Archive of SID



# توسعه شاخص‌های رویکرد شش‌سیگما در ارزیابی عملکرد زنجیره‌تأمین تولیدی

فاطمه فیروزی[1] ، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، رسول نورالسناء[2]، استاد ،

۱- دانشکده مهندسی صنایع- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب - تهران- ایران
firouzi12@gmail.com –
۲- دانشکده مهندسی صنایع- دانشگاه علم و صنعت - تهران- ایران
rassoul@iust.ac.ir –

**چکیده:** با توجه به اینکه در واقع یک زنجیره تأمین بسته به نوع محصول (یا خدمت) و نیز توالی مراحل در فرآیندهای زنجیره به اشکال متفاوتی دسته‌بندی میشود و نیز با توجه به ضرورت ارزیابی عملکرد و بهبود زنجیره تأمین تلاش ما توسعه یک چارچوب ساختاری در ارزیابی عملکرد و بهبود زنجیره تأمین‌های خاص با توجه به دو مشخصه عملکردی کلیدی کیفیت محصول و تحویل بموقع میباشد. تأکید ما در اینجا روی ارزیابی و اندازه‌گیری کارایی زنجیره تأمین با ساختار پیوندی (که ترکیبی از ساختاهای همگرا و واگراست) با توجه به شاخص‌های عملکردی آن است که در این امر از ابزارهای رویکرد شش سیگما استفاده می شود. در نهایت ساختاری جامع در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین با استفاده از شاخص‌های رویکرد شش سیگما ارائه میشود که در ذات خود هدف‌گراست چراکه بر پایه‌ی ابزارهای رویکرد شش سیگما که کمی هستند میباشد. رویکرد شش سیگما یک مقیاس اندازه‌گیری مناسب برای سطح وسیعی از صنایع و فرآیندها فرآهم میکند.

واژه های کلیدی: زنجیره تأمین پیوندی؛ ارزیابی عملکرد؛ رویکرد شش سیگما؛ شاخص RTY.

نام نویسنده‌ی مسئول : فاطمه فیروزی

نشانی نویسنده‌ی مسئول : کوی نصر، خیابان یوسفی(۲۷)، تقاطع فرحزادی، پلاک ۴۹، واحد اول



www.SID.ir

Archive of SID



## ۱. مقدمه

سیستم پایش عملکرد از الزامات هر زنجیره تـأمین اسـت. بـرای موفقیت در محیط کسب و کار، زنجیره ی تأمین به بهبود مـداوم نیاز دارد. برای این منظور لازم است که عملکرد زنجیره ی تأمین ارزیابی شده و معیارهای عملکردی آن اسـتخراج گـردد. تحلیـل زنجیره تأمین و تمرکز بر شـاخص‌هـای عملکـردی کلیـدی آن و پایش سیستم از اهداف این تحقیق میباشد. ابـزار مـورد اسـتفاده شده، ابزارهای شش سیگما می باشد. شـش سـیگما، دارای یـک متدلوژی بهبود به نام DMAIC* که از طریق آن و شاخص‌هـای اندازه‌گیری متدولوژی شش سیگما ، در مسیر بهبود فرایندها مـا را یاری می کند.

اولین بار داسگوپتا در سال ۲۰۰۳ به استفاده از اسـتاندارد شـش سیگما برای اندازه گیری و بهبود زنجیره ی تأمینی خطـی بـرای تک مشخصه بحرانی پرداخته است. [1]

یوسف عامر (۲۰۰۷) در مقاله خود از روش طراحی شش سـیگما برای طراحی زنجیره تأمین و اندازه گیـری عملکـرد آن اسـتفاده کرده. در آنجا عنوان می‌شود که هـر یـک از اعضـا زنجیـره بایـد خروجـی قابـل انـدازه گیـری داشـته باشـد تـا میـزان بهبـود در فرآیندها مشخص شود، پس نیاز اسـت یـک معیارهـای مناسـبی برای زنجیره شناسایی شود. وی در این راه از چرخه IDDOV† (شناخت– تعریـف– طراحـی– بهینـه سـازی– اعتبـار سـنجی) استفاده کرده است که بیشتر روی الگو برداری تأکیـد دارنـد. امـا نیاز به چارچوب های گسترده تری است تا بتـوان بهبودهـا را بـه برنامه‌های استراتژیک، شـاخص‌هـای کلیـدی عملکـرد و اهـداف بهبود مرتبط ساخت. [2]

در سال ۲۰۱۱، احمد عمار در اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین خطی و بهبود آن از ابزارهای شش سیگما بهره می‌گیرد.[3]

به وضوح می‌توان اظهار داشت که عملکرد زنجیره تأمین اساساً به دو مشخصه‌ی عملکردی کلیدی شامل کیفیت ثابت و تحویل به موقع وابسته است .یک محصول معیوب یا یک خدمت معیوب منجر به عدم رضایت مشتری خواهد شد، حتـی اگـر بـه موقـع تحویل مشتری داده شـود و بـرعکس. در ایـن مقالـه یـک روش ساختار یافته که در آن عملکرد زنجیره تـأمین و نهادهـایش بـه طور مؤثر می‌تواند اندازه گیری، بررسـی و بهبـود داده شـود، بـه کمک استاندارد شش سیگما بررسی شده است.

## ۲. ساختار توسعه‌یافته اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین

با بررسی مرور ساختارهای پیشـین مـی تـوان لـزوم ایجـاد یـک چارچوب و یا استراژی برای یک زنجیره تامین ایجاد کرد کـه در آن از ترکیبی از روش های کنترل فرایند آماری، شـش سـیگما و طراحی تلرانس استفاده کرد. کاهش تغییر پـذیری فراینـدها مـی تواند منجر بـه فشـرده شـدن زمـان سـیکل و در نتیجـه بهبـود عملکرد تحویل شـود. بـرای ایـن منظـور، در ایـن پایـان نامـه از شاخص های قابلیت فرایند برای طراحـی تلـرانس شـش سـیگما برای بهبود عملکرد تحویل استفاده شده است.

### گام اول: ترسیم شبکه زنجیره تأمین

لمبرت (۱۹۹۸) گام‌هایی کلی برای ترسیم شبکه زنجیره تأمین ارائه داد که شامل سه مرحله اصلی شناسایی نهادهای زنجیره تأمین، شناسایی فرآیندهای کلیدی، و تعریف یک ساختار شبکه‌ای برای هر فرآیند میباشد. زنجیره تأمین بسته به نوع محصول (یا خدمت) و نیز توالی مراحل در فرآیندهای زنجیره دسته بندی می‌شود. با توجه به این پیچیدگی‌ها در یک طبقه بندی ساختاری بر پایه‌ی جریان مواد بین تسهیلات میتوان زنجیره تأمین را در چهار دسته همگرا(مونتاژی)، واگرا(درختی)، پیوندی و عمومی طبقه‌بندی کرد: (شبکه‌ای) (بیمون ۲۰۰۱ ). در دنیای واقعی زنجیره تأمین‌ها کمتر به صورت خطی یافت می‌شوند و اشکال پیچیده‌تری خواهند داشت، لذا ساختارهای پیشین کارایی محدودی خواهد داشت. در اجرای کاراتر این ساختار و توسعه‌ی آن نمونه‌ای زنجیره تأمین پیوندی که ترکیبی از فرآیندهای همگرا و واگرا می‌باشد را در نظر می‌گیریم.

### گام دوم: پیاده‌سازی چرخه DMAIC شش سیگما روی زنجیره تأمین

در این ساختار راهکار ارزیابی زنجیره تأمین، داخل کردن متدولوژی شش سیگما در زنجیره تأمین است. با پیاده کردن متدولوژی DMAIC شش سیگما مرزهای استاندارد واحدهای

---

* difine-measurement- analyse- improve- control
† identify- define- design-optimize-validate



www.SID.ir

Archive of SID



زنجیره تأمین را با یک چارچوب مناسب مشخص کرده و با شاخص های آماری و کیفی شش سیگما آنرا ارزیابی کرده و بهبود میبخشیم.

چرخه DMAIC

۱- فاز تعریف: که شامل تعریف مساله و اهداف آن، محروریت ها و فرضیات مساله، تعیین زنجیره های موردنظر اعم از مشتری، تأمین کننده، توزیع کننده، توزیع کننده و مشتریها، تعیین CTQ[‡] یا مشخصه‌های بحرانی کیفیت که با توجه به نوع مشتری و صدای هرنوع مشتری تعیین می‌شود. مثلاً برای ذینفعان فقط سود مهم است و برای مشتری کیفیت محصول– تحویل به موقع خدمات پس از فروش.

فرضیات ساختار مورد نظر :

-عملکرد تمام مراحل زنجیره مستقل از هم هستند.

-زنجیره تأمین پیوندی و تک محصولی میباشد.

-دو شاخص عملکردی کلیدی کیفیت، و تحویل به موقع ارزیابی میشود.

-یک محصول (یا خدمت) معیوب، دارای کیفیت کارکردی قابل قبول نیست یا درون پنجره زمانی تحویل مقرر قرار نگرفته است.

-CTQها را بر حسب واحدهای زنجیره‌تأمین دسته‌بندی میکنیم، بدین صورت که در هر واحد زنجیره تامین مشخصه‌های بحرانی کیفیت را کمی و کیفی تعریف میکنیم.

۲- فاز اندازه‌گیری

شاخص اندازه‌گیری در این مرحله تعریف میگردد. استقرار زیربنای فرآیند و ارزیابی سیستم اندازه‌گیری نیز از خروجی های فاز دوم چرخه DMAIC میباشد.

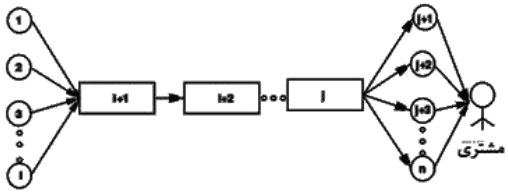
هری و بریفوگل(۲۰۰۰)، RTY[§] را به عنوان یک شاخص عملکرد خروجی تمامی مراحل در یک فرآیند تعریف کردند که در واقع داده‌های DPMO[**] را برای یک فرآیند یا محصول خلاصه می‌کند. RTY یه شاخص اندازه‌گیری است که سطح کلی کیفیت فرآیند یا همان خروجی را اندازه می‌گیرد..

بکارگیری سنجه RTY منجر به آشکار شدن دوباره کاری‌ها (که به عنوان کارخانه‌های پنهان، موجب افزایش هزینه و سیکل تولید می‌شوند) گردیده و آنها را از محاسبات بازده خارج می‌کند

میدانیم که عملکرد یک زنجیره تأمین خطی با $n$ فرآیند پی در پی از حاصلضرب عملکرد زیرفرآیندها بدست میاید. برای زنجیره تأمین پیوندی ساختار شکل ۱، عملکرد کلی بصورت زیر در میاید

$$Y_{RT} = \prod_{i=1}^{j} Y_i \times \min\{Y_{j+1}, Y_{j+2}, ..., Y_n\}$$

شکل ۱ : شبکه زنجیره‌تامین با ساختار پیوندی




تأمین کننده‌ها بصورت همگرا ترکیب شده و به شرکت مرکزی (تولید کننده) میرسند. ازآنجاییکه فرآیند تک محصولی در نظر گرفته شده لذا در محاسبه عملکرد کلی طبق گفته گریو حاصلضرب عملکردها به عنوان عملکرد نهایی تأمین کننده‌ها محاسبه میشود. در یک زنجیره تأمین واگرا در حالتی که از تولید کننده به سمت مشتری محصول حرکت میکند، انتخاب مینیموم مقدار ، بهترین برآورد برای محاسبه عملکرد مشتری‌هاست.

از RTYمی‌توان برا محاسبه مجموع DPU[††] برای کل فرآیند نیز استفاده کرد.

$$U_T = -\ln Y_{RT}$$

و RTY نرمالیزه شده: $Y_{norm} = \sqrt[m]{Y_{RT}}$

که m برابر با تعداد گامهای فرآیندی ست، احتمال نرمالیزه کردن یک واحد معیوب برابر است با : $1-Y_{norm}$. و مقدار Z منطبق با این عدد $Z_{st}$ را به ما میدهد و سطح سیگما برابر خواهد بود با:

‡ Critical To Quality
§ Rolled Throughput Yield
** Defect Per Million Oportunity
†† Defect Per Unit



www.SID.ir

Archive of SID



Sigma Level = $Z_{st}$ +1.5

۳- فاز تجزیه و تحلیل که شامل شناسایی راهکارهای خذف گپ بین عملکرد موجود و عملکرد مطلوب میباشد و نیز شناسایی خروجی(شاخص‌های کلیدی عملکردی زنجیره تأمین) که به طور معنی‌دار بر رضایت‌مندی مشتری تاثیر میگذارند.

۴- فاز بهبود زنجیرهٔ تأمین، بهبود ایده و یافتن راه های بهتر، ارزانتر و سریع تر برای سیستم است، که می تواند با بهترین عملکرد و با الگو گرایی موجب بهبود فرآیند شود .

۵- فاز کنترل که کنترل بهبود جدید در زنجیرهٔ تأمین اندازه گیری شده و مدیریت نرم افزاری به سادگی روند بهبود زنجیرهٔ تأمین را به نمایش می گذارند.

نتیجه‌گیری:

خلاصه مراحل ساختار اندازه‌گیری عملکرد:

- ترسیم شبکه زنجیره تأمین:

۱. شناسایی نهادهای زنجیره ی تأمین

۲. شناسایی فرآیند های کلیدی کاری در زنجیره تأمین

۳. تعریف یک ساختار شبکه ای برای هر فرآیند

- شناسایی CTQهای بحرانی هر کدام از فرآیندهای تعیین شده: کیفیت عملکردی، عملکرد تحویل، خدمات پس از فروش
- تنظیم استانداردها برای هر CTQ: تعریف خرابی
- بر پایه‌ی CTQها و استانداردها: ۱) جمع‌آوری داده ۲) اخذ داده‌های نمونه ۳) محاسبه‌ی DPUو Yو RTY برای هر CTQهر فرآیند کلیدی ۴) تبدیل RTY به سطح سیگمای همه‌ی CTQها برای هر فرآیند کلیدی ۵) انجام مقایسه‌ی افقی برای تعیین قوت و ضعف فرآیندهای کلیدی.
- بررسی کنترل فرآیند آماری : در بررسی اینکه یک فرآیند تحت کنترل آماری هست یا نه، محاسبه مقادیر DPUو RTYبرای هر دوره و ترسیم نمودار کنترل آن

با پیاده کردن متدولوژی DMAIC شش سیگما مرزهای استاندارد واحدهای زنجیره تأمین را با یک چارچوب مناسب مشخص کرده و با شاخص های آماری و کیفی شش سیگما آنرا ارزیابی کردیم. درنظر گرفتن دو شاخص عملکردی زنجیره تأمین به طور همزمان از محاسن این ساختار بشمار میرود. اگرچه با درنظر گرفتن چند شاخص عملکردی به طور همزمان و وزن دهی به آنها برحسب اهمیت در ارزیابی، عملکرد سیستم را دقیقتر پایش کرد.شاخص RTY ارتباطی قوی با ضایعات، دوباره‌کاری و رضایت مشتری دارد، که آنرا شاخصی قوی جلوه میدهد. نمودارهای کنترلی RTYو DPU، ابزارهایی بسیار مناسب در تحلیل عملکرد زنجیره تأمین بشمار میروند.

شبکه زنجیره تأمین با ساختار پیوندیپیوندی ، بیشترین عمومیت را دارد و در اکثر صنایع زنجیره‌ها بصورت ترکیبی از ارتباطات واگرا و همگرا یافت میشوند، لذا ساختار مناسب تری نسبت به ساختار زنجیره تأمین خطی میباشد.

- در تعریف مسآله بهبود سعی در همگام سازی زنجیره تأمین با درنظر گرفتن دو شاخص عملکردی زمان تحویل و کیفیت داشتیم. اگرچه حل مسآله بهینه سازی بصورت تئوریک جوابگو نیست و تنها هدف گذاری برای بهبود است.

## مراجع

[1] T. Dasgupta - Using The Six-Sigma Metric To Measure And Improve The Performance Of A Supply Chain - Total Quality Management, Vol. 14, No. 3, 2003, 355–366.

[2] Yousef Amer, Lee Luong, Sang-Heon Lee, William Y C Wang -Implementing Design For SixSigma To SupplyChain Design- International Conference Industrial Engineering And Engineering Management – 2007.

[3] Ammar Ahmad, BSME - Using Six Sigma Tools to Measure and Improve the Performance of a Manufacturing Supply Chain - August, 2011.



www.SID.ir