



فصلنامه مدیریت عملیات

سال سوم، شماره ۱۰، تابستان ۱۴۰۲

شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر در به کارگیری اثربخش پروژه های شش سیگمای ناب در صنعت خودرو

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

مصطفی محمدی*

سید احمد شایان نیا**



[10.30495/JOM.2024.1990677.1096](https://doi.org/10.30495/JOM.2024.1990677.1096)

چکیده:

متدولوژی شش سیگما به عنوان یک روش فرایندگرا و با تاکید بر نتیجه و اثربخشی، پایه گذاری شده و به دنبال ارتقای کیفیت محصولات، خدمات و فرایندها است. در کشور ما نیز همگام با سایر کشورها، مراکز صنعتی و خدماتی به سرعت و با تبادل اطلاعات با سایر سازمانها و مراکز صنعتی دنیا از توان بالای این ابزار آگاهی یافته و به اجرای آن روی آورده اند. هدف تحقیق حاضر شناسایی عوامل مؤثر در به کارگیری اثربخش شش سیگمای ناب در صنعت خودروسازی می باشد. تحقیق حاضر از جنبه روش از نوع کاربردی و از نوع روش از نوع توصیفی تحلیلی می باشد. ابزار گردآوری داده ها پرسشنامه می باشد که روایی و پایایی آن مورد تایید قرار گرفت. جامعه آماری تحقیق شامل کارشناسان صنعت خودرو می باشد و چون از تمامی خبرگان استفاده شد، این تحقیق فاقد نمونه گیری می باشد. عوامل استخراج شده از ادبیات موضوع پس از پالایش توسط خبرگان به هفت دسته عوامل فرآیندی، محیطی، اقتصادی، فرهنگی، فردی، انگیزشی و ساختاری مدیریتی تقسیم بندی شدند. با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی اولویت بندی شدند که در نهایت عوامل فردی در رتبه اول قرار گرفتند. در نهایت پیشنهادات کاربردی برای صنعت ارائه شد.

واژگان کلیدی: مدیریت کیفیت، شش سیگما ناب، صنعت خودرو، اثربخشی

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران m57mohammadi@yahoo.com
** نویسنده مسئول، استادیار گروه مدیریت، صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران sheibat@yahoo.com

۱- مقدمه

در جو اقتصادی امروز، برای دستیابی به توفیق، لازم است که منابع و تولید کنندگان مواد اولیه و خدمات به امر بهینه سازی کاملاً متعهد باشند. ما باید همواره به دنبال یافتن راه حل کارا و سودبخش برای تولید محصولات و انجام خدمات باشیم. این محصولات و خدمات می‌بایست همچنان مراحل بهبود را بپیمایند. این بهبود مستمر را می‌توان از راه جلب رضایت مشتریان داخلی و خارجی سازمانها، مؤسسات و شرکتهای کسب کرد. جلب رضایت مشتریان می‌بایست هدف اصلی هر موسسه قرار گیرد (مجیبی و آقاپور، ۱۳۸۹). برای دستیابی به کیفیت مطلوب و برای این که بتوان تغییرات کیفیتی محصول را در جهت مطلوب هدایت کرد، باید ابتدا این تغییرات را شناخت و سپس علل پیدایش آن را تشخیص داد. اگر چه تعداد این تغییرات زیاد می‌باشد، ولی منطقی‌تر آن است که از بین آنها مهمترین و تعیین کننده‌ترین عوامل مورد توجه قرار گیرد و به طور فراگیر و جامع، کل سازمان در جهت رفع آن اقدام کند. یکی از پارامترهایی که نشان دهنده میزان تغییرات در فرایند است σ بوده و هرچه این مقدار کمتر باشد نشان دهنده یکنواخت بودن فرایند می‌باشد. در مبحث $\sigma 6$ هدف تقلیل عیوب و رسیدن به حداکثر $3/4$ نقص در میلیون (DPMO) می‌باشد که تحت این شرایط $99/99966$ درصد قطعات سالم تولید می‌شوند. دسترسی ساده و سریع به اطلاعات محصولات و خدمات، روش و طرز تفکر مشتریان را تغییر داده است. محیط رقابتی امروز، هیچ مجال برای خطا نمی‌گذارد. ما باید سبب رضایت مشتریان گردیم و به طور جدی و سخت‌گیرانه به راه‌های جدید جهت جلوگیری از بروز خطا و دور شدن از انتظارات او توجه کنیم. این روش $\sigma 6$ است، که به یک قسمت از فرهنگمان بر می‌گردد و می‌تواند مراحل رسیدن به کیفیت جامع را بپیماید. (الهی و موسوی، ۱۳۹۹). متدولوژی ناب و شش سیگما دو نگرش قدرتمند برای بهبود فرآیند هستند که شامل مجموعه‌ای از ابزار و اصول به منظور برآورده‌سازی نیازهای

مشتریان می‌باشند. هدف نهایی از هر بهبودی آن است که محصولات و خدماتی با کیفیت بالا در اختیار مشتریان قرار دهد. شش سیگما و متدولوژی ناب هر کدام به تنهایی این هدف را دنبال می‌کنند اگر چه روشی متفاوت برای تحقق این هدف دارند. شش سیگما دارای ابزار آماری پیشرفته و یک سیستم مدیریتی توانا است که بر روی کاهش تغییرات خروجی به وسیله کنترل ورودی‌ها و حذف خلاها متمرکز می‌شود از طرف دیگر متدولوژی ناب اصول و ابزاری ساده دارد که بر روی حذف تلفات افزایش سرعت و افزایش خروجی متمرکز دارد (کاگالین و پوسنچگ^۱، ۲۰۲۳).

امروزه بهبود بهره‌وری یکی از مهمترین اهداف سازمانها و موسسات می‌باشد. اغلب سازمان‌ها به منظور افزایش بهره‌وری و نهایتاً دستیابی به مزیت رقابتی جهت ماندگاری پایدار در عرصه تجارت جهانی، بخش وسیعی از تمرکز و توجه خود را به رفع مسائل، مشکلات و نقاط ضعف موجود در سیستم‌ها و فرایندهای خود می‌نمایند، که رویکردی است منطقی. تنوع ابعاد و ماهیت مسائل و موانعی که سازمان با آنها روبروست، ایجاب می‌کند که مدیران سازمانها از ابزارهای مختلفی جهت رفع موانع موجود استفاده نمایند. ابزارهایی که هرچند به کارگیری هر کدام از آنها در نهایت موجب بهبود در سازمان و فرایندهای آن خواهند شد، اما رویکرد و کانون توجه‌شان متفاوت است. سازمانها بایستی درک درستی از مسائل و مشکلات خود داشته باشند. همچنین از ماهیت و شیوه عملکرد ابزارهای حل مسئله نیز اطلاع داشته باشند تا با انتخاب و به کارگیری صحیح این ابزارها، بتوانند به طور اثر بخشی به رفع مشکلات و ایجاد بهبود مستمر در سازمان اقدام ورزند. در حال حاضر روش‌های مدیریت نوین فراوانی از قبیل six sigma، S5، کایزن و ... به وجود آمده و رشد یافته‌اند که از آنها می‌توان برای بهبود بهره‌وری استفاده نمود. برای این منظور ممکن است یکی از روش‌های بهبود بهره‌وری شش سیگما باشد (تاکور^۲ و همکاران، ۲۰۲۳).

¹ Coughlin & Posencheg

² Thakur

در سالیان اخیر مبحث شش سیگما بر مبنای منطق (DMAIC) مطرح شده که به عنوان یکی از تکنیک‌های بهبود و ابزارهای مهندسی کیفیت، ابتدا در صنایع تولیدی با تمرکز بر نیازهای مشتری تعریف شده، اما می‌تواند در سازمان‌های خدماتی و دولتی نیز کاربرد داشته باشد. به شرط آنکه متناسب با شرایط اینگونه سازمان‌ها بومی شده و در کنار متدهای دیگر بهره‌وری (مانند کایزن) به کار گرفته شود. شش سیگما یک رویکرد تجاری چند وجهی و همه جانبه است که به منظور حرکت در مسیر تعالی سازمانی، در صورت بهره‌گیری درست از آن می‌تواند نقش اساسی ایفا کند. اگرچه به ظاهر، یک فرآیند و تفکر آماری را تداعی می‌کند ولی به واقع می‌خواهد در جاده‌های کیفیت و تعالی از طریق آسیب شناسی متدولوژی، شناسایی نقاط قوت و فرصت‌های بهبود، مسیر حرکت و استقرار سیستم‌های کیفیت را به سمت خطای صفر ترسیم سازد و هدف عملی آنها رسیدن به سطح کیفیت شش سیگما یعنی ۳/۴ خطا در میلیون است (میتال و همکاران، ۲۰۲۳).

در ایران نیز موضوع مشاوره و اجرای پروژه‌ها و ابزارهای مدیریتی - به شکل کنونی - از اواسط دهه ۱۳۷۰ و در صنعت قطعه‌سازی بالا گرفت. از آن تاریخ تاکنون مدها و موج‌های مدیریتی متفاوتی (هر یک با هدف و فلسفه‌های خاص و مبارک)، پهنه مدیریت سازمان‌ها را در قالب اجرای پروژه‌هایی درنوردیده است. بدون این که قصد قضاوت در مورد نتایج جدی حاصل از این جریان‌ها را داشته باشیم، سوال کلیدی که ذهن هر اندیشمندی را به خود مشغول می‌کند، این است که «چرا ابزارها و سیستم‌های مدیریتی در فضای شرکتهای ایرانی، اثربخشی مورد انتظار را به همراه نداشته‌اند؟» با وجود امکان ارائه طیف متنوعی از دلایل و پاسخ‌های گوناگون، از نظر ما مهم‌ترین دلایل عدم اثربخشی اجرا و استقرار ابزارهای مدیریتی در ایران را می‌توان در بی توجهی به عوامل موفقیت این ابزارها اشاره کرد. در ضمن از عوامل شکست این پروژه‌ها در ایران نیز می‌توان به دو موضوع «عدم نیاز واقعی به استفاده از این ابزارها» و عدم وجود نگاهی «یکپارچه» در استفاده از آنها بیان کرد (خواجه، ۱۳۹۰).

بر اساس ماده ۵ از برنامه چهارم توسعه کشور مقرر گردیده که از ۸ درصد رشد اقتصادی در طول برنامه چهارم توسعه ۵/۲ درصد باید از محل بهره‌وری استفاده بهتر از منابع موجود و ۵/۵ درصد از طریق ایجاد ظرفیتهای جدید صورت پذیرد. اما آمار و ارقامی که از سازمان‌های بین‌المللی و خصوصاً سازمان بهره‌وری آسیا انتشار یافته، بیانگر این موضوع است که متأسفانه شاخص‌های بهره‌وری کشور ما در سه زمینه انرژی، سرمایه و نیروی انسانی، وضعیت نامطلوبی را نسبت به کشورهای آسیایی دارد که مستلزم عزم جدی در این زمینه است. بدین منظور در این تحقیق تلاش شده است تا با تشریح متدولوژی شش سیگما و روش‌های به-کارگیری آن، چالش‌های فراروی آن را شناسایی و بر این اساس اجرای موفقیت آمیز آن با التفات به این چالش‌ها و تعدیل آنها، تسهیل گردد. سوال اصلی تحقیق این است که شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر در به کارگیری اثربخش پروژه‌های شش سیگمای ناب در صنعت خودرو چگونه است؟

۲- پیشینه پژوهش

میتال و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود به تحلیل بهبود عملکرد با استفاده از رویکرد شش سیگما پرداختند. روش شش سیگما توسط صنعت به عنوان یک ابزار مدیریت کسب و کار برای بهبود قابلیت‌های عملیاتی و کاهش عیوب در هر فرآیندی پذیرفته شده است. این مطالعه با هدف ارائه یک مطالعه موردی بر روی اجرای روش شش سیگما DMAIC با هدف کاهش نرخ عدم تایید نوارهای لاستیکی تولید شده در شرکتی واقع در گوروگرام، هند است. این شرکت به شدت نگران کاهش نرخ رد بالای نوارهای آب و هوای لاستیکی بود و تصمیم گرفت از Six Sigma DMAIC به عنوان یک ابزار بهبود کیفیت استفاده کند. صنعت مشتاق بود این نرخ رد بالا را به ۲٪ کاهش دهد و این هدف با استفاده از روش شش سیگما DMAIC محقق شد. تاکور و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود به بررسی کنترل کیفیت مواد مورد نیاز با استفاده از تکنیک شش سیگما پرداختند. ایشان

در مطالعه خود مطرح نمودند که در هر صنعتی یک اجبار دائمی برای مدیریت هزینه‌ها وجود دارد. پیاده‌سازی روش ناب و شش سیگما در حذف مواد از هزینه‌های زیاد در آزمایشگاه‌ها، تضمین‌شده‌ترین استراتژی در توسعه چارچوب آزمایشگاهی می‌باشد و مقرون‌به‌صرفه است. طراحی این مطالعه بر اساس فرآیند شش سیگما (DMAIC) (تعریف، اندازه‌گیری، تجزیه، بهبود و کنترل) و شامل آزمایش‌هایی بود که روی ده آنالایزر خودکار انجام شد. نتایج نشان داد که استراتژی شش سیگما باعث کاهش هزینه‌های خرید مواد و قطعات به میزان ۲۵ درصد شد. آبی‌دو و همکاران (۲۰۲۳) یک چارچوب بهبود برای فرآیند انبارداری با رویکرد شش سیگما انجام دادند. هدف این مطالعه توسعه یک چارچوب بهبود فرآیندهای انبار با بهبود کارایی چرخه فرآیند با استفاده از رویکرد شش سیگما ناب (DMAIC) است. یک روش مطالعه موردی برای نشان دادن ارزیابی فرآیندهای موجود در انبار یک شرکت لجستیک با تمرکز بر بهره‌وری با استفاده از ابزارهای ناب انبار استفاده شد. داده‌ها بر اساس مناطق عملیاتی انبار تامین کنندگان، مشتریان و مرتبط داخلی با تمرکز بر فرآیندهای اصلی انبار جمع‌آوری شد. پس از اجرای رویکرد شش سیگما ناب، بازده چرخه فرآیند تا ۷۰ درصد بهبود یافت.

آیتکین و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی عوامل کلیدی موفقیت شش سیگما در صنایع غذایی پرداختند. یکی از حوزه‌های اولویت‌دار بهبود در اکثر سازمان‌ها، ارزیابی فرآیندهای کسب و کار حیاتی (CBP) به‌عنوان فرآیندهای کلیدی در موفقیت کسب و کارها است که به دلیل تأثیر گسترده‌ای که بر رضایت مشتری دارند، باید در راستای اهداف کسب و کارها مورد توجه قرار گیرند. برای این منظور، این مطالعه CBP ها را ارزیابی و رتبه بندی می‌کند و سپس ایده آل ترین CBP را در شرکت‌های مواد غذایی ترکیه انتخاب می‌کند. از این رو، مؤلفه‌های به دست آمده از ادبیات با استفاده از روش پیشنهادی ارزیابی می‌شوند که مبتنی بر اهمیت معیارها از طریق همبستگی بین معیاری، تکنیک‌های ارزیابی نسبت افزایشی (ARAS) و مجموعه‌های فازی است. یافته‌ها نشان

می‌دهد که مهم‌ترین معیار برای موفقیت LSS در کسب و کارهای غذایی «مدیریت و پشتیبانی» اهمیت بالاتر، در حالی که «آموزش و فرهنگ» کمترین اهمیت را دارد.

کدخدایی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه خود تحت عنوان تبیین نقش شش سیگما در مدیریت کیفیت به این موضوع پرداختند که شش سیگما یک رویکرد قدرتمند برای بهبود کارایی و کیفیت فرآیند است که شامل مجموعه‌های از ابزارها، مبانی و اصول خاص بوده و سیستمهای مدیریتی توانمندی برای ارائه محصولات و خدمات کیفی و مبتنی بر خواست مشتری و مخاطب از طریق حذف خطاهای فرآیندها و اتلافها و ارزش آفرینی در سازمان می‌باشد. متدولوژی شش سیگما یک روش کمی و جامع در بهبود اثر بخش سازمان است. در دنیای رقابتی امروز شش سیگما می‌تواند برگ برنده شرکتها برای بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌ها باشد؛ اما نکته مهم این است که این ابزار باید در سازمان‌هایی به کار گرفته شود که آمادگی لازم را برای اجرای آن داشته باشند. آماده نبودن برای اجرای شش سیگما به ناامیدی کارکنان، مقاومت و مخالفت در سطوح مختلف سازمانی و درنهایت شکست پروژه منجر می‌شود. شش سیگما یک رویکرد سیستماتیک برای بهبود فرایندهای کاری بر پایه نیاز مشتری و تجزیه و تحلیل واقعی فرایندهای در حال انجام در هر موسسه ارائه می‌کند.

الهی و موسوی (۱۳۹۹)، در مطالعه خود تحت عنوان ارائه استراتژی برای انسجام شش سیگما در مدل بلوغ قابلیت نرم افزار به این موضوع می‌پردازند که چالش‌ها همراه با تغییرات در طی ده سال اخیر تأییدی بر اهمیت استفاده از نرم افزار توسط کسب و کارها است، سازمان‌ها امروزه به هزینه و کیفیت نرم افزارها به طور متفاوتی می‌نگرند. درحالی که سازمان های IS به طور رسمی هزینه‌های مهندسی توسعه تکراری را کاهش می‌دهند، ماهیت اساسی نرم افزار در یک محصول یا سرویس پیشنهادی در ارزیابی اهمیت فرایندهای توسعه است؛ بنابراین، سازمان‌ها در پی حداکثرسازی استفاده از هر ابزار در دسترس یا مدل‌ها برای افزایش کارایی و اثربخشی توسعه نرم افزار هستند. آنها پژوهش خود از متدولوژی شش سیگما که بر بهبود فرایند و کاهش تغییرپذیری تمرکز دارد

استفاده کردند. در پروژه‌های شش سیگما از یکی از دو متدولوژی DMAIC و DFSS استفاده می‌شود. اگرچه دو نگرش مسلط در دسترس هستند، ولی آیا آن‌ها با هم مشارکت می‌کنند. یکی از راه‌حل‌ها شامل مدل CMMI است که به عنوان چهارچوبی برای بهبود روش‌ها و فرآیندها استفاده شده برای توسعه نرم افزار و یا توسعه و تحویل سرویس است. انتخاب دیگر به کارگیری برنامه شش سیگما برای بیان مسائل کیفیت و رضایت مشتری است. الزامی است که درک کنیم آیا این نگرش‌ها برای استفاده یکپارچه سازگار هستند یا باید به طور مستقل از هم استفاده شوند. مطالعه آنها به بررسی مسائل و روش‌های انسجام این دو متدولوژی می‌پردازد و تاکتیک‌ها و استراتژی‌های انسجام آن‌ها را بررسی می‌کند. مجیبی و آقاپور (۱۳۸۹) در مطالعه خود تحت عنوان چالش‌های فراروی اجرای متدولوژی شش سیگما در بخش خدمات دولتی بیان می‌کنند که شش سیگما در حال حاضر به صورت افزایشی در فرآیندهای متنوعی به کار گرفته می‌شود؛ از تولید گرفته تا خدمات و فعالیت‌های معاملاتی گوناگون. شش سیگما در کاهش شدید متغیرهای فرآیند و نرخ شکست در تمام فرآیندهای بحرانی کاری، جهت ایجاد بهبود در عملیات فرآیندی که سرمایه‌گذاری لازم را در خط پایانی سازمان به ارمغان می‌آورد، ثابت شده است. نتایج بررسی‌های انجام شده جهت درک بهتر چالش‌های فراروی اجرای متدولوژی شش سیگما را نشان می‌دهد در نهایت الزاماتی که در اجرای موفق شش سیگما در بخش‌های خدماتی لازم است ارایه خواهد شد. میرغفوری و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله خود با عنوان طراحی مدلی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های بهبود شش سیگما با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به این موضوع می‌پردازد که شش سیگما یکی از مشهورترین نظام‌ها برای حذف ضایعات، کاهش هزینه و بهبود کیفیت در سازمان‌هاست. فرآیند ایجاد و ارزیابی پروژه‌ها، از جمله فعالیت‌های اولیه در اجرای شش سیگماست که بسیاری از محققان معتقدند به کارگیری موفقیت آمیز شش سیگما با اولویت‌بندی و انتخاب مناسب پروژه‌های شش سیگما ارتباط تنگاتنگی دارد. تحقیق حاضر با به کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار قدرتمند در پردازش اطلاعات غیرخطی، مدلی را جهت انتخاب این پروژه‌ها

معرفی نموده است. در این مدل، شش معیار هزینه پروژه، مدت زمان اجرای پروژه، تعداد افراد کمربند مشکی و سبز، افزایش رضایت مشتری، تاثیر بر استراتژی کسب و کار و میزان تاثیر مالی به عنوان عوامل ورودی در نظر گرفته شده و با استفاده از پرسپترون چندلایه، میزان بهره‌وری و سطح سیگمای حاصل از هر پروژه بهبود پیش بینی شده است. در پایان نیز با استفاده از تحلیل حساسیت تاثیر هر کدام از متغیرهای ورودی بر خروجی - های مدل ارزیابی شده است. نتایج حاصل نشانگر این است که عوامل «تاثیر بر استراتژی کسب و کار» و «میزان تاثیر مالی» به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر خروجی‌های مدل شامل میزان بهره‌وری و سطح سیگما داشته است. ریسی و همکاران (۱۳۹۰)، در مطالعه خود تحت عنوان طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش سیگما به این موضوع می‌پردازند که شش سیگما یک متدولوژی داده محور است که باعث دستیابی به موفقیت در زمینه بهبود کیفیت و اجرای سریع و موثر در محیط خود می‌شود. از آنجایی که در سازمان‌ها معمولاً منابع مورد نیاز برای اجرای پروژه‌های تعریف شده شش سیگما به مراتب بیش از منابع در دسترس است لذا انتخاب و اولویت بندی پروژه‌ها، به منظور بیشترین استفاده از منابع در دسترس نیاز به هدایت صحیح و آگاهانه دارد. تاکنون در زمینه مساله انتخاب پروژه‌های شش سیگما تحقیقات مختلفی انجام شده است اما در این روش‌ها فرض بر استقلال معیارهای تصمیم‌گیری بوده است که در دنیای واقعی می‌تواند همواره مصداق نداشته باشد. در این مقاله، یک مدل ترکیبی چند معیاره تصمیم‌گیری برای زمانی که روابط یا وابستگی بین معیارها برقرار باشد ارائه شده است. در این روش از DEMATEL به منظور تعیین ساختار روابط بین معیارها استفاده شده است. از ANP نیز جهت شناسایی وزن هر یک از معیارها با توجه به وابستگی و بازخورد استفاده شده است. سپس روش بهینه‌سازی چند معیاره حل سازشی VIKOR برای رتبه بندی پروژه‌های شش سیگما توصیه شده است. روش پیشنهادی می‌تواند به مدیران و کارشناسان در جهت بهبود روند انتخاب خود به خصوص زمانی که تعداد معیارها زیاد و بین آن‌ها همبستگی وجود دارد، کمک کند. در انتها نیز از داده‌های برگرفته از

مطالعه موردی انجام شده در یک شرکت لجستیک ترکیه‌ای جهت آشکار کردن کارایی و نحوه استفاده روش پیشنهادی استفاده شده است. خواجه (۱۳۹۰) در مطالعه خود از روش شناسی شش سیگما در کاهش زمان تغییرات در نمایندگی مجاز ایران خودرو استفاده کردند. ایشان در مطالعه خود از تکنیک شش سیگما به منظور بررسی اثر تغییرات بر عملکرد کنترل کیفیت نمایندگی‌های ایران خودرو پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که بکارگیری تکنیک شش یکا باعث کاهش زمان‌های تحویل خودرو تا حدود ۲۰ درصد شد.

۳- روش شناسی تحقیق

این پژوهش از نظر هدف کاربردی، از نوع درجه و اهمیت و میزان کنترل متغیرها، میدانی، از نظر گردآوری داده‌ها، پیمایشی و از لحاظ شیوه تحلیل داده‌ها از نوع تحلیلی می باشد. در این تحقیق، جامعه آماری تحقیق شامل کارشناسان صنعت خودرو به تعداد ۲۵ نفر می‌باشند که شرایط خبرگی داشتن حداقل ۲۵ سال تجربه در صنعت خودرو می باشد. و چون از تمامی اعضای جامعه آماری استفاده شد، این پژوهش فاقد نمونه‌گیری است. ابزار اصلی تحقیق حاضر پرسشنامه‌ای است که توسط پژوهشگر به شکل محقق ساخته و با همکاری و مشاورت اساتید راهنما و مشاور تهیه شد. در این تحقیق با توجه به ماهیت و اهداف تحقیق اعتبار محتوایی، با نظرخواهی اساتید، متخصصین، صاحب‌نظران، کارشناسان انجام شد و به منظور محاسبه قابلیت اعتماد از روش ناسازگاری مقایسات زوجی استفاده شد برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شد.

۴- یافته‌های پژوهش

برای محاسبه نرخ سازگاری ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی فازی از روش گاگوس و بوچر برای محاسبه نرخ سازگاری استفاده شده است. این روش بر همه‌ی ماتریس‌های مقایسات زوجی فازی هر ۱۰ خبره و ماتریس تجمیع نظرات خبرگان (برای ماتریس با ابعاد بالاتر

از ۲) اعمال شد، بدین ترتیب که نرخ سازگاری ۸۸ ماتریس به صورت مجزا محاسبه گردید و ماتریس‌هایی که طبق قاعده ناسازگار شناسایی شدند، برای تجدید نظر به پاسخ دهندگان برگشت داده شد. در جدول (۱) ماتریس مقایسه‌ی زوجی عوامل موفقیت شش سیگما مربوط به خبره ۱ نمایش داده شده است:

جدول ۱. ماتریس مقایسه‌ی زوجی عوامل موفقیت شش سیگما

عوامل	عوامل رفتاری	عوامل محیطی	عوامل اقتصادی	عوامل فردی	عوامل فرهنگی	انگیزشی - روانی	ساختاری / مدیریتی
عوامل رفتاری	(۱ ۱ ۱)	(۱/۵ ۲ ۲/۵)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)	(۰/۵ ۰/۷ ۱)	(۰/۳ ۰/۳ ۰/۴)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)
عوامل محیطی	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)	(۱ ۱ ۱)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)	(۰/۵ ۰/۷ ۱)	(۰/۳ ۰/۳ ۰/۴)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)
عوامل اقتصادی	(۲ ۲/۵ ۳)	(۲ ۲/۵ ۳)	(۱ ۱ ۱)	(۱/۵ ۲ ۲/۵)	(۰/۵ ۰/۷ ۱)	(۰/۵ ۰/۷ ۱)	(۰/۵ ۰/۷ ۱)
عوامل فردی	(۱ ۱/۵ ۲)	(۱ ۱/۵ ۲)	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)	(۱ ۱ ۱)	(۰/۳ ۰/۴ ۰/۵)	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)
عوامل فرهنگی	(۲/۵ ۳ ۳/۵)	(۲/۵ ۳ ۳/۵)	(۱ ۱/۵ ۲)	(۲ ۲/۵ ۳)	(۱ ۱ ۱)	(۱/۵ ۲ ۲/۵)	(۱/۵ ۲ ۲/۵)
انگیزشی - روانی	(۲ ۲/۵ ۳)	(۲ ۲/۵ ۳)	(۱ ۱/۵ ۲)	(۱/۵ ۲ ۲/۵)	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)	(۱ ۱ ۱)	(۰/۷ ۱ ۲)
ساختاری / مدیریتی	(۲ ۲/۵ ۳)	(۲ ۲/۵ ۳)	(۱ ۱/۵ ۲)	(۱/۵ ۲ ۲/۵)	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)	(۰/۵ ۱ ۱/۵)	(۱ ۱ ۱)

در ادامه ماتریس A^m را مطابق جدول (۲) از مقادیر میانی ترجیحات هر خبره (مقادیر میانی اعداد فازی مثلثی) به دست آورده و از آنجا که این ماتریس شامل داده‌های غیر فازی است از روش ساعتی برای محاسبه بردار وزن استفاده می‌کنیم تا بردار وزن نهایی بصورت جدول ۲ حاصل شود:

جدول ۲. ماتریس مقادیر میانی اعداد فازی مثلثی

A^m	عوامل فرآیندی	عوامل محیطی	عوامل اقتصادی	عوامل فردی	عوامل فرهنگی	انگیزشی - روانی	ساختاری / مدیریتی
عوامل فرآیندی	۱	۲	۰/۴	۰/۷	۰/۳	۰/۴	۰/۴
عوامل محیطی	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۷	۰/۳	۰/۴	۰/۴
عوامل اقتصادی	۲/۵	۲/۵	۱	۲	۰/۷	۰/۷	۰/۷
عوامل فردی	۱/۵	۱/۵	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۵
عوامل فرهنگی	۳	۳	۱/۵	۲/۵	۱	۲	۲
انگیزشی - روانی	۲/۵	۲/۵	۱/۵	۲	۰/۵	۱	۱
ساختاری / مدیریتی	۲/۵	۲/۵	۱/۵	۲	۰/۵	۱	۱

جدول ۳. ماتریس بردار وزن نهایی مقادیر میانی اعداد فازی مثلثی

بردار وزن نهایی	عوامل فرآیندی	عوامل محیطی	عوامل اقتصادی	عوامل فردی	عوامل فرهنگی	انگیزشی - روانی	ساختاری / مدیریتی
عوامل فرآیندی	۰/۰۷۴	۰/۱۳۳	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۰۸۹	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷
عوامل محیطی	۰/۰۳۷	۰/۰۶۷	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۰۸۹	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷
عوامل اقتصادی	۰/۱۸۵	۰/۱۶۷	۰/۱۴۷	۰/۱۸۵	۰/۱۷۹	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲
عوامل فردی	۰/۱۱۱	۰/۱۰۰	۰/۰۷۴	۰/۰۹۲	۰/۱۰۷	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴
عوامل فرهنگی	۰/۲۲۲	۰/۲۰۰	۰/۲۲۱	۰/۲۳۱	۰/۲۶۸	۰/۳۳۵	۰/۳۳۵
انگیزشی - روانی	۰/۱۸۵	۰/۱۶۷	۰/۲۲۱	۰/۱۸۵	۰/۱۳۴	۰/۱۶۸	۰/۱۶۸
ساختاری / مدیریتی	۰/۱۸۵	۰/۱۶۷	۰/۲۲۱	۰/۱۸۵	۰/۱۳۴	۰/۱۶۸	۰/۱۶۸

مقادیر λ_{max} ، CI و CR ماتریس بردار وزن نهایی مقادیر میانی اعداد فازی مثلثی ابعاد پایداری مربوط به خبره ۱ به صورت جدول ۴ می باشد:

جدول ۴. مقادیر λ_{max} ، CI و CR ماتریس بردار وزن نهایی اعداد میانی عوامل

λ_{max}	CI	CR
۷/۱۳۲	۰/۰۲۲	۰/۰۱۷

همان طور که ملاحظه می شود، CR محاسبه شده برای ماتریس بردار وزن نهایی اعداد میانی کمتر از ۰/۱ است. بنابراین، این ماتریس کاملاً سازگار است. نظیر این محاسبات برای ماتریس های مقایسات زوجی تک تک خبره ها و ماتریس تجمیع خبرگان در تمام سطوح انجام شده است و ماتریس های ناسازگار شناسایی شد و برای تجدید نظر به خبره های مربوطه بازگردانده شدند. جدول ۵ نتایج نرخ های سازگاری ماتریس های مقایسات زوجی خبره های مختلف را نمایش می دهد.

جدول ۵. نرخ های ناسازگاری ماتریس های مقایسات زوجی خبره های مختلف

ماتریس تجمیع	خبره										سطوح
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶	۰/۰۵۲	۰/۰۲۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	CR ^m

موفقیت شش سیگما	CR ^g	۰/۰۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۷۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۲۳	۰/۰۲۹	۰/۰۶۹	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۳
عوامل فرآیندی	CR ^m	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۳۰	۰/۰۰۹	۰/۰۳۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳
عوامل محیطی	CR ^g	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۶۹	۰/۰۱۷	۰/۰۶۹	۰/۰۳۴	۰/۰۳۰	۰/۰۰۴
عوامل اقتصادی	CR ^m	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۳۱	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳	۰/۰۲۹	۰/۰۵۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳
عوامل فرهنگی	CR ^g	۰/۰۳۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۴۹	۰/۰۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۸۹	۰/۰۰۳	۰/۰۸۹	۰/۰۱۷	۰/۰۳۰
انگیزشی - روانی	CR ^m	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۳۴	۰/۰۰۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳
ساختاری/مدیریتی	CR ^g	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۶۹	۰/۰۱۷	۰/۰۳۴	۰/۰۶۹	۰/۰۸۹	۰/۰۳۰	۰/۰۰۴
عوامل فردی	CR ^m	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۳۴	۰/۰۰۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳
عوامل فرهنگی	CR ^g	۰/۰۳۴	۰/۰۱۷	۰/۰۲۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۶۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲
انگیزشی - روانی	CR ^m	۰/۰۱۸	۰/۰۳۴	۰/۰۰۵	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰
ساختاری/مدیریتی	CR ^g	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۰/۰۳۹	۰/۰۶۳	۰/۰۲۰	۰/۰۸۹	۰/۰۰۳	۰/۰۶۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۰
عوامل اقتصادی	CR ^m	۰/۰۰۸	۰/۰۳۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۳۴	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵	۰/۰۶۹	۰/۰۰۶	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰
عوامل محیطی	CR ^g	۰/۰۱۶	۰/۰۶۹	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۶۳	۰/۰۵۲	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳

محاسبه بردار وزن ماتریس‌های مقایسات زوجی در هریک از سطوح

جهت محاسبه اوزان اهمیت هریک از عناصر موجود در ماتریس مقایسات زوجی، از روش آنالیز توسعه چانگ استفاده شده است. با توجه به این امر، از میانگین هندسی ماتریس فازی مثلثی نظرات کارشناسان و خبرگان (۱۰ پرسشنامه جمع‌آوری شده) در رابطه با عوامل بهره‌وری نیروی انسانی، ماتریس تجمیع نظرات خبرگان مطابق جدول (۶) بدست آمد.

جدول ۶. ماتریس تجمیع نظرات خبرگان در رابطه با عوامل شش سیگمای ناب

معیارها	عوامل فرآیندی	عوامل محیطی	عوامل اقتصادی	عوامل فردی	عوامل فرهنگی	انگیزشی - روانی	ساختاری / مدیریتی
عوامل فرآیندی	(۱ ۱ ۱)	(۰/۶ ۰/۷ ۰/۹)	(۰/۷ ۱ ۱/۳)	(۰/۵ ۰/۶ ۰/۷)	(۰/۵ ۰/۶ ۰/۸)	(۰/۶ ۰/۹ ۱/۲)	(۰/۵ ۰/۶ ۰/۹)
عوامل محیطی	(۱/۱ ۱/۴ ۱/۷)	(۱ ۱ ۱)	(۱/۱ ۱/۵ ۱/۹)	(۰/۷ ۱ ۱/۴)	(۰/۸ ۱/۱ ۱/۴)	(۱/۱ ۱/۵ ۱/۹)	(۰/۸ ۱ ۱/۴)
عوامل اقتصادی	(۱/۴ ۱ ۱/۴)	(۰/۵ ۰/۷ ۰/۹)	(۱ ۱ ۱)	(۰/۴ ۰/۵ ۰/۷)	(۰/۴ ۰/۶ ۰/۸)	(۰/۶ ۰/۸ ۱/۲)	(۰/۵ ۰/۶ ۰/۸)
عوامل فردی	(۱/۳ ۱/۷ ۲/۲)	(۰/۷ ۱ ۱/۵)	(۱/۴ ۱/۸ ۲/۴)	(۱ ۱ ۱)	(۰/۸ ۱/۱ ۱/۶)	(۱/۲ ۲/۶ ۲/۱)	(۱ ۱/۳ ۱/۷)
عوامل فرهنگی	(۱/۳ ۱/۷ ۲/۱)	(۰/۷ ۰/۹ ۱/۲)	(۱/۳ ۱/۷ ۲/۳)	(۰/۷ ۱ ۱/۳)	(۱ ۱ ۱)	(۱/۲ ۲/۶ ۲)	(۰/۸ ۱/۱ ۱/۶)
انگیزشی - روانی	(۱/۷ ۱/۱ ۱/۷)	(۰/۸ ۱/۱ ۱/۷)	(۰/۸ ۱/۲ ۱/۶)	(۱/۵ ۰/۶ ۰/۸)	(۰/۵ ۰/۶ ۰/۸)	(۱ ۱ ۱)	(۰/۵ ۰/۸ ۱/۱)
ساختاری/مدیریتی	(۱/۲ ۱/۶ ۲/۱)	(۰/۷ ۱ ۱/۳)	(۱/۲ ۱/۷ ۲/۲)	(۰/۶ ۰/۸ ۱)	(۰/۶ ۰/۹ ۱/۲)	(۰/۹ ۱/۳ ۱/۹)	(۱ ۱ ۱)

در ادامه مقدار بسط مرکب فازی هر یک از مؤلفه‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\left[\sum \sum M_{ij} \right]^{-1} = (40.253, 51.930, 67.223)^{-1}$$

$$= (0.015, 0.019, 0.025)$$

$$SC_1 = (0.064, 0.105, 0.172)$$

$$SC_2 = (0.096, 0.162, 0.270)$$

$$SC_3 = (0.063, 0.100, 0.167)$$

$$SC_4 = (0.111, 0.186, 0.309)$$

$$SC_5 = (0.103, 0.172, 0.287)$$

$$SC_6 = (0.070, 0.115, 0.198)$$

پس از بدست آوردن مقدار بسط مرکب فازی، درجه امکان‌پذیری برای هر حالت دوتایی

ممکن را مطابق جدول (۷) محاسبه و حداقل درجه امکان‌پذیری هر یک از عوامل را

نسبت به سایر عوامل بدست می‌آوریم تا بردار وزنی عوامل حاصل شود.

جدول ۷. درجات امکان‌پذیری برای هر حالت دوتایی ممکن عوامل بهره‌وری نیروی انسانی

SC_1 $\geq SC_2$ $= 0.567$	SC_2 $\geq SC_1$ $= 1$	SC_3 $\geq SC_1$ $= 0.959$	SC_4 $\geq SC_1$ $= 1$	SC_5 $\geq SC_1$ $= 1$	SC_6 $\geq SC_1$ $= 1$	SC_7 $\geq SC_1$ $= 1$
SC_1 $\geq SC_3$ $= 1$	SC_2 $\geq SC_3$ $= 1$	SC_3 $\geq SC_2$ $= 0.535$	SC_4 $\geq SC_2$ $= 1$	SC_5 $\geq SC_2$ $= 1$	SC_6 $\geq SC_2$ $= 0.685$	SC_7 $\geq SC_2$ $= 0.986$
SC_1 $\geq SC_4$ $= 0.428$	SC_2 $\geq SC_4$ $= 0.869$	SC_3 $\geq SC_4$ $= 0.398$	SC_4 $\geq SC_3$ $= 1$	SC_5 $\geq SC_3$ $= 1$	SC_6 $\geq SC_3$ $= 1$	SC_7 $\geq SC_3$ $= 1$
SC_1 $\geq SC_5$ $= 0.504$	SC_2 $\geq SC_5$ $= 0.942$	SC_3 $\geq SC_5$ $= 0.472$	SC_4 $\geq SC_5$ $= 1$	SC_5 $\geq SC_4$ $= 0.928$	SC_6 $\geq SC_4$ $= 0.552$	SC_7 $\geq SC_4$ $= 0.857$
SC_1 $\geq SC_6$ $= 0.904$	SC_2 $\geq SC_6$ $= 1$	SC_3 $\geq SC_6$ $= 0.866$	SC_4 $\geq SC_6$ $= 1$	SC_5 $\geq SC_6$ $= 1$	SC_6 $\geq SC_5$ $= 0.625$	SC_7 $\geq SC_5$ $= 0.929$
SC_1 $\geq SC_7$ $= 0.591$	SC_2 $\geq SC_7$ $= 1$	SC_3 $\geq SC_7$ $= 0.559$	SC_4 $\geq SC_7$ $= 1$	SC_5 $\geq SC_7$ $= 1$	SC_6 $\geq SC_7$ $= 0.705$	SC_7 $\geq SC_6$ $= 1$

جدول ۸. درجه اهمیت عوامل شش سیگمای ناب

عوامل	عوامل فرآیندی	عوامل محیطی	عوامل اقتصادی	عوامل فردی	عوامل فرهنگی	عوامل انگیزشی	ساختاری/مدیریتی
حداقل درجه امکان‌پذیری	۰/۴۲۸	۰/۸۶۹	۰/۳۹۸	۱	۰/۹۲۸	۰/۵۵۲	۰/۸۵۷
وزن نهایی	۰/۰۸۵	۰/۱۷۳	۰/۰۷۹	۰/۱۹۹	۰/۱۸۴	۰/۱۱۰	۰/۱۷۰

به منظور تعیین اولویت متغیرها نیز مشابه مراحل فوق عمل می‌کنیم، که به علت طولانی بودن محاسبات و جداول مقایسات زوجی، در این قسمت تنها حداقل درجه امکان‌پذیری و اوزان نهایی متغیرها در قالب جدول (۹) ارائه می‌گردد.

جدول ۹. درجه اهمیت متغیرهای شش سیگمای ناب

عوامل	متغیر	حداقل درجه امکان‌پذیری	اوزان
عوامل فرآیندی	(۱) فرآیندهای تامین	۰/۷۱۶	۰/۳۵۴
	(۲) فرآیندهای توزیع	۱,۰۰۰	۰/۴۹۵
	(۳) فرآیندهای تحویل	۰/۳۰۶	۰/۱۵۱
عوامل محیطی	(۱) فراهم آوردن حداقل استانداردهای فیزیکی لازم	۰/۴۲۸	۰/۰۸۵
	(۲) نحوه استقرار و چیدمان وسایل و تجهیزات	۰/۸۶۹	۰/۱۷۳
	(۳) ترتیب و توالی مناسب بخش‌ها	۰/۳۹۸	۰/۰۷۹
	(۴) رعایت اصول ایمنی و بهداشت در محیط کار	۱,۰۰۰	۰/۱۹۹
	(۵) ارزیابی عملکرد رقبا	۰/۰۹۲۸	۰/۱۸۴
	(۶) ارتباط با محیط خارج و داخل	۰/۵۵۲	۰/۱۱۰
	(۷) رضایت مشتریان (افراد و یا واحدهای گیرنده‌ی خروجی کار و یا ذی نفع) از عملکرد کارکنان	۰/۸۵۷	۰/۱۷۰
عوامل اقتصادی	(۱) افزایش حقوق کارمندان با توجه به میزان عملکرد آن‌ها	۰/۷۰۳	۰/۲۴۹
	(۲) فراهم کردن امکانات رفاهی مناسب	۰/۷۵۸	۰/۲۶۸
	(۳) میزان اتکای اقتصادی کارکنان به سازمان در زندگی فردی	۱,۰۰۰	۰/۳۵۴
	(۴) کنترل شرایط اقتصادی خانواده‌های کارکنان از طرف سازمان	۰/۳۶۶	۰/۱۳۰
عوامل فردی	(۱) علم، آگاهی و دانش درباره‌ی چگونگی انجام شغل	۰/۸۶۸	۰/۱۱۹
	(۲) تجربه و سوابق مناسب برای ایفای وظایف شغلی	۰/۵۳۰	۰/۰۷۳
	(۳) انگیزه برای کار و تلاش در جهت بهبود روند انجام کار	۰/۹۷۲	۰/۱۳۳

محاسبه اوزان نهایی عوامل موثر بر شش سیگمای ناب

وزن نهایی متغیرها از ضرب اوزان فوق الذکر در اوزان عوامل اصلی بدست می‌آید. نتایج در جدول (۱۰) نشان داده شده است.

جدول ۱۰. اوزان نهایی عوامل شش سیگمای ناب

عوامل	اوزان	متغیر	اوزان	اوزان نهایی
عوامل فرآیندی	۰/۰۸۵۱	(۱) فرایندهای کنترلی تامین	۰/۳۵۴	۰/۰۳۰۱
		(۲) فرایندهای کنترلی توزیع	۰/۴۹۵	۰/۰۴۲۱
		(۳) فرایندهای کنترلی تحویل	۰/۱۵۱	۰/۰۱۲۹
عوامل محیطی	۰/۱۷۲۸	(۱) فراهم آوردن حداقل استانداردهای فیزیکی لازم	۰/۰۸۵	۰/۰۱۴۷
		(۲) نحوه استقرار و چیدمان وسایل و تجهیزات	۰/۱۷۳	۰/۰۲۹۹
		(۳) ترتیب و توالی مناسب بخش‌ها	۰/۰۷۹	۰/۰۱۳۷
		(۴) رعایت اصول ایمنی و بهداشت در محیط کار	۰/۱۹۹	۰/۰۳۴۳
		(۵) ارزیابی عملکرد رقبا	۰/۱۸۴	۰/۰۳۱۹
		(۶) ارتباط با محیط خارج و داخل	۰/۱۱۰	۰/۰۱۹۰
		(۷) رضایت مشتریان (افراد و یا واحدهای گیرنده‌ی خروجی کار و یا ذی نفع) از عملکرد کارکنان	۰/۱۷۰	۰/۰۲۹۴
عوامل اقتصادی	۰/۰۷۹۱	(۱) افزایش حقوق کارمندان با توجه به میزان عملکرد آنها	۰/۲۴۹	۰/۰۱۹۷
		(۲) فراهم کردن امکانات رفاهی مناسب	۰/۲۶۸	۰/۰۲۱۲
		(۳) میزان اتکای اقتصادی کارکنان به سازمان در زندگی فردی	۰/۳۵۴	۰/۰۲۸۰
		(۴) کنترل شرایط اقتصادی خانواده‌های کارکنان از طرف سازمان	۰/۱۳۰	۰/۰۱۰۲
	۰/۱۹۸۸	(۱) علم، آگاهی و دانش درباره‌ی چگونگی انجام شغل	۰/۱۱۹	۰/۰۲۳۷

عوامل	اوزان	متغیر	اوزان	اوزان نهایی
عوامل فردی		۲) تجربه و سوابق مناسب برای ایفای وظایف شغلی	۰/۰۷۳	۰/۰۱۴۵
		۳) انگیزه برای کار و تلاش در جهت بهبود روند انجام کار	۰/۱۳۳	۰/۰۲۶۵
		۴) نگرش فرد در جهت انجام بهتر کارها	۰/۱۰۴	۰/۰۲۰۶
		۵) سرعت و دقت در اجرای وظایف و کارها	۰/۰۸۳	۰/۰۱۶۶
		۶) تعادل روانی و جسمانی کارکنان	۰/۱۳۶	۰/۰۲۷۰
		۷) میزان مطالعه تخصصی و عمومی مربوط به شغل	۰/۱۰۵	۰/۰۲۰۹
		۸) توانمندی در استفاده از تکنولوژی رایانه و اینترنت	۰/۱۰۹	۰/۰۲۱۷
		۹) منطبق بودن دانش و تحصیلات با شغل مربوطه	۰/۱۳۷	۰/۰۲۷۳
	عوامل فرهنگی		۱) فراهم آوردن امکان ابراز عقیده برای انجام بهتر کار	۰/۷۹۴
۰/۱۸۴۴		۲) تلاش برای ایجاد نگرش توجه به بهره‌وری کارکنان	۰/۱۴۳	۰/۰۲۶۳
		۳) فرهنگ کار	۰/۰۶۳	۰/۰۱۱۶
عوامل انگیزشی و روانی		۱) نوآوری، خلاقیت و فراهم بودن محیط برای رشد خلاقیت‌ها	۰/۱۰۲	۰/۰۱۱۲
		۲) طراحی و اجرای مکانیزم‌های مناسب تشویق و تنبیه	۰/۲۸۳	۰/۰۳۱۰
		۳) تصور عادلانه بودن حقوق و مزایا	۰/۱۷۰	۰/۰۱۸۶
	۰/۱۰۹۷	۴) تقدیر و تشکر از کارکنان در جمع همکاران	۰/۰۴۳	۰/۰۰۴۷
		۵) روحیه کارکنان و خشنودی از کار	۰/۲۵۱	۰/۰۲۷۵
		۶) فرصت پیشرفت در مسیر شغلی	۰/۰۳۹	۰/۰۰۴۳
		۷) استفاده از فنون چرخش شغلی یا توسعه شغلی	۰/۱۱۳	۰/۰۱۲۴

عوامل	اوزان	متغیر	اوزان	اوزان نهایی
		(۱) نظم و انضباط در کار و اعمال مدیریت زمان	۰/۰۹۷	۰/۰۱۶۵
		(۲) آموزش ضمن خدمت	۰/۰۶۲	۰/۰۱۰۶
		(۳) گزینش متناسب	۰/۰۶۱	۰/۰۱۰۳
		(۴) مدیریت مشارکتی	۰/۱۱۵	۰/۰۱۹۶
		(۵) تفویض اختیار بیشتر برای انجام برخی از کارها	۰/۰۶۷	۰/۰۱۱۳
		(۶) شفاف سازی و مستند نمودن روش‌های انجام کار	۰/۱۴۲	۰/۰۲۴۱
عوامل ساختاری- مدیریتی	۰/۱۷۰۳	(۷) افزایش میزان تعهد و حمایت مدیران ارشد	۰/۰۴۷	۰/۰۰۷۹
		(۸) ایجاد زمینه برقراری ارتباط باز مدیران و کارکنان	۰/۱۱۴	۰/۰۱۹۵
		(۹) توجه و تشویق کارکنان بهره‌ور از سوی مدیران	۰/۱۳۸	۰/۰۲۳۵
		(۱۰) صدور دستورالعمل‌ها برای کارکنان همراه با توجیه لازم	۰/۰۸۷	۰/۰۱۴۷
		(۱۱) برگزاری دوره‌ها و سمینارهای تخصصی	۰/۰۷۱	۰/۰۱۲۱

۵- بحث و نتیجه‌گیری

بیشتر اقتصاددانان در این امر توافق دارند که آنچه در نهایت روند توسعه اقتصادی و اجتماعی یک کشور را تعیین می‌کند منابع انسانی آن کشور است و اهمیت و نقش سرمایه انسانی در فرایند رشد و توسعه اقتصادی کمتر از سرمایه فیزیکی نیست. البته این موضوع بدین معنا نیست که سرمایه فیزیکی و ماشین‌آلات در اقتصادهای مدرن نقش ناچیزی دارند، اما به هر حال نیروی کار و مدیران ماهر و کارفرمایان خلاق در اقتصاد برای بهره برداری کارآمد از این تجهیزات و ماشین‌آلات ضروری است. مثال‌های متعددی از کشورهای که بهترین ماشین‌آلات ممکن را وارد کشور خود کرده‌اند وجود

دارد، اما نتایج قابل توجهی در زمینه افزایش رشد اقتصادی نداشته‌اند. رشد و توسعه اقتصادی بدون زیربناهایی از جمله سرمایه انسانی قدرتمند امکان‌پذیر نیست. موفقیت یک کشور بستگی به این دارد که این کشور تا چه حد می‌تواند از توانایی افراد آن جامعه استفاده نماید، چنانچه با آنها بد رفتار کند موجب می‌شود که افراد روی خودشان سرمایه گذاری نکنند و یا از بخش عمده ای از توانایی‌های خود غافل شده و از آن استفاده ننمایند، که این امر بدون توجه به اینکه چه مقدار تجهیزات و ماشین آلات استفاده می‌نمایند، موجب عدم توفیق آن کشور در عرصه جهانی می‌گردد. (الهی شعبان و همکاران، ۱۳۹۹)

در این پژوهش به بررسی رابطه عوامل و مؤلفه‌های مؤثر بر شش سیگمای ناب در صنعت خودرو ایران پرداخته‌ایم. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که هر هفت گروه عوامل ساختاری- مدیریتی، عوامل اجتماعی-روانی، عوامل فرهنگی، عوامل فردی، عوامل اقتصادی، عوامل محیطی و عوامل فرآیندی بر انجام مؤثر شش سیگمای ناب در صنعت خودرو مؤثر بوده‌اند و عوامل فردی بیشترین اثر را بر شش سیگمای ناب داشته است. عوامل فردی با ضریب ۰/۱۹۸۸ و عوامل انگیزشی با ضریب ۰/۱۰۹۷ بالاترین ضرایب را در عوامل داشتند که نتایج این تحقیق با تحقیق الهی شعبان (۱۳۹۹) مطابقت دارد. پیشنهادات کاربردی بر مبنای یافته‌های پژوهش عبارتند از:

- ✓ تلاش در جهت بهبود روابط بین افراد از طریق ایجاد جوی همراه با صمیمیت در محیط کار و توجه و اهتمام بیشتر در ایجاد زمینه‌ای برای همکاری و مشارکت کارکنان در تصمیم‌گیری و انجام کارهای تیمی.
- ✓ می‌توان گفت که سیاست‌گذاران به منظور دستیابی به کیفیت و بهره‌وری بالاتر، نباید فقط به منابع متداول رشد از جمله موجودی سرمایه فیزیکی اکتفا کنند، بلکه لازم است نهاده مهم سرمایه انسانی را نیز مورد توجه قرار دهند و در جهت بهبود آن تلاش کنند.
- ✓ با بستر سازی فرهنگی تفهیم نقش و تاثیر مشارکت کارکنان در عملکرد سازمان می‌توان کیفیت را ارتقاء داد.

- ✓ بر اساس نتایج می‌توان پیشنهاد داد که با فراهم آوردن حداقل استانداردهای فیزیکی لازم و استقرار و چیدمان مناسب وسایل و تجهیزات می‌توان شش سیگمای ناب را ارتقاء داد.
 - ✓ مدیران با شناسایی ویژگیهای کارکنان خود و مد نظر قرار دادن اقتضائات سازمانی نسبت به استفاده از سبک رهبری مناسب مبادرت ورزند و این خود مستلزم برگزاری دوره‌های آموزشی برای مدیران می‌باشد.
- محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم در نظر گرفتن عوامل مهارت نیروی انسانی بود نظیر چند مهارته بودن نیروی انسانی و یا گردش شغلی و غنی سازی شغل که می‌تواند بر اثر بخشی شش سیگما تاثیرگذار باشد که به محققین آینده پیشنهاد می‌شود این عوامل را نیز در نظر بگیرند.

فهرست منابع

- Khajeh, M. (2013). Using six sigma methodology in reducing the time of changes, a case study: Iran Khodro Authorized Representative. *Industrial Management Magazine*, 6(12), 1-14. (In Persian)
- Rayesi, S. & Hamzeh, A. & Makoui, A. (2013). Designing a multi-criteria composite model to select six sigma projects. *Research on operations in its applications (applied mathematics)*, 8(4), 71-92. (In Persian)
- Abbasi, A. & Mohammadlou, M. & Safinia, M. (2016). Designing a model to evaluate the readiness to implement Six Sigma in Istavin Company. *Industrial Management Perspective*, 6(21), 129-151. (In Persian)
- Mojibi, T. & Aghapour, A. (2009). Challenges to the Implementation of Six Sigma Methodology in Government Services Sector (Case Study in Pipelines and Telecommunications Company). *Researcher Magazine*, 7(18), 28 -36. (In Persian)
- Mahmoudi, A. & Yousefi, B. & Khazaei, A. & Eskandari, S. (2018). Designing a Structural Equation Model for the Relationship of Organizational Intelligence with Organizational Performance in Experts of the Tehran Municipal Sports Organization: The Mediating

Role of the Six Sigma Implementation Process. *Sports Management Journal*, 11(1), 133 - 154. (In Persian)

Mirghfour, S.H. & Asdian, E. & Ardakani, F. & Sadeghi, Z. (2013). Designing a model for evaluating and selecting six sigma improvement projects using artificial neural networks. *Production and Operations Management Journal*, 2(3), 37-53. (In Persian)

Elahi, S. & Mousavi, J. (2019). Presenting a strategy for six sigma integration in software capability maturity model. *Innovation management and operational strategies*, 1(2), 24-38. (In Persian)

Yari, Z.M. & Khodadadi, Z. (2016). Investigating the role of six sigma strategy in improving the service quality of Islamic Azad University libraries from the point of view of female librarians. *Sociology of Women*, 8(4), 1-20. (In Persian)

Adeodu, A. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach (A case of third party logistics (3PL) services). *Heliyon journal*, 9(4), 142-158.

Aytekin, A. & Basil, O.O. & Selçuk, K. & Arunodaya R. M. & Salih, M. & Çağlar, K. & Babaee, T. (2023). Critical success factors of lean six sigma to select the most ideal critical business process using q-ROF CRITIC-ARAS technique: Case study of food business. *Expert Systems with Applications*, 24(15), 120-136.

Coughlin, K. & Posencheg, M. (2023). Common Quality Improvement Methodologies Including the Model for Improvement Lean and Six Sigma. *Clinics in Perinatology*, 50(2), 285-306.

Mittal, A. & Gupta, P. & Kumar, V. & Owad, A. & Mahlawat, S. Sumanjeet, S. (2023). The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon journal*, 9(3), 146-152.

Thakur, V. & Olatunji, A.A. & Nadine, B. & Myra, W. & Sara B. & Campbell, E. R. (2023). Use of a Lean Six Sigma approach to investigate excessive quality control (QC) material use and resulting costs. *Clinical Biochemistry*, 112(22), 53-60.

Identifying and determining the prioritization of effective factors in the application of lean six sigma projects in the automotive industry

Mustafa Mohammadi *
Seyyed Ahmed Shayannia **

 [10.30495/JOM.2024.1990677.1096](https://doi.org/10.30495/JOM.2024.1990677.1096)

Abstract:

Six Sigma methodology is a process-oriented method with an emphasis on results and effectiveness, based on improving the quality of products, services and processes. In our country, with other industrial and service centers, the high power of these tools has been discovered and implemented quickly by exchanging information with other organizations and industrial centers in the world. The effective use of Lean Six Sigma in the automotive industry. The current research is applied in terms of method and descriptive-analytical in terms of method. The data collection tool is a questionnaire whose validity and reliability were confirmed. The statistical community of the research includes the automobile industry and because it is from all the experts of this research for sampling. The factors produced from the subject of literature after refining by experts were divided into seven categories of process, environmental, economic, cultural, individual, motivational and managerial factors. Using the fuzzy hierarchical analysis technique of prioritization, people were finally ranked first. Finally, practical suggestions for the industry were presented

Keywords: Quality management, lean six sigma, automotive industry, effectiveness

* phd student, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran, 57mohammadi@yahoo.com

** Assistant Professor, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran, sheibat@yahoo.com