



پژوهشنامه‌ی مدیریت اجرایی

علمی - پژوهشی

سال نهم، شماره‌ی ۱۷، نیمه‌ی اول ۱۳۹۶

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند در متدولوژی شش سیگمای ناب با استفاده از مدل رگرسیون فازی

سلیمان ایرانزاده*

اردشیر بذرکار**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۵

چکیده:

هدف نهایی از هر بهبودی آن است که محصول یا خدمت با کیفیت بالاتری در اختیار مشتری قرار گیرد. متداولترین متدولوژی در شش سیگمای ناب، متدولوژی DMAIC است. این متدولوژی بر مبنای پنج فاز: تعریف مساله، اندازه‌گیری و سنجش، تحلیل، بهبود و کنترل تعریف شده است. در این میان یکی از مهم‌ترین فازها، فاز تحلیل است به دلیل آنکه در این فاز علل ریشه‌ای بالقوه با توجه به تائیراتی که بر عوامل بحرانی کیفیت می‌گذارند، شناسایی و تعریف می‌شوند. هدف از این تحقیق سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند با استفاده از مدل رگرسیون فازی بود. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان داد که تمامی پنج متغیر شناسایی شده بر طولانی شدن زمان انجام فرآیند تاثیر گذار بوده و به ترتیب سه متغیر: مهارت ناکافی پرسنل، خرابی ابزار و تجهیزات لازم و کمبود ابزار و تجهیزات لازم بیشترین تاثیر را بر متغیر مستقل دارند همچنین از میان این سه متغیر، متغیر مهارت ناکافی پرسنل اثرگذارترین متغیر مستقل بر متغیر وابسته است. با توجه به نوع داده‌های تحقیق و تعداد متغیرها، مدل رگرسیون فازی تحلیل دقیقی از میزان اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته ارائه داد.

واژگان کلیدی: شش سیگمای ناب، DMAIC، فرآیند، مدل رگرسیون فازی.

* نویسنده مسؤل، دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد

تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(Email: Iranzadeh@iaut.ac.ir)

** دانشجوی دکتری گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد

اسلامی، تبریز، ایران Ardeshir.Bazrkar@gmail.com

مقدمه

در دو دهه گذشته سهم صنعت خدمات در تولید ناخالص داخلی بطور قابل توجهی افزایش یافته است (بن و مصطفی، ۲۰۱۳)^۱. امروزه نیاز به نوآوری و کیفیت در سازمان‌های خدماتی عنصر مهمی برای مزیت مشاغل و رقابت از طریق تقویت مزیت رقابتی آنها است (جونجا، احمد و کومار، ۲۰۱۱؛ کارانی و بیچانگا، ۲۰۱۲)^۲. یکی از ابزارهای تولید و ارائه خدمات در کلاس جهانی، متدولوژی شش سیگمای ناب می باشد. شش سیگمای ناب را هم به عنوان یک استراتژی کسب و کار و هم به عنوان ابزاری جهت کاهش هزینه های تولید و خدمات و ایجاد بهبود های اساسی در رضایت مشتری می شناسند. (لی، تای و شن، ۲۰۱۳)^۳. شش سیگما دارای ابزار آماری پیشرفته و یک سیستم مدیریتی تواناست که بر روی کاهش تغییرات خروجی بوسیله کنترل ورودی ها و حذف خطاها متمرکز می شود. از طرف دیگر متدولوژی ناب، اصول و ابزاری ساده دارد که به روی حذف اتلاف ها، افزایش سرعت و افزایش خروجی تاکید دارد. متداولترین متدولوژی در شش سیگما ناب، متدولوژی پنج مرحله ای: تعریف، اندازه گیری، تحلیل، بهبود و کنترل است (کانیجولا، کودنی و کورنس، ۲۰۱۴)^۴. یکی از مهم ترین فازهای این متدولوژی در شش سیگمای ناب، فاز تحلیل است به دلیل آنکه در این فاز علل ریشه ای بالقوه با توجه به تاثیراتی که بر عوامل بحرانی کیفیت می گذارند، شناسایی و تعریف می شوند (آرموگام، آنتونی و کومار، ۲۰۱۳)^۵. افزایش روز افزون تقاضای مشتریان از خدمات بانکی و بالا رفتن زمان انتظار مشتریان جهت دریافت خدمات از یک سو و پیچیدگی های ارائه خدمت در این بخش از سوی دیگر موجب شده تا تصمیم گیری برای اصلاح، بهبود و ارتقاء فرآیند های بانکی از حساسیت بالایی برخوردار باشد. بررسی های انجام شده و مطالعات صورت گرفته در بانک نشان می دهد که فرآیند "تعویض

¹ Bon & Mustafa

² Juneja, Ahmad & Kumar; Karani & Bichanga

³ Lee, Tai & Sheen

⁴ Kanigolla, Cudney & Corns

⁵ Arumugam, Antony & Kumar

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۶۱

دفترچه حساب مشتریان" در تشکیل و طولانی شدن صف انتظار مشتریان در شعب مختلف بانک بسیار تاثیر گذار بوده و موجب نارضایتی مشتریان و افزایش هزینه های بانک شده است. تاکید مدیریت بر کاهش زمان انجام این فرآیند در راستای افزایش رضایت مشتریان و در نتیجه کاهش هزینه های بانک، ما را بر آن داشت بمنظور بهبود فرآیند مذکور از متدولوژی شش سیگمای ناب استفاده کنیم. همانطور که اشاره شد یکی از مهم ترین فازهای این متدولوژی فاز تحلیل است به همین منظور در این پژوهش با توجه به اهمیت شناسایی متغیرها مهم و اثرگذار در راستای کاهش زمان انجام فرآیند و در نهایت افزایش رضایت مشتریان، از مدل رگرسیون فازی در فاز تحلیل متدولوژی شش سیگمای ناب استفاده می شود. از این رو سوال اصلی این پژوهش این است که با استفاده از مدل رگرسیون خطی فازی در متدولوژی شش سیگمای ناب، چه متغیرهایی و هر متغیر به چه میزان در طولانی بودن زمان فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتریان بانک قوامین تاثیر می گذارند؟ ضرورت انتخاب صحیح و دقیق از بین گزینه های موجود (متغیرهای اثرگذار) در فاز تحلیل شش سیگمای ناب نیاز به ارائه مدلی قابل اطمینان جهت سهولت تصمیم گیری در این مرحله دارد که این پژوهش مدل رگرسیون خطی فازی را پیشنهاد می کند.

مباحث نظری و پیشینه تحقیق

شش سیگمای ناب

شش سیگمای ناب استراتژی کسب و کار است و به سازمانها کمک می کند تا کارایی های سازمانی و رضایت مشتری بهبود دهد (بنسین، زیلانی، و ایرانمنش، ۲۰۱۵)^۱. شش سیگما نه تنها به صنایع کمک می کند تا کارایی های سازمانی و رضایت مشتری را بهبود دهند، بلکه هزینه های عملیاتی را کاهش و سود را افزایش می دهد

¹Boons, Zailani & Iranmanesh

(لاریانی، برادی و آنتونی، ۲۰۱۳)^۱. مفهوم شش سیگما توسط موتورلا در دهه ۱۹۸۰ توسعه پیدا کرد و توسط تلاش‌های جنرال الکتریک (GE)، الاید سیگنال و سایرین در اواخر دهه ۱۹۹۰ ارتقا یافت (برانسچیدل، بوسایرو، ماینتی و پاترونو ۲۰۱۱)^۲. شش سیگما در حقیقت تلفیقی هوشمندانه از دانش و آگاهی سازمان با تکنیک‌های کارای آماری برای بهبود کارایی و اثربخشی سازمان و همچنین برآورده سازی الزامات حقیقی مشتری می باشد (ژانگ و اواستی، ۲۰۱۶)^۳. شش سیگمای ناب یک متدولوژی موثر برای سرعت بخشیدن به بهبود کیفیت محصولات و خدمات در کنار حذف فعالیت‌ها و فرآیندهای فاقد ارزش افزوده است (فریانتو، ۲۰۱۶)^۴.

متدولوژی DMAIC^۵ در شش سیگمای ناب

چارچوب DMAIC می تواند زمان فرآوری تولید و ارائه خدمت را کاهش داده و توان عملیاتی فرآیند را افزایش دهد و متعاقبا شانس بیشتری برای تکرار سفارش محصول و بازده مالی شرکت به وجود آورد (سرینیواسان، موتاب، و دیوداسان، ۲۰۱۴)^۶. متدولوژی DMAIC بر مبنای پنج فاز تعریف شده است (شانمیگوراجا، ناتاراج و گوناسیکران، ۲۰۱۲): فاز تعریف: در این مرحله نیازها و خواسته های مشتریان و نیازمندیهای فنی و تکنیکی فرآیند بیان می شوند. فاز اندازه گیری و سنجش: در این مرحله عملکرد مورد انتظار فرآیند و وضعیت فعلی فرآیند مشخص می شود و عوامل بحرانی کیفیت (CTQ) اندازه گیری می شوند. فاز تحلیل: در این فاز مهمترین عوامل ورودی فرآیند که بر خروجیهای فرآیند تاثیرگذار هستند، مشخص می شوند. فاز بهبود: در این مرحله فعالیتها و بهبودهایی که منجر به بهینه سازی خروجیهای فرآیند، کاهش خرابی و تغییرات در فرآیند می شوند، شناسایی شده و ارائه می شوند. فاز کنترل: در این فاز

¹ Laureani, Brady & Antony

² Braunscheidel, Hamister & Suresh

³ Zhong & Awasthi

⁴ Ferryanto

⁵ Define, Measure, Analyze, Improve, Control

⁶ Srinivasan, Muthab & Devadasan

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۶۳

دست آوردهای حاصل از بهبودهای ایجاد شده مستند و نظارت می شوند و مسولانی برای پیگیری این یافته ها تعیین می گردند.

بسط و توسعه فاز تحلیل

فاز تحلیل در چارچوب DMAIC کمک می کند تا این علل ریشه ای مشکلات با سرعت بالا و دقت کافی شناسایی شوند (بارچایتی، بوسیرو، گایورو و مانیتی، ۲۰۱۱).^۱ مراحل اصلی فاز تحلیل را می توان به صورت زیر تعریف کرد:

۱- اجرای تجزیه و تحلیل جزئی فرآیند

۲- شناسایی منابع تغییرات

۳- شناسایی و تعریف علل ریشه ای بالقوه از طریق تحلیل های علت و معلولی

۴- تصدیق علل ریشه ای با استفاده از تحلیل های آماری مانند رگرسیون (بانگ، ۲۰۰۴).^۲

مدل رگرسیون فازی

تجزیه و تحلیل رگرسیون یک رویکرد مهم و جامع است که به تجزیه و تحلیل رابطه بین متغیر وابسته و متغیر مستقل می پردازد. در تحلیل سنتی رگرسیون، قطعی بودن داده های مربوط به متغیرهای مستقل و وابسته بسیار حیاتی است و این امر یکی از محدودیت های رگرسیون سنتی می باشد (ژانگ، ۲۰۱۶).^۳ در مواردی که متغیرهای مورد بررسی یا رابطه بین متغیرها نادقیق و مبهم باشد از رگرسیون فازی استفاده می شود (راینی پور رضایی، عرب پور و عباسی، ۱۳۹۳).^۴ رگرسیون فازی بازه ای از مقادیر ممکن را برای ضرایب تخمین می زند در حالی که رگرسیون کلاسیک تنها یک مقدار مشخص برای ضرایب محاسبه می کند (اصغرپور، مهدیلو و اسماعیلی، ۱۳۹۲).^۵

¹ Barchetti, Bucciero, Guido, Mainetti & Patrono

² Yang

³ Zhang

⁴ Asgharpour, Mahdilo & Esmaeli

⁵ Raeine pour, Arab pour & Abbasi

ناکافی بودن تعداد مشاهدات، عدم تبعیت خطاها از توزیع نرمال، مبهم بودن نحوه ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته و نادرست بودن فرضیات خطی سازی از جمله محدودیت های رگرسیون معمولی می باشد. رگرسیون فازی به دلیل استفاده از مفاهیم فازی، از جمله روش هایی است که برای مقابله با این محدودیت ها استفاده می شود. در این مطالعه با توجه به داده های جمع آوری شده از جامعه آماری و متغیرهای مستقل مورد مطالعه و نیز لزوم استفاده از مفاهیم فازی جهت وارد کردن ابهام در متغیرهای اثرگذار بر متغیر زمان فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتریان بانک و ارتباط میان آنها، به پیش بینی تاثیر گذاری متغیر های مستقل بر زمان انجام فرآیند در قالب مدل رگرسیون فازی پرداخته شده است. در دنیای واقعی ممکن است داده های آماری در تجزیه و تحلیل رگرسیون از لحاظی غیر دقیق و یا مبهم باشد. با توجه به عدم قطعیت فازی، داده های واقعی را نمی توان تنها با استفاده از فرمالیسم متغیرهای تصادفی توصیف نمود. به منظور رسیدگی به مشکلات رگرسیون در چنین فضایی از داده های نامشخص، متغیرهای رندوم فازی معرفی شدند که در طبقه بندی های جدید، مدل فاصله اطمینان بر مبنای رگرسیون رندوم فازی نامیده می شوند (واتادا، ۲۰۱۰)^۱. رگرسیون خطی فازی یک روش ناپارامتری بوده که در شرایطی که تعداد داده های متغیرها محدود بوده و متغیرها در یک تقابل کیفی و مبهم و غیر دقیق و فازی باشند، بسیار مفید خواهد بود. در رگرسیون خطی با ضرایب فازی، فرض می شود که مشاهدات و متغیرها دقیق و ابهام در مدل و ضرایب رگرسیون است. فرض کنیم Y متغیر وابسته و X_1, X_2, \dots, X_p متغیر مستقل و تعداد مشاهدات n باشد،

صورت کلی مدل رگرسیون خطی فازی چندگانه به شکل زیر خواهد بود:

$$\tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_1 + \tilde{A}_2 X_2 + \dots + \tilde{A}_p X_p$$

رابطه ۱:

¹ Watada

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۶۵

هدف برآورد پارامترهای مدل \tilde{A} است، به قسمتی که مدل (رابطه ۱) بهترین برازش را برای داده ها به دست دهد (آرنولد، ۲۰۰۴)^۱. در این پژوهش برای پیدا کردن پارامترهای فوق به دلیل آنکه در پرسشنامه جهت جمع آوری اطلاعات برای متغیرهای کیفی از عبارات کلامی معادل طیف پنج درجه لیکرت استفاده شده است در اینجا نیز از تابع عضویت مثلثی استفاده خواهیم کرد. تابع عضویت فازی مثلثی بصورت زیر تعریف می شود:

$$\tilde{A}_i(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s^L} & a - s^L \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{s^R} & a < x \leq a + s^R \end{cases} \quad \text{رابطه ۲:}$$

در رابطه بالا، a مقدار میانه، s^L کران پایین و s^R کران بالای عدد فازی \tilde{A} را نشان می دهند، به قسمی که $\tilde{A} = (a, s^L, s^R)$ ، اگر $s^L = s^R = s$ باشد، در این صورت عدد مثلثی متقارن و در غیر این صورت عدد مثلثی نامتقارن خواهد بود. در صورت متقارن بودن، \tilde{A} را با (a, s) نشان خواهیم داد.

به عبارت دیگر، در حالت $\tilde{A} = (a, s)$ تابع عضویت $\tilde{A}(x)$ به صورت زیر خواهد بود:

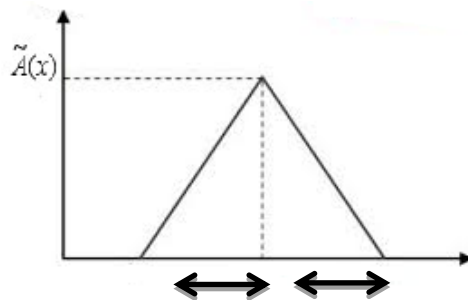
$$\tilde{A}_i(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s} & a - s \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{s} & a < x \leq a + s \end{cases} \quad \text{رابطه ۴:}$$

تابع عضویت ضریب فازی نام یک عدد فازی مثلثی فرض می شود که به صورت زیر است:

رابطه ۵:

^۱ Arnold

$$\tilde{A}_i(x) = \begin{cases} 1 - \frac{|a_i - x|}{s_i} & a_i - s_i \leq x \leq a_i + s_i \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$



شکل ۱: تابع عضویت فازی مثلثی

همانطور که در شکل نیز نشان داده شده است، تابع عضویت عدد فازی مثلثی A به صورت دو پارامتر a و s می‌باشد. به طوری که پارامتر a ، پارامتر میانه و پارامتر s پارامتر گسترده عددی فازی است که نشان دهنده میزان فازی بودن عدد است. در واقع عدد فازی \tilde{A} با دو پارامتر a و s نشان دهنده تقریبی a است. پارامترهای فازی $\tilde{A} = \{A_., A_1, \dots, A_p\}$ می‌توانند به صورت بردار $A = \{a, s\}$ نشان داده شوند،

به قسمی که داریم :

$$a = (a_., a_1, \dots, a_p)$$

$$s = (s_., s_1, \dots, s_p)$$

بنابراین خروجی رگرسیون می‌تواند به صورت زیر نشان داده شود:

$$\tilde{Y} = (a_., s_.) + (a_1, s_1)X_1 + \dots + (a_p, s_p)X_p$$

رابطه ۶ :

در نتیجه، تابع عضویت متغیر خروجی رگرسیون به صورت زیر بدست می‌آید:

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۶۷

$$\mu_{\bar{y}}(y) = \begin{cases} \max(\min\{\bar{A}(x)\}) & \{x|y = f(x, a)\} = \emptyset \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

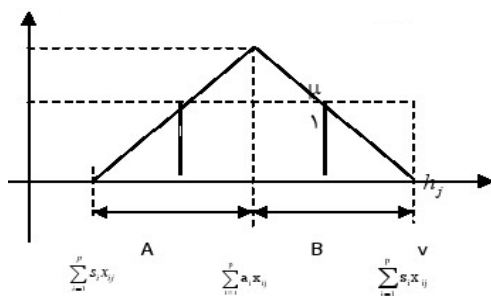
رابطه ۷:

حالت داده های غیر فازی در رگرسیون می تواند تبدیل به یک مدل برنامه ریزی خطی شود. در این حالت ، هدف مدل رگرسیون تعیین مقادیر بهینه پارامترهای \bar{A} است، به قسمی که مجموعه فازی خروجی مدل رگرسیون (y_i) دارای درجه عضویت بزرگ تر یا مساوی h باشد. یعنی :

$$\mu_{\bar{y}_j}(y_j) \geq h_j, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

رابطه ۸:

که n تعداد مشاهدات است و درجه h را کاربر تعیین می کند و با افزایش h میزان فازی بودن خروجی کاهش می یابد. شکل زیر تابع عضویت خروجی مدل رگرسیون را نشان می دهد:



شکل ۲: تابع عضویت مثلثی متقارن

معادله شماره (۸) نشان دهنده این است که متغیر وابسته ی فازی می بایست بین دو مقدار A و B قرار گیرد. در این مدل رگرسیونی ، هدف یافتن ضرایب فازی است که گسترده خروجی فازی را برای همه مقادیر داده ها حداقل کند:

$$O = \min \left\{ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n s_i x_{ij} \right\}$$

رابطه ۹:

تابع هدف مدل در مواجهه با دو محدودیت زیر حداقل می‌شود:

$$Y_j \geq \sum_{i=1}^p a_i x_{ij} - (1-h) \sum_{i=1}^p s_i x_{ij}$$

رابطه ۱۰:

$$Y_j \leq \sum_{i=1}^p a_i x_{ij} + (1-h) \sum_{i=1}^p s_i x_{ij} \quad \text{رابطه ۱۱:}$$

از آنجا که برای هر نوع مشاهده دو نوع محدودیت وجود دارد، تعداد کل محدودیت‌ها

خواهد بود. در این پژوهش، i : تعداد متغیرهای مستقل و j : تعداد پاسخ دهنده ^{۲n}

ها در نظر گرفته می‌شود، همچنین $h = 0.5$ در نظر گرفته خواهد شد. معمولاً در انتخاب مدل، h های گوناگونی در نظر گرفته و مدلی انتخاب می‌شود که با بزرگ شدن مقدار h سطح اعتبار مدل بالا می‌رود و در عین حال، این امر باعث افزایش ابهام کل مدل نیز می‌شود. لذا برای انتخاب مقدار h صحیح به میزان ابهام مدل نیز باید توجه

داشت. البته می‌توان سطح اعتبار $h = 0.5$ را به منزله سطح اعتباری معقول و متداول در نظر گرفت (آزاده، نشات، و رفیعی، ۲۰۱۵)^۱. در پژوهش حاضر از مقادیر فازی مثلثی

مستقرن و سطح اعتبار $h = 0.5$ در مدل رگرسیون فازی استفاده می‌شود.

متدولوژی تحقیق

پژوهش حاضر از نظر روش توصیفی-همبستگی و از نوع هدف کاربردی می‌باشد. توصیفی است به این دلیل که وضعیت موجود و شرایط اولیه فرآیند مورد بررسی در بانک را قبل از بهبود توسط متدولوژی شش سیگمای ناب و استفاده از مدل رگرسیون فازی در فاز تحلیل و چرخه بهبود DMAIC، تشریح می‌کند. همچنین این پژوهش از

¹ Azadeh , Neshat & Rafiee

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۶۹

نوع همبستگی است به این دلیل که از تکنیک رگرسیون خطی فازی در فاز تحلیل چرخه DMAIC، جهت سنجش میزان اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته (طولانی بودن زمان انجام فرآیند) استفاده می کند. جامعه آماری این تحقیق بانک قوامین و نمونه آماری آن را تعداد ۳۲ نفر از خبرگان بانک قوامین در شهر تهران تشکیل می دهند. حجم نمونه آماری انتخاب شده بر اساس نظر مدیران ارشد بانک قوامین بوده و شرط انتخاب حجم نمونه آشنایی خبرگان به فرآیند مورد مطالعه در این تحقیق می باشد. فرآیند مورد مطالعه در این پژوهش، فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری است. برای تحقق هدف اصلی تحقیق و پاسخگویی به سوال اصلی پژوهش، پس از آنکه دو فاز تعریف و اندازه گیری در متدولوژی DMAIC، در رابطه با فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری در بانک قوامین اجرایی شدند. در فاز تحلیل که مورد مطالعه این تحقیق است، در گام اول به شناسایی مراحل بحرانی فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری می پردازیم سپس در گام دوم از طریق نمودار علت و معلول، تکنیک طوفانی مغزی و با استفاده از نظر خبرگان متغیرهای بحرانی (علل ریشه ای بالقوه) شناسایی می شوند. در ادامه و پس شناسایی متغیرهای مستقل و اثر گذار با استفاده از پرسشنامه داده های مربوط به متغیرها جمع آوری می شوند. در نهایت و در گام آخر با توجه به هدف پژوهش و داده های جمع آوری شده از مدل رگرسیون خطی فازی جهت سنجش میزان اثرگذار متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته (طولانی بودن زمان انجام فرآیند) استفاده می کنیم.

تجزیه و تحلیل داده های تحقیق

با توجه به هدف و سوال اصلی تحقیق، گام های فاز تحلیل در متدولوژی شش سیگمای ناب با توجه به روش تحقیق ارائه شده در بخش قبل اجرایی شده و جهت تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده از نمونه آماری و در راستای سنجش میزان اثر گذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته (طولانی بودن زمان انجام فرآیند) از مدل رگرسیون

خطی فازی استفاده خواهد شد. از دیگر تکنیک‌های مورد استفاده در بخش تجزیه و تحلیل، می‌توان به تکنیک طوفان فکری و نمودار کنترلی میانگین متحرک موزون نمایی اشاره کرد. در این قسمت از دو نرم افزار MINITAB 17 و LINGO 15 جهت تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق استفاده می‌شود.

گام اول فاز تحلیل داده‌ها: در این فاز با در نظر گرفتن میزان اهمیت هر یک از مراحل در فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری با توجه نقشه جریان ارزش و نتایج نمودار پارتو، مشخص شد که دو مرحله: ورود اطلاعات به سیستم و ابطال و بایگانی دفترچه حساب قدیمی، بحرانی‌ترین مراحل در این فرآیند هستند. لذا در صورت تغییر در این دو مرحله می‌توان به میزان ۸۳.۴ درصد متغیر پاسخ به مشتری یعنی همان کل زمان انجام فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری را بهبود داد. در ادامه تست نرمالیتی داده‌ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که، داده‌های مربوط به مراحل بحرانی فرآیند به دلیل داشتن مقدار P-Value بیشتر از ۰.۰۵ نرمال هستند. در ادامه بمنظور پایش مراحل بحرانی فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری، از نمودار کنترلی میانگین متحرک موزون نمایی را بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده نرمال استفاده شد. نتایج نشان داد که تمامی داده‌ها در هر دو مرحله بحرانی فرآیند، تحت کنترل هستند.

گام دوم فاز تحلیل داده‌ها: در این گام ابتدا با نظر خبرگان بانکی، مدیران و کارشناسان ستاد مرکزی بانک قوامین، متغیرهای بحرانی که بیشترین تاثیر را بر طولانی بودن زمان فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری داشتند از میان متغیرهای مطرح شده، که در مجموع ۱۱ متغیر بودند، با استفاده از تکنیک طوفان فکری و بررسی اهمیت متغیرها در ارتباط با مراحل بحرانی فرآیند، در نهایت ۵ متغیر اصلی شناسایی شدند که این پنج متغیر به شرح زیر می‌باشند.

متغیر اول (X_1): نقص در سیستم بانک

متغیر دوم (X_2): خرابی در سیستم بانک.

متغیر سوم (X_3): خرابی ابزار و تجهیزات لازم.

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۷۱

متغیر چهارم (X_4): کمبود ابزار و تجهیزات لازم.

متغیر پنجم (X_5): مهارت ناکافی پرسنل.

این پنج متغیر در پژوهش حاضر به عنوان متغیر مستقل (X) و زمان انجام فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری به عنوان متغیر وابسته (Y) معرفی می شوند. در ادامه به منظور تحلیل این متغیرها با استفاده از مدل رگرسیون فازی، در گام اول به جمع آوری اطلاعات با استفاده از پرسشنامه اقدام شد، این پرسشنامه بر اساس متغیرهای مورد بررسی، در قالب ۲۳ سوال تدوین گردید و به منظور بررسی پایایی پرسشنامه از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد که نتیجه این آزمون در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۱: آزمون آلفای کرونباخ

تعداد	مقدار آزمون آلفای کرونباخ
۲۳	۰.۹۱۶

پس از تایید پایایی و روایی پرسشنامه توسط خبرگان بانک، پرسشنامه مذکور در میان ۳۲ نفر از خبرگان بانک قوامین توزیع شد.

گام سوم فاز تحلیل داده ها: به منظور بکارگیری مدل رگرسیون فازی، داده های مورد نیاز از جامعه آماری تحقیق در ارتباط با متغیرهای مستقل و وابسته مورد بررسی جمع آوری شد، این داده ها در جدول (۲)، ارائه شده است در این جدول متغیر وابسته با حرف Y و متغیرهای مستقل با حرف X نشان داده می شوند.

جدول ۲: داده های مربوط به متغیرها در مدل رگرسیون فازی

	Y	${}_1X$	${}_2X$	${}_3X$	${}_4X$	${}_5X$
۱	۴.۲	۳.۳	۳.۳	۳.۷	۳.۵	۳.۳
۲	۲.۴	۲.۵	۲.۵	۲.۳	۲.۵	۲.۳
۳	۳.۲	۲.۸	۳.۵	۲.۳	۲	۴
۴	۴	۳.۳	۲.۸	۳.۷	۲.۵	۳.۳

۵	۳	۲.۵	۳.۸	۲.۷	۲.۵	۳.۳
۶	۴	۳.۸	۳.۸	۳	۳	۳.۳
۷	۳.۲	۳.۸	۲.۵	۳.۷	۲	۳.۷
۸	۱.۴	۳.۳	۲.۳	۲.۷	۲	۲
۹	۴.۴	۴	۳.۳	۳.۷	۳.۸	۴
۱۰	۳.۶	۴	۳.۸	۳.۳	۳	۳.۷
۱۱	۴	۳.۸	۳.۵	۳.۷	۳.۵	۴
۱۲	۴.۲	۴.۵	۴.۳	۴.۳	۴.۵	۴.۷
۱۳	۳.۸	۳.۵	۳.۸	۳.۳	۳.۸	۳
۱۴	۴.۴	۳.۵	۴	۴.۳	۴.۵	۴.۳
۱۵	۴.۲	۳.۸	۳.۳	۴	۴	۳.۷
۱۶	۴.۲	۳.۳	۳.۳	۳.۷	۳.۵	۳.۳
۱۷	۲.۶	۲.۵	۲.۵	۲.۳	۲.۵	۲.۳
۱۸	۳.۲	۲.۸	۳	۲.۳	۲	۳.۷
۱۹	۳.۸	۳	۲.۸	۳.۷	۲.۵	۳.۳
۲۰	۳	۲.۸	۳.۸	۲.۷	۲.۸	۳.۷
۲۱	۴	۳.۸	۳.۸	۲.۷	۳	۳.۳
۲۲	۳.۲	۳.۸	۲.۵	۳.۷	۲	۳
۲۳	۱.۶	۳.۵	۳.۳	۲.۷	۲	۲
۲۴	۴.۶	۳.۵	۳.۳	۳.۳	۳	۴.۳
۲۵	۳.۸	۴	۳.۸	۳.۳	۳	۴
۲۶	۴	۳.۸	۳.۵	۳.۳	۳.۵	۴
۲۷	۴.۴	۴.۵	۴.۳	۴.۷	۴	۴.۷

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۷۳

۲۸	۳.۸	۳.۵	۳.۸	۳.۳	۴	۳.۳
۲۹	۴.۴	۳.۸	۴	۴.۳	۴	۴.۳
۳۰	۴	۳.۵	۳	۳.۷	۳.۸	۳.۷
۳۱	۳.۴	۲.۳	۴	۳	۲.۵	۳.۳
۳۲	۴	۳.۸	۳.۵	۲.۷	۳	۳.۷

همانگونه که در جدول شماره (۲) نشان داده شده ، داده های مورد استفاده در مدل رگرسیون فازی از نوع قطعی هستند اما همانطور که در بخش قبل اشاره شد، خروجی مدل ضرایب فازی خواهد بود. پس از اجرای مدل برنامه ریزی خطی مربوط به رگرسیون

فازی در نرم افزار Lingo ، جواب بهینه مدل عبارتست از (با فرض $h=0.5$):

$$s_r = 0.2312 \quad s_f = -0.1476 \quad s_\varphi = -0.0510 \quad s_1 = 0.7427$$

$$s_\delta = -0.4655$$

$$a_r = 0.1238 \quad a_f = 0.3654 \quad a_1 = 0.0240$$

$$a_\varphi = 0.2295 \quad a_\delta = 0.5801$$

و همچنین مقدار مینیمم شده تابع هدف یعنی ۰ برابر ۳۳/۳۹۱ و ضرایب فازی نیز به صورت زیر می باشند:

$$\tilde{A}_1 = (0.0240, 0.7427)$$

$$\tilde{A}_r = (0.1238, 0.2312)$$

$$\tilde{A}_f = (0.3654, -0.1476)$$

$$\tilde{A}_\varphi = (0.2295, -0.0510)$$

$$\tilde{A}_\delta = (0.5801, -0.4655)$$

با توجه به خروجی های نرم افزار، مدل رگرسیون فازی به شرح زیر است :

$$Y = (0.0240, 0.7427)x_1 + (0.1238, 0.2312)x_2 + (0.2654, -0.1476)x_3 + (0.2295, -0.0210)x_4 + (0.5801, -0.4655)x_5$$

پس از حاصل شدن ضرایب فازی برای بدست آوردن داده های قطعی مدل رگرسیون ، از روش فازی زدایی میانگین فازی استفاده می کنیم.

در روش میانگین فازی، جهت فازی زدایی اعداد فازی مثلثی (x_l, x_m, x_u) به شکل زیر عمل می کنیم :

(رادفر و همکاران، ۱۳۸۹)!

$$x_{max} = \frac{x_l + 2x_m + x_u}{4}$$

اما چون اعداد فازی در مدل این پژوهش از نوع مثلثی متقارن هستند، پس :

$$x_{max} = \frac{(a - s) + a + (a + s)}{4} = a$$

در نتیجه x_{max} برابر مقدار a یا همان مقدار میانه در ضرایب فازی رگرسیونی است. در نهایت با توجه به روابط فوق، مدل رگرسیون قطعی عبارتست از:

$$Y = (0.0240)x_1 + (0.1238)x_2 + (0.2654)x_3 + (0.2295)x_4 + (0.5801)x_5$$

لازم به ذکر است در اینجا عرض از مبدا \bar{A} را صفر در نظر گرفته ایم، در واقع می خواهیم معادله رگرسیون از مبدا مختصات بگذرد. نتایج بدست آمده از مدل رگرسیون

فازی نشان می دهد سه متغیر (x_2, x_3, x_4) بیشترین تاثیر را دارند. میزان اثر گذاری

هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته در جدول شماره (۳) ارائه شده است

جدول ۳: میزان اثر گذاری هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته

¹ Radfar et al.

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۷۵

رتبه	میزان اثر گذاری بر متغیر وابسته	متغیر مستقل
۵	۰.۰۲۴۰	x_1 متغیر اول () : نقص در سیستم بانک
۴	۰.۱۲۳۸	x_2 متغیر دوم () : خرابی در سیستم بانک.
۲	۰.۳۶۵۴	x_3 متغیر سوم () : خرابی ابزار و تجهیزات لازم .
۳	۰.۲۲۹۵	x_4 متغیر چهارم () : کمبود ابزار و تجهیزات لازم.
۱	۰.۵۸۰۱	x_5 متغیر پنجم () : مهارت ناکافی پرسنل.

نتایج نشان داد که به ترتیب مهارت ناکافی پرسنل بانک ، خرابی ابزار و تجهیزات لازم ، کمبود ابزار و تجهیزات لازم و در نهایت خرابی در سیستم بانک بیشترین تاثیر را بر طولانی بودن زمان ارائه خدمت دارند همچنین نتایج نشان داد که تمامی متغیرهای شناسایی شده ، اثر گذارند و متغیر "مهارت ناکافی پرسنل" در رابطه با فرآیند مورد مطالعه، بیشترین تاثیر را بر طولانی بودن زمان فرآیند دارد .

نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

در این پژوهش از منطق فازی و اعداد فازی مثلثی متقارن در فاز تحلیل شش سیگمای ناب استفاده شد که البته در پژوهشهای مشابه که آقایان کومار و سینگه (۲۰۱۵)^۱ انجام دادند از مقادیر فازی به همراه هوش مصنوعی در فاز شناسایی شش سیگما استفاده شد. نتایج آن تحقیق نشان داد که فاصله خواسته های مشتریان و مهندسی خدمات با هدف افزایش رضایت مشتریان ، با کمک مقادیر فازی و غیر قطعی بخوبی اندازه گیری شده و سطح سیگما با حد قابل قبولی افزایش یافته است ، در تحقیق حاضر نیز استفاده از مقادیر غیر قطعی (فازی) در سنجش میزان تاثیر گذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته در مدل رگرسیونی بسیار تاثیر گذار بود به طوری که نتایج تحقیق نشان داد ، پنج متغیر شناسایی شده ، همگی بر متغیر وابسته یعنی طولانی شدن زمان انجام

¹ Kumar & Singh

فرآیند تعویض دفترچه حساب تاثیر گذار هستند. در این پژوهش از مدل رگرسیون فازی و بطور خاص از مدل رگرسیون فازی خطی استفاده شد. پس از بکارگیری مدل رگرسیون خطی فازی دریافتیم که سه متغیر خرابی ابزار و تجهیزات لازم، کمبود ابزار و تجهیزات لازم و مهارت ناکافی پرسنل بیشترین تاثیر را بر متغیر وابسته دارند و در میان این سه متغیر، متغیر مهارت ناکافی پرسنل در رتبه نخست اثر گذاری قرار دارد. در پژوهشی مشابه که توسط آقای ملکلی (۲۰۱۱)^۱ صورت گرفت، مدل تصمیم گیری براساس رگرسیون خطی فازی توسعه داده شد تا از این طریق بتوان پروژه های شش سیگما که بیشترین نفع را برای سازمان دارد انتخاب نمود. در این راستا، رگرسیون فازی در مدلی معرفی شد تا ابهام روابط کارکردی میان متغیرهای تصمیم گیری بررسی و ارزیابی شود. مفید بودن این مدل بوسیله کاربرد در مسائل دنیای واقعی یک شرکت لیزینگ صحنه گذاری شد و با وضعیت فعلی مقایسه صورت گرفت. نتایج نشان داد که این مدل می تواند ابزارهای کاربردی را برای برآورده سازی اهداف سازمان فراهم کند. همچنین آقای واتادا و همکاران (۲۰۱۰)^۲ در پژوهشی به تشریح مدل رگرسیون رندوم فازی پرداختند و کاربردهای این مدل را بر مبنای فاصله اطمینان تشریح نمودند و نتایج در شرایط مختلف مورد بررسی قرار دادند، نتایج این مطالعه نیز صحت استفاده از مدل رگرسیون فازی خطی را تایید می کند. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و شناسایی متغیرهای تاثیرگذار بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند تعویض دفترچه حساب مشتری در بانک، پیشنهاد شد که در فاز بهبود که چهارمین فاز متدولوژی DMAIC است، اعضای تیم شش سیگمای ناب، توجه ویژه ای به این سه متغیر داشته و پروژه های بهبود را بر اساس این سه متغیر و بخصوص متغیر "مهارت ناکافی پرسنل" طراحی نمایند. با توجه به داده های جمع آوری شده نادقیق و کیفی که از طریق پرسشنامه گردآوری شده بودند مدل رگرسیون فازی که در این تحقیق مورد استفاده

¹ Malekly

² Watada

سنجش میزان اثرگذاری متغیرها بر طولانی بودن زمان انجام فرآیند..... ۷۷

قرار گرفت، این مدل توانست تحلیل دقیقی ارائه کند و توصیه می شود در شرایطی که در فاز تحلیل متدولوژی شش سیگما و شش سیگمای ناب، تعداد متغیرها اندک است و داده های جمع آوری شده نادقیق و کیفی هستند از این مدل جهت سنجش میزان اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر یا متغیرهای وابسته استفاده شود. بطور کلی و با بررسی نتایج پژوهش حاضر و تحقیقات پیشین از جمله تحقیق آقای رحمتی و همکارانش (۲۰۱۳)^۱ که از مقادیر فازی در محاسبه میزان DPMO (تعداد نقص در یک میلیون فرصت)، سطح کارایی و در نهایت سنجش سطح سیگما استفاده کرده و نتایج قابل قبولی در جهت شناسایی مقدار دقیق DPMO و سطح سیگما بدست آورده بودند، می توان نتیجه گرفت که در شرایطی که داده های نادقیق و کیفی وجود دارند و هدف ارتقاء فرآیند و اجرای فازهای مختلف شش سیگما و شش سیگمای ناب است، می توان از مقادیر فازی و مدل های رگرسیون فازی خطی و غیر خطی استفاده کرد. همچنین می توان در تحقیقات آتی از اعداد فازی مثلثی غیر متقارن استفاده نمود و پروژه شش سیگما ناب را با موفقیت در جهت افزایش رضایت مشتریان، کاهش هزینه های سازمانی اجرایی کرد.

نوآوری تحقیق

نوآوری این پژوهش از چندین جنبه قابل بررسی است. پیاده سازی و اجرای متدولوژی شش سیگمای ناب جهت بهبود عملکرد فرآیندها در بخش فرآیندهای گروه حسابداری صنعت خدمات بانکداری و بخصوص بانک قوامین برای نخستین بار مهم ترین جنبه نوآوری این تحقیق بشمار می رود. همچنین سنجش اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر طولانی بودن زمان انجام فرآیند "تعویض دفترچه حساب مشتریان" با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه فازی در فاز تحلیل چرخه DMAIC، از دیگر نوآوری این پژوهش در ارتباط با تحقیقات مشابه می باشد.

¹ Rahmati & Kazemi & Mehrdad

منابع:

- Asgharpour, H., Mahdilo, A. & Esmaeli, M. (2014). Examine the determinants of the real effective exchange rate in Iran using Fuzzy Regression. *Journal of Applied Economic Theory*, (1)3, 25-56. (In Persian).
- Radfar, R., HosseinZadeh Lotfi, F. & Khalillo.A. (2011). Measuring customer satisfaction using fuzzy logic (Case Study: ATMs Bank Saderat Iran in Tehran). *Marketing Management Journal*, (1)2, 25. (In Persian).
- Raeinepour, F., Arabpour, A. & Abbasi, N. (2014). *Discover outliers in linear regression phase with the input and standard output*. Center for Development of Advanced Science and Technology. (In Persian).
- Azadeh, A., Neshat, N. & Rafiee, K. (2015). An Adaptive Neural Network-Fuzzy Linear Regression Approach for Improved Car Ownership Estimation and Forecasting in Complex and Uncertain Environments: The Case of Iran. *Transportation Planning and Technology*, 35, 221
- Arnold, F. & Shapiro, I. (2004). *Fuzzy Regression Models*. Pennsylvania: Pen State University.
- Arumugam, V., Antony, J. & Kumar, M. (2013). Linking learning and knowledge creation to project success in Six Sigma projects: An empirical investigation. *International Journal of Production Economics*, 141, 388–402.
- Ahmad, M.F., Zakuan, N. & Jusoh, A. (2012). Relationship of TQM and Business Performance with Mediators of SPC, Lean Production and TPM. *Journal of Procardia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 186–191.
- Barchetti, U., Bucciero, A., Guido, A. L., Mainetti, L. & Patrono, L. (2011). Supply Chain Management and Automatic Identification

- Management convergence: Experiences in the Pharmaceutical Scenario. *Supply Chain Coordination and Management*, 14, 978-953.
- Bon, A. & Mustafa, M.A. (2013). Impact of Total Quality Management on Innovation in Service Organizations: Literature review and New Conceptual Frame work. *Procedia Engineering Journal*, (53)1, 516-529.
- Boons, S., Zailani, S. & Iranmanesh, M. (2015). Structural Equation Modeling on Knowledge Creation in Six Sigma DMAIC Project and its Impact on Organizational Performance. *International Journal Production Economics*, 168, 105–117.
- Ferryanto, L. (2016). Structuring a design for Six Sigma project: paper helicopter robust and optimal design. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, (9) 3,150–173.
- Juneja, D., Ahmad, S., & Kumar, S. (2011). Adaptability of Total Quality Management to Service Sector. *International Journal of Computer Science & Management Studies*, 11(2), 93-98.
- Karani, S. R. & Bichanga, W. O. (2012). Effects of Total Quality Management implementation on business performance in service institutions: A case of Kenya Wildlife Services. *International Journal of Research Studies in Management*, 1(1), 59-76.
- Kanigolla, D., Cudney, E.A. & Corns, S.M. (2014). Enhancing engineering education using project-based learning for Lean and Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, (5)1, 45–61.
- Kim, D.-Y., Kumar, V., & Kumar, U. (2012). Relationship between quality management practices and innovation. *Journal of Operations Management*, 30(4), 295-315.
- Kumar, S. & Singh, R. (2015). *Fuzzy Logic Approach for the Design of Six Sigma*. Paper presented at the Twelfth AIMS International Conference on Management. India.
- Laureani, A., Brady, M. & Antony, J. (2013). Applications of Lean Six Sigma in an Irish Hospital. *Leadership in Health Services*, 26(4), 322-337.
- Lee, K., Tai, C.T. & Sheen, G.J. (2013). Using LSS to improve the

- efficiency and quality of a refund process in a logistics center. *International Journal of Lean Six Sigma*, (4)4, 409–424.
- Malekly, H. (2011). *A fuzzy regression decision methodology for Six Sigma projects selection*. Paper presented at the Fifth international conference of project management. Tehran, Iran.
- Rahmati, H.A., Kazemi, A. & Mehrdad, M.S. (2013). A New Fuzzy Method for Assessing Six Sigma Measures. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, (13)3, 39-47.
- Srinivasan, K., Muthab, S. & Devadasan.S.R. (2014). Enhancing Effectiveness of Shell and Tube Heat Exchanger through Six Sigma DMAIC Phases. *Journal of Procardia Engineering*, 97, 2064–2071.
- Shanmugaraja, M., Nataraj, M., & Gunasekaran, N. (2012). Total performance excellence - a model to implement Six Sigma in service organizations. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, (7)2, 209 – 242.
- Watada, J., Wang, S. & Pedrycz.W. (2010). Building Confidence-Interval-Based Fuzzy Random Regression Models. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, (17)6, 14-25.
- Yang, C.C. (2004). An integrated model of TQM and GE Six sigma. *Six Sigma Competitive Advantage*, (1)1:29-32.
- Zhong, H.A. & Awasthi, A. (2016). ADMAIC-based methodology for improving urban traffic quality with application for city of Montreal. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, (10)1, 76-84.
- Zhang, A. (2016). Statistical Analysis of Fuzzy Linear Regression Model Based on Centroid Method. *Journal of Applied Mathematics*, (7) 7,579-586.