

ارزیابی و بهبود فرایندهای تولید با استفاده از متدولوژی شش سیگما

علیرضا علی‌نژاد^{۱*}، پرویز محمد پور^۲، نیما اسفندیاری^۳

^۱ دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

^۲ دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

^۳ دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۸۸. تاریخ داوری: فروردین ۱۳۸۸. تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۸

چکیده

متدولوژی شش سیگما یک روش کمی و جامع در بهبود اثر بخش سازمان است، در این مقاله سعی شده است با استفاده از متدولوژی شش سیگما و پیاده‌سازی چرخه DMAIC^۱ در فرایند خط تولید قطعات تزریق پلاستیک شرکت صنایع، بهبودهای کمی و کیفی حاصل شود. در ابتدا به بررسی مفاهیم تولید، محصولات متناسب با رضایت مشتری، متدولوژی شش سیگما و نحوه پیاده‌سازی چرخه DMAIC می‌پردازیم، سپس به شناسایی مشکلات مربوط به کاهش توقف‌ها و تکمیل ظرفیت خالی دستگاه‌های تزریق پلاستیک و نهایتاً افزایش توان تولید جهت کسب درآمد بیشتر در شرکت صنایع مورد بررسی قرار گرفته است. در مرحله بعد با تشکیل جلسات طوفان ذهنی^۲ علل توقفات و خالی بودن ظرفیت دستگاه‌های تزریق پلاستیک بررسی شده و به کمک فنون FMEA^۳ و همچنین با استفاده از نرم افزار MINITAB و نمودار پارتو، علل اصلی مسئله تحقیق شناسایی و بهبودهای مورد نظر برای آنها پیشنهاد شده است، سپس سطح فعلی سیگما مورد بررسی قرار گرفته و پس از اجرای فرایند بهبود، با مقدار جدید مقایسه می‌گردد. نتیجه این تحقیق علاوه بر منافع مالی تجربیات گرانبهایی نیز دارد.

کلمات کلیدی: تجزیه و تحلیل عوامل شکست (FMEA)، شش سیگما، چرخه DMAIC، رضایت مشتری، نمودار پارتو، RPN^۴، CTQ^۵

۱- مقدمه

دگرذیسی از سازمان وظیفه‌گرا به سازمان فرایندگرا، رویکرد بهبود مستمر، استفاده از چرخه‌های بهبود DMAIC و غیره، وضعیت سازمان‌ها را دگرگون کرده و جهش‌های کیفی قابل توجهی ایجاد نموده است. دهه ۱۹۶۰ تا ۸۰، روش شناسی TQM با تفکر خطای صفر (Defect Zero)، تاثیرات شگرفی در سازمان‌ها به جای گذاشت. اما در دهه ۸۰، در فضایی که مدیریت کیفیت با مفاهیم کلاسیک خود نمی‌توانست پاسخگوی تحولات سریع اقتصادی باشد و با این فکر که همیشه بالاتر از هر اندیشه‌ای، اندیشه برتری وجود دارد، این تفکر دچار تغییراتی شد. بدین ترتیب، با یک نوع مهندسی مجدد در TQM، طرح یک روش شناسی (متدولوژی) جدید در نظر گرفته شد که در نهایت به ایجاد روش شناسی شش سیگما (Six Sigma) منجر شد [۲]. این روش شناسی به جای تمرکز بر فعالیت‌ها، بر نتایج و به جای تغییرات کند، بر تحولات

گسترش فعالیت‌های اقتصادی، پدیده تازه‌ای نیست؛ اما بدون شک جهانی شدن، مهمترین و بارزترین وجه تمایز اقتصادی امروز و دیروز جهان است. افزایش رقابت در سطح اقتصادی و بین‌المللی، یکی از مهمترین دستاوردهای جهانی شدن اقتصاد است.

برای مقابله با این طوفان تحول و دگرگونی‌های عظیم و تسلیم نشدن در برابر این موج تهاجم رقابتی، سازمان‌ها از دیرباز در یک نقطه اشتراک داشته‌اند و آن معطوف داشتن رویکردها و تمرکز تمام تلاشها به سمت رسیدن به نتایج می‌باشد؛ نتایجی که به ایجاد مزیت رقابتی منجر شود و در شاخص‌های عملکرد سازمان از جمله کسب درآمد بیشتر مؤثر و تعیین کننده باشد.

سرعت و کیفیت رسیدن به شاخص‌های عملکرد در دنیای رقابتی، به انتخاب روش‌های تشخیص و به‌کارگیری توانمند سازمان‌ها و شایستگی‌های کلیدی آنها بستگی دارد. ایجاد سیستم‌های مدیریت کیفیت استاندارد ایزو که روز به روز تکامل یافته و در نظام بخشیدن به سازمان‌ها نقش بسیار ارزنده‌ای ایفا نموده، مستند کردن روش‌ها و برنامه‌ها، شفاف نمودن اهداف کیفی، مشتری‌گرایی، توجه به فرایندها،

*corresponding author e-mail: alinezhad@qiau.ac.ir

1- Define-Measure-Analysis-Improve-Control

2- Brain Storming

3- Failure Mode and Effect Analysis

4- Risk Priority Number

5- Critical to Quality

صرفه جویی‌ها لزوماً به اندازه کسب و کار مورد نظر بستگی ندارند. معمولاً پروژه‌های شش سیگما در مقایسه‌های زمانی چهار تا شش ماهه تعریف و توسط کمربند مشکی‌ها (BLACK BELTS) راهبری می‌شوند. پروژه‌های طولانی مدت باید به پروژه‌های کوچک‌تر تقسیم شوند که مزایای این پروژه‌های کوتاه مدت (زیر شش ماه) نیز باید قابل رقابت و دستیابی در کوتاه مدت باشند [۹].

شش سیگما ابزار تکامل به سوی بهترین کیفیت و کاهش تغییرپذیری فناوری در این سده می‌باشد. ریشه تاریخی شش سیگما به قرن ۱۸ و ۱۹ میلادی و تلاش فردیک گوس در طرح مفاهیم منحنی نرمال باز می‌گردد. بعدها این مفهوم توسط شوهارت در قالب نمودارهای کنترل سه سیگما، توسعه یافت. تا جایی که طی سال‌های ۱۹۸۷، توسط مایکل هری در شرکت موتورولا، تحت عنوان متدولوژی شش سیگما مطرح شد. ریشه و اساس این متدولوژی بر اساس مفاهیم کنترل کیفیت آماری و مباحث مدیریت کیفیت جامع، جهت اطمینان از کیفیت قطعات، قابلیت اطمینان فرآیندها و کسب رضایت مشتری به صورت بنیادین، مطرح شده است.

بدین ترتیب شش سیگما به عنوان راهبرد بهبود تجاری به نحوی ساختار یافته نظام‌مند و سیستماتیک به مهندسی مجدد و خلق مجدد فرآیندها می‌پردازد، به نحوی که هیچ معیوبی تولید نگردد. برخی مفاهیم اصلی این متدولوژی عبارتند از:

سیگما: یک واژه آماری است که پراکندگی حول میانگین را نشان می‌دهد.

سطوح سیگما: سطوح دریافتی است که انحراف از مقدار هدف یا میانگین را تا حد مشخصه‌های کیفی مورد نظر نشان می‌دهد.

جدول (۱): رتبه‌بندی در سطوح مختلف سیگما [۷]

سطح سیگما	تعداد معیوبی در یک میلیون	درصد غیر معیوب
۱	۶۹۷۷۰۰	۳۰/۲۳٪
۲	۳۰۸۷۰۰	۶۹/۱۳٪
۳	۶۶۸۱۰	۹۳/۳۲٪
۴	۶۲۱۰	۹۹/۳۷۹۰٪
۵	۲۳۳	۹۹/۹۷۶۷٪
۶	۳/۴	۹۹/۹۹۹۶٪

۳- مروری بر تولید و نقش شش سیگما بر فرایندهای تولید

صنعت تولید همواره در شرف تغییر پارادایم بوده است این تغییر از صنعت دستی به تولید انبوه سپس به تولید ناب و در عصر حاضر به تولید چابک (Agile Production) در حال گذار بوده است [۴].

تولید: نتیجه نهایی خروجی یک فرایند را تولید می‌گویند.

در این مقاله منظور از تولید، تولید قطعات پلاستیک می‌باشد.

تولید انبوه: حجم بالای تولید و تنوع پایین محصول، مشخصه اصلی تولید انبوه است محصولات تولیدی در این روش غالباً استاندارد می‌باشند و معمولاً تقاضا برای محصول ثابت است و تغییر طرح محصول در یک

جهشی و رسیدن توامان به افزایش کیفیت و کاهش هزینه و کاهش خطای عملیاتی تا سطح ۳/۴ خطا در یک میلیون فرصت، تاکید و توجه دارد.

۲- مروری بر متدولوژی شش سیگما

شش سیگما یک روش شناسی کمی و جامع بهبود اثر بخش سازمان است که یک روش برای دستیابی به نتایج چشمگیر در سازمان است [۱۳] که باعث سوددهی چشمگیر در سازمان می‌گردد [۱۱]. هرگاه سازمانی به سطح شش سیگما برسد، این بدان معناست که حدود ۹۹/۹۹۹۶ درصد از فرصت‌ها خطا نبوده‌اند و به عبارتی دیگر، فقط ۳/۴ خطا در یک میلیون فرصت در سازمان وجود دارد [۱۰ و ۸].

مفاهیم این روش شناسی در اواسط دهه ۱۹۸۰ در شرکت موتورولا توسعه داده شد؛ در حقیقت، این شرکت به منظور ارتقای سازمان در یک فضای رقابتی، این پروژه را تعریف کرد و به سرانجام رسانید. این شرکت طی ۴ سال و به رهبری گالوین، به نتایج قابل توجهی در زمینه‌های مختلف دست یافت.

پس از آن، سازمان‌های دیگری موفق شدند این روش شناسی را پیاده‌سازی کرده و نتایج و منافع مناسبی کسب نمایند که از مهمترین آنها می‌توان به شرکت جنرال الکتریک به رهبری جک ولش اشاره کرد [۶].

شش سیگما یک کار گروهی بر مبنای پروژه است؛ پروژه‌های شش سیگما به حل مسائل اصلی مشتریان خواهند پرداخت. رویکرد شش سیگما، ورود به حوزه سیگماها و کاهش کلیه خطاها و رسیدن به سطح شش سیگماست. واژه سیگما، یک کلمه یونانی است که در هر فرایند آماری به عنوان واحد سنجش پراکندگی (انحراف از معیار) نسبت به میانگین یک شاخه در یک توزیع آماری به کار می‌رود.

با توجه به اینکه جنس سازمان‌ها از جنس فرایند می‌باشد، مقصود از حذف خطاها خطای فرایندهاست. اهداف اصلی شش سیگما که عمدتاً از جنس منفعت و قابل هضم برای مدیران مالی و حسابداران می‌باشد، عبارتند از [۵]:

- افزایش سهم بازار

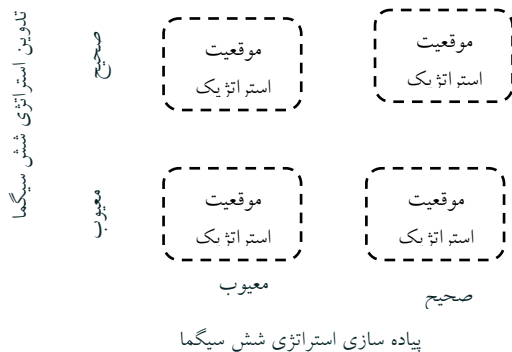
- کاهش راهبردی هزینه‌ها با رویکرد تولید ناب و مطلوب مشتری

- رشد سود نهایی

برای یک سازمان، خطای بیشتر به منزله هزینه بیشتر و کیفیت پایین‌تر و در نتیجه، کاهش ارزش ایجاد شده برای مشتریان و افزایش هزینه‌های کیفیت و از دست دادن سطح رقابت است. برنامه‌های شش سیگما باید بر مبنای تجزیه و تحلیل مناسب هزینه و سود انتخاب شود.

معمولاً پروژه‌های شش سیگما برای حل مسائل ساده به کار نمی‌روند و مدیریت پروژه و سیستم حسابداری و مالی سازمان باید بتواند منافع پروژه را قبول و در حین اجرا به‌دقت برآورد نماید. به عنوان یک قانون کلی، اکثر شرکت‌ها انتظار دارند که هر پروژه شش سیگما حداقل صرفه‌جویی سالانه معادل ۵۰ تا ۱۰۰ هزار دلار به‌همراه داشته باشد. بسیاری از پروژه‌ها نتایج بالاتری را نشان می‌دهند.

نتایج آن در ماتریس چهارخانه‌ای زیر قابل درک و لمس می‌باشد. طبق نظرسنجی مالکوم بادریج در سال ۲۰۰۲، ۷۲٪ مدیران ارشد معتقدند که اجرا و پیاده‌سازی استراتژی انتخاب شده از تدوین و توسعه یک استراتژی مطلوب، مشکل‌تر است. پس در پیاده کردن و اجرای استراتژی شش سیگما باید دقت و توجه جدی شود تا این عمل به‌خوبی اجرا شده و نتایج مطلوب‌تری ایجاد نماید.



پیاده سازی استراتژی شش سیگما

شکل (۲): ارتباط میان تدوین و پیاده‌سازی استراتژی شش سیگما [۳]

۶- پیاده‌سازی متدولوژی شش سیگما با اجرای چرخه DMAIC [۱۲]

۱-۶- فاز تعریف

۱-۱-۶- دلایل انتخاب پروژه

شرکت صنایع البرز در راستای استراتژی توسعه صنعت و به منظور تأمین بودجه در کسب و کارهای جدید بر افزایش درآمدها از ناحیه کسب و کارهای نسبتاً موفق صنعت تأکید جدی دارد. یکی از راه‌های تحقق این خواسته، در کنار کارهایی با ارزش افزوده بیشتر، بالا بودن توان تولید از طریق کاهش توقفات و تکمیل ظرفیت خالی دستگاه‌های تزریق پلاستیک می‌باشد [۱].

۱-۲- جنبه اقتصادی پروژه

جنبه اقتصادی پروژه در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲): جنبه اقتصادی پروژه

شرح منافع پروژه (تأثیر بر کسب و کار)	مقدار اثر (سالانه)	روش محاسبه
۱- افزایش	افزایش ۱۰٪ درآمد سالانه	میانگین درآمد ماهانه سال ۸۶ : ۴۱۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال می‌باشد که افزایش ۱۰٪ درآمد ماهانه ۴۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال می‌شود
۲- کاهش توقفها	۱۰٪ ظرفیت تولید	کاهش هزینه‌های پنهان
۳- کاهش هزینه‌های پنهان	بهبودی نیروی انسانی	شغل در خط تولید
۴- بهسازی نیروی انسانی	شاغل در خط تولید	افزایش درآمدی بالغ بر ۴۸۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال را خواهیم داشت.

دوره کوتاه مدت یا میان مدت به‌ندرت انجام می‌پذیرد.

تولید ناب: اساس تولید ناب تولید برای سفارش به جای تولید برای ذخیره است در این روش انبارها حذف می‌شود که اصل تولید به‌نگام JIT کاملاً رعایت می‌شود. اصول تولید ناب عبارتند از: کار گروهی، گفتگو، استفاده بهینه از منابع و حذف اتلافها و بهبود مستمر و نهایتاً به حداقل رساندن و یا حذف ضایعات است [۳].

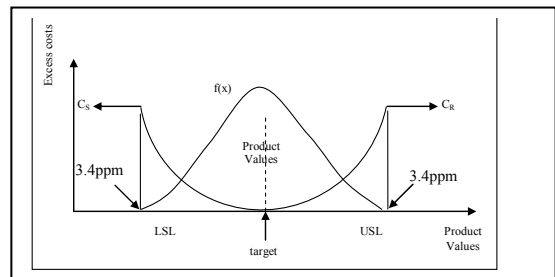
تولید چابک و منعطف: تولید چابک که اکنون آن را پارادایم قرن ۲۱ به حساب می‌آورند، تولید چابک جهت بقا و پیشرفت در محیط رقابتی (که تغییرات در آن دائمی و پیش‌بینی نشده است) نوعی توانایی ایجاد می‌کند تا بتواند به تغییرات سریع بازار پاسخگو باشد. تولید چابک شامل انعطاف‌پذیری سیستم مکانیکی در تولید محصول و مفهومی مانند توانمندسازی کارکنان روابط نزدیک بین تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان، کیفیت‌جامع و مهندسی مجدد شرکت‌هاست [۴].

۴- نقش شش سیگما در بهبود فرایندها

در فرایندها نقص‌ها را به دو صورت می‌توان کاهش داد:

- کاهش پراکندگی

- آوردن میانگین توزیع به وسط مشخصات فنی



شکل (۱): مدل نهایی فرایند شش سیگما

مروری بر تولید ارتباط بین هزینه‌ها و سطوح کیفیت

هزینه ضایعات :

هزینه دوباره‌کاری :

از شکل ۱ نتیجه‌گیری می‌شود، اگر فرایندی در سطح شش سیگما عمل کند هزینه‌های اضافی ناشی از ضایعات و دوباره‌کاری صفر خواهد بود.

$$C_s + C_r = 0.0$$

۵- تدوین یا پیاده‌سازی

امروزه از متدولوژی شش سیگما به عنوان یک استراتژی کلیدی، جهت ایجاد بهبود در فرایندهای تولیدی و ارائه خدمات با کیفیت، یاد می‌شود و در خیلی از صنایع، و بخش‌های خدماتی به‌کار گرفته شده و بعضاً با شکست و موفقیت همراه می‌باشد.

نکته‌ای که در خصوص استراتژی‌های اتخاذ شده باید به آن توجه جدی شود آن است که تدوین یک استراتژی و پیاده‌سازی آن دو مقوله مهم و جدا از هم هستند که باید به آنها اهمیت زیادی داده شود، زیرا تدوین یک استراتژی با اجرا و پیاده‌سازی آن استراتژی، ارتباط خاصی دارد که در موفقیت و عدم موفقیت استراتژی نقش اساسی دارند. این ارتباط و

نقشه کلی فرآیند مطابق شکل (۴) در ضمیمه خواهد بود.

ذینفعان پروژه در شکل (۳) آمده است.

شکل (۳): تجزیه و تحلیل ذینفعان پروژه

سطح تعهد	مانع جدی	مخالف	ناهماهنگ	بی تفاوت	هماهنگ	همراه	مصمم و متعهد
ذینفعان							
تزریق کاران					→		
سرپرستان شیفت					→		
پرسنل Q.C					→		
پرسنل انبار					→		
برنامه ریزی					→		
مدیر تولید					→	→	
معاونت و سایر مدیران					→	→	→

تزریق پلاستیک

۶-۱-۵- درخت CTQ

در پروژه بهبود این تحقیق، به دنبال گزینه‌هایی هستیم که بیشترین تأثیر را بر موفقیت شرکت (افزایش درآمد) و رضایت مشتریان داشته باشد بنابراین با ترسیم درخت CTQ برای گزینه‌های مختلف به دنبال نقاط بحرانی در فرآیند هستیم پس از بررسی‌های به عمل آمده در جلسات طوفان فکری و مشاوره با افراد فنی نمودار (۱) به دست آمد.

نمودار استخوان ماهی ایجاد توقفات دستگاه‌های تزریق پلاستیک در شکل ۵ نمایش داده شده است.

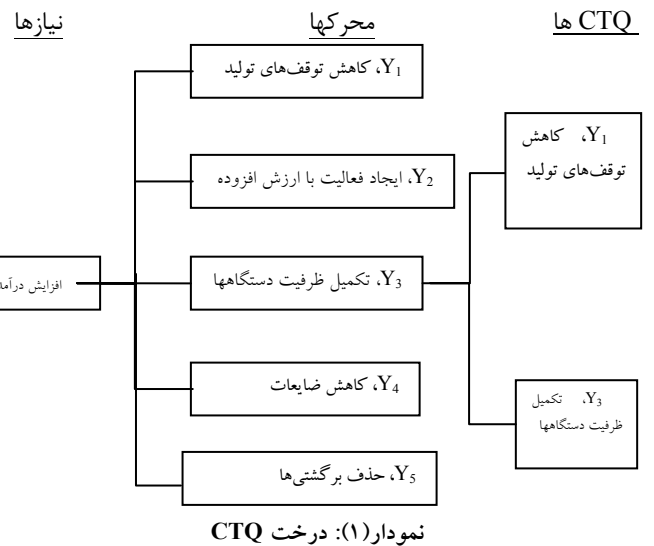
بر اساس نظرات به دست آمده از جلسات طوفان ذهنی برای شناسایی علل توقفات تولید و تکمیل ظرفیت خالی دستگاه‌های تزریق پلاستیک که تعداد آنها بالغ بر ۱۷۰ مورد می‌باشد، بعد از فیلتر کردن نظرات، علل اصلی و کلیدی توقفات در نمودار علت و معلول (استخوان ماهی) گزارش شده است.

نظر به اینکه عوامل اصلی ظرفیت خالی دستگاه‌ها به وضوح قابل شناسایی بود، برای این عمل نمودار استخوان ماهی و FMEA در نظر گرفته نشد و به صورت مستقل و با تشکیل کارگروه‌های فنی راه‌های بهبود ارائه شد.

۶-۲-۲- نمودار پارتو، انتخاب محرک‌ها

برای محدود کردن پروژه پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات، از نمودار پارتو کمک گرفته و قانون (۸۰-۲۰) را برای آن اجرا می‌کنیم به عبارتی پس از شناسایی علل بالقوه باید آنها را اولویت‌بندی و سپس بر روی نمودار مشخص کرد که چه علل بالقوه‌ای باید بررسی شوند. از طرفی برای ایجاد یک نمودار علت و معلول نیروی فکری زیادی صرف می‌شود با این حال این نمودارها تنها علل بالقوه را شناسایی می‌کنند، بنابراین لازم است داده‌هایی را جمع‌آوری کرد که مشخص کند کدام‌یک از این علل واقعاً در ایجاد مشکل مشارکت دارند.

بهترین ابزار برای این کار استفاده از نمودار پارتو است که در این مرحله از تحقیق جهت محدود کردن علل بالقوه به دست آمده در نمودارهای



نمودار (۱): درخت CTQ

۶-۲-۶- فاز اندازه‌گیری

۶-۲-۱- نمودار علت و معلول (استخوان ماهی) ایجاد توقفات دستگاه‌های

همان طوری که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بعد از اجرای راه حل‌های سریع RPN های علل سه گانه حدود ۵۰٪ کاهش یافته است که این نتایج تأثیر راه حل‌های سریع را ثابت می‌کند.

۶-۲-۴- محاسبه سطح سیگما در فاز اندازه‌گیری

به استناد متوسط درآمد اسمی و درآمد واقعی دستگاه‌های تزریق پلاستیک در سال ۱۳۸۶، سطح سیگما را برای فرایند تولید قبل از بهبودهای ایجاد شده محاسبه می‌کنیم.

محاسبه سطح سیگما با استفاده از جدول و RTY (conversion between ppm and sigma quality level)

درآمد واقعی = ۴۹۴۸۶۶۳۱۹۰ ریال

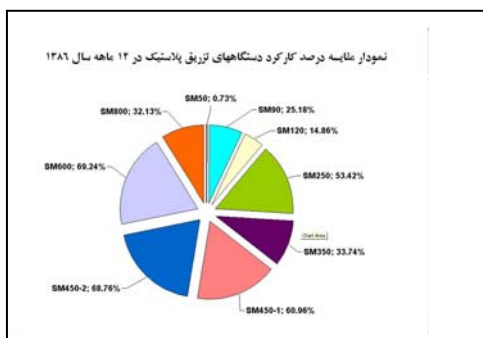
درآمد اسمی = ۵۳۰۱۸۹۰۰۰۰ ریال

RTY = ۹۳٪

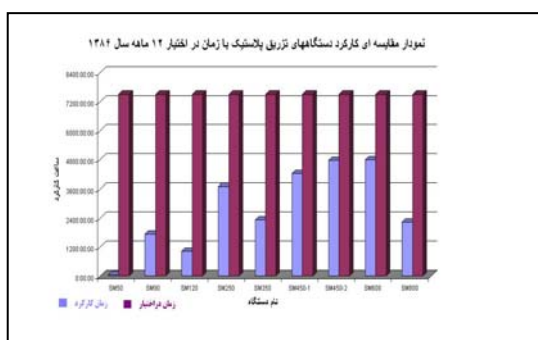
در نتیجه سطح سیگما ۱/۸ بدست می‌آید

۶-۳- فاز تحلیل

در مرحله تجزیه و تحلیل، بر اساس داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده دستگاه‌های تزریق، ابتدا زمانهای فعال بودن دستگاه‌ها در طی سال ۱۳۸۶ گزارش می‌شود.



شکل (۸): درصد کارکرد دستگاه‌های تزریق پلاستیک در سال ۸۶



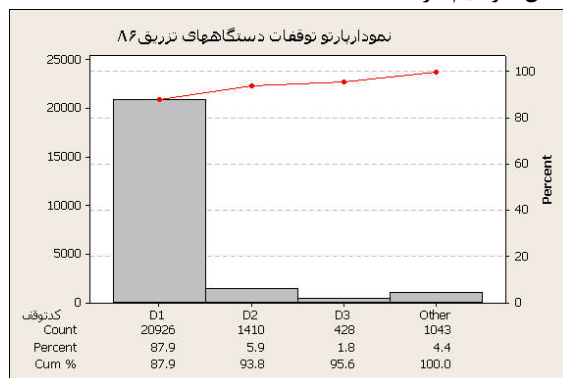
شکل (۹): کارکرد اسمی و واقعی دستگاه‌های تزریق پلاستیک در سال ۸۶

همان گونه که از شکل ۱۰ معلوم است که بیشترین توقفات مربوط به گزینه‌های E1, D4, D3, A1 می‌باشد که باید با راه کارهای مناسب در آنها

علت و معلول و استفاده از قانون (۸۰-۲۰) که اعلام می‌کند هشتاد درصد مشکلات در بیست درصد علل می‌باشد از نمودارهای پارتو استفاده خواهد شد.

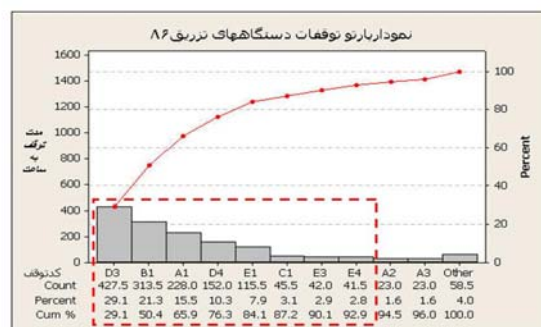
در این تحقیق برای استفاده و رسم نمودارهای پارتو از نرم‌افزار MINITAB استفاده شده است. در این مرحله از تحقیق با استفاده از نرم‌افزار و نمودار پارتو RPN های توقفات تولید در نمودارهای ذیل به صورت عملی به اثبات خواهد رسید. در شکل ۶ همان طوری که از نمودار پارتو مشاهده می‌شود علل D1, D2، بیشترین ثانیه را بر توقفات دستگاه‌های تزریق پلاستیک دارند.

برای اینکه اثرات سایر گزینه‌ها را بر توقفات دستگاه‌ها ببینیم، گزینه‌های D2 و D1 را از میان علل توقفات خارج می‌کنیم و جزء علل خالی بودن ظرفیت دستگاه‌های تزریق قرار می‌دهیم و برای آنها بهبود مورد نظر را اعمال خواهیم کرد.



شکل (۶): منحنی پارتو توقفات دستگاه‌های تزریق پلاستیک در سال ۸۶

برای شناسایی عوامل احتمالی دیگر که باعث توقفات دستگاه‌های تزریق می‌شود کدهای D2, D1 را خارج و مجدداً نمودار پارتو را برای سایر عوامل توقفات ایجاد می‌کنیم.



شکل (۷): منحنی پارتو توقفات دستگاه‌های تزریق پلاستیک بعد از خارج نمودن علل D2 و D1 در سال ۸۶

نمودن علل D2 و D1 در سال ۸۶ فهرست علت‌های منتخب بعد از اندازه‌گیری به صورت جدول ۳ خواهد بود.

۶-۳-۳- راه حل‌های سریع

اجرائی برای موارد خارج از حدود کنترل، تغییرات در طراحی به منظور حذف نقایص و... می‌باشد.

رویکرد متدولوژی شش سیگما در فاز کنترل، تسری نتایج مثبت پروژه و مدیریت این تغییرات جهت نهادینه شدن نتایج در کل سیستم می‌باشد. انجام این مهم در این پروژه نیز طی مراحل زیر صورت پذیرفت.

- تدوین طرح کنترل فرایند

با توجه به حصول نتایج مثبت در فاز بهبود، در فاز کنترل قبل از هر اقدامی باید با نحوه کنترل فرایند در مورد حوزه‌های تغییر یافته مشخص گردد. به عبارت دیگر باید تغییرات حادث شده ناشی از انجام پروژه مشخص و نحوه کنترل این تغییرات برای جاری شدن این نتایج تعریف گردد.

- استاندارد سازی راه‌حل‌ها

برای نهادینه کردن راه‌حل‌های شناسایی شده در فاز بهبود ملزم به استاندارد نمودن این راه‌حل‌ها هستیم که با توجه به ماهیت هر راه‌حل استانداردسازی این راه‌حل‌ها صورت می‌پذیرد.

۶-۵-۱- روش‌های کنترل بهبودهای توقفات

جدول ۶ روش‌های کنترل بهبودهای توقفات را نمایش می‌دهد.

۶-۵-۲- محاسبه سطح سیگما بعد از بهبودهای انجام شده

در این مرحله سطح سیگما را با توجه به متوسط درآمد اسمی و درآمد واقعی در سال ۸۷ محاسبه می‌کنیم.

محاسبه سطح سیگما با استفاده از جدول و RTY

(conversion between ppm and sigma quality level)

درآمد واقعی = ۱۸۷۸۴۵۷۳۰۰ ریال

درآمد اسمی = ۱۸۴۷۸۹۰۰۰۰ ریال

RTY = ۹۶/۵٪

در نتیجه سطح سیگما ۲/۱ بدست می‌آید

در نتیجه سطح سیگما از ۱/۸ به مقدار ۲/۱ بهبود یافته است، این افزایش مؤید بهبودهای انجام شده طی تحقیق می‌باشد و صحت آن را تأیید می‌کند. قاعدتاً در سطح درآمدهای شرکت صنایع نیز افزایش قابل توجهی روی داده است که در ادامه به آن اشاره خواهد شد.

۷-۲- دستاوردهای تحقیق

۷-۱- دستاوردهای مالی

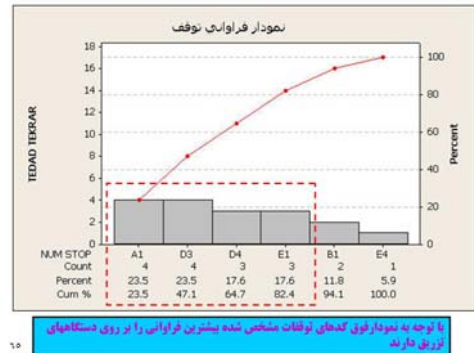
با توجه به کاهش حداقل ۴۰ درصدی توقفات و تکمیل ظرفیت خالی دستگاه‌ها (تولیدی شدن ۴ قالب جدید و بهسازی نیروی انسانی)، صرفه اقتصادی این پروژه به شرح ذیل می‌باشد.

محاسبه دستاوردهای مالی پروژه:

- میزان صرفه‌جویی ناشی از افزایش توان تولید (کاهش توقفات) و تکمیل ظرفیت خالی دستگاه‌های تزریق طی شش ماه اول سال ۱۳۸۷:

ریال ۳۳/۷۲۵/۷۲۷*۶=۲۰۲/۳۵۴/۳۶۲

بهبود حاصل شود، تا توقفات به حداقل مقدار خود برسد.



شکل (۱۰): منحنی پارتو فراوانی توقفات

۶-۴- فاز بهبود

با شناسایی علل اصلی بروز خطا در فاز تحلیل، در این فاز باید به برطرف کردن علل خطا و بهبود فرایند اقدام نمود که با انجام بهبودهای مورد نظر و محاسبات مربوطه RPN علل توقفات کاهش یافته است.

۶-۴-۱- مقایسه RPN های توقفات دستگاه‌های تزریقی قبل و بعد از بهبود

بعد از اجرای بهبود نتایج حاصل شده در جدول ۵ مطرح شده است.

جدول (۵): RPN های توقفات دستگاه‌های تزریق قبل و بعد از بهبود

ردیف	علل توقفات	RPN قبل	RPN بعد
۱	خرابی قالب (تعمیر و اصلاح توسط قالب‌سازی مانند گرفتن و خرابی راه آب قالب، شکستگی قالب)	۲۱۰	۸۰
۳	تنظیم فرآیند (SETUP دستگاه، شنستجوی سیلندر، گازگیری مواد)	۱۸۹	۷۲
۳	نبود ملزومات بسته‌بندی (منجر به دوباره کاری جهت بسته‌بندی قطعات می‌شود)	۱۸۰	۵۴
۴	نبود مواد اولیه	۱۶۰	۴۰
۵	طولانی بون زمان بستن قالب مانند زمانبر بودن تعویض شلینگ‌های آب قالب	۱۵۰	۶۰
۶	ملزومات قالب (تابلو برق، اتصالات آب، هیدرو لیک و پنوماتیک و...)	۱۸۹	۷۲
۷	خرابی دستگاه (خرابی‌های برقی، مکانیکی، الکترونیکی، هیدرولیکی)	۱۳۵	۵۴

مطابق جدول (۵) RPN ها بعد از بهبود نشان می‌دهد که توقفات دستگاه‌ها نسبت به سال ۸۶ کاهش چشمگیر داشته است.

۶-۵- فاز کنترل

مستندسازی نتایج و خلاصه‌بندی یافته‌های کلیدی، تعیین پروژه‌های بالقوه آتی، ابزارهای کیفی مورد استفاده در فاز کنترل شامل برنامه‌های

۸- خلاصه و نتیجه گیری

شش سیگما یک فلسفه است چون به کمک آن خطای کمتری در کار ایجاد می‌گردد، یک اندازه‌گیری آماری است چون به دقت اندازه‌گیری محصول، خدمت و فرایند کمک می‌کند، یک ابزار اندازه‌گیری است چون سیستم اندازه‌گیری ایجاد می‌کند و در نهایت یک استراتژی تجاری است، چون کیفیت بالا، هزینه را کاهش می‌دهد.

استفاده از تکنیک‌های موثر و ساده مطرح شده در متدولوژی شش سیگما نظیر نقشه کلی فرایند (SIPOC)، جداول بررسی عیوب و سنج‌های مختلف اندازه‌گیری قابلیت فرایند، موجب شناسایی نقاط قوت و ضعف فرایندها شده و راه را برای بهبود وضعیت مطلوب فرایندهای تولید و خدمات هموار می‌سازد.

تکنیک‌های پشتیبان که از آنها به عنوان ابزارهای مفید شش سیگما نام برده می‌شود از جمله: نمودارهای علت و معلول، پاراتو، تجزیه و تحلیل شکست، صدای مشتری عملکرد مناسبی را در برخورد با مسایل و مشکلات موجود دارند و به شناسایی این مسایل کمک می‌نمایند و تصویر مشخصی از عملکرد شرکت برای بررسی بیشتر در اختیار مسئولین قرار می‌دهند. نمودارهای پاراتو ابزار مناسبی جهت مشخص کردن مشکل اصلی ایجاد شده از مسائل مورد بررسی می‌باشد. از نمودارهای علت و معلول جهت ریشه‌یابی مشکلات استفاده می‌شود.

هدف اصلی این پروژه که انتخاب مدل شش سیگما به منظور ایجاد بهبود کمی و کیفی در فرایند تولید در کوتاه‌ترین زمان ممکن بوده‌است، محقق گردید و بهبود فرایند تولید تزریق پلاستیک با رویکرد متدولوژی شش سیگما مدل مناسبی است که می‌تواند برای شرکت صنایع البرز نتایج مورد انتظار را برآورده سازد که منجر به نتایج چشمگیری در این شرکت شده است.

۹- ضمایم

- میزان صرفه‌جویی ناشی از بهسازی و تعدیل نیروی انسانی شاغل در خط تولید تزریق پلاستیک به تعداد پانزده نفر طی شش ماه اول سال ۱۳۸۷

دستمزد ماهانه ۳/۵۰۰/۰۰۰ ریال

ریال ۳/۵۰۰/۰۰۰*۱۵=۵۰/۲۵۰/۰۰۰

ریال ۵۰/۲۵۰/۰۰۰*۶=۳۱۰/۵۰۰/۰۰۰

- صرفه‌جویی ناشی از استفاده بهینه و علمی از ضایعات تولید تزریق پلاستیک به صورت تبدیل آن به گرانول

قیمت مواد آسیابی ضایعات حدود ۴۵۰ تومان و قیمت مواد آسیابی بعد از تبدیل به گرانول حدود ۱۵۵۰ تومان می‌باشد.

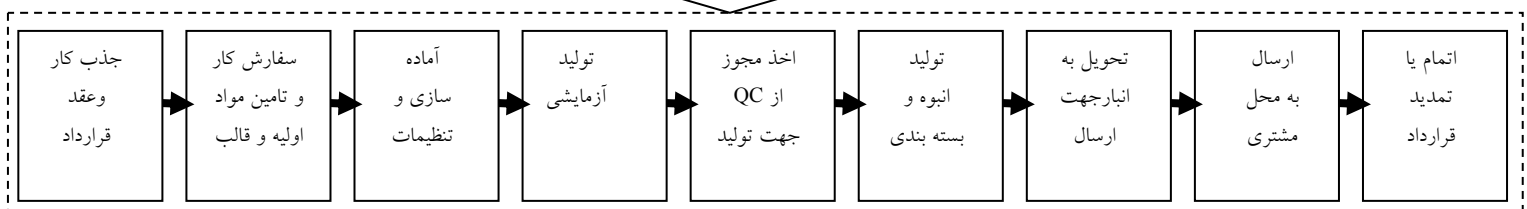
ریال ۹۰/۹۰۰/۰۰۰=(تومان ۱۱۰۰)* (۹۰۰۰ Kg)

جمع عواید مالی پروژه برای شش ماه اول سال ۱۳۸۷ معادل:
۶۰۳/۷۵۴/۳۶۲ ریال می‌باشد.

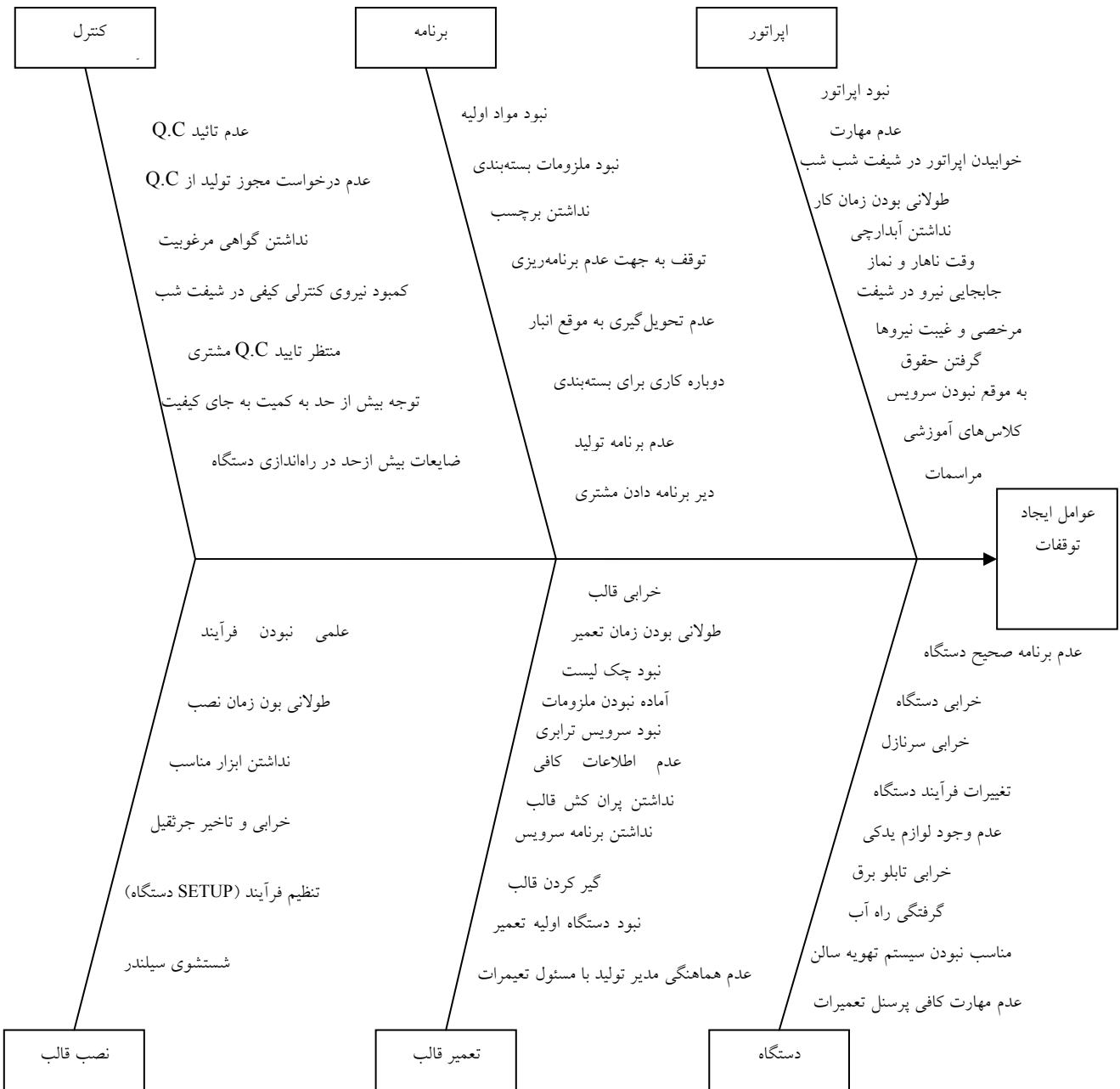
۲-۷- دستاوردهای غیر مالی و آموخته‌های کلیدی پروژه

- کاهش دور ریز مواد و افزایش رضایت مشتری به دلیل استفاده بهینه از مواد اولیه
- کاهش سیکل تولید
- کاهش دوباره‌کاری و هزینه‌های مربوطه
- ایجاد فرهنگ کار گروهی (کار تیمی) و افزایش روحیه همکاری
- افزایش انگیزه و روحیه پرسنل
- انجام کار سیستماتیک
- استفاده از فنون آماری و مهارت در آنها مانند نمودار پاراتو، علت و معلول و جداول اولویت‌ها
- مهارت در تحلیل داده‌های خام و تبدیل به اطلاعات
- مهارت در مدیریت پروژه بهبود
- مهارت در کنترل پروژه
- ایجاد فرهنگ بهبود و بهبود مستمر در شرکت صنایع البرز

Supplier	Inputs	Process	Outputs	Customers
مشتری	مواد اولیه تولید	شروع :	قطعات منطبق	انبار
پیمانکار فرعی	قالب و متعلقات آن، ملزومات بسته‌بندی (کارتن و نایلون و...)			مشتری
بازرگانی	عقد قرارداد		قطعات معیوب (ضایعات) و راه گاه‌ها	آسیاب
فنی و برنامه‌ریزی	برنامه سفارش تولید		گزارش‌های کمی و کیفی تولید، گزارش‌های عملکرد دستگاه‌ها	فنی برنامه‌ریزی بازرگانی
مد نگهداری و تعمیرات	خدمات نگهداری و تعمیرات	پایان :		



شکل (۴): نقشه کلی فرآیند (SIOPC)



شکل (۵): نمودار استخوان ماهی توفقات

جدول (۳): فهرست علت‌های منتخب در پایان مرحله اندازه‌گیری

ظرفیت خالی		توقفات تولید	
علت بالقوه	شماره X	علت توقف	کد توقف
عدم تشکیل تیم بازاریابی	X-1	خرابی دستگاه (خرابی‌های برقی، مکانیکی، الکترونیکی، هیدرولیکی)	A1
عدم جذب کار از طریق دادن پورسانت (به جهت مسایل شرعی و اخلاقی)	X-2	خرابی قالب (تعمیر و اصلاح توسط قالب‌سازی)	B1
زمان بر بودن اعلام قیمت پیشنهادی به مشتریان	X-3	نبود مواد اولیه	D3
عدم اطمینان مشتریان به بخش دولتی در مقابل بخش خصوصی و قوانین حاکم بر سیستم دولتی و کند بودن سیکل آن	X-4	نبود ملزومات بسته‌بندی	D4
عدم امکان عقد قرارداد تزریق با مواد اولیه	X-5	بستن قالب	E1
عدم استفاده از ظرفیت‌های سازمان و وزارت	X-6	ملزومات قالب (تابلو برق، تصالات آب، هیدرو لیک و پنوماتیک و...)	E3
سابقه کم صنایع در امر تزریق پلاستیک (ناشناخته بودن)	X-7	تنظیم فرآیند (SETUP) دستگاه، شستشوی سیلندر، گازگیری مواد)	E4
عدم انگیزش کافی برای جذب کار جدید از طرف پرسنل صنعت به خاطر عدم وجود سیستم تشویق	X-8		
ظرفیت خالی دستگاه‌ها به درستی مشخص نیست و به بازرگانی اعلام نشده است	X-9		
وجود دستگاه‌های که توان تولید آنها محدود است (تناژ پایین) مانند SM50, SM90, SM120	X-10		

جدول (۴): RPN های علل سه گانه توقفات قبل و بعد از بهبودهای سریع

RPN پس از بهبود	تشخیص	وقوع	شدت	روش بهبود پیشنهادی	RPN قبل از بهبود	تشخیص	وقوع	شدت	علت بالقوه	Xi
۳۶	۲	۲	۹	قرار شد ترابری صنایع سریعا رانندگان نامنظم را جایگزین و مشکل سرویس ایاب و ذهاب را حل کند	۱۳۵	۳	۵	۹	به موقع نبودن سرویس ایاب و ذهاب	G1
۳۲	۲	۲	۸	با رفع مشکل G1، همچنین مقرر شد ۱۰ دقیقه قبل از تعویض شیفت‌ها، مسئولین شیفت‌ها هماهنگی‌های لازم را انجام دهند.	۱۴۴	۳	۶	۸	عدم هماهنگی بین اپراتور ها و شیفت‌ها در هنگام تعویض شیفت	G2
۲۷	۱	۳	۹	قرار شد نهار و شام پرسنل حتی المقدور توسط شخص ثالثی از رستوران صنعت در محل تزریق سرو شود تا توقفی بابت این کار پیش نیاید	۱۶۲	۲	۹	۹	وقت ناهار و نماز و وقت شام و نحوه سرو کردن آن	G3

۱۰- منابع و ماخذ

- [۱] تقی زاده، قاسم. پایان نامه، کارشناسی ارشد، تدوین الگوی مناسب جهت کاهش استراتژیک هزینه‌های صنایع الکتریک، سازمان مدیریت صنعتی، ۱۳۸۵.
- [۲] حسینی، سید نادر. شش سیگما بازخوانی ساز و کارهای دستیابی به TQM. فصلنامه دنیای کیفیت شماره ۳ انتشارات سازمان صنایع هوا فضا، ۱۳۸۳.
- [۳] خوش سیما، غلامرضا. سیستم تولیدی چابک، مجله تدبیر شماره ۱۳۶، انتشارات سازمان مدیریت دولتی، ۱۳۸۲.
- [۴] رادنژاد، آزاده. تولید ناب (انقلاب کیفیت و بهره‌وری)، انتشارات شابک، چاپ پنجم، ۱۳۸۰.
- [۵] شهریاری، حامد. آشنایی با مفاهیم کیفیت، فصلنامه دنیای کیفیت شماره ۱ انتشارات سازمان صنایع هوا فضا، ۱۳۸۱.
- [۶] عاطفی، محمدرضا. مدیریت شش سیگما، انتشارات قاصدک سحر، چاپ دوم، ۱۳۸۵.
- [۷] نقدریان، کاظم. کنترل کیفیت آماری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، چاپ اول، ۱۳۸۴.
- [۸] نورالسنا، رسول، سقایی، عباس. شش سیگما چیست، انتشارات دانشگاه علم و صنعت چاپ اول، ۱۳۸۳.
- [۹] نورالسنا، رسول، سبزه‌پرور، مجید. متدولوژی شش سیگمای ناب راهبرد ایجاد مزیت رقابتی در هزاره سوم، کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، ۱۳۸۳.
- [10] G. Knowles, L. Whicker, J. H. Femat and F. D. C. Canales, (2005). Conceptual model for the application of Six Sigma methodologies to supply chain improvement, International Journal of Logistics: Research and Applications Vol.8, No.1, 51-65.
- [11] K. Linderman, R. G. Schroeder, S. Zaheer, A. S. Choo, (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective, Journal of Operations Management Vol. 21, 193-203.
- [12] L. H. Ho, C. C. Chuang, (2006). A Study of Implementing Six-Sigma Quality Management System in Government Agencies for Raising Service Quality, The Journal of American Academy of Business, Cambridge, Vol.10, Num.1, 150-156.
- [13] T. Yang, C. H. Hsieh, (2009). Six-Sigma project selection using national quality award criteria and Delphi fuzzy multiple criteria decision-making method. Expert Systems with Applications Vol.36, 7594-7603.