مجله علوم و فناوری نساجی و پوشاک
دوره ۱۰، شماره ۱، شماره پیاپی ۳۷،
صفحه ۵۰-۴۳، ۱۴۰۰
ISSN: ۲۱۵۱-۷۱۶۲

بهبود فرآیند تولید نخ با استفاده از رویکرد طراحی برای شش سیگما

Improving the yarn production process by design for the Six Sigma approach

مهسا سرداری محولاتی، محمد صالح اولیا*، عماد اولیا

دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران، کد پستی: ۸۹۱۵۸۱۸۴۱۱

چکیده

امروزه بخش زیادی از هزینه‌های تولید و مشکلات کیفیتی به طراحی مرتبط می‌شود. طراحی برای شش سیگما یک رویکرد قوی برای طراحی و توسعه محصولات و خدمات بشمار می‌رود. هدف از این تحقیق استفاده از روش طراحی برای شش سیگما به منظور کاهش عیوب نخ چرخانه‌ای می‌باشد. بدین منظور پس از بررسی خط تولید نخ چرخانه‌ای، با استفاده از نمودار پارتو مهم‌ترین عیوب نخ مشخص شد که عبارت اند از: نقاط نازک و نقاط کلفت. سپس مدل اولیه در نرم‌افزار ارنا ۱۴ شبیه‌سازی و اعتبارسنجی شد و سطح سیگمای فرآیند موجود مشخص گردید. در مرحله‌ی بعد، مدل بهینه‌سازی نیز توسط این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مدل اعتبارسنجی شده می‌تواند مقادیر بهینه را به خوبی تعیین کند و هزینه‌های ناشی از انجام آزمایش‌های متعدد برای کاهش میزان عیوب نخ را بطور قابل توجهی کاهش دهد. همچنین، نتایج نشان‌دهنده‌ی بهبود و افزایش ۱،۵۵ واحدی سطح سیگمای فرآیند می‌باشد.

کلمات کلیدی

شبیه‌سازی،
بهینه‌سازی،
سیستم ریسندگی چرخانه‌ای،
صنعت نساجی،
طراحی برای شش سیگما

۱- مقدمه

از لحاظ تاریخی، بسیاری از کشورها فرآیند صنعتی شدن خود را از طریق تمرکز بر صنایع اشتغال‌زا، مانند صنعت نساجی آغاز کردند. این صنعت در خط مقدم صنایعی بود که انقلاب صنعتی را از اواسط قرن هجدهم تا اواسط قرن نوزدهم در انگلستان رهبری می‌کرد [۱]. امروزه صنایع برای به حداکثر رساندن بهره‌برداری از منابع و بهره‌وری کار کارکنان خود، به دنبال راه‌های موثری از طریق کمینه‌سازی ضایعات بدون کم کردن کیفیت محصول هستند[۲]. هم‌چنین تقاضا برای محصول با ارزش بالاتر و قیمت پایین‌تر در حال افزایش است. از این‌رو، تولید کنندگان پوشاک برای بقا، باید ضمن کاهش ضایعات، از طریق تولید با کیفیت در اولین مرحله و یا به عبارتی کاهش دوباره‌کاری عملکرد خود را بهبود بخشند[۳]. در شرایط فعلی، صنعت نساجی به‌دلیل واردات بیرویه منسوجات خارجی، قیمت تمام شده‌ی بالا، کیفیت پایین و غیرقابل رقابتی بودن کالاهای نساجی در مقایسه با محصولات مشابه خارجی در شرایط آشفته‌ای به سر می‌برد. تاثیرات منفی تحریم‌های بین‌المللی و شرایط جدید پیش روی این صنعت پس از طرح آزادسازی یارانه‌ها نیز ضرورت پرداختن جدی به مقوله‌ی اتلاف‌ها و ضایعات در صنعت نساجی را بیش از گذشته

*مسئول مکاتبات،پیام نگار: owliams@gmail.com

نمایان می‌سازد تا از طریق شناسایی و مدیریت اتلاف‌ها و ضایعات گام موثری در راستای ارتقای بهره‌وری واحدهای تولیدی نساجی برداشته شود [۴]. فرآیند موجود، در سطح مناسبی از سیگما قرار ندارد و نیاز به رویکردی منسجم و نظاممند جهت اصلاح فرآیند راهبردی و توسعه خدمات جهت کاهش چشمگیر میزان عیوب، کاهش هزینه ها، بهبود و اثربخشی در مدت زمان کمتر احساس می‌شود. با توجه به این موضوع در این تحقیق از رویکرد طراحی برای شش سیگما جهت بهبود تولید نخ استفاده شد. طراحی برای شش سیگما (DFSS) یک روش اصولی برای برطرف کردن نیازهای مهم مشتری در همه ابعاد فرآیند توسعه محصول است که می‌تواند اندازه گیری، تصدیق و بهبود یابد. اولین هدف از اجرای روش طراحی برای شش سیگما جهت جلوگیری از عیوب، کاهش ضایعات، بهبود تحویلدهی و بهبود رضایت مشتری است. هدف بعدی یک رویه طراحی است که کمک می‌کند تا محصولات تولیدی با کمترین هزینه و بالاترین کیفیت و اطمینان توسعه یابند. طراحی برای شش سیگما منجر به انجام طراحی‌هایی می‌شود که بطور چشمگیر نیاز به بازرسی‌های بعدی، آزمون و دوبارهکاری را کاهش می‌دهد[۵].

در این تحقیق یک مطالعهی موردی بر وضعیت فعلی یک کارخانه ریسندگی انجام شد، تا متناسب با سیاست موجود بکار گرفته شده در این کارخانه، از ابزارهای مناسب طراحی برای شش سیگما استفاده و یک روش مطلوب برای کاهش عیوب نخ تولیدی پیشنهاد شود. به عبارت دیگر، در این مقاله سعی شد تا با استفاده از نظر کارشناسان مهم‌ترین عیوب نخ شناسایی و با استفاده از شبیه‌سازی فرآیند تولید نخ چرخانه‌ای توسط نرم‌افزار مهندسی آرنا، با توجه به پارامترهای سیستم ریسندگی چرخانه‌ای بتوان تعداد عیوب نخ را پیش‌بینی و سطح سیگمای فرایند فعلی را مشخص کرد. بر مبنای تحقیقات انجام شده در زمینه پیدا کردن عوامل موثر بر کیفیت نخ تولیدی توسط دستگاه ریسندگی چرخانه‌ای عوامل مختلفی از جمله دور چرخانه، دور زننده، نرخ کشش (سرعت غلتک تولید)، میزان تاب، نوع روزنه‌ی برداشت (نوع نازل)، نوع تاب‌گیر و نوع شیار روتور بر کیفیت نخ چرخانه اثرگذار است. هم‌چنین نقاط نازک ، نقاط کلفت ، نپ و درصد نایکنواختی به‌عنوان عیوب مهم نخ، معرفی شد [۷ و ۶]. به این منظور با استفاده از نظر کارشناسان در این تحقیق سرعت روتور و زننده به عنوان پارامترهای کنترل و عیوب نخ بصورت تعداد نقاط نازک و کلفت به عنوان پارامترهای پاسخ در نظر گرفته شد. در مرحله‌ی بعد مدل بهینه‌سازی در نرم‌افزار آرنا ۱۴ با استفاده از ابزار آپتکویست به منظور یافتن بهترین سرعت برای زننده و روتور و غلتک تولید که باعث ایجاد کم‌ترین نقص شده و از لحاظ اقتصادی به‌صرفه باشد، اجرا شد. نتایج تحقیق بهبود فرآیند و افزایش سطح سیگمای فرآیند را بطور قابل توجهی نشانداد.

تحقیقات زیادی در مورد استفاده از روش طراحی برای شش سیگما به منظور افزایش بهره‌وری و پیدا کردن حالت بهینه انجام شده است که در ادامه به چند مورد از آنها اشاره خواهد شد.

جهان زایب و همکاران رویکرد طراحی برای شش سیگما را در اتصالات پیچیده اعمال کردند تا مشخصه‌های کیفیت را بدست آورند و مدل ریاضی تابع انتقال را تولید کنند. سپس مدل ریاضی با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو برای تولید طراحی مبنا شبیه‌سازی گردید و سعی شد مقادیر متغیرهای تصمیم‌گیری را برای بدست آوردن سطح کیفیت شش سیگما تطبیق دهد[۸]. الشارکوی و همکاران عوامل بحرانی تاثیرگذار بر عملکرد مبدل‌های حرارتی خودرو را شناسایی و فرآیند بهینه‌سازی را توسعه دادند تا اهداف عملکردی را برآورده کنند. روش طراحی برای شش سیگما برای دستیابی به طراحی قوی مبدل حرارتی خودرو استفاده شد [۹]. اسافودولا و همکاران مطالعه بهینه‌سازی را در سه مرحله انجام دادند: تعریف مشکل، محاسبه مقاومت و روش‌های جستجوی موثر. با شناسایی حوزه بهبود، استراتژی‌های مختلفی آنالیز شد. عوامل موثر بر مقاومت کلی را شناسایی و مفهوم شش سیگما برای کمی کردن مقاومت مورد استفاده قرار گرفت. کارایی روش، با استفاده از مفاهیم مهندسی و نمونه‌ها تایید شد[۱۰]. اربیک و سارو ساختار طراحی برای شش سیگما را در زنجیره تامین همراه با دانش مناسب ارایه کرده و روش‌های آماری را توضیح می‌دهد که در تحلیل و اندازه‌گیری زنجیره تامین مورد استفاده قرار می‌گیرند. نمودار هیستوگرام، نمودار استخوان ماهی و نمودار دایره‌ای به کار گرفته شد. براساس یافته‌های به‌دست‌آمده، نمودارهای پارتو ساخته شدند و اقدامات اصلاحی مربوطه برای شروع به عنوان اولویت شرکت توصیه شد [۱۱]. سامیرو و همکاران عوامل لازم برای همکاری در منطقه لجستیک را شناسایی کردند. آنها دریافتند که شرکت‌ها، نقش مهمی در موفقیت پروژه ایفا می‌کنند. این پروژه در ارتباط دادن تمام همکاران بخش چند رسانه‌ای ماشین کمک کرد. مطالعات قبلی عوامل موثر بر اجرای طراحی برای شش سیگما را مورد بحث و بررسی قرار دادند. مطالعات موردی مربوط به کاربرد طراحی برای شش سیگما و روش‌شناسی مورد بحث قرار گرفتند. آن‌ها شواهد قابل‌توجهی برای استفاده از طراحی برای شش سیگما به عنوان روشی برای بهبود کیفیت و عملکرد تجاری ارایه کردند. مطالعات مربوط به طراحی اجزای خودرو، بینشی را نسبت به نیازمندی‌ها برای توسعه رویکرد اصولی برای

کاربرد طراحی برای شش سیگما فراهم می‌کند. بنابراین، دامنه این مطالعه پیاده‌سازی طراحی برای شش سیگما در یک جز خودرو با استفاده از مراحل IDOV است که می‌تواند تغییرپذیری فرآیند را کاهش داده که در نهایت منجر به طراحی بهینه و تولید محصولات با کیفیت بالا با هزینه کم‌تر شود [۱۲].

براساس تحقیقات انجام شده، نوآوری‌های این تحقیق عبارتند از: استفاده از مدل شبیهسازی برای تولید نخ در دستگاه چرخانه‌ای و تلفیق تکنیک‌های مختلف طراحی برای شش سیگما با مدل شبیه سازی.

در این تحقیق از تکنیک های طراحی برای شش سیگما در کنار مدل شبیهسازی برای بهبود تصمیمگیری استفاده شده است. تکنیک‌های طراحی برای شش سیگما در درجه اول برای بررسی مسائل طراحی در محصول استفاده می‌شود، در حالی که از مدلسازی شبیهسازی برای مدیریت عملیاتی استفاده میشود.

در این تحقیق، چارچوب کامل با استفاده از تکنیکهای مختلف طراحی برای شش سیگما به همراه مدل‌سازی شبیهسازی برای ارائه پشتیبانی تصمیم‌گیری در یک محیط تولیدی پیشنهاد شد. این چارچوب، ورودی‌های تکنیک طراحی برای شش سیگما، مانند نمودار پارتو، طوفان فکری و ... می‌توانند برای مطالعه تأثیر هرگونه تغییر مشخص شده توسط تیمهای طراحی برای شش سیگما، به مدل‌های شبیهسازی تغذیه شوند. این چارچوب، در نتیجه تضمین می‌کند که تأثیر تغییرات محصول و فرآیند قبل از تصمیم‌گیری قابل مطالعه است [۱۳].

۲- انواع مدل‌های رویکرد طراحی برای شش سیگما:

پس از بررسی دقیق از تمامی مدلهای موجود روش طراحی برای شش سیگما می توان به این نتیجه رسید که مدل‌های روش طراحی برای شش سیگما، دارای مراحلی می‌باشند که مخفف نام این مراحل تشکیل‌دهنده نام مدل می‌باشد. همچنین گام‌های هر مدل شامل تکنیک‌ها و ابزار مخصوص به خود می‌باشند که مهم‌ترین این مدل‌ها DMADOV ، IDOV، DMADV، DCOV، DIDOVM می‌باشند [۱۴]. مدل IDOV شامل مراحل ذیل است:

مرحله شناخت: شنیدن صدای مشتریان برای انتخاب بهترین طرح مفهومی محصول و شناخت خواستههای مشتری.

مرحله طراحی: ترجمه خواسته‌های مشتری به پارامترهای بحرانی کیفیت و انتخاب بهترین آنها.

مرحله بهبود: استفاده از ابزارها و مدل‌های پیشرفته آماری برای بهبود و طراحی اجرا. این مرحله بر تکنیک‌های بهبود طراحی متمرکز است و بهترین تنظیمات برای پارامترهای طراحی انجام می‌شود.

مرحله تایید: آزمایش، ارزیابی عملکرد، صحه‌گذاری و اطمینان از رسیدن طرح ایجاد شده به خواسته‌های مشتری و مشخصه‌های بحرانی برای کیفیت[۱۵].

با بررسی دقیق مدل‌های روش طراحی برای شش سیگما مشخص گردید که همه این مدل‌ها می‌توانند در قالب مدل IDOV قرار گیرند و با بررسی مراحل موجود در این مدل‌ها می‌توان دریافت که با وجود مدل کامل و جامع IDOV نیازی به تقسیم‌بندی بیشتر از این چهار مرحله وجود ندارد، زیرا تمامی نیازهای بهبود فرآیند در این چهار مرحله وجود دارد که در نهایت می‌توان گفت که مدل IDOV در عین سادگی و کم مرحله بودن می‌تواند نیازهای یک طراحی مناسب را برآورده سازد[۵]. شرکت‌های جنرل الکتریک، موتورولا، کاترپیلار، دلفی خودرو سیستم، داو کمیکال و ... خیلی زود وارد مسابقه طراحی شش سیگما شده‌اند. شرکت جنرال الکتریک در سیستم‌های پزشکی جهت تولید محصولات جدید تصویر برداری دیجیتالی، سیستم‌های اشعه ایکس، تشخیص سرطان سینه و... از مدل IDOV استفاده کرد که توانسته بیش از دو میلیارد دلار فروش داشته باشد. بیش از پنجاه درصد فروش آنها مربوط به تولیدات با روش طراحی برای شش سیگما و مدل IDOV بوده است. مشخص گردید که شرکت‌ها جهت بهبود فرآیندهای تولید خود با استفاده از این مدل به نتایج خوبی دست یافته‌اند و نتایج کمی (عددی) بهبود فرآیند آنها، موید کامل بودن این مدل می‌باشد. در واقع کاربرد بیشتر این مدل و نتایج عالی حاصل از کاربرد آن، استفاده از این مدل را تضمین میکند، در نتیجه می‌توان گفت که استفاده از مدل IDOV انتخاب مناسبی می‌باشد [۵]. در این تحقیق نیز جهت بهبود فرآیند تولید نخ از روش طراحی برای شش سیگما و مدل IDOV استفاده شد که در ادامه به بررسی تکنیک‌ها و ابزارهای موجود در این مدل پرداخته شده است. برای مرحله شناسایی از ابزارهای نمودار پارتو و بررسی صدای مشتری و آنالیز قابلیت فرآیند استفاده شد. مرحله طراحی از ابزارهای طوفان فکری و تعیین پارامترهای بحرانی کیفیت و شبیه‌سازی مدل موجود با استفاده از نرم‌افزار ارنا ۱۴ و اعتبار سنجی مدل با انجام تست تی در نرم‌افزار مینی‌تب ۱۶ استفاده گردید. مرحله بهبود نیز ابزار آپتکویستنرم‌افزار ارنا استفاده گردید. در نهایت مرحله تایید که آخرین مرحله از مدل IDOV می‌باشد، جهت تایید بهبود صورت پذیرفته از نمودارهای کنترلی جهت تعیین وضعیت کیفی فرآیند جدید و آنالیز قابلیت فرآیند و نظر کارشناسان مربوطه استفاده شد.

۳- استفاده از نرمافزار ارنا

نرم افزار ارنا توانایی مدل‌سازی و شبیه‌سازی کسب‌وکار را

ایجاد می‌کند. این نرم‌افزار به گونه‌ای طراحی شده است که امکان تحلیل تأثیر تغییرات مهم را در زمان طراحی مجدد سیستم‌هایی نظیر چرخه تولید و عرضه، حمل و نقل، انبارداری و سیستم‌های سرویس‌دهنده فراهم می‌آورد و از الگوریتم‌های تابو، شبکه عصبی و جست‌وجو پراکنده استفاده می‌کند.

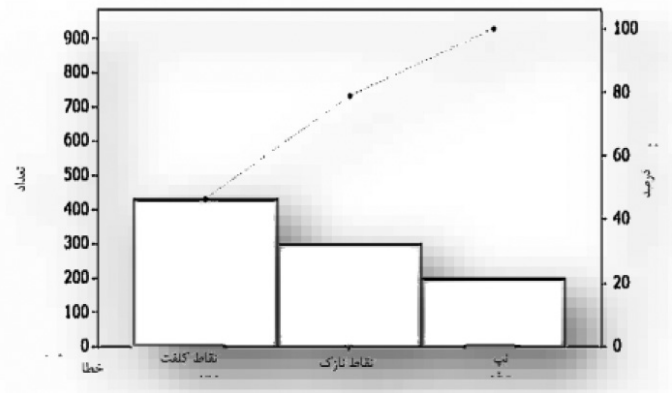
آپتکویست یک ابزار بهینه‌ساز عمومی در نرم‌افزار ارنا است که امکان جدا کردن موفقیت‌آمیز روش حل بهینه‌سازی از مدل شبیه‌سازی را فراهم می‌کند. با هدف یافتن بهترین راه‌حل در میان همه احتمالات، روش‌های ابتکاری نرم‌افزاری برای ارائه راه‌حل‌های مناسب در یک شرایط خاص استفاده می‌شوند. برای استفاده از آپتکویست، متغیرهای کنترل مدل بهینه‌سازی باید مشخص شوند، که ممکن است تعداد منابع یا اطلاعات تعریف شده توسط شخص ایجادکننده مدل شبیه‌سازی باشد. متغیرهای دیگر، متغیرهای پاسخ هستند که بر مدل بهینه‌سازی تأثیر می‌گذارند و می‌توانند هم در محدودیت‌ها و هم در تابع هدف استفاده شوند و به عنوان نتایج خروجی مدل عمل کنند. هم‌چنین محدودیت‌های سیستمی وجود دارد که از کنترل‌ها و یا پاسخ‌ها بدست می‌آید. در پایان، تابع هدف که یک عبارت ریاضی دقیق است و به دنبال به حداکثر رساندن یا به حداقل رساندن معیار عملکرد ارزیابی شده در هنگام شبیه‌سازی است، تعریف می‌شود [۱۶].

۴- انجام تحقیق به تفکیک مراحل مدل ID0V:

۴-۱- مرحله شناسایی:

در این مرحله از ابزارهای نمودار پارتو و بررسی قابلیت فرآیند جهت بررسی وضعیت فعلی و شناخت بهتر فرآیند قبل از بهبود استفاده گردید. با استفاده از نظر کارشناسان و صدای مشتری ورودی‌ها، خروجی‌ها و فرآیند بهبود خط تولید نخ تعیین و با مطالعات انجام شده نیازهای مشتریان شناسایی گردید. در ادامه با شناسایی دلایل خرابی نخ‌ها و با استفاده از نمودار پارتو، موارد بحرانی صدای مشتری (متغیر پاسخ جهت بهبود فرآیند) مشخص گردید (شکل ۱).

در این مرحله با استفاده از نرم افزار مینی‌تب نرمال بودن داده‌های موجود توسط تست نرمال بودن و با روش اندرسون-دارلینگ بررسی شد و با توجه به بالا بودن عدد (۰،۶۱۸ = پی-مقدار) پی-مقدار مشخص گردید که داده‌ها نرمال و تصادفی بوده و فرض نرمال بودن داده‌ها درست است (شکل ۲). سپس با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی، نمونه‌هایی تهیه گردید. شاخص‌های مختلف قابلیت فرایند در شکل ۳ نشان می‌دهد قابلیت فرایند در سطح مناسبی قرار ندارد و بیان‌کننده‌ی سطح سیگمای ۲،۴ برای فرآیند موجود می‌باشد.[۱۷].



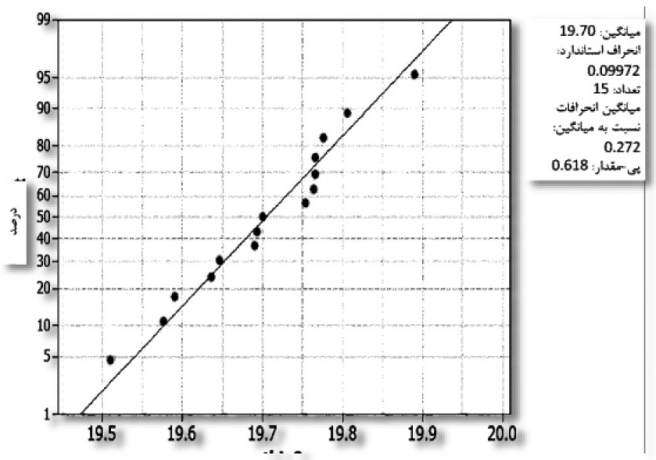
شکل ۱- نمودار پارتو عیوب نخ

۴-۲- مرحله طراحی:

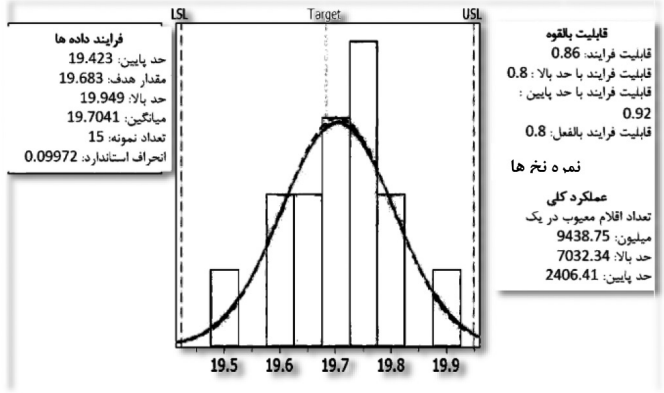
در این مرحله از ابزار روش طوفان فکری و نمودار پارتو و تعیین پارامترهای بحرانی کیفیت و شبیه‌سازی استفاده گردید. بدین ترتیب با توجه به شناسایی نیازهای مشتریان، تمام عوامل فنی موجود و موثر در تولید نخ شناسایی گردید. پس از تکمیل بخش مربوط به مشتری، مرحله بعد تهیه بخش اطلاعات فنی آن بود. در این بخش ترجمه صداهای مشتری به ویژگی‌های فنی صورت پذیرفت. صدای مشتری باید به شکلی ترجمه شود که قابل اندازه‌گیری و اجرا در سازمان باشد. در نهایت با استفاده از تست تی اعتبار مدل ایجاد شده بررسی خواهد شد.

۴-۲-۱- تعیین توزیع‌های آماری

اعتبار توزیع‌های آماری بهینه و اعتبار آن توسط بخش ورودی نرم‌افزار ارنا انجام شد. اعتبارسنجی با استفاده از آزمون‌های کالموگروف-اسمیرنوف و مربع‌کای تعیین گردید. هرچه پی-مقدار از ۵٪ بیشتر باشد توزیع از برازش بهتری برخوردار است. درنهایت، توزیعی انتخاب می‌شود که دارای کمترین مربع خطا باشد.



شکل ۲- تست نرمال بودن فرایند موجود



شکل ۳- تحلیل قابلیت فرایند موجود

۲-۲-۴- اعتبار سنجی

مهمترین و حساس‌ترین بخش، پس از رسم و طراحی یک مدل در نرم افزار، سنجش میزان درستی و اعتبار آن مدل می‌باشد. به این صورت می‌توان اطمینان حاصل کرد که میزان خروجی مدل با آن‌چه در دنیای واقعی اتفاق خواهد افتاد یکسان و یا نزدیک به آن خواهد بود. در بخش اعتبارسنجی مدل، سعی شد تا میانگین خروجی مدل طراحی شده در این تحقیق با میانگین خروجی حاصل از دنیای واقعی برابر باشد. نتایج تعداد عیوب به دست آمده از شبیه‌سازی فرآیند ریسندگی چرخانه‌ای به وسیله‌ی نرم‌افزار ارنا۱۴ برای نقص نقاط نازک (متغیر پاسخ) برابر ۴۴،۷۵ و برای نقص نقاط کلفت (متغیر پاسخ) برابر ۶۲،۶۰ بود. در کنار نتایج به دست آمده از آزمایش نخ‌های تولیدی کارخانه در یک روز برای نقص نقاط نازک برابر۴۷،۸ و برای نقص نقاط کلفت برابر ۶۴،۸ بود. درنتیجه با مقایسه‌ی نتایج شبیه‌سازی و اطلاعات حاصل از آزمایش اوستر نمونه نخ‌های تولید شده، مشاهده می‌شود که جواب‌های حاصل از شبیه‌سازی و مقادیر حاصل از صنعت تفاوت چشم‌گیری با یکدیگر ندارند و از تست تی نتیجه شد که فرض برابری میانگین ها برقرار است و مدل به درستی کار کرده است. فرض H0 عبارت است از برابری متوسط تعداد نقص نقاط نازک حاصل از شبیه‌سازی با مقادیر واقعی:

$H_0: E[X_0] = 47.8$
$H_1: E[X_0] \neq 47.8$

برای این منظور، با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب ۱۶ از روش تست تی برای بررسی درستی فرض H_0 استفاده شد، با محاسبه‌ی آماره آزمون چون رابطه $|t = -2.07| < t_{0.025,19} = 2.093$ برقرار است، فرض صفر پذیرفته شد. یعنی تفاوت چشم‌گیری بین نتایج حاصل از شبیه‌سازی و داده‌های تجربی وجود ندارد. بنابراین می‌توان گفت که مقداری که از مدل شبیه‌سازی بدست آمد با مقدار تجربی با سطح اطمینان ۹۵ درصد مطابقت دارد. برای نقص نقاط کلفت نیز مقدار اماره تی را بدست آورده و فرض صفر بررسی شد، چون رابطه $|t = -1.94| < t_{0.025,24} = 2.093$ برقرار است، فرض صفر پذیرفته شد.

۳-۴- مرحله بهبود:

در این مرحله از ابزار آپتکویست در نرم‌افزار ارنا استفاده و تابع هدف و محدودیت‌های مناسب را پیدا کرده و مدل بهبود اجرا شد. بهترین جواب برای متغیرهای کنترل (سرعت روتور و زننده و غلتک تولید) که کم‌ترین نقص‌های نقاط نازک و کلفت را ایجاد می‌کند، پیدا شد. تابع هدف و محدودیت‌های مورد استفاده در آپتکویست به شرح زیر می‌باشد:

تابع هدف:

Min (thick + thin)

محدودیت‌ها:

1. Ghaltak tolid = rotor *121.833
2. 0 < Thick <65
3. 0 < Thin <48
4. True > 0.7* number in
5. True > 2.33* thick + 2.33* thin

تابع هدف، بیان‌گر حداقل میزان نقص‌ها است. محدودیت اول، بیان‌گر رابطه‌ی بین سرعت غلتک تولید و روتور است که پس از بررسی‌های مختلف در سطح شرکت و با استفاده از نظر کارشناسان تعیین شد.
محدودیت‌های دوم و سوم، بیان‌گر حد بالا و پایین نقص‌ها هستند. حد بالا با در نظر گرفتن میزان نقص‌ها در وضعیت فعلی در نظر گرفته شد. محدودیت چهارم، بیان‌گر رابطه‌ی میزان نخ سالم تولید شده و میزان الیاف ورودی به سیستم است که با بررسی در سطح شرکت و نظر کارشناسان تعیین شد. محدودیت پنجم، بیان‌گر رابطه‌ی میزان نخ سالم تولید شده و میزان نقص‌ها است، که با بررسی وضعیت فعلی شرکت و استفاده از نظر کارشناسان و رابطه‌ی بین میزان نخ سالم و کل خروجی سیستم تعیین شد.

جدول ۱- مقایسه مقادیر متغیرهای کنترل در وضعیت قبل از بهبود و حالت بهینه

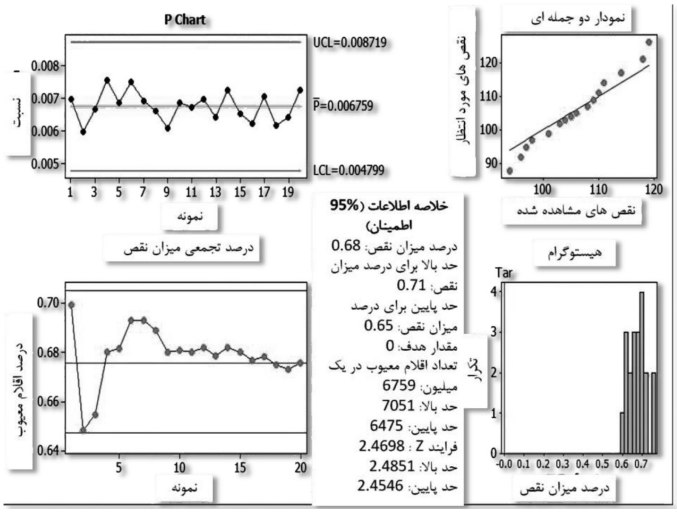
متغیر کنترل	مقادیر فرایند فعلی	مقادیر بهینه حاصل از شبیه‌سازی
سرعت غلتک تولید (دقیقه / متر)	91	92.81
سرعت زننده (دقیقه / دور)	8000	8003
سرعت روتور (دقیقه/ دور)	88270	90021.3

جدول ۲ - مقایسه مقادیر متغیرهای پاسخ در وضعیت قبل از بهبود و حالت بهینه

متغیر پاسخ	میانگین تعداد نقص قبل از بهبود (در هزار متر)	تعداد نقص بعد از بهبود (در هزار متر)
نقاط نازک	47.8	43
نقاط کلفت	64.8	60
مجموع	112.6	103

۴-۴- مرحله تایید:

در این مرحله از ابزار نمودارهای کنترلی و آنالیز قابلیت فرآیند جهت بررسی دقیق فرآیند جدید استفاده گردید. با توجه به نمودار P و اطمینان از تحت کنترل بودن فرآیند، سطح سیگمای فرآیند با استفاده از آنالیز قابلیت فرآیند بدست آمد. بدین صورت که در ابتدا قابلیت فرآیند جدید توسط نرم افزار مینی‌تب ۱۶ محاسبه گردید. با توجه به مقدار Z فرآیند بهبود یافته Z=۲،۴۶۹ می‌باشد و با رجوع به جداول، معادل سطح سیگمای ۳،۹۵ است. با توجه به سطح سیگمای فرآیند بهبود یافته (مقدار ۳،۹۵) در مقایسه با فرایند قبل از بهبود (سطح سیگمای ۲،۴) مشاهده گردید که بهبود انجام پذیرفته با روش طراحی برای شش سیگما و مدل IDOV سبب افزایش ۱،۵۵ سطح سیگمای فرآیند تولید نخ شد که این همان هدف تحقیق میباشد (شکل ۴).



شکل ۴- انالیز قابلیت فرایند بهبود یافته

۵- نتیجه و جمع بندی

یکی از مشکلات اساسی تصمیم‌گیری در صنعت ریسندگی کمینه کردن ضررهای ناشی از نقص‌ها است. در این راستا از روش طراحی برای شش سیگما و مدل ID0V برای بهبود فرآیند تولید نخ با هدف کاهش عیوب نقاط نازک و کلفت برای کمک به مدیران در امر تصمیم‌گیری استفاده شد. فرآیند تولید نخ توسط ماشین‌آلات چرخانه‌ای کارخانه‌ی مورد مطالعه به وسیله‌ی نرم‌افزار ارنا مدل‌سازی شد. با کمک شبیه‌سازی می‌توان شرایط احتمالی و متغیر (هر یک از پارامترهای سیستم) را تغییر داد و مسئله را تحلیل نمود. در بررسی‌های اولیه مشخص گردید که سطح سیگمای فرایند موجود ۲،۴ می باشد.

با پیاده سازی مدل IDOV، سطح سیگمای فرایند به ۳،۹۵ رسید که در این تحقیق، افزایش ۱،۵۵ سطح سیگما برای فرآیند تولید نخ مشاهد گردید که منجر به حداقل رساندن محصولات معیوب گردید.

منابع:

1. Fukishini, T, yamagata, T, The garment industry in low income countries. Houndmills: palgrave macmilan, Basingstoke, United Kingdom, 2014.
2. Elanchezhain, K. , Vijaya, R, Production planning and control. hennai: Anuradha Publications, 2008.
3. Khan, I, Minimization of Reworks in Quality and Productivity Improvement in the Apparel Industry, International Journal of Engineering and Applied Sciences , 1, 148-164, 2013.

۴. خاصی‌پور، ی، نجفی، ا، بهبود بهره‌وری با محوریت شناسایی و حذف موداها (مطالعه موردی: شرکت ریسندگی و بافندگی پوشش ایران)، نشریه علوم و فناوری نساجی، دوره ۷، شماره ۱، ۲۸-۱۱، ۱۳۹۰

۵. کریمی، م، رئیسی راد، ا، آتشگر، ک، بهبود فرایند ساخت باتری حرارتی با استفاده از رویکرد طراحی برای شش سیگما مدل IDOV، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۴، جلد ۲۷، ۱۳۹۵.

۶. آزادفر، م، علمدار یزدی، ع، عبقری، م، پیش‌بینی خواص فیزیکی و مکانیکی نخ‌های پلی‌استر تولید شده در سیستم چرخانه‌ای بر اساس پارامترهای فرایند با استفاده از مدل رگرسیونی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، ۱۳۹۷.

۷. شیخ‌زاده نجار، س، عترتی، م، حسین‌پور کاسگری، ع، خطیر، ب، اثر فشار هوای جت و نازل برداشت بر خواص فیزیکی و مکانیکی نخ‌های روتور-جت پنبه‌ای، نشریه علوم و فناوری نساجی، شماره ۳، ۵-۸، ۱۳۹۶

8. Jahanzaib, M, Jamil, U, Akhtar, K, Product design variables optimization using design for six sigma (DFSS) approach, Life Science Journal, 10, 57–63, 2013.
9. El-Sharkawy, A, Salahuddin, A, Komarisky, B, Design for six sigma (DFSS) for optimization of automotive heat exchanger and underhood air temperature, SAE International

Journal of Materials & Manufacturing, 7, 256–261, 2014.
10. Asafuddoula, M, Singh, H.K, Ray, T, Six-sigma robust design optimization using a many-objective decomposition-based evolutionary algorithm, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 19,.490–507, 2015.
11. Erbiyik, H, Saru, M, Six sigma implementations in supply chain: an application for an automotive subsidiary industry in Bursa in Turkey, Procedia – Social and Behavioral Sciences, 195, 2556–2565, 2015.
12. Sameiro, M, Magalhaes, D.S, Varela, M.L, Sa, J.O, Gonçalves, I, Definition of a collaborative working model to the logistics area using design for six sigma, International Journal of Quality & Reliability Management, 33, 465–475, 2016.
13. Ramakrishnan, s, Drayer, ch, Srihari, k, USING SIMULATION WITH DESIGN FOR SIX SIGMA IN A SERVER MANUFACTURING ENVIRONMENT, Simulation Conference, Miami, 2008.
14. El.Halk, B, SHaout, A, Software Design For Six Sigma, 1st edition, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey, 194-208, 2010.
15. Naughton, K, A Study of Irish Medical Device Companies Best Practice New Product Development Tools and Methodologies, A Research Dissertation submitted in partial ulfillment for the Masters of Science in Technology Management, National University of Ireland, 10-34, 2009.
16. Braga, W.L.M, Naves, F.L, Gomes, J.H.F, Optimization of Kanban systems using robust parameter design: a case of study, Int J Adv Manuf Technol, 106, 1365–1374, 2020.
۱۷. مونتگومری، آتشگر، ک، آمار و احتمال کاربردی مهندسی، انتشارات علم و صنعت تهران، ۱۳۹۲.

Journal of
Apparel and Textile Science
and Technology

Vol. 10, No.1,
Winter 2021, Quarterly
Issue No. 37, 43-50
ISSN: 2151-7162

Improving the yarn production process by design for the Six Sigma approach

Mahsa Sardari mahvelati, Mohamad saleh Owlia*, Emad Owlia

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran, Z. Cod. 8915818411

Abstract

At present, a large part of production costs and quality problems are related to design. Design for Six Sigma is a powerful approach for the design and development of products, processes, and services. The purpose of this research is to use the design for Six Sigma to reduce the defects of spinning yarn. For this purpose, after examining the production line of spinning yarn, using the Pareto diagram, the most important yarn defects were identified. Then, the initial model was simulated and validated in Arena 14 software and the level of the existing process Sigma was determined. In the next step, the optimization model was examined by this software. The results showed that the validated model can determine the optimal values well and significantly reduce the costs of performing multiple tests to reduce the number of yarn defects. The results also showed a 1.55 unit improvement in the process sigma level.

Keywords

simulation,
optimization,
open-end spinning system,
textile industry,
design for six sigma

(*) Address Correspondence to M. Owlia, E-mail: owliams@gmail.com