

ارائه نمودارهای کنترل کیفیت فازی- آماری فرایند با استفاده از عملگر فازی

مهسا صعصعی، رضا پور موسی

گروه آمار، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

چکیده

منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. برخلاف فکر عموم که معتقدند که باید تقریب‌ها را دقیق‌تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، بنیانگذار منطق فازی، لطفی زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کند. این مقاله از طریق یک عملگر فازی به جای عملگرهای غیر فازی ساز، به پایش و کنترل فرایندهایی با اطلاعات فازی می‌پردازد و با استفاده از یک مثال صنعتی، این موضوع را به تصویر می‌کشد.

۱ مقدمه

نمودارهای کنترل کلاسیک (شوهارت) [۱۰]، از پرکاربردترین ابزارهای کنترل کیفیت آماری هستند که سالیان طولانی است نقش مهمی در ارتقاء سطح کیفی محصولات و خدمات انجام می‌دهند. متداول‌ترین این نمودارها نمودار کنترل کیفیت شوهارت $\bar{X} - R$ است. این نمودارها سطح متوسط عملکرد فرایند و تغییرپذیری را با معیارهای آماری میانگین و حدود تغییرات سنجیده و سعی در کنترل آن کمیت‌ها در طول زمان دارند. البته هر چند نمودار S (انحراف معیار **Mathematics Subject Classification (2010): 62A86**, **Email: Mahsasaei@gmail.com**.

عبارات و کلمات کلیدی: حدود کنترل کیفی، فرایند فازی-آماری، نمودار کنترل فازی-آماری، آماره نمودار کنترل فازی-آماری

داده ها) تغییرات فرایند را به طور دقیق تری کنترل می کند و نسبت به حضور مشاهدات پرت بسیار حساس است، اما از آنجا که در مبحث کنترل کیفیت آماری نمونه های انتخابی غالباً کم حجم هستند و به دلیل ساده تر بودن محاسبات مربوطه دامنه تغییرات در هر نمونه معیار مناسبی برای ارزیابی پراکندگی کیفیت هر نمونه می باشد و نمودار R استفاده گسترده تری دارد. متأسفانه این نمودارها شامل قوانین حساس سازی، برای شناسایی انحرافات با دلیل نمی باشند و فرایند تولیدی را به صورت طبقه بندی دودویی (تحت کنترل) و (خارج از کنترل) قرار می دهند. در حالتی که در مجموعه های فازی و کنترل کیفیت فازی با تعریف تابع عضویت و استفاده از داده های فازی و مبهم سطوح مختلف تصمیم را برای تصمیم گیری تصمیم گیرندگان تبیین می نماید که نسبت به انحرافات با دلیل به سرعت عکس العمل نشان دهند و توانایی ارائه سطوح میانی کیفیت را نیز داشته باشند. این سطوح میانی توسط افراد خبره و کارشناسان استفاده می شوند تا براساس آن هم حدود کنترلی نمودار را رسم و هم کیفیت محصولات را طبقه بندی نمایند. در تئوری مجموعه های فازی، داده های مبهم در قالب مجموعه های فازی در نظر گرفته می شوند و هر مجموعه فازی قابل تبدیل به اعداد دقیق از طریق عملگرهای غیرفازی ساز مانند میانگین، میانه، میان دامنه و مد فازی است و سپس نمودارهای کنترلی ارائه می شوند. یکی از معایب این روش ها از دست رفتن اطلاعات مجموعه های فازی بر اثر استفاده از عملگرهای غیرفازی ساز است. بنابراین استفاده از عملگرهای متفاوت منجر به تصمیمات متفاوتی می شوند که این خود گویای عدم کارایی این گونه روشها است. در این مقاله با استفاده از یک عملگر فازی به جای عملگرهای غیر فازی ساز، به پایش و کنترل فرایندهایی با اطلاعات فازی می پردازیم. در بخش بعدی این مقاله، ابتدا به پیشینه ای از این موضوع پرداخته می شود. سپس در بخش دوم فرض بر آن است که داده ها و اطلاعات دقیق و قطعی است، لذا به توصیف نمودارهای کنترل آماری به شیوه $\bar{X} - R$ برای فرایندهای نرمال می پردازیم. در بخش سوم با فرض اینکه فرایند تحت تأثیر عدم قطعیت ناشی از عدم وجود اطلاعات کامل و دقیق (فازی) قرار دارد، عملکرد نمودارهای کنترل فازی- آماری را با استفاده از عملگر فازی مورد بررسی قرار داده و در قالب یک مثال عددی، کاربرد روش مذکور نشان داده شده است. در بخش چهارم، نتایج حاصل از این پژوهش آورده شده است.

۲ پیشینه موضوع

آنچه که تا بدین جا از ماهیت نمودارهای کنترل شوهارت بیان شد این است که نمودارهای کنترل، محصولات را به صورت طبقه بندی دودویی (صفر و یک) در دو طبقه تحت کنترل یا خارج از کنترل قرار می دهد [۱۰]. راز و وانگ (۱۹۹۰) اولین محققانی بودند که نمودارهای کنترل برای متغیرهای زبانی را توسعه دادند [۱۰]. گولبای و همکاران (۲۰۰۴) نمودارهای کنترل فازی را با استفاده از برش آلفا برای متغیرهای زبانی، پیشنهاد دادند [۳] و بعد از آن گولبای و کهرمان (۲۰۰۷) به بناسازی نمودارهای کنترل فازی برای متغیرهای زبانی به روش جدید پرداخته اند [۲]. مزیت روش آنها عدم تبدیل نمونه های فازی به داده های قطعی است، اما برای بناسازی حدود کنترل فازی از قانون سه انحراف معیار استفاده شده است که وابستگی شدیدی به فرض توزیع نرمال بودن داده ها دارد و به دلیل نادیده گرفته شدن این فرضیات در مقاله آنها، فراز (۲۰۱۰) نیز با استفاده از عملگر فازی و تحت فرضیه نرمال بودن فرایند به بناسازی نمودارهای کنترل آماری- فازی فرایند در حضور دو عدم قطعیت فازی و آماری پرداخته است [۱]. کایا و کهرمان (۲۰۱۱) قابلیت فرایند را بر اساس اندازه گیری های فازی و نمودارهای کنترل تجزیه و تحلیل کردند [۴]. محب علیزاده و فاطمی قمی (۲۰۱۱) توسعه نمودارهای کنترل میانگین و دامنه در محیط فازی با استفاده از روشهای مختلف غیرفازی را انجام دادند [۷]. خادمی و امیرزاده (۲۰۱۴) مدل کنترل فرایند آماری فازی $R - \bar{X}$ را به روش استفاده از عملگرهای غیرفازی ساز میانگین، میانه، مد و میان دامنه فازی برای پایش و کنترل ارائه کردند [۵]. همچنین خادمی و امیرزاده (۲۰۱۵) به بررسی کنترل میانگین فرایند به شیوه فراز (۲۰۱۰) پرداختند [۶]. با توجه به پژوهش های انجام شده در زمینه نمودارهای کنترل فازی و به دلیل محدودیت عملگرهای غیر فازی ساز، مقاله حاضر در پی استفاده از روشی است که بدون غیر فازی کردن، کنترل فازی فرایند را انجام دهد. در این پژوهش سعی بر آن شد که با استفاده از معیار استفاده شده توسط فراز (۲۰۱۰) نمودارهای کنترل $R - \bar{X}$ طراحی و در مورد وضعیت تحت کنترل بودن فرایند تولید، تصمیم گیری شود.

۳ نمودار کنترل فرایند آماری کلاسیک

متغیرها مشخصه های کیفی هستند که در قالب اندازه عددی بیان می شوند. معمولاً در عمل وقتی که مشخصه کیفی مورد مطالعه به صورت متغیر باشد هم میانگین (\bar{X}) و هم واریانس آن (R) را کنترل می کنیم

تعریف ۱.۳. در حالت استاندارد فرض کنید مشخصه کیفیت دارای توزیع $N(\mu, \sigma^2)$ باشد. حدود کنترل نمودارهای کنترلی $R - \bar{X}$ در صورتی که پارامترها نامعلوم باشند، بصورت زیر می باشند:

$$UCL_R = \bar{R} + 3d_4\bar{R}/d_2$$

$$CL_R = \bar{R}$$

$$LCL_R = \bar{R} - 3d_4\bar{R}/d_2$$

و

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\bar{R}/d_3\sqrt{n}$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\bar{R}/d_3\sqrt{n}$$

که در آن \bar{R} میانگین دامنه ای، d_2 و d_4 ثابتهای نمودار کنترلی توزیع نرمال می باشد. [۸]

۴ نمودار کنترل فرایند فازی- آماری

در عمل موقعیت های زیادی وجود دارند که فرایندها دستخوش دو نوع عدم قطعیت فازی و آماری هستند. به عنوان مثال فرایندی را با یک مشخصه کیفی در نظر بگیرید که هدف آن کنترل مشخصه کیفی تصادفی در حضور عدم قطعیت حاکی از دستگاه های اندازه گیری و یا قضاوت افراد است. نمودارهای کنترل آماری از آنجا که عدم قطعیت فازی را در نظر نمی گیرند مناسب نمی باشند. از طرفی، نمودارهای کنترل فازی نیز ماهیت تصادفی بودن مشخصه کیفی را نادیده می

گیرند. لذا ارائه نمودارهایی که قادر به کنترل عدم قطعیت های فازی و آماری بطور همزمان باشند، از اهمیت خاصی برخوردار است که در این بخش به آن می پردازیم.

۱.۴ ناحیه کنترل فازی-آماري

در این مقاله از مفهوم متغیرهای تصادفی فازی در مدل کردن فرایندها در حضور دو عدم قطعیت مذکور استفاده می کنیم. در این راستا مشخصه کیفی فرایند تحت تأثیر دو تابع قرار دارد. تابع توزیع احتمال مشخصه کیفی، تغییرپذیری ذاتی فرایند را مدل می کند و ابهام موجود در فرایند به وسیله یک تابع عضویت فازی مدل سازی می شود. شاپیرو [۹]، بطور جامع مفاهیم و تعاریف مختلف متغیرهای تصادفی فازی را مورد بررسی قرار داده است.

تعریف ۱.۴. می دانیم که یک متغیر تصادفی نرمال دارای تابع چگالی زیر است.

$$f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \left\{ \frac{-1}{2\sigma^2} (x - \mu)^2 \right\} \quad x \in \mathbb{R}, \mu \in \mathbb{R}, \sigma > 0$$

که در آن μ و σ^2 پارامترهای توزیع هستند. در صورتی که مقادیر μ و σ^2 به طور نادقیق و به صورت اعداد فازی $\tilde{\mu}$ و $\tilde{\sigma}^2$ داده شده باشند، آنگاه X دارای توزیع نرمال فازی است.

تعریف ۲.۴. فرض کنید که مشخصه کیفی فرایند X دارای توزیع نرمال فازی است. از طرفی به دلیل حضور عدم قطعیت فازی، مشاهدات در قالب یک عدد فازی LR به فرم $\tilde{X}_{LR} = \langle m, s, l, r \rangle_{LR}$ گزارش داده می شوند که در آن m ، مرکز عدد فازی را نشان می دهد. s بیانگر نصف طول هسته و l و r به ترتیب بیانگر پهنای راست و چپ عدد فازی می

باشند. تابع عضویت این عدد فازی به فرم زیر است:

$$M_{\tilde{X}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < m - s - l \\ L\left(\frac{m - s - x}{l}\right) & \text{if } m - s - l \leq x < m - s \\ 1 & \text{if } m - s \leq x < m + s \\ R\left(\frac{x - s - m}{r}\right) & \text{if } m + s \leq x < m + s + r \\ 0 & \text{if } x > m + s + r \end{cases}$$

که در آن L و R توابعی از چپ پیوسته و غیر صعودی از $[0, 1] \rightarrow [0, 1]$ هستند بطوریکه $L(0) = R(0) = 1$ و $L(1) = R(1) = 0$.

با فرض اینکه مشخصه کیفی فرایند، متغیر تصادفی فازی دارای توزیع نرمال با میانگین فازی

$$\tilde{\mu}_{LR} = \langle \mu_m, \mu_s, \mu_l, \mu_r \rangle_{LR}$$

و واریانس فازی

$$\tilde{\sigma}_{LR} = \langle \sigma_m^2, \sigma_s^2, \sigma_l^2, \sigma_r^2 \rangle_{LR}$$

باشد، همچنین با فرض مجهول بودن پارامترها ابتدا لازم است که این دو پارامتر بصورت زیر تخمین زده شوند.

نکته ۱. زمانی که فرض می شود فرایند تحت کنترل است، نمونه هایی به حجم m و به تعداد k از فرایند جمع آوری می شوند و بوسیله آنالیز این نمونه های اولیه، ابتدا میانگین و واریانس فرایند به فرم زیر تخمین زده می شود:

$$\begin{aligned} \hat{\mu}_{LR} &= \langle \hat{\mu}_m, \hat{\mu}_s, \hat{\mu}_l, \hat{\mu}_r \rangle_{LR} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \langle m_{ij}, s_{ij}, l_{ij}, r_{ij} \rangle_{LR}}{kn} = \frac{\sum_{i=1}^k \langle m_i, s_i, l_i, r_i \rangle_{LR}}{k} \\ &= \left\langle \frac{\sum_{i=1}^k \bar{m}_i}{k}, \frac{\sum_{i=1}^k \bar{s}_i}{k}, \frac{\sum_{i=1}^k \bar{l}_i}{k}, \frac{\sum_{i=1}^k \bar{r}_i}{k} \right\rangle_{LR} = \langle \bar{\bar{m}}, \bar{\bar{s}}, \bar{\bar{l}}, \bar{\bar{r}} \rangle_{LR} \\ \hat{\bar{R}}_{LR} &= \left\langle \frac{\sum_{i=1}^k Rm_i}{k}, \frac{\sum_{i=1}^k Rs_i}{k}, \frac{\sum_{i=1}^k Rl_i}{k}, \frac{\sum_{i=1}^k Rr_i}{k} \right\rangle_{LR} = \langle \bar{R}_m, \bar{R}_s, \bar{R}_l, \bar{R}_r \rangle_{LR} \end{aligned}$$

که در آن

$$\begin{aligned}\bar{R}_{LR} &= (\max X_{mj}, \max X_{sj}, \max X_{lj}, \max X_{rj}) \ominus (\min X_{mj}, \min X_{sj}, \min X_{lj}, \min X_{rj}) \\ &= \langle \max X_{mj} - \min X_{sj}, \max X_{sj} - \min X_{mj}, \max X_{lj} + \min X_{rj}, \max X_{rj} + \min X_{lj} \rangle_{LR} \\ &= \langle R_m, R_s, R_l, R_r \rangle_{LR}\end{aligned}$$

شایان ذکر است بر آورد گر نااریب انحراف استاندارد به فرم $\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}_{LR}}{d_r}$ است.

قضیه ۳.۴. فرض کنید مشخصه کیفیت فازی متغیر تصادفی \tilde{X}_{LR} دارای توزیع نرمال با پارامترهای نامعلوم باشد، حدود کنترل فازی میانگین به صورت زیر می باشد:

$$\begin{aligned}\widetilde{UCL} &= \hat{\mu}_{LR} + 3\tilde{\sigma}_{LR}/\sqrt{n} = \langle \bar{m}, \bar{s}, \bar{l}, \bar{r} \rangle_{LR} + A_2 \langle \bar{R}_m, \bar{R}_s, \bar{R}_l, \bar{R}_r \rangle_{LR} \\ &= \langle \bar{m} + A_2 \bar{R}_m, \bar{s} + A_2 \bar{R}_s, \bar{l} + A_2 \bar{R}_l, \bar{r} + A_2 \bar{R}_r \rangle_{LR}\end{aligned}$$

$$\widetilde{CL} = \hat{\mu}_{LR} = \langle \bar{m}, \bar{s}, \bar{l}, \bar{r} \rangle_{LR}$$

$$\begin{aligned}\widetilde{LCL} &= \hat{\mu}_{LR} - 3\tilde{\sigma}_{LR}/\sqrt{n} = \langle \bar{m}, \bar{s}, \bar{l}, \bar{r} \rangle_{LR} - A_2 \langle \bar{R}_m, \bar{R}_s, \bar{R}_l, \bar{R}_r \rangle_{LR} \\ &= \langle \bar{m} - A_2 \bar{R}_m, \bar{s} - A_2 \bar{R}_s, \bar{l} - A_2 \bar{R}_l, \bar{r} - A_2 \bar{R}_r \rangle_{LR}\end{aligned}$$

و حدود کنترل فازی میانگین به صورت زیر می باشند:

$$\widetilde{UCLR} = \hat{\mu}_R + 3\tilde{\sigma}_R = D_2 \langle \bar{R}_m, \bar{R}_s, \bar{R}_l, \bar{R}_r \rangle_{LR}$$

$$\widetilde{CLR} = \hat{\mu}_R = D_2 \langle \bar{R}_m, \bar{R}_s, \bar{R}_l, \bar{R}_r \rangle_{LR}$$

$$\widetilde{LCLR} = \hat{\mu}_R - 3\tilde{\sigma}_R = D_2 \langle \bar{R}_m, \bar{R}_s, \bar{R}_l, \bar{R}_r \rangle_{LR}$$

که در آن $A_2 = 3/d_r \sqrt{n}$ ، $D_2 = 1 - d_r \bar{R}/d_r$ و $D_2 = 1 + d_r \bar{R}/d_r$ و مقادیر آن برای اندازه نمونه های مختلف در [۱۱] آورده شده است.

اثبات. با استفاده از تعریف ۱.۳ و نکته ۱ حدود کنترل فازی قابل

□

محاسبه می باشند. [۵]

۲.۴ آماره نمودار کنترل فازی- آماری

دو مجموعه فازی، نرمال، محدب و حقیقی F_1 و F_2 را در مجموعه مرجع X در نظر بگیرد. $\mu_{F_1}(x)$ و $\mu_{F_2}(x)$ به ترتیب بیانگر تابع عضویت دو مجموعه فازی می باشند. درصدی از مجموعه فازی F_1 که خارج مجموعه فازی F_2 قرار می گیرد به فرم زیر قابل محاسبه است: [۱]

$$A_{F_1}^{out} = 1 - \frac{\int \min(\mu_{F_1}(x), \mu_{F_2}(x)) dx}{\int \mu_{F_1}(x) dx}$$

مثال ۴.۴. کارخانه سازنده وسایل الکترونیکی خواهان کنترل کیفیت خازن های تولیدی است. مقاومت الکتریکی خازن یکی از مشخصات مهم کیفی است که با استفاده از دستگاه های حساس الکتریکی سنجیده می شوند. از طرفی با در نظر گرفتن خطای اندازه گیری و همچنین شرایط محیطی آزمایشگاه، ۱۰ نمونه ۳ تایی از داده ها در قالب کمیت های فازی دوزنقه ای گزارش می شوند. با آنالیز اولیه داده ها، ناحیه کنترل فازی میانگین در قالب کمیت فازی دوزنقه ای

$$(74/0.2132, 74/0.1892, 73/98188, 73/98081)$$

و برای میزان پراکندگی

$$(0/0.50985, 0/0.46607, 0, 0)$$

محاسبه می گردد.

جدول ۱، بیانگر میانگین ۱۰ نمونه ۳ تایی متوالی هریک به حجم ۴ خازن است. میزان خروج هر یک از نمونه های فازی از ناحیه تحت کنترل فازی توسط رابطه (۴) محاسبه گردید و در جدول ۲ و ۳ آورده شده است. تمامی محاسبات و نتایج حاصل از طریق برنامه نویسی در نرم افزار R انجام شده است.

جدول ۱: داده های فازی مقاومت الکتریکی خازن

No.	X_1				X_2				X_3			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
۱	۷۴/۰۰۱	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰	۷۴/۰۰۱	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۴
۲	۷۴/۰۰۵	۷۴/۰۰۶	۷۴/۰۰۷	۷۴/۰۰۸	۷۳/۹۹۲	۷۳/۹۹۳	۷۳/۹۹۴	۷۳/۹۹۵	۷۴/۰۱۵	۷۴/۰۱۶	۷۴/۰۱۷	۷۴/۰۱۷
۳	۷۴/۰۰۷	۷۴/۰۰۸	۷۴/۰۰۹	۷۴/۰۱	۷۴/۰۰۶	۷۴/۰۰۷	۷۴/۰۰۸	۷۴/۰۰۹	۷۳/۹۹۵	۷۳/۹۹۶	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۷
۴	۷۳/۹۸۹	۷۳/۹۹	۷۳/۹۹۱	۷۳/۹۹۲	۷۴/۰۱۲	۷۴/۰۱۳	۷۴/۰۱۴	۷۴/۰۱۵	۷۳/۹۹	۷۳/۹۹۱	۷۳/۹۹۲	۷۳/۹۹۲
۵	۷۴/۰۱۳	۷۴/۰۱۴	۷۴/۰۱۵	۷۴/۰۱۶	۷۳/۹۸۶	۷۳/۹۸۷	۷۳/۹۸۸	۷۳/۹۸۹	۷۴/۰۱	۷۴/۰۱۱	۷۴/۰۱۲	۷۴/۰۱۲
۶	۷۳/۹۸۵	۷۳/۹۸۶	۷۳/۹۸۷	۷۳/۹۸۸	۷۳/۹۹۵	۷۳/۹۹۶	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۸	۷۳/۹۸۴	۷۳/۹۸۵	۷۳/۹۸۶	۷۳/۹۸۶
۷	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۸	۷۳/۹۹۹	۷۴/۰۰	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۵	۷۳/۹۹۵	۷۳/۹۹۶	۷۳/۹۹۸	۷۳/۹۸۸
۸	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۵	۷۴/۰۰۶	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۲۱	۷۴/۰۰۲۲	۷۴/۰۰۲۳	۷۳/۹۹۵	۷۳/۹۹۶	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۷
۹	۷۳/۹۸	۷۳/۹۸۱	۷۳/۹۸۲	۷۳/۹۸۳	۷۴/۰۰۱	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۸	۷۴/۰۰۹	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۷
۱۰	۷۳/۹۹	۷۳/۹۹۱	۷۳/۹۹۲	۷۳/۹۹۳	۷۳/۹۸۸	۷۳/۹۸۹	۷۳/۹۹	۷۳/۹۹۱	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۸	۷۴/۰۱	۷۴/۰۱

جدول ۲: نتایج حاصل از کنترل میانگین فرایند

NO.	\bar{X}_A	\bar{X}_B	\bar{X}_C	\bar{X}_D	$A_{\bar{X}}^{OUT}$
۱	۷۴/۰۰۱	۷۴/۰۰۲	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۰
۲	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۵	۷۴/۰۰۶	۷۴/۰۰۷	۰
۳	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۵	۷۴/۰۰۵	۰
۴	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۸	۷۳/۹۹۹	۷۴/۰۰۰	۰
۵	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۵	۷۴/۰۰۶	۰
۶	۷۳/۹۸۰	۷۳/۹۸۹	۷۳/۹۹۰	۷۳/۹۹۱	۰/۰۵۱۶
۷	۷۳/۹۹۸	۷۳/۹۹۹	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۸	۰
۸	۷۴/۰۰۶	۷۴/۰۰۷	۷۴/۰۰۸	۷۴/۰۰۹	۰
۹	۷۳/۹۹۶	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۴	۷۳/۹۹۵	۰
۱۰	۷۳/۹۹۲	۷۳/۹۹۳	۷۳/۹۹۷	۷۳/۹۹۸	۰

جدول ۳: نتایج حاصل از کنترل پراکندگی فرایند

NO.	R_A	R_B	R_C	R_D	A_R^{OUT}
۱	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۵۶۴
۲	۰/۰۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۵	۰
۳	۰/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰
۴	۰/۰۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۶	۰
۵	۰/۰۲۴	۰/۰۲۶	۰/۰۲۸	۰/۰۳	۰
۶	۰/۰۰۹	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰
۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰
۸	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰/۰۲۶	۰/۰۲۸	۰
۹	۰/۰۲۵	۰/۰۲۷	۰/۰۲۲	۰/۰۲۴	۰
۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	۰

۵ نتیجه

در نمودارهای کنترل فازی- آماری، اعداد فازی با عملگرهای غیر فازی ساز مانند میانگین، میانه، مد و میان دامنه فازی به اعدادی دقیق تبدیل می شوند و سپس نمودارهای کنترل ارائه می شوند. در واقع در این روشها سعی می شود تا با استفاده از تبدیلات غیر فازی ساز به این سؤال قطعی ”آیا فرایند تحت کنترل است؟“، پاسخ قطعی دهند. اما در محیط فازی، نمودارها باید درجه تعلق فرایند به حالت تحت کنترل را نشان دهند. در این مقاله به منظور قضاوت در مورد میانگین و پراکندگی فرایند، آماره ای مورد استفاده قرار گرفت که درجه عدم انطباق نمونه های فازی را با این ناحیه سنجیده و نتیجه را در قالب عددی ما بین صفر و یک بیان می کند. عدد یک به این معنا است که فرایند خارج از کنترل است. عدد صفر به معنی آن است که فرایند کاملاً تحت کنترل است. در صورتی که عدد مذکور بین صفر و یک باشد، بدین معنی است که فرایند در حالتی فازی بین دو حالت قطعی تحت کنترل و خارج از کنترل قرار دارد و لذا می توان آن را به منزله یک هشدار در نظر گرفت. هرچه مقدار عددی آماره به یک نزدیکتر باشد، بدین معنی است که هشدار وخیم تر است.

مراجع

- [1] A. Faraz, A. F. Shapiro, An application of fuzzy random variables to control charts. *Fuzzy Sets and Systems*, 161 (2010), 2684 – 2694.
- [2] M. Gulbay, C. Kahraman and D., Ruan, a-Cut Fuzzy control charts for linguistic data. *International Journal of Intelligent Systems*, 19 (2004), 1173–1195.
- [3] M. Gulbay and C. Kahraman, An alternative approach to fuzzy control charts: Direct fuzzy approach. *Information Sciences*, 177 (2007), 1463–1480.
- [4] I. Kaya, C. Kahraman, Process capability analyses based on fuzzy measurements and fuzzy control charts. *Expert Systems with Applications*, 38 (2011), 3172–3184.
- [5] M. Khademi and V. Amirzadeh, Fuzzy rules for fuzzy X and R control charts, *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 11 (2014), 55-66.
- [6] M. Khademi and V. Amirzadeh, Process control using assumed fuzzy test and fuzzy acceptance region, *Journal of Mahani Mathematical Research Center*, 2 (2015), 29-37.
- [7] H. Moheb Alizadeha, S.M.T. Fatemi Ghomib, Fuzzy development of mean and range control charts using statistical properties of different representative values. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems*, 22 (2011), 253-265.
- [8] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley Sons, New York, 4 (2005).
- [9] A. F. Shapiro, Fuzzy random variables. *Insurance: Mathematics and Economics*, 44 (2009), 307-314.

ارائه نمودارهای کنترل کیفیت فازی- آماری فرایند با استفاده از عملگر فازی _____ ۱۷۶

- [10] W. A. Shewhart, Economic Control of Quality of Manufactured Product, D. Van Nostrand, Inc., Princeton, NJ., (1937).
- [11] J. H. Wang and T. Raz, on the construction of control charts using linguistic variables, International Journal of Production Research, 28 (1990), 477-487.