفته است.

#### پیشنهادها

۱- فرماندهان و مدیران ارشد نیروی زمینی بایستی بر اساس نیازمندی آینده نیرو و بر اساس نظر خبرگان و کارشناسان برنامه‌ریزی جامعی در زمینه بازسازی و بهینه‌سازی تجهیزات اتخاذ

و به صورت برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت به مرکز تعمیرات، بازسازی و بهینه‌سازی ابلاغ کنند.

۲- با توجه به اینکه مهارت کارکنان مرکز خاص می‌باشد (تجهیزات نظامی)، ایجاد آموزشگاه مرکزی و استفاده از اساتید داخل سازمان و در صورت نیاز اساتید خارج از سازمان به‌منظور به‌روز کردن کارکنان می‌تواند بسیار مفید باشد.

۳- استفاده از زیرساخت‌های مدیریت فناوری اطلاعات در زمینه‌های تولید و ساخت قطعات، انبارداری و کنترل موجودی، فرآیند اورهال، زنجیره تأمین و حذف روش‌های سنتی می‌تواند در ارتقاء کیفیت، افزایش بهره‌وری، راندمان تولید، جریان روان اطلاعات و افزایش چابکی در فرآیند بازسازی و بهینه‌سازی در مرکز کمک نماید.

۴- ایجاد یک سیستم به‌منظور استقرار مدیریت دانش در مرکز به‌منظور خلق، ذخیره و انتقال دانش با استفاده از فاکتورهای انگیزشی جهت جلوگیری از خروج دانش ضمنی در سازمان.

۵- مرکز استفاده از توانمندی‌های شرکت‌های خصوصی در زمینه ساخت و تولید قطعات، ارتباط با شرکت‌های دانش‌بنیان، ارتباط با مراکز دانشگاهی و صنعتی به‌منظور تبادل دانش را در دستور کار قرار دهد.

در آخر به سایر پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آتی به موارد زیر توجه نمایند:

۱. پژوهشگران آتی می‌توانند با استفاده از رویکرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)<sup>۱</sup>، نسبت به تعیین ضرایب اهمیت عوامل موجود در این مدل اقدام کنند.
  ۲. استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری برای آزمودن اعتبار مدل پیشنهادی.
  ۳. استفاده از اعداد فازی جهت فازی نمودن مدل پیشنهادی.
- همچنین در اجرای این پژوهش محدودیت‌هایی بر سر راه پژوهش‌گر بوده است که شامل موارد زیر می‌شود:

۱. با توجه به ماهیت نظامی بودن تحقیق پرداختن به جزئیات مقدور نمی‌باشد.
۲. تعدادی از کارشناسان در تکمیل پرسش‌نامه دچار مشکل بودند که با ارائه توضیحات لازم، موفق به تکمیل آن شدند.

<sup>۱</sup>. Anylytical Network Process

۳. با توجه به اینکه همه خبرگان و کارشناسان دارای مسئولیت سازمانی و مشغله کاری بودند، هماهنگی برای شرکت در جلسات طوفان فکری مشکل بود که نهایت جلسه خبرگان تشکیل گردید.

### منابع

- امیدوار، رضا، سرداری، احمد. و یزدانی، ناصر. (۱۳۹۴). رتبه‌بندی موانع مدیریت تأمین سبز با استفاده از روش دیمتل (مطالعه شرکت پارس خودرو)، *فصلنامه تحقیقات بازیابی نوین*، سال پنجم، شماره ۱۷، صص ۱۴-۱.
- انصاری، ایمان. و صادقی‌مقدم، محمدرضا. (۱۳۹۳). شناسایی، تعیین و سطح‌بندی محرک‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد مدل‌سازی تفسیری ساختاری. *فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی*، سال دوازدهم، شماره ۳۵، صص ۱۵۰-۱۲۳.
- ایران‌زاده سلیمان، تقی‌پور، احسان. (۱۳۹۶). ارائه مدل نگهداری و تعمیرات چابک با تأکید بر آموزش در صنایع حمل و نقل دریایی با بهره‌گیری از روش دلفی فازی و پرومته (مطالعه موردی: صنایع کشتی‌سازی نظامی). *نشریه آموزش علوم دریایی*. دوره ۴، شماره ۸، صص ۴۴-۳۰.
- آقایی، میلاد و آقایی، رضا. (۱۳۹۳). ارائه الگوی مفهومی چابکی سازمانی. *فصلنامه رشد فناوری*، سال دهم، شماره ۳۹.
- بختیاری‌مقدم، حسن. و رستمی، محمود. (۱۳۹۱). تأثیر آینده‌پژوهی بر برنامه‌ریزی راهبردی در سازمان‌های امنیتی، *فصلنامه امنیت پژوهی*، سال یازدهم، شماره ۷۷، صص ۱۱۴-۸۹.
- حقیقت، عطیه. (۱۳۹۶). ارائه مدل اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر نوآوری باز با استفاده از روش دیمتل، *فصلنامه رشد فناوری*، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص ۱۵-۸.
- حیدری، کیومرث. (۱۳۸۹). جنگ‌های آینده، تهران: انتشارات معاونت تربیت و آموزش نزاجا.
- حیدری، کیومرث. قمری، موسی. و کلانتری، فتح‌الله. (۱۳۹۳). *راهبردشناسی جنگ‌های آینده*، تهران: انتشارات سازمان عقیدتی سیاسی ارتش جمهوری اسلامی ایران.
- رازی‌نی، روح‌الله. آذر، عادل. محمدی، مهدی. (۱۳۹۲). ارائه مدل سنجش عملکرد سازمان‌های چابک: رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری. *چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، شماره ۲، صص ۱۰۹-۸۷.
- ربانی، علی. زارع، فروغ. (۱۳۹۲). ارائه الگوی مناسب جهت پیاده‌سازی سیستم نگهداری و تعمیرات در کارخانه‌ها خطوط تولید پیوسته با رویکرد مدل‌های تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی آرمانی فازی. *مجله مطالعات مدیریت صنعتی*. سال یازدهم، شماره ۳۱، صص ۱۰۰-۸۵.

- ستاری خواه، علی. خادم دقیق، امیر هوشنگ. نصیرزاده، عزیز. و میرسمیعی، سیدمحمد. (۱۳۹۵). ماهیت صحنه جنگ ترکیبی آینده‌ی احتمالی علیه جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، *فصلنامه آینده پژوهی دفاعی*، سال اول، شماره ۱، صص ۲۷-۴۴
- شفیعی نیک آبادی، محسن. فرج پور، حبیب. افتخاری، حسین. و سعدآبادی، علی اصغر. (۱۳۹۴). به کارگیری رویکرد FA, AHP و TOPSIS برای انتخاب و رتبه بندی استراتژی های مناسب نگهداری و تعمیرات. *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، سال سیزدهم شماره ۲۹، صص ۶۲-۲۵.
- شهلائی، ناصر. مرادیان، محسن. لطفی، احمد. و هادی نژاد، فرهاد. (۱۳۹۵). طراحی مدل ریاضی برای پیش بینی مکان بهینه مراکز آمادی در شرایط جنگ های آینده، *فصلنامه آینده پژوهی دفاعی*، سال اول، شماره ۱، صص ۴۵-۶۴.
- کرباسی، منصور. شهسواری، مهرداد. ویسی، امید و فتحی، صمد. (۱۳۹۱). افزایش اثربخشی تجهیزات در نزاجا با بهره گیری از روش های نگهداری و تعمیرات پیش گیرانه، پیش گوینانه و سامانه نت بهره ور جامع، *فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت نظامی*، شماره ۴۳، سال یازدهم، صص ۱۰۳-۱۳۴.
- کریمی گوارشکی، محمدحسین. اسفندیاری، نیما. و مرادی، محمود (۱۳۹۴). ارائه یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر تحلیل شکاف و FQFD برای دستیابی به چابکی. *فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، سال سیزدهم، شماره ۹۳، صص ۱۷۰-۱۳۵.
- مولایی، محمدمهدی. طالبیان، حامد. (۱۳۹۴). آینده پژوهی مسائل ایران با روش تحلیل ساختاری، *فصلنامه مجلس و راهبرد*، سال ۲۳، شماره ۷۸، صص ۵-۳۲.
- Bashiri, M. Badri, H. & Hejazi, T.H. (2011). Selecting optimum maintenance strategy by FUZZY interactive linear assignment method, *Applied Mathematical Modeling*, 35: 152-164.
- Chan, F. K. Y. & Thong, J.Y. L. (2009). Acceptance of agile methodologies: a critical reviews and conceptual frameworks, *Journal of decision support systems*, 46: 803-814.
- Dubey, R. & Gunasekaran, A. (2014). Agile manufacturing: framework and its empirical validation. *Int J Adv Manuf Technol*, DOI10.1007/s00170-014-6455-6.
- Fendereski, A. Didekhani, H. & Fendereski, A. (2014). The Identification and Ranking Related to Organizational Agility Using Analytic Hierarchical Processing. *International journal of Basic Science & Applied Research*. 3(7): 455-464.
- Govindan, K. & Chaudhuri, A. (2016). Interrelationships of risks faced by third party logistics serviceproviders: A DEMATEL based approach. *Transportation Research Part E*, 90: 177-195.
- Guru, C.A. & Senthil Kumar, V. S. (2016). Analysis on Critical Success Factors for Agile Manufacturing Evaluation in Original Equipment Manufacturing

- Industry-An AHP Approach. Department of Mechanical Engineering. *Int J Syst Assur Eng Manag*.
- Hsu, C.W. Kuo, T.S. Chenc, S.H. Hu, A.H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management, *Journal of Cleaner Production*, 56: 164-172.
  - Kumar, P. Singh, R.K. & Kumar, R. (2014). An integrated framework of interpretive structural modeling and graph theory matrix approach to fix the agility index of an automobile manufacturing organization. *Int J Syst Assur Eng Manag*, DOI 10.1007/s13198-015-0350.
  - Lee, S.G. Ma, Y.S. Thimm, G.L. Verstraeten, J. (2008). Product lifecycle management in aviation maintenance, *repair and overhaul Computers in Industry*. 59: 296–303.
  - Li, Y. & Mathiyazhagan, K. (2017). Application of DEMATEL approach to identify the influential indicators towards sustainable supply chain adoption in the auto components manufacturing sector, *Journal of Cleaner Production*, pp 1-26.
  - Mirghafoori, S.H. Andalib, D. & Keshavarz, P. (2017). Developing Green Performance Through Supply Chain Agility in Manufacturing Industry: A Case Study Approach. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, DOI: 10.1002/csr.1411.
  - Muchiri, B. W. Ikuu, P. N. Muchiri, P. K. & Irungu, A. (2014). Development of a theoretical framework for evaluating maintenance practices. *Int J Syst Assur Eng Manag*, DOI 10.1007/s13198-014-0333-3.
  - Raj, S. A. Vinodh, S. Gaurav, W. & Sundaram, S. S. (2014). Application of hybrid MCDM techniques for prioritising the gaps in an agile manufacturing implementation project. *International Journal of Services and Operations Management*, 17 (4): 421-438.
  - S. Vinodh & K. E. K. Vimal (2012). Thirty criteria based leanness assessment using fuzzy logic approach. *Int J Adv Manuf Technol*. 60:1185–1195.
  - Sharifi, H. & Zhang, Z. (1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction. *International Journal of Production Economics*, 62(1): 7-22.
  - Sindhvani, R. Malhotra, V. (2016). Modelling and analysis of agile manufacturing system by ISM and MICMAC analysis. *Int J Syst Assur Eng Manag*, DOI 10.1007/s13198-016-0426-2.
  - Song, W. & Cao, J. (2017). A rough DEMATEL-based approach for evaluating interaction between requirements of product-service system, *Computers & Industrial Engineering*, 110: 353–363.
  - Toloie Eshlaghy, A. Mashayekhi, A.N. Rajabzadeh, A. & Razavian, M.M. (2009). Applying path analysis method in defining, effective factors in organisation agility *International Journal of Production Research*, 48:6, 1765-1786.

- Vinodh, S. & Aravindraj, S. (2012). Agility evaluation using the IF–THEN approach, *International Journal of Production Research*, 50 (24): 7100-7109.
- Vinodh, S. & Devadasan, S. R. (2011). Twenty criteria based agility assessment using fuzzy logic approach. *Int J Adv Manuf Technol*. 54: 1219–1231.
- Vinodh, S. Aravindan, C. Pushkar, B. & Kishore, S. (2012). Estimation of reliability and validity of agility constructs using structural equation modelling, *International Journal of Production Research*, 50 (23): 6737-6745.
- Vinodh, S. Madhyasta, U.R. & Praveen, T. (2012). Scoring and multigrade fuzzy assessment of agility in an Indian electric automotive car manufacturing organisation, *International Journal of Production Research*, 50 (3): 647-660.
- Vinodh, T. S. Balagi, S. & Patil, A. (2016). A hybrid MCDM approach for agile concept selection using fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS. *Int J Adv Manuf Techno*. 83:1979–1987.