سیستم‌های فازی و کاربردها
سال سوم، شماره دوم (پائیز و زمستان ۱۳۹۹)
صص. ۱۶۵ تا ۱۷۶

شاپای چاپی: ۴۴۰۹-۲۷۱۷
شاپای الکترونیکی: ۳۹۸۴-۲۷۱۷
DOR:20.1001.1.27174409.1399.3.2.10.7

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

مهسا صعصعی، رضا پور موسی

گروه آمار، دانشگاه شهید باهنر، کرمان ، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۶

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. برخلاف فکر عموم که معتقدند که باید تقریب ها را دقیق تر کرد تا بهره وری افزایش یابد، بنیانگذار منطق فازی، لطفی زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل هایی 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 می پردازد و با استفاده از یک مثال صنعتی، این موضوع را به تصویر می کشد.

۱ مقدمه

نمودارهای کنترل کلاسیک (شوهارت)[۱۰]، از پر کاربرد ترین ابزارهای کنترل کیفیت اماری هستند که سالیان طولانی است نقش مهمی در ارتقاء سطح کیفی محصولات و خدمات انجام می دهند. متداول ترین این نمودارها نمودار کنترل کیفیت شوهارت $R - \overline{X}$ است. این نمودارها

Mathematics Subject Classification (2010): 62A86 , **Email:** Mahsasasaei@gmail.com.

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

سطح متوسط عملکرد فرایند و تغییر پذیری را با معیار های آماری میانگین و حدود تغییرات سنجیده و سعی در کنترل آن کمیت ها در طول زمان دارند. البته هر چند نمودار S (انحراف معیار 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 غالبا 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. متاسفانه این نمودار ها شامل قوانین حساس سازی، برای شناسایی انحرافات با دلیل نمی باشند و فرایند تولیدی را به صورت طبقه بندي دودويي (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 توانايي ارائه سطوح مياني کیفیت را نیز داشته باشند. این سطوح مياني توسط افراد خبره و کارشناسان استفاده مي شوند تا براساس آن هم حدود کنترلي نمودار را رسم و هم کیفیت محصولات را طبقه بندي نمایند. در تئوری مجموعه های فازی، داده های مبهم در قالب مجموعه های فازی در نظرگرفته 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$\overline{X} - R$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 نمودارهاي کنترل شوهارت بیان شد این است که نمودارهاي کنترل، محصولات را به صورت طبقه بندي دودویي (صفر و یك) در دو طبقه تحت کنترل یا خارج از کنترل قرار مي دهد[۱۰]. راز و وانگ (۱۹۹۰) اولین محققانی بودند که نمودارهاي کنترل براي متغیرهاي زبانی را توسعه دادند[۱۰]. گولباي و همکاران (۲۰۰۴) نمودارهاي کنترل فازي را با استفاده از برش آلفا براي متغیرهاي زبانی، پیشنهاد داددند[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 بااستفاده از عملگر فازی و تحت فرضیه نرمال بودن فرایند به بناسازي نمودارهاي کنترل آماري- فازي فرایند در حضور دو عدم قطعیت فازي و آماري پرداخته است[۱]. کایا و کهرمان (۲۰۱۱) قابلیت فرایند را بر اساس اندازه گیري هاي فازي و نمودارهاي کنترل تجزیه و تحلیل کردند[۴]. محب علیزاده و فاطمی قمی (۲۰۱۱) توسعه نمودارهاي کنترل میانگین و دامنه در محیط فازي بااستفاده از روشهاي مختلف غیرفازي را انجام دادند[۷]. خادمی و امیرزاده (۲۰۱۴) مدل کنترل فرایند آماري فازي$R-\overline{X}$ را به روش استفاده از عملگرهای غیرفازی ساز میانگین، میانه، مد و میان دامنه فازی براي 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 درپی استفاده از روشی است که بدون غیر فازي کردن، کنترل فازي فرایند را انجام دهد. در این پژوهش سعی بر آن شد که بااستفاده از معیار استفاده شده توسط فراز (۲۰۱۰) نمودارهاي کنترل$R-\overline{X}$طراحی و در مورد وضعیت تحت کنترل بودن فرایند تولید، تصمیم گیري شود.

۳ نمودار کنترل فرايند آماري كلاسيك

متغیرها مشخصه هاي کيفي هستند که در قالب اندازه عددي بيان مي شوند. معمولاً در عمل وقتي که مشخصه کيفي مورد مطالعه به صورت متغير باشد هم ميانگين ($\overline{X}$) و هم واريانس آن (R) را کنترل مي کنيم

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

$$UCL_R = \overline{R} + 3d_3\overline{R}/d_2$$
$$CL_R = \overline{R}$$
$$LCL_R = \overline{R} - 3d_3\overline{R}/d_2$$

و

$$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + 3\overline{R}/d_2\sqrt{n}$$
$$CL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}}$$
$$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - 3\overline{R}/d_2\sqrt{n}$$

که در آن$\overline{R}$ میانگین دامنه ای،d_2 وd_3 ثابتهای نمودار کنترلی توزیع نرمال می باشد.[8]

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 بر خوردار است که در این بخش به آن می پردازیم.

۱.۴ ناحیه کنترل فازی-آماری

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 متغیر های تصادفی فازی را مورد بررسی قرار داده است.

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

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

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

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

تابع عضویت این عدد فازی به فرم زیر است:

$$M_{\widetilde{X}}(x)=\begin{cases} ۰ & if x < m-s-l \\ L\left(\dfrac{m-s-x}{l}\right) & if m-s-l \leq x < m-s \\ ۱ & if m-s \leq x < m+s \\ R\left(\dfrac{x-s-m}{r}\right) & if m+s \leq x < m+s+r \\ ۰ & if x > m+s+r \end{cases}$$

که در آنL وRتوابعی از چپ پیوسته و غیر صعودی از$[۰,۱] \to [۰,۱]$هستند بطوریکه$L(۰)=$ $R(۰)=۱$ و $L(۱)=R(۱)=۰$.

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

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

و واریانس فازی

$$\widetilde{\sigma}^۲_{LR}=\langle\sigma^۲_m,\sigma^۲_s,\sigma^۲_l,\sigma^۲_r\rangle_{LR}$$

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 حجمnو به تعدادk 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:

$$\widehat{\widetilde{\mu}}_{LR}=\langle\widehat{\mu}_m,\widehat{\mu}_s,\widehat{\mu}_l,\widehat{\mu}_r\rangle_{LR}=\frac{\sum\limits_{i=۱}^{k}\sum\limits_{j=۱}^{n}\langle m_{ij},s_{ij},l_{ij},r_{ij}\rangle_{LR}}{kn}=\frac{\sum\limits_{i=۱}^{k}\langle m_i,s_i,l_i,r_i\rangle_{LR}}{k}$$
$$=\langle\frac{\sum_{i=۱}^{k}\overline{m}_i}{k},\frac{\sum_{i=۱}^{k}\overline{s}_i}{k},\frac{\sum_{i=۱}^{k}\overline{l}_i}{k},\frac{\sum_{i=۱}^{k}\overline{r}_i}{k}\rangle_{LR}=\overline{\overline{m}},\overline{\overline{s}},\overline{\overline{l}},\overline{\overline{r}}$$

$$\widetilde{\overline{R}}_{LR}=\langle\frac{\sum_{i=۱}^{k}R_{mi}}{k},\frac{\sum_{i=۱}^{k}R_{si}}{k},\frac{\sum_{i=۱}^{k}R_{li}}{k},\frac{\sum_{i=۱}^{k}R_{ri}}{k}\rangle_{LR}=\langle\overline{R}_m,\overline{R}_s,\overline{R}_l,\overline{R}_r\rangle_{LR}$$

که در آن

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

شایان ذکر است بر آورد گر ناااریب انحراف استاندارد به فرم $\widehat{\widetilde{\sigma}} = \frac{\overline{\widetilde{R}}_{LR}}{d_۲}$ است.

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

$$\widetilde{UCL} = \widehat{\widetilde{\mu}}_{LR} + ۳\widetilde{\sigma}_{LR}/\sqrt{n} = \langle \overline{\overline{m}}, \overline{\overline{s}}, \overline{\overline{l}}, \overline{\overline{r}} \rangle_{LR} + A_۲ \langle \overline{R}_m, \overline{R}_s, \overline{R}_l, \overline{R}_r \rangle_{LR}$$

$$= \langle \overline{\overline{m}} + A_۲\overline{R}_m, \overline{\overline{s}} + A_۲\overline{R}_s, \overline{\overline{l}} + A_۲\overline{R}_l, \overline{\overline{r}} + A_۲\overline{R}_r \rangle_{LR}$$

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

$$\widetilde{LCL} = \widehat{\widetilde{\mu}}_{LR} - ۳\widetilde{\sigma}_{LR}/\sqrt{n} = \langle \overline{\overline{m}}, \overline{\overline{s}}, \overline{\overline{l}}, \overline{\overline{r}} \rangle_{LR} - A_۲ \langle \overline{R}_m, \overline{R}_s, \overline{R}_l, \overline{R}_r \rangle_{LR}$$

$$= \langle \overline{\overline{m}} - A_۲\overline{R}_m, \overline{\overline{s}} - A_۲\overline{R}_s, \overline{\overline{l}} - A_۲\overline{R}_l, \overline{\overline{r}} - A_۲\overline{R}_r \rangle_{LR}$$

و حدود کنترل فازی میانگین به صورت زیر می باشند:

$$\widetilde{UCL}_R = \widehat{\widetilde{\mu}}_R + ۳\widetilde{\sigma}_R = D_۳ \langle \overline{R}_m, \overline{R}_s, \overline{R}_l, \overline{R}_r \rangle_{LR}$$

$$\widetilde{CL}_R = \widehat{\widetilde{\mu}}_R = D_۲ \langle \overline{R}_m, \overline{R}_s, \overline{R}_l, \overline{R}_r \rangle_{LR}$$

$$\widetilde{LCL}_R = \widehat{\widetilde{\mu}}_R - ۳\widetilde{\sigma}_R = D_۴ \langle \overline{R}_m, \overline{R}_s, \overline{R}_l, \overline{R}_r \rangle_{LR}$$

که در آن $A_۲ = ۳/d_۲\sqrt{n}$، $D_۳ = ۱ - d_۳\overline{R}/d_۲$ و $D_۴ = ۱ + d_۳\overline{R}/d_۲$ 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 حقیقیF_1وF_2 را در مجموعه مرجعX در نظر بگیرید.$\mu_{F_1}(x)$ و$\mu_{F_2}(x)$به ترتیب بیانگر تابع عضویت دو مجموعه فازی می باشند. درصدی از مجموعه فازیF_1 که خارج مجموعه فازیF_2 قرار می گیرد به فرم زیر قابل محاسبه است: [۱]

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

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 ذوزنقه ای گزارش می شوند. با آنالیز اولیه داده ها، ناحیه کنترل فازی میانگین در قالب کمیت فازی ذوزنقه ای

$$(۷۴/۰۲۱۳۲, ۷۴/۰۱۸۹۲, ۷۳/۹۸۱۸۸, ۷۳/۹۸۰۸۱)$$

و برای میزان پراکندگی

$$(۰/۰۵۰۹۸۵, ۰/۰۴۶۶۰۷, ۰, ۰)$$

محاسبه می گردد.

جدول ۱، بیانگر میانگین ۱۰ نمونه ۳تایی 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

	$X_۱$				$X_۲$				$X_۳$			
No.	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	۷۳/۹۸۸	۷۳/۹۸۸
۸	۷۴/۰۰۳	۷۴/۰۰۴	۷۴/۰۰۵	۷۴/۰۰۶	۷۴/۰۲	۷۴/۰۲۱	۷۴/۰۲۲	۷۴/۰۲۳	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.	$\overline{X_A}$	$\overline{X_B}$	$\overline{X_C}$	$\overline{X_D}$	$A_{\overline{X}}^{OUT}$
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 باعملگرهای غیرفازی 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 غیرفازی 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 نظرگرفت. 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.

[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.