مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۴
زمستان ۱۳۹۴
ص. ۶۷۲- ۶۴۱

شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نگهداری و تعمیرات چابک با استفاده از رویکرد دلفی فازی و دیمتل فازی (مطالعهٔ موردی: صنعت خودروسازی ایران)

رضا آقایی[۱]، اصغر آقایی[۲]، رامین محمدحسینی ناجی‌زاده[۳]

چکیده: یکی از مهم‌ترین رویکردهای نوین نگهداری و تعمیرات، نگهداری و تعمیرات چابک است. چابکی یکی از مفاهیم اساسی و تأثیرگذار بر افزایش کارایی و اثربخشی عملیاتی هر سازمانی محسوب می‌شود. براساس رویکرد نگهداری و تعمیرات چابک، سازمان‌ها قابلیت‌های چابکی از جمله انعطاف‌پذیری، حرکت سریع و چالاک و... را با مفاهیم نت تلفیق می‌کنند و می‌کوشند تا آماده‌به‌کاری صددرصدی تجهیزات را فراهم کنند. این تحقیق بر آن است تا با بررسی ادبیات مربوط به نگهداری و تعمیرات چابک، شاخص‌های کلیدی و اثربخش نت چابک در صنعت خودروسازی ایران را با استفاده از روش دلفی فازی شناسایی کند و با استفاده از تکنیک دیمتل فازی، رتبه‌بندی تأثیر شاخص‌ها را تعیین کند. نتایج تحقیق بیان می‌کند شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نت چابک عبارت‌اند از: تصمیم‌گیری سریع، هماهنگی و همکاری، قابلیت‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، به اشتراک‌گذاری فعال اطلاعات با شرکا، کمیت و کیفیت خدمت، بهره‌گیری از فناوری مناسب، برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌ها، برنامه‌ریزی تأمین تقاضا، نت خودکنترلی، تعهد مدیران عالی، سبک مدیریت مشارکتی، سازمان مجازی. تصمیم‌گیری سریع تأثیرگذارترین و به اشتراک‌گذاری فعال اطلاعات با شرکا، تأثیرپذیرترین شاخص‌ها هستند.

واژه‌های کلیدی: دلفی فازی، دیمتل فازی، نگهداری و تعمیرات.

۱. کارشناس ارشد مدیریت اجرائی، سازمان مدیریت صنعتی، تهران، ایران
۲. استادیار دانشگاه علوم انتظامی، تهران، ایران
۳. استادیار سازمان مدیریت صنعتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹٤/۰۹/۰۱
نویسندهٔ مسئول مقاله: رضا آقایی
E-mail: reza.aghaee2006.imi@gmail.com

مقدمه

نگهداری و تعمیرات یکی از مفاهیم اساسی در سازمان‌های پیشرفته و درحال حرکت به سمت کلاس جهانی است که جایگاه ویژه‌ای در سطح مدیران، به‌ویژه مدیران ارشد و کارکنان سازمان دارد. سازمان‌های کنونی در محیطی به‌شدت رقابتی فعالیت می‌کنند؛ بنابراین، دیگر مجالی برای اشتباه افراد این سازمان وجود ندارد و کوچک‌ترین اشتباهی صدمات زیادی را به سازمان وارد می کند. در این محیط، سازمان‌ها ناگزیرند تجهیزات و دارایی‌های سرمایه‌ای را با قیمت‌های گزاف به‌کار گیرند، درنتیجه نگهداری از این تجهیزات اهمیت بیشتری می‌یابد (آقایی، ۱۳۹۰: ۱۶). چابکی یکی از مباحثی است که چندین حوزه از مدیریت تا کارکنان سیستم را دربر می‌گیرد (ریبرو، باراتا و کلمبو، ۲۰۰۹). سازمان‌های چابک در پاسخ به شرایط محیطی، سریع و منعطف‌اند؛ آنها قدرت عقلایی کارکنان را به‌جای قدرت ماهیچه‌ای آنها اهرم می‌کنند (آقائی، ۱۳۸۹: ۱۰۰) که این کار به‌عنوان روشی فعال برای انعطاف‌پذیری در پاسخ سریع به نیازهای مشتریان تعبیر می‌شود (چان، جیمز و تانگ، ۲۰۰۹). چابک‌بودن الگوی جدیدی است که موجب می‌شود سازمان‌ها در مقابل تغییرات پیش‌بینی‌نشده عکس‌العمل مناسب نشان دهند؛ به‌عبارت دیگر، چابکی توانایی پاسخ به تغییرات پیش‌بینی‌نشده است. چابکی یک الزام محوری، توانایی روبه‌روشدن با تغییر و تحول است (بازیار، ۱۳۸۴: ۵۰). همچنین، چابکی را معمولاً یک راهبرد در محیط‌های نامطمئن و به‌سرعت درحال‌تغییر توصیف می‌کنند. چابکی را باید از مفهوم مختصر انعطاف‌پذیری، که مربوط به مسائل عملیاتی روزانه است، متمایز کرد. درواقع، چابکی توانایی سازمان برای پاسخ راهبردی به عدم‌قطعیت است (برو، ۲۰۰۲).

مدیران شرکت‌های خودروسازی (از جمله تولیدکنندهٔ خودروهای سبک و سنگین) در صنعت خودروسازی ایران با چالش‌های اساسی تغییر مستمر در نیازهای مشتریان، کاهش مستمر تعرفهٔ واردات، حذف بازارهای انحصاری و ورود خودروهای وارداتی با کیفیتی بالاتر و... روبه‌رو هستند. همچنین، این شرکت‌ها کاستی‌های فراوانی در سیستم نگهداری و تعمیرات خود در حوزه‌های مختلف تجهیزات، ماشین‌آلات و دستگاه‌ها دارند و با مسائل و مشکلات متعددی روبه‌رو هستند؛ به‌عبارت دیگر، آنچه از گذشته تاکنون به‌عنوان یکی از معضلات اصلی این سیستم مطرح بوده است؛ به‌کارنگرفتن رویکردهای نوین مانند چابکی براساس اصول مدیریت علمی در حوزهٔ نگهداری و تعمیرات است که این سیستم‌ها را به سیستم‌هایی واکنشی دربرابر سیستمی فعال در محیطی پویا، براساس رویکرد کیفیت و مشتری‌محوری، تبدیل کرده است. به‌طور کلی، صنعت خودروسازی به‌دلیل عدم چابکی دچار کاستی‌های فراوان و مسائل و مشکلات متعددی است. همچنین، ماهیت فعالیت و محیط پویای این صنعت به‌دلیل رفتار انسانی همواره با بی‌اطمینانی

همراه است، اما توانایی این صنعت در زمینهٔ دریافت سریع نیازمندی‌ها و تغییرات در نیازهای نگهداری و همچنین تعمیرات و پاسخ سریع در راستای افزایش قابلیت انعطاف‌پذیری صنعت، نقش بسیار عمده‌ای را در افزایش رضایت مشتریان ایفا می‌کند. امروزه الگوهای مختلفی برای چابک‌سازی سازمان و چابکی در محیط صنعت ارائه شده است که می‌توان به الگوی شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، یوسف، سرحدی و گوناسکاران (۱۹۹۹) و شریهی، کاروسکی و لایر (۲۰۰۷) اشاره کرد. علاوه‌براین، در بسیاری از تحقیقات عوامل مؤثر بر چابکی تعیین شده است، اما تاکنون تحقیقی جامع با تلفیق رویکرد چابکی و نگهداری و تعمیرات، به‌ویژه در صنعت خودروسازی صورت نگرفته است.

امروزه شاخص‌های بسیار زیادی در حوزهٔ چابکی صنعت، تولید و... مطرح شده که هرکدام مسئلهٔ چابکی را از دیدگاه خود بررسی کرده است، اما مسئلهٔ اساسی پیش روی مدیران و تصمیم‌گیرندگان سازمان- صرف‌نظر از خدماتی یا تولیدی‌بودن- عدم شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی نت چابک است. در این زمینه، ضرورت تعریف و اولویت‌بندی شاخص‌های نت چابک امری اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به این مسئله و نبود تحقیقی جامع در حوزهٔ تعیین و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر نت چابک، این تحقیق می‌خواهد با بررسی ادبیات مرتبط با حوزهٔ چابکی در بخش صنعت، خدمات و... در بیست سال گذشته، به دو پرسش در زمینهٔ عوامل مؤثر بر نت چابک و چگونگی رتبه‌بندی آنها پاسخ دهد. بدین‌منظور، ابتدا با استفاده از تکنیک دلفی فازی، شاخص‌های مؤثر بر نت چابک انتخاب شد و سپس با استفاده از روش آزمایشگاه تصمیم‌گیری و ارزیابی آزمون (دیمتل) فازی به‌عنوان یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری مناسب، شاخص‌های کلیدی نت چابک در صنعت خودروسازی ایران بررسی و رتبه‌بندی شد. درادامه، مبانی نظری، روش تحقیق و یافته‌های حاصل از آن و در پایان یافته‌های پژوهش ارائه می‌شود.

پیشینهٔ پژوهش

آقائی (۱۳۹۰) «نگهداری و تعمیرات چابک» را یکی از رویکردهای نوین سیستم نگهداری و تعمیرات می‌داند. براساس این رویکرد، سازمان‌ها می‌توانند در مقابل تغییرات پیش‌بینی‌نشده عکس‌العمل مناسب نشان دهند؛ به‌عبارت دیگر، آنها قابلیت‌های چابکی از جمله انعطاف‌پذیری، حرکت سریع و چالاک و... را با مفاهیم نت تلفیق می‌کنند و در تلاش‌اند تا آماده‌به‌کاری صددرصدی تجهیزات را فراهم کنند. طولانی‌شدن حفظ، نگهداری و تعمیر تأسیسات و تجهیزات، قدرت مانور و انعطاف‌پذیری را از سازمان‌ها سلب می‌کند و موجب تأخیر زمانی در دستیابی به هدف نت چابک یعنی آماده‌به‌کاری تجهیزات و امکانات می‌شود (آقائی، ۱۳۹۰). اگر سازمانی

بخواهد چابک باشد، باید سیستم نت آن چابک شود، به‌طوری‌که آماده‌به‌کاری تجهیزات و امکانات به‌سرعت انجام گیرد و سازمان را متحمل هزینه نکند.

نگهداری و تعمیرات: شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مختلف به‌منظور حفظ و بقای قطعات، تجهیزات و ماشین‌آلات و صیانت از سرمایه‌ها و دارایی‌های به‌کاررفته در صنعت می‌شود که حتی‌الامکان از بروز حوادث در زمینهٔ خرابی دستگاه‌ها و وقفه در فرایند تولید یا روند بهره‌برداری از تجهیزات و کارخانه‌ها پیشگیری می‌کند (سیدحسینی، ۱۳۸۴: ۱۷).

سیستم نگهداری و تعمیرات: به مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها، فرایندها و امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری اطلاق می‌شود که برای حفظ و صیانت و همچنین تعمیر ماشین‌آلات و تجهیزات سازمان در وضعیت قابل‌قبول و استاندارد به‌کار گرفته می‌شود (آجرلو، ۱۳۷۶: ۲).

نگهداری و تعمیرات چابک: یکی از مهم‌ترین رویکردهای نوین نگهداری و تعمیرات، نگهداری و تعمیرات چابک است. براساس این رویکرد، سازمان‌ها قابلیت‌های چابکی از جمله انعطاف‌پذیری، حرکت سریع و چالاک و... را با مفاهیم نت تلفیق می‌کنند و می‌کوشند تا آماده‌به‌کاری صددرصدی تجهیزات را فراهم کنند (آقایی، ۱۳۹۰).

چابکی: واژهٔ چابک در فرهنگ لغات به‌معنای «حرکت سریع، چالاک، فعال»، «توانایی حرکت به‌صورت سریع و آسان» و «قادربودن به تفکر به‌صورت سریع و با یک روش هوشمندانه» تعریف شده است. چابک‌بودن الگوی جدیدی است که موجب می‌شود بنگاه در مقابل تغییرات پیش‌بینی‌نشده عکس‌العمل مناسب نشان دهد؛ به‌عبارت دیگر، چابک‌بودن توانایی پاسخ به تغییرات پیش‌بینی‌نشده است. بنگاه چابک می‌تواند از محیطی رقابتی سود به‌دست آورد؛ محیطی که تحت تأثیر عدم‌قطعیت‌ها و تغییرات سریع است. چابک‌بودن به‌عنوان یک الزام محوری، توانایی روبه‌روشدن با تغییر و تحول است (بازیار، ۱۳۸۴: ۵۰). در یک محیط رقابتی و بسیار متغیر، به ایجاد و توسعهٔ سازمان‌ها و تجهیزاتی نیاز است که بسیار منعطف‌اند و حساسیت بسیار بالایی به تغییرات دارند (برین، ۲۰۰۱). برای کسب موفقیت در این محیط، چابکی یک مزیت رقابتی ایجاد می‌کند که می‌توان با شهرت در نوآوری و کیفیت آن را حفظ کرد (شهابی، ۱۳۸۵: ۲۱). جدول ۱ مدل عملیاتی نگهداری و تعمیرات چابک شامل بعد چابکی و شاخص‌های آن را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مدل عملیاتی پژوهش به‌همراه منابع پشتیبانی‌کننده

ردیف	شاخص	پژوهشگران
۱	تفویض اختیار به کارکنان	کین و نمبهارد (۲۰۱۰)، برو و همکاران (۲۰۰۲)، کاثوریا و پرتویی (۱۹۹۹)
۲	انعطاف‌پذیری	شریهی و همکاران (۲۰۰۷)، گوناسکاران (۱۹۹۸؛ ۱۹۹۹)، کید (۱۹۹۴)، مک کارتی (۱۹۹۳)، تیسورولودیس و والاوانیس (۲۰۰۲)، یوسف و آدلی (۲۰۰۲)، شریهی (۲۰۰۷)، تیسنگ و لین (۲۰۱۱)، وورلی و لالر (۲۰۱۰)، آلبرت و هیز (۲۰۰۳)، هایسمیث (۲۰۰۴)، داو (۱۹۹۷)، چینگ و همکاران (۱۹۹۸)، سافورد و همکاران (۲۰۰۶)، گلدمن و همکاران (۱۹۹۵)، آپتن (۱۹۹۴)، کاست و مال هورتا (۱۹۹۹)، ژانگ و همکاران (۲۰۰۲)، گروین (۱۹۹۳)، شریفی و ژانگ (۲۰۰۱)، ستی و ستی (۱۹۹۰)، بروسنچیدل (۲۰۰۵)، پورتر (۲۰۰۱)، شهایی و رجب‌زاده (۱۳۸۴)، شاه و وارد (۲۰۰۳)، تورنگ لین و همکاران (۲۰۰۴)، شارپ و همکاران (۱۹۹۹)، ژانگ و همکاران (۲۰۰۳)، میسون- جونز و تویل (۱۹۹۹)، گوناسکاران و همکاران (۲۰۰۸)، سافورد و همکاران (۲۰۰۸)، پالانیاپان (۲۰۰۴)
۳	پاسخگویی سریع	شریهی و همکاران (۲۰۰۷)، گلدمن و همکاران (۱۹۹۵)، کید (۱۹۹۴)، شریفی و ژانگ (۱۹۹۹؛ ۲۰۰۱)، یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، برو و همکاران (۲۰۰۲)، شریهی (۲۰۰۷)، فیلیدنر و ووکورکا (۱۹۹۷)، جایاچاندران و همکاران (۲۰۰۴)، تیسنگ و لین (۲۰۱۱)، ژانگ (۲۰۱۱)، وورلی و لالر (۲۰۱۰)، ساوفورد و همکاران (۲۰۰۸)، آلبرت و هیز (۲۰۰۳)، چینگ و همکاران (۱۹۹۸)
۴	فرهنگ تغییر	شریهی و همکاران(۲۰۰۷)، یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، شریهی (۲۰۰۷)
۵	سرعت ارائهٔ خدمت	شریهی و همکاران (۲۰۰۷)، یوسف و آدلی (۲۰۰۲)، برو و همکاران (۲۰۰۲)، آگروال و همکاران (۲۰۰۷)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)، ون هوک و همکاران (۲۰۰۱)، داو (۱۹۹۷)، پاور و همکاران (۲۰۰۱)، ترسینگ و همینگ برد (۱۹۹۵)، ساوفورد و همکاران (۲۰۰۸)، گوناسکاران (۲۰۰۸)، ساوفورد (۲۰۰۳)، میسون- جونز و همکاران (۲۰۰۰)، تورنگ لین و همکاران (۲۰۰۴)، شهایی و رجب‌زاده (۱۳۸۴)
۶	یکپارچه‌سازی و پیچیدگی کم	شریهی و همکاران (۲۰۰۷)، شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، آگروال و همکاران (۲۰۰۷)
۷	سازمان یادگیرنده	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، داو (۱۹۹۷)
۸	روزآمدی مهارت کارکنان	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)
۹	ساختار سازمانی منعطف	شریهی و همکاران (۲۰۰۷)
۱۰	یکپارچگی فرایندها	آگراوال و همکاران (۲۰۰۷)، کریستوفر (۲۰۰۰)، هریسون (۱۹۹۹)، ون‌هوک (۲۰۰۱)، فرولیچ و استروبرک (۲۰۰۱)، شاه و همکاران (۲۰۰۲)، هیل و اسکادر (۲۰۰۶)، روزن‌وایگ و همکاران (۲۰۰۳)، اتلی (۱۹۹۷)، شاه (۲۰۰۲)، خاواجا (۲۰۰۴)، پالانیاپان (۲۰۰۴)

ادامهٔ جدول ۱

ردیف	شاخص	پژوهشگران
۱۱	تسهیل فرایندها، رویه‌ها و کاهش بوروکراسی	یوسف (۲۰۰۳)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۱۲	قابلیت خدمت‌رسانی	ایسکانیوس (۲۰۰۶)
۱۳	زمان پاسخگویی به کاربران	گاناسکاران و همکاران (۲۰۰۸)
۱۴	چشم‌انداز راهبردی	شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، تیسنگ و لین (۲۰۱۱)
۱۵	مدیریت تغییر	شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، شریهی و همکاران (۲۰۰۷)
۱۶	بهبود مستمر	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، شریهی و همکاران (۲۰۰۷)
۱۷	تخصیص سریع منابع	شیمیزو و هیت (۲۰۰۴)
۱۸	برنامه‌ریزی راهبردی	گوناسکاران و یوسف (۲۰۰۲)، بوتانی (۲۰۱۰)، هوو و همکاران (۲۰۰۴)
۱۹	سبک رهبری	یوسف و آدلی (۲۰۰۲)، کاثوریا و پرتویی (۱۹۹۹)
۲۰	استفادهٔ مؤثر از زمان	ایسکانیوس (۲۰۰۶)، پانرسلوام (۲۰۰۲)
۲۱	هدف‌گذاری تیم‌محور	کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)، پانرسلوام (۲۰۰۲)
۲۲	تصمیم‌گیری غیرمتمرکز و گروهی	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، لین و همکاران (۲۰۰۶)، دنیس ودوا (۲۰۰۷)
۲۳	بهبود کیفیت	آگروال و همکاران (۲۰۰۷)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)، ون‌هوک و همکاران (۲۰۰۱)، ماسون و همکاران (۲۰۰۲)
۲۴	برنامه‌ریزی مواد	پانرسلوام (۲۰۰۲)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۲۵	برنامه‌ریزی تأمین تقاضا	کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)، ماهاجان (۲۰۰۵)
۲۶	اعتماد و صلاحیت تأمین‌کنندگان	ایسکانیوس (۲۰۰۶)، کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)
۲۷	تعهد مدیران عالی	کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)، پانرسلوام (۲۰۰۲)
۲۸	سبک مدیریت مشارکتی	پانرسلوام (۲۰۰۲)، گاناساران (۱۹۹۸)
۲۹	برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌ها	پانرسلوام (۲۰۰۲)، رائو چن (۲۰۰۵)
۳۰	تصمیم‌گیری سریع	لین و همکاران (۲۰۰۶)
۳۱	طراحی خدمات با کیفیت	دیوید و همکاران (۲۰۰۵)
۳۲	روش کارآمد پیش‌بینی	ایسکانیوس (۲۰۰۶)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱).
۳۳	برنامه‌ریزی متناسب	آگراوال و همکاران (۲۰۰۷)، آگراوال و شانکار (۲۰۰۲)، اندرسون و لی (۱۹۹۹)، لی و همکاران (۱۹۹۷)، منتزر و همکاران (۲۰۰۰)، کریستوفر و ججیتنر (۲۰۰۰)، هریسون و همکاران (۱۹۹۹)، شریهی و همکاران (۲۰۰۷)

ادامهٔ جدول ۱

ردیف	شاخص	پژوهشگران
۳۴	معرفی خدمت جدید	آگراوال و همکاران (۲۰۰۷)، جیارام و همکاران (۱۹۹۹)، سوفارد و همکاران (۲۰۰۶)، ون‌هوک (۲۰۰۱)، فیصل (۲۰۰۶)، پاور و همکاران (۲۰۰۱)، برونس چیدل (۲۰۰۵)، ساوفورد و همکاران (۲۰۰۸)
۳۵	تطابق با تغییر	گوناسکاران (۱۹۹۸؛ ۱۹۹۹)، کید (۱۹۹۴)، مک کارتی (۱۹۹۳)، تیسورولودیس و والاوانیس (۲۰۰۲)، آگراوال و همکاران (۲۰۰۷)، لین و همکاران (۲۰۰۶)، یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، رابرتس و گروور (۲۰۱۱)، هاکل (۱۹۹۹)، زهیر و زهیر (۱۹۹۷)، تسینگ و لین (۲۰۱۱)، بورگس (۱۹۹۴)، شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، ساوفورد و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۸)، بوتانی (۲۰۰۹)، برونشیدل و سورش (۲۰۰۹)، کریستوفر (۲۰۰۰)، خان و پیلانیا (۲۰۰۸)، سامبامورثی و همکاران (۲۰۰۳)، مک‌کاری و مک‌آیور (۲۰۰۲)، سانچز و ناگی (۲۰۰۱)، هایسمیث (۲۰۰۴)، گولدمن و همکاران (۱۹۹۵)، کوکبرن و هایمیث (۲۰۰۳)، مک‌منیوس (۲۰۰۳)، الکینز و همکاران (۲۰۰۴)، چینگ و همکاران (۱۹۹۸)
۳۶	تصمیم‌گیری هوشمند	لین و همکاران (۲۰۰۶)، ماهاجان (۲۰۰۵)
۳۷	یکپارچه‌سازی منابع و اقدامات	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)
۳۸	بهره‌گیری از فناوری مناسب	شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)
۳۹	به اشترک‌گذاری اطلاعات شفاف	وورلی و لالر (۲۰۱۰)، ایسکانیوس (۲۰۰۲)، گاناسکاران (۱۹۹۸)
۴۰	پردازش سفارش	ایسکانیوس (۲۰۰۶)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۴۱	سامانه‌های هوشمند انبارداری	کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)، پانرسلوام (۲۰۰۲)
۴۲	دسترسی و دانش کارکنان به اطلاعات	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)
۴۳	قابلیت‌ها و زیرساخت فناوری اطلاعات	برو و همکاران (۲۰۰۲)، بورگس (۱۹۹۴)، گوناسکاران و یوسف (۲۰۰۲)، بوتانی (۲۰۱۰)، آگروال و همکاران (۲۰۰۷)، ایزا و همکاران (۲۰۰۸)، اوربی و همکاران (۲۰۰۶)، سامبامورثی و همکاران (۲۰۰۳)، گولدمن و همکاران (۱۹۹۵)، لی و تانگ (۲۰۰۰)، بال و همکاران (۱۹۹۹)، گوناسکاران (۱۹۹۸)، جارخاریا و شانکار (۲۰۰۴)، سافورد و همکاران (۲۰۰۵)، وایت و همکاران (۲۰۰۵)، گوناسکاران و همکاران (۲۰۰۸)، ایسکانیوس (۲۰۰۶)، کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)
۴۴	سازمان مجازی	گوناسکاران و یوسف (۲۰۰۲)، بوتانی (۲۰۱۰)، مک کاری و مک آیور (۲۰۰۲)، سانچز و ناگی (۲۰۰۱)

ادامهٔ جدول ۱

ردیف	شاخص	پژوهشگران
۴۵	به‌اشتراک‌گذاری فعال اطلاعات با شرکا	کوپرا و همکاران (۲۰۰۷)، پانرسلوام (۲۰۰۲)
۴۶	ارتباطات مبتنی‌بر فناوری اطلاعات	پانرسلوام (۲۰۰۲)، ناگش (۲۰۰۵)
۴۷	به‌کارگیری فناوری‌های صرفه‌جویی‌کننده در زمان	پانرسلوام (۲۰۰۲)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۴۸	استفاده از نرم‌افزارهای متناسب با چابکی	یوسف (۲۰۰۳)
۴۹	نت خودکنترلی	کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۵۰	استفاده از فناوری چندرسانه‌ای	ماهاجان (۲۰۰۵)، گاناسکاران و همکاران (۲۰۰۸)
۵۱	به‌کارگیری فناوری شناسایی فرکانس رادیویی[1]	ماهاجان (۲۰۰۵)، آوین (۲۰۰۴)
۵۲	قابلیت مدیریت ریسک	کین و نمبهارد (۲۰۱۰)
۵۳	کارکنان توانمند و چندمهارته	پلونکا (۱۹۹۷)، گوناسکاران (۱۹۹۹)، شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، سانچز و ناگی (۲۰۰۱)، پاور و همکاران (۲۰۰۱)، برو و همکاران (۲۰۰۲)، مک‌کاری و مک آیور (۲۰۰۲)، لین و همکاران (۲۰۰۵)، شریهی و همکاران (۲۰۰۷)، ایسکانیوس (۲۰۰۶)، دنیس و وادوا (۲۰۰۷)
۵۴	تیم‌های میان‌کارکردی	یوسف و همکاران (۱۹۹۹)
۵۵	مشارکت کارکنان	وورلی و لالر (۲۰۱۰)
۵۶	تشکیل و مدیریت تیم	پانرسلوام (۲۰۰۲)، دنیس و وادوا (۲۰۰۷)
۵۷	هماهنگی و همکاری	ایسکانیوس (۲۰۰۶)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۵۸	کارکنان منعطف	شریفی و ژانگ (۱۹۹۹)، یوسف و همکاران (۱۹۹۹)، شریهی و همکاران (۲۰۰۷)
۵۹	آموزش مؤثر کارکنان	شیریهی (۲۰۰۷)، گاناسکاران (۱۹۹۸)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)
۶۰	کمیت و کیفیت خدمت	پرینس و کی (۲۰۰۳)، کریستوفر و تویل (۲۰۰۱)، ون هوک و دیگران (۲۰۰۱)، ماسون و دیگران (۲۰۰۲)، آگراوال و دیگران (۲۰۰۷)، گوناسکاران و مک گوجی (۲۰۰۳)، بیمون و وار (۱۹۹۸)، ماسون - جونز و دیگران (۲۰۰۰)

1. RFID

روش‌شناسی پژوهش

در این تحقیق، برای پاسخ به دو پرسش اساسی در زمینهٔ تعیین شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نگهداری و تعمیرات چابک صنعت خودروسازی و چگونگی رتبه‌بندی آنها، از نظریه‌ها و مدل‌ها استفاده شد تا عوامل مؤثر بر نت چابک به‌منظور استفاده و کاربرد در صنعت خودروسازی تعیین شود. همچنین، این تحقیق به‌لحاظ روش از نوع توصیفی- پیمایشی است. در این تحقیق، با توجه به استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری و لزوم استفاده از خبرگان، ده نفر از خبرگان ده شرکت برتر صنعت خودروسازی ایران به روش هدفمند قضاوتی که آشنایی بسیار بالایی با مسائل صنعت و مبانی علمی داشتند، به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. با توجه به موضوع، پرسشنامه برای تمام خبرگان ارسال شد. شایان ذکر است از جامعهٔ آماری تحقیق، دو نفر دارای تحصیلات دکتری، سه نفر دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و پنج نفر دارای تحصیلات کارشناسی هستند. در این تحقیق، با استفاده از روش دلفی فازی، شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نگهداری و تعمیرات چابک استخراج شد و در مرحلهٔ بعد، شاخص‌ها از طریق پرسشنامه به جامعهٔ خبرگان ارسال شد تا داده‌های لازم با استفاده از روش دیمتل فازی رتبه‌بندی شود.

روش دلفی فازی

دلفی یک نظرخواهی تخصصی برای پیش‌بینی آینده است که براساس آن می‌توان نتایج مختلف را استخراج کرد. این روش ضمن سادگی، از اطمینان بالایی نیز برخوردار است، به‌طوری‌که برای جمع‌آوری و تلخیص نظرها در حیطه‌ای معین به‌کار می‌رود (فتحی واجارگاه، ۱۳۸۱). طبق تعریف هادر (۱۹۹۵)، روش دلفی فرایندی قوی مبتنی‌بر ساختار ارتباط گروهی است و در مواردی استفاده می‌شود که دانش ناکافی و نامطمئن دردسترس است و قضاوت به متخصصان آن سپرده می‌شود. روش دلفی در مواردی کاربرد عمده‌ای دارد که محدودیت‌هایی از لحاظ کاربرد قوانین، فرمول‌ها و مدل‌های ریاضی مشاهده می‌شود (احمدی، ۱۳۷۶). ایشیکاوا[1] (۱۹۹۳) روش دلفی فازی را معرفی کرده است که برگرفته از روش سنتی دلفی و تئوری مجموعهٔ فازی است. نوردرهابن در سال ۱۹۹۵ نشان داد کاربرد روش دلفی فازی ابهام‌های موجود در نظرهای خبرگان را برطرف می‌کند. در این مطالعه، برای تبدیل واژگان زبانی خبرگان به اعداد فازی از اعداد فازی مثلثی استفاده شد. تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد مثلثی فازی در روش دلفی فازی در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

1. Ishikawa

جدول ۲. عبارت‌های کلامی مرتبط با تأثیرگذاری معیارها

خیلی کم	(۱/۱/۳)
کم	(۱/۳/۵)
متوسط	(۳/۵/۷)
زیاد	(۵/۷/۹)
خیلی زیاد	(۷/۹/۱۰)

در این روش، ابتدا جمع‌آوری نظرهای گروه تصمیم‌گیرنده و تخصیص عدد فازی مثلثی به نظر خبره، با توجه به واژهٔ زبانی انتخاب‌شده توسط خبره به معیار مورد نظر انجام می‌گیرد (سهرابی، طهماسبی و رئیسی، ۱۳۹۰ و خورشید و محفوظی، ۱۳۸۹). درادامه، ارزش ارزیابی از عدد فازی مثلثی هر معیار که خبرگان به آن معیار داده‌اند، محاسبه می‌شود. در این مطالعه، از تکنیک میانگین هندسی که کلیر و یوآن در سال ۱۹۹۵ پیشنهاد داده‌اند، برای یافتن نظر خبرگان دربارهٔ یک معیار استفاده می‌شود؛ به این‌صورت که فرض می‌شود ارزش ارزیابی معیار j از نگاه خبره شمارهٔ i میان n خبره $\tilde{W}_{ij}=(a_{ij},b_{ij},c_{ij})$ است، که $i=1,2,...,n$ و $j=1,2,...,m$. سپس ارزش فازی معیار j که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود، $\tilde{W}_j=(a_j,b_j,c_j)$ است.

$$a_j=\min\{a_{ij}\},\ b_j=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}b_{ij}\ ,\ c_j=\max\{c_{ij}\}$$

دیفازی‌سازی: برای دیفازی‌سازی از رابطهٔ ۱ استفاده می‌شود:

$$S_j=\frac{a_j+4b_j+c_j}{6}\qquad j=1,2,...,m$$ رابطهٔ ۱)

در انتها، برای استخراج معیارهای مورد نظر، حدی برای قبول یا عدم قبول آن معیار درنظر گرفته می‌شود. در این مطالعه، با توجه به قانون ۲۰–۸۰ مرز قابل‌قبول‌بودن معیار حدود ۸ است. اگر مقدار دیفازی‌شدهٔ عدد فازی مثلثی با توجه به نظر خبرگان نزدیک به ۰/۸ یا بالاتر از آن باشد، به‌عنوان معیار مورد قبول پذیرفته می‌شود و در غیر این‌صورت پذیرفته نمی‌شود.

$$Sj\geq\alpha\ Sj<\alpha$$

روش دیمتل فازی

روش‌های مورد استفاده برای بررسی رابطه میان دو یا چند متغیر را می‌توان به دو دسته روش‌های آماری و روش‌های ریاضی طبقه‌بندی کرد. از جمله مهم‌ترین روش‌های آماری

می‌توان به روش همبستگی و روش معادلات ساختاری و از جمله مهم‌ترین روش‌های ریاضی نیز می‌توان به روش دیمتل اشاره کرد. مبنای روش‌های آماری را می‌توان به قضاوت جمعی دربارهٔ یک موضوع یا متغیر نسبت داد. در روش‌های آماری، برای بررسی حجم وسیعی از متغیرها باید تعداد پرسش‌های پرسشنامه زیاد باشد. همچنین، روش‌های آماری (همبستگی، رگرسیون و...) فقط نوع استقلال و عدم‌استقلال میان عناصر را مشخص می‌کنند، درحالی‌که روش‌های ریاضی از جمله روش دیمتل، نظرهای خبرگان را دربارهٔ یک موضوع یا متغیر می‌سنجد. در این روش، می‌توان علاوه‌بر تعیین استقلال یا عدم‌استقلال، جهت و شدت تأثیرگذاری را نیز مشخص کرد. در روش‌های آماری، برای اولویت‌بندی مجموعه‌ای از متغیرها، باید از آزمون‌های مختلف مانند فریدمن استفاده شود، درحالی‌که روش دیمتل روشی جامع برای بررسی رابطه‌ها و اولویت‌بندی از طریق تعیین تأثیرگذارترین متغیر و تأثیرپذیرترین متغیر به‌شمار می‌آید؛ به‌عبارت دیگر، با توجه به درنظرگرفتن تعداد زیادی از متغیرها و لزوم تلفیق قضاوت دربارهٔ رابطهٔ میان متغیرها، در این تحقیق از روش ریاضی بر مبنای سنجش نظرهای خبرگان استفاده شد. همچنین، با استفاده از نظرهای ده نفر از خبرگان تأمین و با استفاده از تکنیک دیمتل فازی، مدل‌سازی روابط میان متغیرها انجام گرفت. درادامه، روش دیمتل فازی تشریح می‌شود که در این تحقیق برای مدل‌سازی روابط میان متغیرها و اولویت‌بندی آنها استفاده شد.

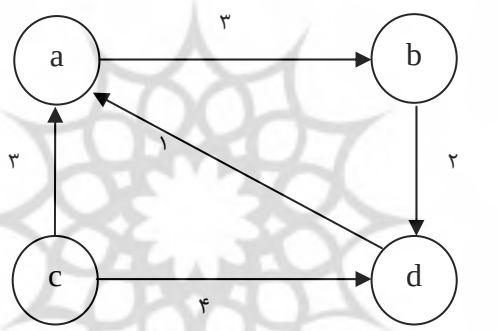
روش دیمتل برای اولین‌بار در مرکز تحقیقات ژنو[1] معرفی شد. در آن زمان، این روش برای حل مسائل پیچیده‌ای مانند مسائل قحطی، انرژی، حفاظت از محیط‌زیست و... استفاده شد (فونتلا و گابوس، ۱۹۷۶). دیمتل یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره برمبنای تئوری گراف است که موجب می‌شود برای درک بهتر روابط علی، نقشهٔ روابط شبکه‌ای چندین معیار در گروه علت/ معلول ترسیم شود (چن و هو،۲۰۱۰؛ آیدین، اوزر و آراسیل، ۲۰۰۵؛ حمیدی‌زاده و غمخواری، ۱۳۸۳ و فتحی واجارگاه، ۱۳۸۱). محصول نهایی فرایند دیمتل، ارائهٔ تصویری است که پاسخگو براساس آن فعالیت‌های خود را سازمان می‌دهد و جهت روابط میان معیارها را مشخص می‌کند (وانگ، ۲۰۰۹). وو (۲۰۰۸) پنج گام زیر را برای روش دیمتل براساس روش فونتلا و گابوس (۱۹۷۶) ارائه کرده است (اصغرپور، ۱۳۷۷ و آقائی، ۱۳۹۰).

گام اول

پس از طراحی طیف فازی، عناصر تشکیل‌دهندهٔ سیستم مورد بررسی با یکی از روش‌های معمول (مانند روش دلفی) مشخص می‌شود و مقایسات از عناصر به‌صورت زوجی و قضاوت

1. Geneva Research Center

خبرگان (ده تا دوازده نفر) فقط برای ارتباطات مستقیم از عناصر با یکدیگر، مورد پرسش واقع می‌شود. باید توجه داشت جهت روابط میان متغیرها می‌تواند دوسویه (دوطرفه) و شدت روابط نهایی و صورت امتیازدهی (به‌طور نمونه، از ۰ تا ۴، از ۰ تا ۱۰ یا از صفر تا ۱۰۰) باشد. سپس میانگین حسابی (حسابی و یا هندسی) امتیازات به‌ازای هر دو عنصر A و B محاسبه می‌شود و به‌صورت یک ماتریس M^نشان داده می‌شود. ورودی هر تقاطع نشان‌دهندهٔ شدت نفوذ است؛ یعنی چنانچه تقاطع C1 در سطر اول و C3 در ستون سوم برابر با ۲ باشد، معیار C1 به میزان ۲ واحد بر معیار C3 تأثیرگذار است و جهت تأثیر از سمت معیار C1 به سمت معیار C3 است (اصغرپور، ۱۳۷۷). شکل ۱ مثالی از این نقشهٔ شبکهٔ تأثیرات است. هر حرف نشانگر یک معیار در سیستم است. هر پیکان از c به d نشانگر تأثیری است که c بر d دارد و میزان تأثیر ۴ است.



شکل ۱. نمونهٔ نقشهٔ تأثیر

فرض کنیم تعداد P نفر تصمیم‌گیرنده درمورد روابط بین شاخص‌ها نظر داده‌اند. از این‌رو، تعداد P ماتریس Z^1 و Z^2 و ... Z^P – که هر ماتریس مربوط به نظرهای یک کارشناس است– و همچنین هر درایهٔ آن با اعداد فازی مربوطه مشخص می‌شود. رابطهٔ ۲ برای محاسبهٔ ماتریس میانگین استفاده می‌شود.

$$Z = \frac{\left(z^1 \oplus z^2 \oplus ... \oplus z^p\right)}{P}$$ رابطهٔ ۲)

ماتریس فازی Z، ماتریس فازی اولیهٔ روابط مستقیم نامیده می‌شود، به‌طوری‌که $Z_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ (مقدار هر درایه از ماتریس Z) اعداد فازی مثلثی هستند. درضمن، با توجه به اینکه عناصر قطر اصلی صفر هستند، در ماتریس به‌صورت (۰،۰،۰) مشخص می‌شوند.

گام دوم

هر ورودی از ماتریس $\hat{M}$ در معکوس بیشترین مجموع ردیفی (α) از آن ماتریس ضرب می‌شود ($M = \alpha.\hat{M}$). این عمل ضرب موجب انحراف از روند حاکم بر پاسخ‌های موجود نمی‌شود، زیرا آن پاسخ‌ها برای روابط ممکن به‌صورت مستقیم (بین هر دو عنصر) است و به‌وضوح آثار غیرمستقیم عناصر بر یکدیگر کمتر از آثار مستقیم آنها خواهد بود.

رابطهٔ ۳)

$$\alpha_{ij} = \sum_{j=1}^{n} z_{ij} = \left(\sum_{j=1}^{n} l_{ij}, \sum_{j=1}^{n} m_{ij}, \sum_{j=1}^{n} u_{ij}\right)$$

$$r = \max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} uij\right)$$

بنابراین، ماتریس M، ماتریس فازی روابط مستقیم استانداردشده نامیده می‌شود.

رابطهٔ ۴)

$$M_{ij} = \frac{z_{ij}}{r} = \left(l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij}\right)$$

مقادیر درایه‌های ماتریس M از طریق فرمول ۳ به‌دست می‌آید.

برای مثال، چنانچه ماتریس $\hat{M}$ برابر با:

$$\hat{M} = \begin{bmatrix} & c۱ & c۲ & c۳ & c۴ \\ c۱ & ۰ & ۳/۳۸ & ۳ & ۲/۸ \\ c۲ & ۳ & ۰ & ۲ & ۳ \\ c۳ & ۳ & ۲/۵۷ & ۰ & ۱/۷۵ \\ c۴ & ۱ & ۲/۴۳ & ۲/۱۷ & ۰ \end{bmatrix}$$

آنگاه:

مجموع ردیف ۱: ۰ +۳/۳۸ +۳ +۲/۸ =۹/۱۸

مجموع ردیف ۲: ۳ +۰ +۲ +۳ =۸

مجموع ردیف ۳: ۳ +۲/۵۷ + ۰ +۱/۵۳ =۷/۱

مجموع ردیف ۴: ۱ +۲/۴۳ +۲/۱۷ +۰ =۵/۶

پس $\alpha = \frac{۱}{۹/۱۸} = ۰/۱۰۹۸$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$M=\alpha.\hat{M}=\begin{bmatrix} & c۱ & c۲ & c۳ & c۴ \\ c۱ & ۰ & ۰/۳۶۸ & ۰/۳۲۷ & ۰/۳۰۵ \\ c۲ & ۰/۳۲۷ & ۰ & ۰/۲۱۸ & ۰/۳۲۷ \\ c۳ & ۰/۳۲۷ & ۰/۲۸۰ & ۰ & ۰/۱۹۱ \\ c۴ & ۰/۱۰۹ & ۰/۲۶۵ & ۰/۲۳۶ & ۰ \end{bmatrix}$$

گام سوم

مجموع دنبالهٔ نامحدود از آثار مستقیم و غیرمستقیم از عناصر بر یکدیگر (توأم با تمام بازخوردهای ممکن) به‌صورت یک تصاعد هندسی، براساس قوانین موجود از گراف‌ها محاسبه می‌شود. محاسبهٔ این مجموع به استفاده از $(۱-M_۱)^{-۱}$ نیاز دارد. آثار غیرمستقیم از عناصر موجود ماتریس معکوس همگرایی دارد، زیرا اثرهای غیرمستقیم در طول زنجیره‌ها از دیاگراف موجود به‌صورت پیوسته کاهشی خواهد بود. مجموع دنبالهٔ نامحدود از اثرهای مستقیم و غیرمستقیم از عناصر بر یکدیگر به‌صورت $M(۱-M_۱)^{-۱}$ است.

با توجه به اینکه $M_{ij}=(l'_{ij},m'_{ij},u'_{ij})$ است و سه ماتریس M_l و M_m و M_u که درایه‌های آنها از ماتریس M استخراج شده‌اند، تمام مقادیر درایه‌های ۳ ماتریس بالا به‌ترتیب شامل تمام مقادیر l' و m' و u' در ماتریس M است.

رابطهٔ ۵) $$Ml=\lfloor l''_{ij}\rfloor,\ Mm=\lfloor m''_{ij}\rfloor,\ Mu=\lfloor u''_{ij}\rfloor$$

با توجه به اینکه $t_{ij}=(l'_{ij},m'_{ij},u'_{ij})$ است. داریم:

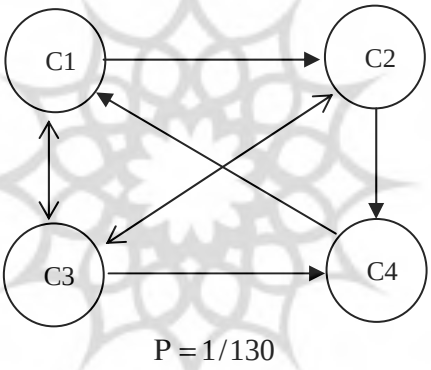
رابطهٔ ۶)
$$\lfloor l''_{ij}\rfloor=M_1\times(1-M_1)^{-1}$$
$$\lfloor m''_{ij}\rfloor=M_1\times(1-M_1)^{-1}$$
$$\lfloor u''_{ij}\rfloor=M_1\times(1-M_1)^{-1}$$

بنابراین، تمام مقادیر درایه‌های ماتریس T به‌صورت اعداد فازی مثلثی و طبق فرمول ۶ به‌دست می‌آید.

$$T=\begin{bmatrix} & c۱ & c۲ & c۳ & c۴ \\ c۱ & ۱/۰۷۸ & ۱/۵۰۴ & ۱/۳۳۳ & ۱/۳۸۰ \\ c۲ & ۱/۲۰۵ & ۱/۱۰۴ & ۱/۱۵۴ & ۱/۲۷۶ \\ c۳ & ۱/۱۷۴ & ۱/۲۷۶ & ۰/۹۳۲ & ۱/۱۴۴ \\ c۴ & ۰/۸۲۳ & ۱/۰۲۳ & ۰/۹۰۷ & ۰/۷۵۹ \end{bmatrix}$$

گام چهارم

تعیین ارزش آستانه‌ای و تدوین نقشهٔ شبکهٔ روابط. به‌منظور تشریح روابط ساختاری میان معیار و حفظ پیچیدگی سیستم با یک سطح قابل مدیریت در همان زمان، لازم است ارزش آستانه‌ای ρ برای فیلترکردن تأثیرهای ناچیز در ماتریس T تدوین شود. فقط برخی از معیارها، که تأثیر آنها بر ماتریس T بیشتر از ارزش آستانه‌ای است، باید انتخاب شوند و در نقشهٔ روابط شبکه‌ای نمایش داده شوند. پس از تصمیم‌گیری دربارهٔ ارزش آستانه‌ای، نتایج تأثیر نهایی معیار می‌تواند در نقشهٔ روابط نشان داده شود. برای بیان رویه‌های روش دیمتل، نمونهٔ ساده برای نمایش چگونگی روابط مورد بحث معیارها را می‌توان تعریف کرد. در مثال بالا، ارزش آستانه‌ای برابر با میانگین حسابی تمام درایه‌های ماتریس T درنظر گرفته شده است. براین‌اساس، شکل روابط و تأثیرگذاری متغیرها در شکل ۲ مشاهده می‌شود.



شکل ۲. تعریف روابط میان متغیرها براساس روش دیمتل

گام پنجم

به واسطهٔ کشیدن دیاگراف (D+R، D-R) از ماتریس T که در آن D برابر با ستون و R برابر با سطر است و محور افقی D+R و نشان‌دهندهٔ مجموع شدت یک عنصر (در طول محور طول‌ها) هم از نظر نفوذکننده‌بودن و هم از نظر تحت نفوذ واقع‌شدن و محور عمودی D-R به‌طوری‌که نشان‌دهندهٔ موقعیت یک عنصر (در طول محور عرض‌ها) است و این موقعیت درصورت مثبت‌بودن (D-R) به‌طورقطع یک نفوذکننده است و درصورت منفی‌بودن آن، به‌طورقطع تحت نفوذ (دریافت‌کننده) است.

یافته‌های پژوهش

به‌منظور شناسایی این شاخص‌ها، لیست کامل شاخص‌ها به‌صورت پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت و با توجه به اینکه در لیست نهایی شاخص‌ها، ۶۰ شاخص تعریف و تدوین شده بود و با توجه به اصل ۸۰–۲۰ پارتو، دوازده شاخص به‌عنوان شاخص‌های تأثیرگذار بر نت چابک به‌صورت زیر تعیین شد:

C۱: تصمیم‌گیری سریع، C۲: هماهنگی و همکاری، C۳: قابلیت‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، C۴: به اشتراک‌گذاری فعال اطلاعات با شرکا، C۵: کمیت و کیفیت خدمت، C۶: بهره‌گیری از فناوری مناسب، C۷: برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌ها، C۸: برنامه‌ریزی تأمین تقاضا، C۹: نت خودکنترلی، C۱۰: تعهد مدیران عالی، C۱۱: سبک مدیری مشارکتی، C۱۲: سازمان مجازی. مراحل رتبه‌بندی شاخص‌ها در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ نشان داده می‌شود:

جدول ۳. ماتریس روابط مستقیم (ماتریس M)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	۰	۰/۰۸۳	۰/۰۳۶	۰/۰۳۲	۰/۱۰۳	۰/۰۳۶	۰/۱۸۲	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۰/۰۳۵	۰/۱۵۴	۰/۰۸۴
C2	۰/۳۶۳	۰	۰/۰۲۷	۰/۰۳۶	۰/۰۸۴	۰/۵۲۴	۰/۱۷۳	۰/۷۲۶	۰/۱۶۲	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳	۰/۰۳۷
C3	۰/۲۷۳	۰/۷۳۲	۰	۰/۶۳۴	۰/۰۵۲	۰/۰۸۳	۰/۱۶۳	۰/۵۳۶	۰/۰۷۴	۰/۱۵۳	۰/۰۳۷	۰/۰۷۴
C4	۰/۱۵۳	۰/۰۳۴	۰/۵۲۴	۰	۰/۱۹۳	۰/۲۷۳	۰/۱۵۳	۰/۱۷۳	۰/۳۷۶	۰/۰۲۳	۰/۲۶۴	۰/۳۵۵
C5	۰/۱۷۴	۰/۰۳۵	۰/۵۲۴	۰/۰۶۴	۰	۰/۱۸۳	۰/۲۶۴	۰/۰۶۳	۰/۰۳۹	۰/۰۳۷	۰/۰۹۴	۰/۲۵۲
C6	۰/۰۲۷	۰/۶۳۳	۰/۰۲۵	۰/۰۳۸	۰/۳۶۴	۰	۰/۲۳۱	۰/۰۳۶	۰/۲۶	۰/۱۶۳	۰/۰۶۳	۰/۰۲۸
C7	۰/۰۳۶	۰/۰۹۳	۰/۰۳۴	۰/۳۳	۰/۱۸۴	۰/۱۷۳	۰	۰/۱۸۴	۰/۰۷۳	۰/۲۷۳	۰/۰۷۴	۰/۳۵۲
C8	۰/۰۳۵	۰/۴۲۵	۰/۳۹۴	۰/۲۹	۰/۰۸۳	۰/۱۴۳	۰/۲۵۲	۰	۰/۶۳	۰/۰۳۷	۰/۱۷۳	۰/۰۷۳
C9	۰/۱۲۷	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶	۰/۰۸۳	۰/۱۹۶	۰/۲۷۳	۰/۱۵۳	۰/۰۲۸	۰	۰/۲۵۴	۰/۳۷۴	۰/۱۷۳
C10	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۰/۰۸۳	۰/۳۷۹	۰/۰۳۹	۰/۱۸۳	۰/۰۲۶	۰/۱۴۳	۰/۱۸۴	۰	۰/۰۸۴	۰/۹۱
C11	۰/۰۳۷	۰/۱۸۳	۰/۲۸۴	۰/۲۴۶	۰/۰۲۷	۰/۱۴۳	۰/۰۹۴	۰/۶۳	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶	۰	۰/۰۱۸
C12	۰/۲۷۴	۰/۱۰۳	۰/۰۳۶	۰/۲۷۳	۰/۰۳۵	۰/۲۷۴	۰/۰۸۴	۰/۰۳۸	۰/۱۵۳	۰/۰۷۲	۰/۱۸۳	۰

جدول ٤. ماتریس روابط مستقیم و غیرمستقیم (ماتریس T)

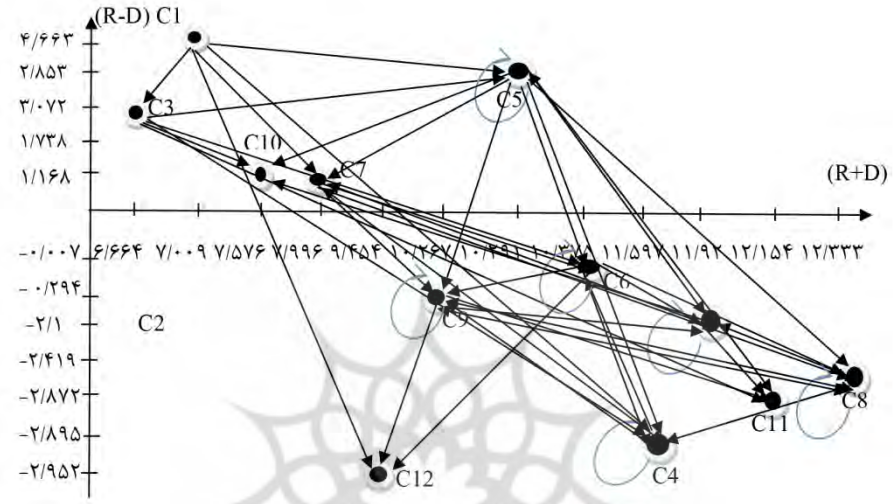
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	۰/۱۹۸	۰/۱۴۳	۰/۴۳۳	۱/۳۷۱	۰/۶۳۲	۰/۱۷۲	۱/۱۶۸	۰/۱۲۷	۰/۳۵۲	۰/۳۶۵	۰/۳۹۲	۰/۴۸۳
C2	۰/۰۷۹	۰/۴۸۶	۰/۳۹۳	۰/۲۸۲	۰/۴۷۹	۰/۳۸۴	۰/۴۹۷	۰/۶۸۹	۰/۲۸۷	۰/۴۶	۰/۴۸۷	۰/۳۸۷
C3	۰/۰۱۵	۰/۶	۰/۱۰۷	۰/۵۲۴	۰/۶۴۲	۰/۴۹۳	۰/۳۷۲	۰/۳۹۸	۰/۳۹۲	۰/۴۷۶	۰/۴۷۲	۰/۳۷۷
C4	۰/۰۷۹	۰/۳۳	۰/۰۶۳	۰/۴۸۳	۰/۳۸۸	۰/۵۳۵	۰/۴۳۴	۰/۵۱۴	۰/۴۵۴	۰/۲۹۴	۰/۳۹۲	۰/۳۸۵
C5	۰/۰۷۳	۰/۷۳۵	۰/۰۵۳	۰/۶۳۴	۱/۱۲۶	۰/۶۵۳	۰/۴۷۳	۰/۴۸۳	۰/۴۹۸	۰/۵۶۴	۰/۸۹۴	۰/۳۸۶
C6	۰/۰۵۳	۱/۴۵۲	۰/۱۰۳	۰/۵۲۹	۰/۰۳۴	۰/۴۳۶	۰/۰۴۲	۰/۶۷۶	۰/۶۷۵	۰/۲۷۱	۰/۳۸۷	۰/۵۲۶
C7	۰/۱۳۲	۰/۵۰۳	۰/۰۲۴	۰/۷۵۳	۰/۰۲۶	۱/۲۳۵	۰/۰۴۱	۰/۷۵۱	۰/۴۶۳	۰/۲۶۴	۰/۳۴۷	۰/۳۲۸
C8	۰/۰۳۴	۰/۶۳۴	۰/۱۰۳	۰/۴۰۹	۰/۲۹	۰/۲۷۴	۰/۰۱۴	۱/۴۷۲	۰/۶۸۴	۰/۲۸۹	۰/۳۶۸	۰/۳۸۶
C9	۰/۰۸۳	۰/۶۰۵	۰/۰۷۴	۰/۶۸۵	۰/۰۲۳	۰/۳۲۸	۰/۰۳۱	۰/۵۷۱	۱/۰۱۶	۰/۱۳۵	۰/۶۶۴	۰/۷۹۴
C10	۰/۰۲۱	۰/۵۱۴	۰/۲۶۴	۰/۶۰۵	۰/۰۱۹	۰/۲۹۱	۰/۰۱۸	۰/۴۷۸	۰/۱۶۸	۰/۰۲۶	۰/۸۹۳	۱/۰۷۵
C11	۰/۰۸۶	۰/۶۴۷	۰/۰۸۴	۰/۵۱۲	۰/۰۳۶	۰/۰۹۶	۰/۰۲۲	۰/۵۶۴	۰/۰۹۵	۰/۰۳۶	۱/۵۷۲	۰/۸۹۱
C12	۰/۳۲	۰/۳۶۱	۰/۰۹۵	۰/۴۵۹	۰/۰۲۴	۰/۲۹۴	۰/۰۱۷	۰/۶۵۳	۰/۱۷۴	۰/۰۲۴	۰/۶۴۵	۰/۱۸۵

جدول ۵. رتبه‌بندی متغیرها

معیار	R	D	R-D	R+D	تأثیرگذاری
C1	۵/۸۳۶	۱/۱۷۳	۴/۶۶۳	۷/۰۰۹	۱
C2	۴/۹۱	۷/۰۱	−۲/۱	۱۱/۹۲	۸
C3	۴/۸۶۸	۱/۷۹۶	۳/۰۷۲	۶/۶۶۴	۲
C4	۴/۳۵۱	۷/۲۴۶	−۲/۸۹۵	۱۱/۵۹۷	۱۱
C5	۶/۵۷۲	۳/۷۱۹	۲/۸۵۳	۱۰/۲۹۱	۳
C6	۵/۱۸۴	۵/۱۹۱	−۰/۰۰۷	۱۰/۳۷۵	۶
C7	۴/۸۶۷	۳/۱۲۹	۱/۷۳۸	۷/۹۹۶	۴
C8	۴/۹۵۷	۷/۳۷۶	−۲/۴۱۹	۱۲/۳۳۳	۹
C9	۵/۰۰۹	۵/۲۵۸	−۰/۲۹۴	۱۰/۲۶۷	۷
C10	۴/۳۷۲	۳/۲۰۴	۱/۱۶۸	۷/۵۷۶	۵
C11	۴/۶۴۱	۷/۵۱۳	−۲/۸۷۲	۱۲/۱۵۴	۱۰
C12	۳/۲۵۱	۶/۲۰۳	−۲/۹۵۲	۹/۴۵۴	۱۲

جدول M برگرفته از نظرهای خبرگان است که از محاسبهٔ میانگین حسابی اعداد با توجه بـه متغیرهای کلامی دی‌فازی‌شدهٔ مربوطه به‌دست آمد و جدول T محاسبهٔ دنبالـهٔ نامحـدود از آثـار

مستقیم و غیرمستقیم عناصر بر یکدیگر است به‌صورتی‌که تصاعد هندسی، براساس قوانین گراف‌هاست. با توجه به جدول T، ارزش آستانه‌ای استخراج و رابطه (D+R,D-R) محاسبه شده و متغیرهای نفوذپذیر و نفوذکننده مشخص شده است.



شکل ۳. مدل‌سازی روابط میان متغیرها

براساس گام پنجم تحقیق، متغیری که دارای بیشترین مقدار R-D (مثبت‌تر) باشد، به‌یقین یک نفوذکنندهٔ قوی است و بیشترین تأثیر را بر سایر متغیرها دارد و بالعکس هر چقدر کمتر (منفی‌تر) باشد، یک نفوذپذیر قوی است. از این‌رو، C۱: تصمیم‌گیری سریع، (۴/۶۶۳) دارای بیشترین تأثیرگذاری و C۱۲: سازمان مجازی (۲/۹۵۲-) دارای کمترین تأثیر و تأثیرپذیرترین متغیر است؛ به‌عبارت دیگر، با توجه به نظر خبرگان، تصمیم‌گیری سریع به‌عنوان یک نفوذکنندهٔ قوی بیشترین تأثیر را بر سایر شاخص‌ها می‌گذارد، کمترین تأثیر را از آنها دریافت می‌کند و شاخص اول تأثیرگذار بر نت چابک محسوب می‌شود. همچنین، سازمان مجازی به‌عنوان یک نفوذپذیر قوی کمترین تأثیر را بر سایر شاخص‌ها می‌گذارد و بیشترین تأثیرپذیری را دریافت می‌کند و اولویت آخر تأثیرگذاری رتبه‌بندی می‌شود. با توجه به مصاحبه با خبرگان، ارزش آستانه‌ای در این تحقیق، میانگین کل اعداد حاصل از جدول ماتریس روابط مستقیم و غیرمستقیم (ماتریس T) درنظر گرفته شد؛ بنابراین، ارزش آستانه‌ای در این مطالعه برابر با ۰/۴۰۸ است؛ به بیان دیگر، در ماتریس T (جدول ۴) هرکدام از درایه‌ها که بیشتر از ۰/۴۰۸

باشد، به‌معنای تأثیرگذاری آن معیار بر معیار دیگری است. بـراین‌اسـاس، تأثیرگـذاری معیارهـا را به‌شکل زیر می‌توان دسته‌بندی کرد:

C۱ بر C۳، C۴، C۵، C۷، C۱۲ تأثیرگذار است.

C۲ بر C۲، C۵، C۷، C۸، C۱۰، C۱۱ تأثیرگذار است.

C۳ بر C۴، C۵، C۶، C۱۰، C۱۱ تأثیرگذار است.

C۴ بر C۴، C۶، C۷، C۸، C۹ تأثیرگذار است.

C۵ بر C۲، C۴، C۵، C۶، C۷، C۸، C۹، C۱۰، C۱۱ تأثیرگذار است.

C۶ بر C۲، C۴، C۶، C۸، C۹، C۱۲ تأثیرگذار است.

C۷ بر C۲، C۴، C۶، C۸، C۹ تأثیرگذار است.

C۸ بر C2، C۴، C۸، C۹ تأثیرگذار است.

C۹ بر C۲، C۴، C۸، C۹، C۱۱، C۱۲ تأثیرگذار است.

C۱۰ بر C۲، C۴، C۸، C۱۱، C۱۲ تأثیرگذار است.

C۱۱ بر C۲، C۴، C۸، C۱۱، C۱۲ تأثیرگذار است.

C۱۲ بر C۴، C۸، C۱۱ تأثیرگذار است.

همچنین در جدول ۶، نتایج شاخص‌های کلیدی نت چابـک براسـاس روش دیمتـل فـازی و ادبیات تحقیق مشاهده می‌شود.

جدول ٦. مقایسهٔ نتایج تحقیق با ادبیات انتخاب نت چابک

اولویت‌بندی شاخص‌ها	شاخص‌های کلیدی براساس دیمتل فازی	شاخص‌های کلیدی براساس ادبیات تحقیق
۱	تصمیم‌گیری سریع	انعطاف‌پذیری
۲	قابلیت‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات	تطابق با تغییر
۳	کمیت و کیفیت خدمت	قابلیت‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات
۴	برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌ها	پاسخگویی سریع
۵	تعهد مدیران عالی	سرعت ارائهٔ خدمات
۶	بهره‌گیری از فناوری مناسب	کارکنان توانمند و چندمهارته
۷	نت خودکنترلی	یکپارچگی فرایندها
۸	هماهنگی و همکاری	کمیت و کیفیت خدمت
۹	برنامه‌ریزی تأمین تقاضا	برنامه‌ریزی متناسب
۱۰	سبک مدیریت مشارکتی	معرفی خدمت جدید
۱۱	به اشتراک‌گذاری فعال اطلاعات با شرکا	سازمان مجازی
۱۲	سازمان مجازی	یکپارچگی و پیچیدگی کم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طورکه اشاره شد، در شرایط کنونی مدیران شرکت‌های خودروسازی به‌دلیل کاستی‌های فراوان در سیستم نگهداری و تعمیرات خود در حوزه‌های مختلف از جمله تجهیزات، ماشین‌آلات و دستگاه‌ها با مسائل و مشکلات متعددی روبه‌رو هستند و به‌کارنگرفتن رویکردهای نوین مانند چابکی براساس اصول مدیریت علمی در حوزهٔ نگهداری و تعمیرات که به‌عنوان یکی از معضلات اصلی این سیستم است، آنها را با چالش‌های جدی مواجه می‌کند. به‌طورکلی، به‌دلیل ماهیت فعالیت این صنعت و محیط پویای آن، شناسایی شاخص‌های نت چابک و برنامه‌ریزی فعالیت‌ها و اقدامات نت با توجه به ضرورت و اهمیت و همچنین اولویت این شاخص‌ها، نقش بسیار عمده‌ای را در افزایش کارایی و اثربخشی صنعت خودروسازی و در پی آن رضایت مشتریان ایفا می‌کند. نت چابک یکی از راهبردهای نگهداری و تعمیرات با هدف ارائهٔ خدمت در حداقل زمان ممکن و با بالاترین کیفیت است. امروزه در تحقیقات بسیار زیادی عوامل مؤثر بر چابکی به‌طور مثال در حوزهٔ تولید، خدمات و... تعیین و به آنها اشاره شده است، اما در هیچ‌یک از تحقیقات گذشته تحقیقی جامع دربارهٔ تلفیق رویکرد چابکی و نگهداری و تعمیرات و از همه مهم‌تر در صنعت خودروسازی ارائه نشده است. درواقع، نوآوری این تحقیق، شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های مرتبط با نت چابک در صنعت خودروسازی است.

براین‌اساس، با توجه به مطالعهٔ ادبیات عوامل مؤثر بر چابکی در حوزه‌های مرتبط با نت در بیست سال گذشته و برمبنای مدل عملیاتی تحقیق (جدول ۱)، ۶۰ شاخص تأثیرگذار استخراج شد. پس از مطالعهٔ ادبیات مرتبط با حوزهٔ نت چابک و با توجه به اصل پارتو، دوازده شاخص تعیین شد: انعطاف‌پذیری، تطابق با تغییر، قابلیت‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، پاسخگویی سریع، سرعت ارائهٔ خدمات، کارکنان توانمند و چندمهارته، یکپارچگی فرایندها، کمیت و کیفیت خدمت، برنامه‌ریزی متناسب، معرفی خدمت جدید، سازمان مجازی، یکپارچگی و پیچیدگی کم. همچنین، پس از مطالعه با استفاده از روش دلفی فازی، شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نگهداری و تعمیرات چابک صنعت خودروسازی شناسایی و رتبه‌بندی شدند: تصمیم‌گیری سریع، هماهنگی و همکاری، قابلیت‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، به‌اشتراک‌گذاری فعال اطلاعات با شرکا، کمیت و کیفیت خدمت، بهره‌گیری از فناوری مناسب، برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌ها، برنامه‌ریزی تأمین تقاضا، نت خودکنترلی، تعهد مدیران عالی، سبک مدیریت مشارکتی، سازمان مجازی. با توجه به اینکه در صنعت خودروسازی تمام مراحل تولید به یکدیگر مرتبط و وابسته‌اند، ضرورت و اهمیت جلوگیری از توقف ماشین‌آلات و تجهیزات (به‌دلیل بالابودن هزینه‌های ناشی از توقف آنها) امری انکارناپذیر است. از این‌رو، ضرورت تفویض اختیار به

دپارتمان‌های نت و تصمیم‌گیری سریع و به‌هنگام آنها، به‌ویژه اپراتورهای مربوطه برای تصمیم‌گیری سریع برای راه‌اندازی مجدد تجهیزات و ماشین‌آلات امری اجتناب‌ناپذیر است. به‌این‌دلیل، شاخص تصمیم‌گیری سریع از نظر جامعهٔ تحقیق (خبرگان) دارای بیشترین تأثیرگذاری است. همچنین، امروزه به‌نظر می‌رسد سازمان‌های تولیدی (به‌خصوص شرکت‌های خودروسازی) به‌دلیل تدوین‌نکردن الگوی نت چابک، بیشتر از راهبردهایی مانند نت پیشگیرانه، پیشگویانه و بهره‌ور فراگیر استفاده می‌کنند و به‌این‌دلیل شاخص سازمان مجازی که همواره عهده‌دار تأمین قطعات، خدمات و... از طریق فعالیت‌هایی نظیر برون‌سپاری و همچنین تقویت ارتباط بین بخش‌های مختلف مانند تولید، بازرگانی، مالی و... است، در اولویت پایین‌تری قرار گرفته است. درنتیجه، به محققان پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی ضرورت و اهمیت هریک از این شاخص‌ها را در صنعت خودروسازی و سایر صنایع تولیدی و خدماتی بررسی کنند.

با مرور پژوهش‌های پیشین و نتایج سایر تحقیقات مرتبط با موضوع این تحقیق مانند یوسف و همکاران (۱۹۹۹) (سازمان مجازی، سرعت و انعطاف‌پذیری)، کوروپالیل (۲۰۰۷) (فناوری، سامانهٔ اطلاعات و تولید)، آگاروال و همکاران (۲۰۰۷) (معرفی خدمت جدید، رضایت مشتریان و ایجاد اعتماد)، چارلز (۲۰۱۰) (یکپارچگی فرایندها)، دیسچلر و هاگ (۲۰۱۱) (ایجاد شبکه‌های مجازی و ابزارهای فناوری اطلاعات)، توجه به متغیرهای محیطی و عواملی که در محیط سازمانی به‌وقوع می‌پیوندد و درنهایت متغیر راهبردی تطابق با تغییر، با نتایج این تحقیق مشابه است.

با توجه به شناسایی شاخص‌های مؤثر بر نت چابک در این تحقیق، در تحقیقات آتی می‌توان الگوی مناسب نت چابک در صنایع خودروسازی و سایر حوزه‌های تولیدی و خدماتی را طراحی کرد و پس از تهیهٔ نظام‌نامه، دستورالعمل‌های اجرایی و برگزاری کلاس‌ها و سمینارهای تبیین‌کنندهٔ الگوی نت چابک، نتایج آن را برای پیاده‌سازی در محیط عملیاتی صنعت خودروسازی استفاده و نتایج آن را با تحقیق حاضر مقایسه کرد.

References

Agarwal, A., Shankar, R. & Tiwari, M. K. (2007). Modeling agility of supply chain, *Industrial Marketing Management*; 36.

Agarwal. A. & Shankar, R. (2002). Modeling integration and responsiveness on a supply chain performance: A system dynamics approach, *International Journal System Dynamics and Policy-Making*; XIV(1&2).

Aghaee, A. (2010). *Designing and explaining integrated maintenance system model police vehicle*, PhD of system management, University of Imam Hussein. (*in Persian*)

Aghaee, M. (2011). *Multi-criteria decision making approach to evaluate maintenance optimum strategies in automotive industry*, MS Thesis, University of Imam Khomeini, Faculty of Social Sciences. (*in Persian*)

Ajorllo, M. (1997). *The design of maintenance system in construction machinery*, MS Thesis Engineering, University of Imam Hussein. (*in Persian*)

Alberts, D. S. & Hayes, R. E. (2003). *Power to the edge: Command, control in the information age, US department of defense*, Command and Control Research Program, Washington, DC.

Anderson, D. L. & Lee, H. L. (1999). *Synchronized supply chains: The new frontier*, In Anderson, D. (Ed.), Achieving Supply Chain Excellence through Technology, *Montgomery Research*, San Francisco, CA.

Asgharpour, M. (1998). *Multi-criteria decision making*, University of Tehran Publication, Tehran. (*in Persian*)

Avoine, G. (2004). Privacy issues in RFID banknote protection schemes, *Smart Card Research and Advanced Applications*: 33–48.

Aydin, S., Özer, G. & Arasil, Ö. (2005). Customer loyalty and the effect of switching costs as a moderator variable, *Mark Intell Plann*: 23(1): 89- 103.

Baker, P. (2008). *The Role, Design and Operation of Distributing Centers in Agile Supply Chains*, PhD Thesis, Cranfield University.

Bal, J., Wilding, R. & Goundry, J. (1999). Virtual teaming in the agile supply chain, *International Journal of Logistics Management*, 10(2): 71- 83.

Bazyar, A. (2005). Being agile: A core requirement in the business, *the monthly Journal*,. 79:50-52. (*in Persian*)

Beamon, B. M. & Ware, T. M. (1998). A process quality model for the analysis, improvement and control of supply chain systems, *Logistics Information Management*, 11(2): 105- 113.

Beniot, A., Aubert, B., bosch, V. & Mignerat, M. (2003). *Toward the Measurement of process Integration*, CIRANO, February.

Bottani, E. (2009). A fuzzy QFD approach to achieve agility, *International Journal of Production Economics*, 119; 380– 391.

Bottani, E. (2010). Profile and enablers of agile companies: An empirical investigation, *Int. J. Production Economics*, 125; 251–261.

Braunscheidel, M. J. & Suresh, N. C. (2009). The Organizational Antecedents of a Firm's Supply Chain Agility for Risk Mitigation and Response, *Journal of Operations Management*. (27:2), pp. 119- 140.

Braunscheidel, M. J. (2005). *Antecedents of supply chain a agility: An empirical investigation*, The State University of New York at Buffalo.

Breu, K., Hemingway, S. J., Strathern, M. & Bridger, D. (2002). Workforce agility: The new employee strategy for the knowledge economy, *Journal of Information Technology*, 17(1): 21– 31.

Brian, M. (2001). The age of agile manufacturing, supply chain management, *an International Journal*, 5, 1.

Burgess, T. F. (1994). Making the leap to agility-defining and achieving agile manufacturing through business processor design and business networker design, *International Journal of Operations & Production Management*, 14: 23– 34.

Bustelo, D. V. & Avella, L. (2006). Agile Manufacturing, *Industrial case studies in spain, Technovation*, 26 : 1147- 1161.

Carnero, C. (2006). An evaluation system of the setting up of predictive maintenance programmes, *Reliability Engineering and System Safety*, (91): 945– 963.

Castanier. B., Grall, A. & Berenguer, C. (2005). A condition based maintenance policy with non-periodic inspections for a two unit series system, *Reliability Engineering and System Safety*, 87: 109-120.

Chan, F. K. Y. & Thong, J. Y. L. (2009). Acceptance of agile methodologies: A critical review a conceptual frameworks, *Journal of Decision Support Systems*, (46): 814- 803.

Charles, A. (2010). *Improving the design and management of agile supply chains: Feedback and application in the context of humanitarian aid*, PhD Thesis, Toulouse University.

Chen, D. & Kishor, S. (2005). Optimization for condition based maintenance with semi-Markov decision process, *Reliability Engineering and System Safety*, (90): 25- 29.

Chen, P.T. & Hu, H. H. (2010). The effect of relational benefits on perceived value in relation to customer loyalty: An empirical study in the Australian coffee outlets industry, *International Journal of Hospitality Management*, 29 : 405– 412.

Cheng, K. Harrison, D. K. & Pan, P. Y. (1998). Implementation of agile manufacturing—An AI and Internet based approach, *Journal of Materials Processing Technology*, 76 (1998) 96–101.

Cheng, Z., Jia, X., Gao, P., Wu, S. & Wang, J. (2008). A framework for intelligent reliability centered maintenance analysis, *Reliability Engineering and System Safety*, (93): 784– 792.

Chopra, S., Meindl, P. & Kalra, D. V. (2007). *Supply chain management strategy planning and operation*, 3rd edition, Dorling Kindersley India Pvt. Ltd, New Delhi.

Christopher, M. & Jittner, U. (2000). Developing strategic partnership in the supply chain: A practitioner perspective, *European Journal of Purchasing and Supply Chain Management*, 6(2): 117- 127.

Christopher, M. & Towill, D. R. (2001). An integrated model for the design of agile supply chains, *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, 31(4): 235− 246.

Christopher, M. (2000). The Agile supply chain: Competing in volatile markets, *Industrial Marketing Management*, 29, 37- 44.

Cockburn, A. J. (2001). Highsmith, Agile software development: The people factor, *IEEE Computer*, 34(11): 131– 133.

Curcur, G., Galante, G. & Lombardo, A. (2010). A predictive maintenance policy with imperfect monitoring, *Reliability Engineering and System Safety*, (95): 989– 997.

David, F. R. (2009). Agile methods and software maintenance, *available on:www.sciencedirect.com*.

Denis Wadhwa, S. (2007). A network approach for modeling and design of agile supply chains using a flexibility construct, *International Journal of Flexible Manufacturing System*, 19: 410– 442.

Douglas, A. L. & James, A. A. (2009). *Logistics strategic management*, Translated by: Ozgoli, M. & Hosseini, S., Police Research Center, Tehran. (*in Persian*)

Dove, R. (1997). The meaning of life and the meaning of agility, *Paradigm Shift International www.parshift.com/library.htm*.

Elkins, D. A., Huang, N. & Alden, J. M. (2004). Agile manufacturing systems in the automotive industry, *Int. J. Production Economics* 91: 201–214.

Ettlie, J. E. (1997). Integrated design and new product success, *Journal of Operations Management*, 15: 33- 55.

Faisal, M. N., Banwet, D. K. & Shankar, R. (2006). Supply chain risk mitigation: Modeling the enablers, *Business Process Management Journal*, 12(4): 535-552.

Fathi Vajargah, K. (2002). *Training needs assessment (Models and techniques)*, Abizh publication, Tehran. (*in Persian*)

Fliedner, G. & Vokurka, R. J. (1997). Agility: Competitive weapon of the 1990s and beyond? *Production and Inventory Management, Journal* , 38(3): 19– 24.

Fontela, E. & Gabus, A. (1976). *The DEMATEL observer, DEMATEL 1976 Report*, Battelle Geneva Research Center, Switzerland, Geneva.

Frohlich, M. T. & Westbrook, R. (2001). Arcs of integration: An international study of supply chain strategies, *Journal of operations Management*, 19(2): 185-200.

Gerwin, D. (1993). Manufacturing flexibility: Strategic perspective, *Management Science*, 39(4): 395- 410.

Goldman, S. L., Nagel, R. N. & Preiss, K. (1995). *Agile Competitors and Virtual Organizations*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Gulledge, T., Hiroshige, S. & Iyer, R. (2010). Condition-based maintenance and the product improvement process, *Journal of Computers in Industry*,(61): 813–832.

Gunasekaran, A. & McGaughey, R. E. (2003). TQM is supply chain management, *The TQM Magazine*, 15(6): 361-363.

Gunasekaran, A. (1998). Agile manufacturing: Enablers and an implementation framework, *International Journal of Operation and Production Management*, 36(5): 1223-1247.

Gunasekaran, A., Lai, K. H. & Cheng, T. C. (2008). Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy, *Omega*, 36 : 549-564.

Hader, H. (1995). Delphi and cognitions psychology, *ZUMA*, 13.

Haeckel, SH. (1999). *Adaptive enterprise: Creating and leading sense–and–respond organizations*, Harvard Business School Press, Boston.

Hamidizadeh, M. & Ghamkhar, M. (2009). Identify affecting factors on customer loyalty model based on quickly respond organizations, *Journal of Business Research*, (52): 187- 210. (*in Persian*)

Harrison, A., Christopher, M. & Van Hoek, R. (1999). Creating the Agile supply chain, *Institute of Logistics & Transport*, London.

Heidari, N. & Kashani, H. (2003). *The concept of maintenance system and implementing necessity in military and police*, Police Research Center, Tehran. (*in Persian*)

Highsmith, J. (2004). *Agile project management: Creating innovative products*, *Addison-Wesley/Pearson*, Boston, MA, USA.

Hill, C. A. & Scudder, G. D. (2006). The use of electronic data interchange for supply chain coordination in the food industry, *Journal of Operations Management* 20 : 375- 387.

Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R. & Mieno, H. (1993). The max–min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration, *Fuzzy Sets and Systems*, 55: 241– 253.

Iskanius, P. (2006). *An Agile supply chain for a project-oriented steel product network*, Academic Dissertation, University of Oulu.

Izza, S., Imache, R., Vincent, L. & Lounis, Y. (2008). An approach for the evaluation of the agility in the context of enterprise interoperability, In Mertins, K., Ruggaber, R., Popplewell, K. & Xu, X. (Eds.), *Enterprise interoperability III new challenges and industrial approaches*, : 3– 14, Springer, London.

Jayachandran, S., Hewett, K. & Kaufman, P. (2004). Customer response capability in a sense and respond era: The role of customer knowledge process, *J Acad Mark Sci*, 32(3): 219– 233.

Jayaram, J., Vickery, S. K. & Droge, C. (1999). An empirical study of time-based competition in the North America automotive supplier industry, *International Journal of Operations and Production Management*, 19(10): 1010- 1033.

Karlof, B. & Flovingsson, F. H. (2005). *The A-Z of Management Concepts and Models*, Published by Thorogood Publishing, London.

Kathuria, R. & Partovi, F. Y. (1999). Work force management practices for manufacturing flexibility, *Journal of Operations Management*, 18(1): 21– 39.

Khan, K. A. & Pillania, R. K. (2008). Strategic sourcing for supply chain agility and firm's performance a study of Indian manufacturing sector, *Management Decision*, 46 , 1508– 1530.

Khan, K. A. & Pillania, R. K. (2008). Strategic sourcing for supply chain agility and firm's performance a study of Indian manufacturing sector, *Management Decision*, 46 , 1508– 1530.

Khawaja, A. S. (2004). *Information technology antecedents to supply chain integration and firm performance*, University of South Carolina.

Khorshid, S. & Mahfozi Mosavi, H. (2010). Model of evaluation and analysis producer organnizations need to being agile using multi criteria decision making technique and Fuzzy approach , *Journal of Industrial Management*, l2(4): 43. (*in Persian*)

Kidd, P. T. (1994). Agile manufacturing: Forging new frontiers, Addison-Wesley, Reading, MA.

Koste, L. L. & Malhotra, M. K. (1999). A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility, *Journal of Operations Management*; 18(1): 75- 93.

Lee H. L., Padmanabhan V. & Whang S. (1997). Information distortion in a supply chain: The bull whip effect, *Management Science*, 43(4): 546- 558.

Lee, H. L., So, K. C. & Tang, C. S. (2000). Value of information sharing in a two level supply chain, *Management Science*, 46(5): 626- 643.

Lin, C., Chiu, H. & Chu, P. (2006). Agility index in the supply chain, *International Journal of Production Economics*, 100(2): 285- 299.

Luis, Barata & Kolombo. (2009). Supporting agile supply chain using a service oriented shopfloor, *available on: www.sciencedirect.com*.

Mahajan, M. (2005). *Statistical quality control*, 3rd edition, Nai Sarak, Delhi: Dhanpat Rai and Co., Pvt. Ltd. Education and Technical Publishers.

Manisra Baramichai, (2007). Supplier partnership establishment under uncertainties for agile organization, *Lehigh University*, September.

Masn S. J., Cole, M. H., Ulrey, B. T. & Yan, L. (2002). Improving electronics manufacturing supply chain through outsourcing, *International Journal of physical Distribution and Logistics Management*, 32(7): 610- 620.

Mason-Jones, R. & Towill, D. R. (1999). Using the information decoupling point to improve supply chain performance, *The International Journal of Logistics Management*, 10(2): 13- 26.

Mason-Jones, R., Naylor, B. & Towill, D. R. (2000). Engineering the agile supply chain, *International Journal of Agile Management Systems*, 2(1): 54− 61.

Mccarthy, D. & Rich, N. (2007). *Lean total productive maintenance; A blueprint for change*, Industrial press, New York.

Mccarty, F. H. (1993). Agility in Manufacturing, *Manufacturing Engineering* 111(6): 8.

McCurry, L. & McIvor, R. (2002). Agile manufacturing: 21st century strategy for manufacturing on the periphery, *Irish Journal of Management*, 23(2): 75– 93.

McManus, J. (2003). Team agility, *Computer Bulletin*, 45(5): 26– 27.

Mentzer, J. T., Foggin J. H. & golicic, S. L. (2000). Collaboration: The enablers, Impediments, and benefits, *Supply Chain Management Review*, 52-58.

Morgan, R. E. & Page, K. (2008). Managing Business Transformation to Deliver Strategic Agility, *Strategic Change*, 17(5- 6): 155- 168.

Nagesh Kerry, J. (2005). Agile manufacturing and its fitness for innovation, *Advancesin Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, 243– 254.

Ngwainbi, M. F. (2008). *A framework supporting the design of a lean-agile supply chain improving logistics performance*, MS Thesis, Malardalen University.

Niu. G., SukYang, B. & Pecht, M. (2010). Development of an optimized condition-based maintenance system by data fusion and reliability-centered maintenance, *Journal of Reliability Engineering and System Safety*, (95): 786– 796.

Noorderhaben, N. (1995). Strategic decision making, Addison-Wesley, UK.

Overby, E., Bharadwaj, A. & Sambamurthy, V. (2006). Enterprise agility and the enabling role of information technology, *European Journal of Information Systems*, 15(2): 120- 131.

Palaniappan, A. (2004). *Developing an agile manufacturing system and its standards for supply chain of automotive industry*, Texas A & M University, Kngsville.

Paneerselvam, R. (2002). *Operations management*, 1st edition, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

Petri, H., You, X.., JianxinRojer, J. (2006). A web- based logistics management system for demand network design, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(8).

Plonka, F. E. (1997). Developing a lean and agile work force, *International Journal of Human Factors in Manufacturing*, 7(1): 11- 20.

Porter, M. (2001). Strategy and the internet, *Harvard Business Review*, March 63-78.

Power, D., Sohal, A. & Rahman, S. (2001). Critical success factors in agile supply chain management, *Intrnational Journal of Physical Distribution & Logistics management*; 31(4): 247- 265.

Prince, J. & Kay, J. M. (2003). Combining lean and agile characteristics: Creation of virtual groups by enhanced production flow analysis, *International Journal of Production Economics*, 85 : 305– 318.

Qin, R. & Nembhard, D. A. (2010). Workforce agility for stochastically diffused conditions; A real options perspective, *Int. J. Production Economics*, 125: 324– 334.

Rao Chen, Y. (2005). A parametric manufacturing knowledge representation model for agile manufacturing execution control, *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 22(1): 82– 92.

Redmond willem, (2004). The strategic logistic management in modern forces, DLA publication, Santabarbara.

Rezaeian, A. (2007). System analysis and design, *Industrial management Institute*, Tehran. (*in Persian*)

Ribeiro, L. Barata, J. & Colombo, A. (2009). Supporting agile supply chain using a service-oriented shop floor, *Journal of Engineering Application of Artificial Intelligence*, 22(6): 950- 960.

Ribeiro, L., Barata, J. & Colombo, A. (2009). Supporting agile supply chain using a service-oriented shop floor, *Journal of Engineering Application of Artificial Intelligence*, 22(6): 950- 960.

Roberts, N. & Grover, V. (2011). Investigating firm's customer agility and firm performance: The importance of aligning sense and respond capabilities, *Journal of Business Research*, 65(5): 579- 585.

Roberts, N., Grover, V., Klein, R., Mittelstaedt, J. & Moore, D. (2009), *Digitally enhancing customer agility and competitive activity: how firms use information technology to sense and respond to market opportunities in hyper competitive environments*, Clemson university.

Rodrigues, M. & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies, *Journal of Materials Processing Technology*, 179(1- 3): 276- 279.

Rosenzweig, E. D., Roth, A. V. & Dean J. J. W. (2003). The influence of an integration strategy on competitive capabilities and business performance: An exploratory study of consumer products manufacturers, *Journal of Operations Management*, 21(4).

Salimi, M. H. (1997). *The role of total productivity maintenance to improve Sepah strategy, proceedings of the first conference on Sepah maintenance*, University of Imam Hussein. (*in Persian*)

Sambamurthy, V., Bharadwaj, A. & Grover, V. (2003). Shaping agility through digital options: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms, *MIS Quarterly*, 27(2): 237- 263.

Sanchez, L. M. & Nagi, R. (2001). A review of agile manufacturing systems, *International Journal of Production Research*, 39(16): 3561– 3600.

Schatz, B. I. (2005). Abdelshafi, primavera gets agile: A successful transition to agile development, *IEEE Software*, 22(3): 36– 42.

Selvik, J. T. & Aven, T. (2011). A framework for reliability and risk centered maintenance, *Reliability Engineering and System Safety*, 96(2): 324- 321.

Sethi, A. K. & Sethi, S. P. (1990). Flexibility in manufacturing: A survey, *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 2(4): 289- 328.

Setia, P., Sambamurthy, V. & Closs, D. J. (2008). Realizing business value of agile it applications: Antecedents in the supply chain networks, *Information Technology and Management*, 9(1): 5- 19.

Seyed Hosseini, M. (2005). *Systematic planning of maintenance and Introduction to TPM*, Industrial Management Institute, Tehran. (*in Persian*)

Shah, R. & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance, *Journal of Operations Management*, 21(2): 129- 149.

Shah, R., Goldstein, S. M. & Ward, P. T. (2002). Aligning supply chain management. Characteristics and Inter organizational Information System Types: An Exploratory Study, *IEEE Transactions of Engineering Management*, 49(3): 282- 292.

Shahaee, B. & Rajab Zadeh, A. (2005). Investigation of organizational agile evaluation dimension with information technology approach in government agencies, *The Second International Conference on Information and Communication Technology Management*, March, Iran.

Sharifi, H. & Zhang, Z. (1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organizations: An Introduction, *International Journal of Production Economics*, 62(1- 2): 7- 22.

Sharifi, H. & Zhang, Z. (1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organizations: An introduction, *International Journal of Production Economics*, 62(1- 2): 7- 22.

Sharifi, H. & Zhang, Z. (2001). Agile manufacturing in practice: Application of a methodology, *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5- 6): 772- 794.

Sharifi, H. & Zhang, Z. (2001). Agile manufacturing in practice: Application of a methodology, *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5- 6): 772- 794.

Sharma, R. K., Kumar, D. & Kumar, P. (2005). FLM to select suitable maintenance strategy in process industries using MISO model, *Journal of Quality in Maintenance Industries*, 11(4): 359- 374.

Sharp, J. M., Irani, Z. & Desai, S. (1999). Working towards agile manufacturing in the UK industry, *International Journal of Production Economics*, 62(1-2): 155- 169.

Sherehiy, B., Karwowski, W. & Layer, J. (2007). A review of enterprise agility: Concepts, frameworks and attributes, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(5): 445- 460.

Shimizu, K. & Hit, M. A. (2004). Strategic flexibility: Organizational preparedness to reverse ineffective strategic decisions, *Academy of management Executive*, 18(4): 44- 59.

Siah Chiang, W., Trinder Debbie, Olynyk John K. (2005). Iron overload, *Clinica Chimica Acta*, 358(1): 24- 36.

Sohrabi, B., Tahmasebipour, K. & Reesi, I. (2011). Planning of fuzzy expert system to select enterprise resource planning system, *Journal of industrial*

management university of trhran, 3(6): 39- 58. (*in Persian*)

Swafford, P. M., Ghosh, S. & Murthy, N. (2006). The antesedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing, *Journal of Operation Management*, 24(2): 170- 188.

Swafford, P. M., Ghosh, S. & Murthy, N. (2008). Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility, *International Journal of Production Economics*, 116(2): 288- 297.

Tersine, R. J. & Himmingbird, E. A. (1995). Lead-time reduction: The search for competitive advantage, *International Journal of Operations and Production Management*, 15(2): 8- 18.

Toring, L. C., et al. (2004). Agility index in the supply chain, *International Journal of Production Economics*, 100(2): 285– 299.

Toring, L. C., et al. (2005). Agility evaluation using fuzzy logic, *International Journal of Production Economics*, 101(2): 1- 16.

Tseng, Y. & Lin, C. (2011). Enhancing enterprise agility by deploying agile drivers, capabilities and providers, *Information Sciences*, 181(17): 3693– 3708.

Tsourveloudis, N. C. & Valavanis, K. P. (2002). On the measurement of enterprise agility, *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 33(3): 329– 342.

Upton, D. M. (1994). The management of manufacturing flexibility, *California Management Review*, 36(2): 72- 89.

Van Hoek, R. I. (2001). Epilogue: Moving forward white agility, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(4): 289- 303.

Van Hoek, R. I., Harrison, A. & Christopher, M. (2001). Measuring agile capabilities in the supply chain, *International Journal of Operations and Production Management*, 21(1- 2): 126− 148.

Van Oosterhout, M., Waarts, E. & Van Hillegersberg, J. (2006). Change Factors Requiring Agility and Implications for It, *European Journal of Information Systems* 15(2): 132- 145.

Vaterz, D. (2005). *Global logistics and distribution planning, Global logistics and distribution planning*, University of Imam Hussein Publication. (*in Persian*)

Vázquez-Bustelo, D., Avella, L. & Fernández, E. (2007). Agility drivers, enablers and outcomes, *International Journal of Operations and Production Management*, 27(2): 1303- 1332.

Wang, H. & Pham, H. (2006). *Reliability and optimal maintenance*, Springer-Verlag Limited, London.

Wang, L., Chua, J. & Wu, J. (2007). Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process, *International Journal of*

Production Economics, 107(1): 151- 163.

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

Wong, Y. H., Chan, R., Ngai, E. W. T. & Oswald, P. (2009). Is customer loyalty vulnerability-based? An empirical study of a Chinese capital-intensive manufacturing industry, *Industrial Marketing Management* 38(1): 83– 93.

Worley, C. G. & Lawler, E. E. (2010). Agility and organization design: A diagnostic framework, *Organizational Dynamics*, 39(2): 194– 204.

Yusuf, Y. Y. & Adeleye, E. O. (2002). A comparative study of lean and agile manufacturing with related survey of current practices in the UK, *International Journal of Production Research*, 40(17): 4545– 4562.

Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Adeleye, E. O. & Sivayoganathan, K. (2004). Agile supply chain capabilities: Determinations of competitive objectives. *European Journal of Operation Research*, 159(2): 379- 392.

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

Zaheer, A. & Zaheer, S. (1997). Catching the wave: Alertness, responsiveness and market influence in global electronic networks, *Manage Sci*, 43(11): 1493– 1509.

Zhang, D. Z. (2011). Towards theory building in agile manufacturing strategies-case studies of an agile taxonomy, *Int. J. Production Economics*, 131(1): 303- 312.

Zhang, Q., Vonderembrse, M. A. & Lim, J. (2002). Value chain flexibility: A dichotomy competence and capability, *International Journal of Production Reseach*, 40(3): 561- 583.

Zhang, Q., Vonderembse, M. A. & Lim, J. (2003). Manufacturing flexibility: Defining and analyzing relationships among competence, capability and customer satisfaction, *Journal of Operations Management*, 21(2): 173- 191.

Zhao, Z., Wang, F., Jia, M. & Wang, S. (2010). Predictive maintenance policy based on process data, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 103(2): 137– 143.