

# طرح نمونه‌گیری برای پذیرش انباشته‌ای از تولیدات با کیفیت فازی: چرا و چگونه؟

رباب افشاری، بهرام صادقی‌پور گیلده

دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه آمار

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ریاضی، گروه آمار

## چکیده

در طراحی کلاسیک اغلب طرح‌های نمونه‌گیری برای پذیرش، معمولاً تمامی مشاهدات و پارامترهای طرح مقادیری دقیق در نظر گرفته می‌شوند. اما در عمل، وجود ابهام در مقدار برآورد شده برخی از پارامترها و حتی مقادیر گزارش شده برای مشاهدات، اجتناب‌ناپذیر است. در این مقاله، پس از بیان علت نادقیق انگاشتن نسبت ارقام معیوب انباشته، به تعمیم طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای متغیر مبتنی بر نسبت ارقام معیوب انباشته فازی در حضور مشاهدات دقیق می‌پردازیم. همچنین ضمن بررسی منحنی مشخصه عملکرد طرح معرفی شده، از یک مثال کاربردی برای تفهیم بهتر مطالب، در انتهای مقاله استفاده می‌شود. نتایج نشان دادند که طرح معرفی شده در محیط فازی، می‌تواند به عنوان تعمیمی از طرح موجود در محیط غیر فازی باشد.

Mathematics Subject Classification (2010): 62A86, Email: robab.afshari@mail.um.ac.ir.

عبارات و کلمات کلیدی: طرح نمونه‌گیری برای پذیرش، منحنی مشخصه عملکرد، کیفیت فازی، مجموعه فازی.

۱۳۹۸ (انجمن سیستم‌های فازی ایران)

## ۱ مقدمه

بحث نمونه‌گیری جهت پذیرش یکی از مباحث مهم در کنترل کیفیت آماری محسوب می‌شود. یکی از کاربردهای معمول و متداول نمونه‌گیری برای پذیرش، بازرسی مواد اولیه و یا انباشته‌ای از تولیدات نهایی یک کارخانه است. بعد از دریافت انباشته، معمولاً نمونه‌ای از آن انتخاب و مشخصه کیفیت مورد نظر بازرسی می‌شود. سپس با توجه به اطلاعات حاصل از این نمونه، درباره رد و یا پذیرش انباشته تصمیم می‌گیرند. نمونه‌گیری برای پذیرش بنا به برخی دلایل مورد توجه بسیاری از کاربران قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به مواردی مانند مخرب بودن بازرسی، غیر ممکن بودن بازرسی صد در صد، بالا بودن هزینه بازرسی و وقت گیر بودن بازرسی صد در صد اشاره کرد. اگرچه مزیت اصلی نمونه‌گیری برای پذیرش، از بعد اقتصادی است، اما یکی از ضعف‌های عمده آن وقوع دو نوع خطای رد انباشته خوب و پذیرش انباشته بد، در جریان تصمیم‌گیری درباره انباشته تحت بررسی بر اساس اطلاعات حاصل از نمونه، می‌باشد. هر طرح نمونه‌گیری برای پذیرش دارای دو پارامتر حجم نمونه و عدد پذیرش است و منظور از طراحی یک طرح، تعیین مقدار عددی این پارامترها است.

یکی از روش‌های طبقه‌بندی طرح‌های نمونه‌گیری برای پذیرش، با توجه به نوع مشخصه کیفیت مورد نظر است. با توجه به اینکه بتوان آن را در قالب یک مقیاس نسبی بیان کرد یا نه، طرح مربوطه به ترتیب، طرح نمونه‌گیری متغیر و طرح نمونه‌گیری وصفی نامیده می‌شود. یکی از عمده برتری‌های طرح نمونه‌گیری متغیر نسبت به طرح وصفی، کوچک بودن حجم نمونه مورد نیاز در طرح‌های نمونه‌گیری متغیر و در بر داشتن اطلاعات زیاد درباره انباشته است [۱۸].

صرف‌نظر از متغیر یا وصفی بودن طرح نمونه‌گیری برای پذیرش، نوع دیگری از کلاس‌بندی طرح‌های نمونه‌گیری بر مبنای روش نمونه‌گیری بکار گرفته شده وجود دارد که بر این اساس، انواع طرح‌ها از جمله طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای<sup>۱</sup> (SSP)، طرح نمونه‌گیری دو مرحله‌ای<sup>۲</sup>، طرح نمونه‌گیری چند مرحله‌ای<sup>۳</sup>، ... وجود دارد [۲۳].

در طرح‌های کلاسیک تمامی مولفه‌ها دقیق فرض می‌شوند. اما در موقعیت‌های عملی ممکن

<sup>1</sup>Single sampling plan

<sup>2</sup>Double sampling plan

<sup>3</sup>Multiple sampling plan

است با مسائلی روبرو شویم که یک یا چند مولفه آن‌ها نادقیق باشند. یکی از مناسب‌ترین راه‌های توصیف اطلاعات نادقیق، استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی است. در مرجع [۱۴] یک کلاس از طرح‌های نمونه‌گیری ساده مبتنی بر بهینه‌سازی در محیط فازی مورد مطالعه قرار گرفته است. مرجع [۲۴]، طرحی را بر اساس مدل توزیع فوق هندسی و پواسن فازی پیشنهاد داد که در آن هم نسبت اقلام معیوب انباشته و هم اندازه نمونه، یک مقدار مبهم است. طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای وصفی برای پذیرش در صورتی که نسبت اقلام معیوب انباشته یک کمیت فازی دوزنقه‌ای باشد در [۷] بررسی شده است. همچنین طرح نمونه‌گیری دو مرحله‌ای برای پذیرش بر اساس یک مدل توزیع پواسن فازی توسط [۸] پیشنهاد شده است. تاثیر خطای بازرسی در طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای در محیط فازی توسط [۹] بررسی شد. در مرجع [۱۰]، طرح نمونه‌گیری دنباله‌ای بر مبنای آزمون فرض‌های فازی مطالعه شده است. طرح نمونه‌گیری تعویقی چندگانه در محیط فازی که در آن همزمان از اطلاعات جاری و آتی فرآیند تولیدی برای تصمیم‌گیری درباره محصولات تولید شده استفاده می‌شود در مراجع [۴] و [۵] آورده شده است. برای مطالعات بیشتر در زمینه کنترل کیفیت فازی می‌توان به [۱]، [۱۹]، [۲۰]، [۲۱] و [۲۵] مراجعه کرد.

طرح SSP متغیر جهت پذیرش انباشته‌ای از تولیدات، به دلیل سادگی در اجرا از یک سو و برداشتن اطلاعات زیاد از سوی دیگر، یکی از پرطرفدارترین روش از سوی کاربران است. در این روش، پس از اندازه‌گیری مشخصه کیفیت مورد نظر در نمونه تصادفی اخذ شده، قضاوت در مورد پذیرش یا رد انباشته مورد بررسی، با توجه به اندازه‌های به دست آمده و تعیین معیارهای آماری مانند آماره‌ها به عمل می‌آید. در این طرح معمولاً نسبت اقلام معیوب انباشته ( $p$ ) مقداری دقیق در نظر گرفته شده و در طراحی طرح مورد نظر، از نظریه احتمال سنتی استفاده می‌شود. اما در دنیای واقعی و مسائل تصمیم‌گیری، در مقدار به دست آمده برای  $p$  از طریق آزمایشات، قضاوت‌های شخصی و یا برآورد، ابهام وجود دارد. در چنین شرایطی نظریه احتمال کلاسیک در طراحی طرح مذکور، کارایی لازم را نداشته و برای این منظور از روش باکلی [۱۳] در نظریه مجموعه‌های فازی استفاده می‌شود. پس از بیان برخی مفاهیم و قضایای مورد استفاده در بخش ۲، الگوریتم اجرای طرح SSP در حضور کیفیت دقیق و فازی به ترتیب در بخش‌های ۳ و ۴ آورده می‌شود. همچنین منحنی مشخصه عملکرد طرح پیشنهادی در بخش ۴ بررسی می‌شود. به منظور

تشریح چگونگی کاربرد طرح پیشنهادی، مثالی کاربردی در بخش ۵ آورده می‌شود. بخش پایانی به ذکر برخی نتایج به دست آمده اختصاص می‌یابد.

## ۲ تعاریف و مفاهیم

در این بخش، برخی از مفاهیم و قضایای مورد استفاده در این مقاله آورده می‌شود که برای کسب اطلاعات بیشتر به [۱۲]، [۱۱]، [۱۳]، [۱۵] و [۱۷] مراجعه شود.

**تعریف ۱.۲** (مجموعه فازی<sup>۴</sup>). فرض کنید  $X$  یک مجموعه ناتهی باشد. یک مجموعه فازی  $\tilde{A}$  در  $X$  با تابع عضویت آن تعیین می‌شود، یعنی  $\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1]$  که  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  درجه عضویت  $x$  در مجموعه فازی  $\tilde{A}$  برای هر  $x \in X$  نامیده می‌شود. این تابع با  $\tilde{A}$  نیز نشان داده می‌شود به عبارت دیگر  $\tilde{A} : X \rightarrow [0, 1]$ .

**تعریف ۲.۲** (مجموعه فازی نرمال). مجموعه فازی  $\tilde{A}$  از مجموعه  $X$  نرمال نامیده می‌شود، اگر  $x$  در آن وجود داشته باشد که درجه عضویت آن یک باشد، یعنی  $\tilde{A}(x) = 1$ . در غیر این صورت،  $\tilde{A}$  غیر نرمال خواهد بود.

**تعریف ۳.۲** (آلفا برش<sup>۵</sup>). مجموعه  $\alpha$ -برش از  $\tilde{A}$ ، یک مجموعه غیر فازی است که آن را با  $\tilde{A}[\alpha]$  نشان می‌دهیم و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{A}[\alpha] = \{x \in X \mid \tilde{A}(x) \geq \alpha\} \quad \forall \alpha \in [0, 1].$$

**تعریف ۴.۲** (مجموعه فازی محدب<sup>۶</sup>). مجموعه فازی  $\tilde{A}$  محدب نامیده می‌شود هرگاه برای هر  $\alpha \in [0, 1]$  یک زیر مجموعه محدب از  $X$  باشد.

<sup>4</sup>Fuzzy set

<sup>5</sup>Alpha-cut

<sup>6</sup>Convex fuzzy set

تعریف ۵.۲ (کمیت فازی<sup>۷</sup>). مجموعه فازی  $\tilde{A}$  که نرمال، محدب و تابع عضویت آن نیم پیوسته بالایی<sup>۸</sup> باشد، کمیت فازی نام دارد.

تعریف ۶.۲ (عدد فازی<sup>۹</sup>). کمیت فازی که فقط به ازای یک  $x$  درجه عضویت یک داشته باشد، عدد فازی نام دارد. شایان ذکر است که آلفا برش هر عدد فازی مانند  $\tilde{A}$  به صورت  $\tilde{A}[\alpha] = [A^-, A^+]$  است که در آن  $A^-[\alpha]$  و  $A^+[\alpha]$ ، به ترتیب می‌نیم و ماکسیم  $\tilde{A}[\alpha]$  است.

تعریف ۷.۲ (عدد فازی مثلثی<sup>۱۰</sup>). مجموعه فازی  $\tilde{A}$  عدد فازی مثلثی در مجموعه اعداد حقیقی  $R$  نامیده می‌شود و آن را با  $(a, b, c)$  نمایش می‌دهند هرگاه تابع عضویت آن برابر باشد با:

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b, \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x < c, \\ 0; & \text{در غیر این صورت.} \end{cases}$$

تعریف ۸.۲ (عدد فازی  $lr$ ). عدد فازی  $\tilde{A}$  عدد فازی  $lr$  در مجموعه اعداد حقیقی  $R$  نامیده می‌شود هرگاه تابع عضویت آن برابر باشد با:

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} l\left(\frac{m-x}{\alpha}\right); & x \leq m, \\ r\left(\frac{x-m}{\beta}\right); & x > m, \\ 0; & \text{در غیر این صورت.} \end{cases}$$

که در آن  $l$  و  $r$  توابعی غیر صعودی از اعداد حقیقی مثبت به  $[0, 1]$ ، غیر خطی بوده و  $l(0) = r(0)$  است.

<sup>7</sup>Fuzzy quantity

<sup>8</sup>Upper semi-continuous

<sup>9</sup>Fuzzy number

<sup>10</sup>Triangular fuzzy number

انباشته‌ای از تولیدات با کیفیت فازی: چرا و چگونه؟ \_\_\_\_\_ ۳۰

**تعریف ۹.۲** (فاصله  $D_{p,q}$  بین دو عدد فازی).  $D_{p,q}$  تابعی نامنفی است که فاصله بین دو عدد فازی  $\tilde{A}$  و  $\tilde{B}$  را اندازه می‌گیرد که در آن پارامترهای  $1 \leq p \leq \infty$  و  $0 \leq q \leq 1$  هستند. برای جزئیات بیشتر تر به [۲۲] مراجعه شود. مقدار تابع مذکور به صورت رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D_{p,q}(\tilde{A}, \tilde{B}) = \begin{cases} \left[ (1-q) \int_0^1 |A^-[ \alpha ] - B^-[ \alpha ]|^p d\alpha + q \int_0^1 |A^+[ \alpha ] - B^+[ \alpha ]|^p d\alpha \right]^{\frac{1}{p}} & p < \infty, \\ (1-q) \sup_{0 < \alpha \leq 1} (|A^-[ \alpha ] - B^-[ \alpha ]|) + q \inf_{0 < \alpha \leq 1} (|A^+[ \alpha ] - B^+[ \alpha ]|) & p = \infty. \end{cases}$$

**نکته ۱۰.۲**. به منظور سادگی در محاسبات، معمولاً  $p = ۲$  و  $q = \frac{1}{۳}$  در نظر گرفته می‌شوند. به عنوان مثال، دو عدد فازی مثلثی  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  و  $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$  را در نظر بگیرید. آن‌گاه طبق تعریف ۹.۲ داریم:

$$\begin{aligned} D_{2, \frac{1}{3}}^2(\tilde{A}, \tilde{B}) = & \frac{1}{3} \left\{ (a_1 - b_1)^2 + (a_1 - b_1) \left( (a_2 + b_1) - (a_1 + b_2) \right) \right. \\ & \left. + \frac{1}{3} \left( (a_2 + b_1) - (a_1 + b_2) \right)^2 \right\} \\ & + \frac{1}{3} \left\{ (a_3 - b_3)^2 + (a_3 - b_3) \left( (a_2 + b_2) - (a_3 + b_2) \right) \right. \\ & \left. + \frac{1}{3} \left( (a_2 + b_3) - (a_3 + b_2) \right)^2 \right\} \end{aligned} \quad (۱)$$

**تعریف ۱۱.۲** (توزیع احتمال گسسته فازی). فرض کنید  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  یک فضای نمونه متناهی و  $F$  یک میدان شامل همه زیر مجموعه‌های  $X$  باشد. توزیع احتمال گسسته فازی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{P}(\{x_i\}) = \tilde{k}_i, \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, n\},$$

به طوری که تکیه‌گاه  $\tilde{k}_i$  زیرمجموعه‌ای از بازه  $[0, 1]$  بوده و داریم:

$$\forall \alpha \in [0, 1], \quad \exists k_i \in \tilde{k}_i[\alpha] \text{ s.t. } \sum_{i=1}^n k_i = 1.$$

فرض کنید  $E = \{x_1, x_2, \dots, x_l\}$  ( $l \in \{1, 2, \dots, n\}$ ) یک زیر مجموعه از  $X$  باشد. آن‌گاه  $\alpha$ -برش احتمال فازی پیشامد  $E$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{P}(E)[\alpha] = \left\{ \sum_{i=1}^l k_i : S \right\}, \quad \forall \alpha \in [0, 1],$$

که در آن  $S$  عبارت است از:  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ ,  $k_i \in \tilde{k}_i[\alpha]$ .

مثال ۱۲.۲. فرض کنید  $p$  احتمال موفقیت در آزمایش برنولی بوده و مقدار آن مبهم باشد. بنابراین از نماد  $\tilde{p}$  به جای  $p$  و  $\tilde{q}$  به جای  $q = 1 - p$  استفاده خواهد شد. در این صورت  $\alpha$ -برش احتمال فازی  $r$  موفقیت در  $n$  آزمایش مستقل برابر است با [۳]:

$$\tilde{P}(r)[\alpha] = \{C_n^r p^r q^{n-r} : S\} = [P^-[\alpha], P^+[\alpha]],$$

که در آن

$$P^-[\alpha] = \min \{C_n^r p^r q^{n-r} : S\}, P^+[\alpha] = \max \{C_n^r p^r q^{n-r} : S\},$$

همچنین  $C_n^r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$  و  $S$  معادل عبارت  $\{(p, q) \mid p \in \tilde{p}[\alpha], q \in \tilde{q}[\alpha], p + q = 1\}$  است.

به عنوان مثال، اگر  $\tilde{p} = (0.3, 0.4, 0.5)$ ،  $\tilde{q} = (0.5, 0.6, 0.7)$ ،  $n = 3$  و  $r = 2$ ، آن‌گاه

داریم:

$$\begin{aligned} \tilde{p}[\alpha] &= [0.3 + 0.1\alpha, 0.5 - 0.1\alpha], \\ P^-[\alpha] &= \min \{3p^2q : S\}, P^+[\alpha] = \max \{3p^2q : S\}, \end{aligned}$$

چون در بازه  $[\tilde{p}, \tilde{p}^*]$  همواره  $\frac{d(\tilde{p}^* q)}{dp} > 0$  است، در نتیجه خواهیم داشت:

$$\tilde{P}(\tilde{p})[\alpha] = [(2.7 - 0.3\alpha)(0.3 + 0.1\alpha)^2, (1.5 + 0.3\alpha)(0.5 - 0.1\alpha)^2].$$

قضیه ۱۳.۲ (قضیه نمایش<sup>۱۱</sup>). فرض کنید  $\{\tilde{B}[\alpha]\}_{\alpha \in [0,1]}$  رده‌ای از زیر مجموعه‌های  $X$  باشد که  $\tilde{B}[0] = X$ . شرط لازم و کافی برای آنکه مجموعه فازی  $\tilde{A}$  از  $X$  وجود داشته باشد به طوری که برای هر  $\alpha \in [0, 1]$ ، داشته باشیم  $\tilde{A}[\alpha] = \tilde{B}[\alpha]$ ، آن است که برای هر  $\alpha_1, \alpha_2 \in [0, 1]$  که  $\alpha_1 < \alpha_2$ ،  $\tilde{B}[\alpha_2] \subseteq \tilde{B}[\alpha_1]$ .

### ۳ طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای کلاسیک برای پذیرش در مورد

#### مشخصه متغیر

فرض کنید مشخصه کیفیت محصول مورد نظر دارای حد مشخصه فنی بالایی<sup>۱۲</sup> (USL) بوده و از توزیع نرمال با میانگین نامعلوم  $\mu$  و انحراف استاندارد  $\sigma$  پیروی کند. در این مقاله جهت خلاصه‌نویسی از نماد  $U$  به جای USL استفاده خواهیم کرد. روش اجرای طرح SSP با انحراف استاندارد معلوم<sup>۱۳</sup> (KSD-SSP) به صورت زیر است [۲۳]:

گام اول: نمونه‌ای به حجم  $n_\sigma$  ( $X_1, X_2, \dots, X_{n_\sigma}$ ) از انباشته انتخاب کرده و مقدار آماره

$$V_\sigma = \frac{U - \bar{X}}{\sigma}$$

را محاسبه می‌کنیم که در آن  $\bar{X} = \frac{1}{n_\sigma} \sum_{i=1}^{n_\sigma} X_i$  است.

گام دوم: اگر  $v_\sigma \geq k_\sigma$ ، آنگاه انباشته را پذیرفته و در غیر این صورت رد می‌شود.  $v_\sigma$  مقدار مشاهده شده آماره  $V_\sigma$  و  $k_\sigma$  عدد پذیرش تحت اجرای طرح KSD-SSP است.

اگر نسبت اقلام معیوب انباشته برابر  $p$  باشد، آنگاه

$$p = P(X > U | \mu) = 1 - \Phi\left(\frac{U - \mu}{\sigma}\right), \quad (2)$$

<sup>11</sup>Representation theorem

<sup>12</sup>Upper specification limit

<sup>13</sup>Known standard deviation SSP



که در آن  $\Phi$ ، تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد است. بنا به [۱۸]، احتمال پذیرش انباشته تحت اجرای طرح KSD-SSP، برابر است با:

$$P_{a\sigma}(p) = \Phi((z_p - k_\sigma)\sqrt{n_\sigma}). \quad (۳)$$

که در آن  $z_p$ ، چندک مرتبه  $(1-p)$  ام توزیع نرمال استاندارد است یعنی:

$$z_p = \Phi^{-1}(1-p). \quad (۴)$$

در صورتی که انحراف استاندارد جامعه نامعلوم باشد، شیوه اجرای طرح SSP با انحراف استاندارد نامعلوم<sup>۱۴</sup> (USD-SSP) مشابه با حالت انحراف استاندارد معلوم است. با این تذکره در اینجا از انحراف استاندارد نمونه‌ای به جای برآورد  $\sigma$  استفاده می‌شود. اگر  $n_s$  و  $k_s$ ، به ترتیب حجم نمونه و عدد پذیرش در حالت انحراف استاندارد نامعلوم باشند، در این صورت طبق [۱۶]، احتمال پذیرش انباشته برابر است با:

$$P_{as}(p) = \Phi\left((z_p - k_s)\sqrt{\frac{n_s}{1 + k_s^2/2}}\right). \quad (۵)$$

## ۴ طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای فازی برای پذیرش در مورد مشخصه متغیر

در این بخش طرح SSP متغیر را در حالتی که مقدار نسبت اقلام معیوب انباشته  $p$  نادقیق است بررسی می‌کنیم. قبل از ارائه الگوریتم اجرای طرح مذکور با کیفیت فازی، ابتدا لازم است اشاره شود که نادقیق در نظر گرفتن مقدار  $p$  چه توجیه عملی دارد. به همین منظور، مرور کوتاهی بر روش ساخت اعداد فازی مثلثی مبتنی بر مجموعه‌ای از فواصل اطمینان خواهیم داشت که توسط باکلی [۱۲] استفاده شده است. متغیر تصادفی  $X$  با تابع چگالی احتمال  $f(x, p)$  را در

<sup>14</sup>Unknown standard deviation SSP

نظر بگیرید. فرض کنید پارامتر  $p$  نامعلوم بوده و می‌خواهیم آن را بر اساس یک نمونه مانند  $X_1, X_2, \dots, X_n$  برآورد کنیم. یک روش معمول برای برآورد کردن مقدار پارامتر  $p$  یافتن برآورد نقطه‌ای  $\hat{p}$  است که با جایگذاری مقادیر مشاهده شده  $X_i = x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) در یک آماره مناسب مانند  $H = h(X_1, X_2, \dots, X_n)$  به دست می‌آید. اما نکته حائز اهمیتی که در اینجا وجود دارد این است که این مقدار برآورد به دست آمده، الزاماً مقدار دقیق پارامتر  $p$  را نتیجه نمی‌دهد. به همین دلیل، بحث یافتن برآورد فاصله‌ای  $(1 - \alpha)\%$  برای  $p$  مانند  $[L(\alpha), R(\alpha)]$  به ازای هر  $\alpha \in (0, 1)$  مطرح می‌شود. به طوری که فاصله اطمینان  $0\%$  برای  $p$  برابر  $[L(100\%), R(100\%)] = [\hat{p}, \hat{p}]$  و فاصله اطمینان  $100\%$  برای آن برابر  $\Theta = [L(0\%), R(0\%)]$  است که در آن  $\Theta$  نمادی برای نمایش فضای کل پارامتر است. باکلی با قرار دادن این فواصل اطمینان بر روی هم، عدد فازی مثلثی  $\tilde{p}$  را ساخت که لاندای برش‌های آن، همان فواصل اطمینان هستند. ملاحظه می‌شود که با در نظر گرفتن عدد فازی مثلثی  $\tilde{p}$  به عنوان برآورد  $p$ ، اطلاعات بیشتری حاصل می‌شود تا وقتی که فقط برآورد نقطه‌ای و یا حتی فقط یک برآورد فاصله‌ای تکی برای آن منظور شود. با این مقدمه، در ادامه روش اجرای طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای فازی<sup>۱۵</sup> (FSSP) در مورد مشخصه کیفیت متغیر آورده می‌شود.

برای سادگی در محاسبات، نسبت اقلام معیوب انباشته را عدد فازی مثلثی  $\tilde{p} = (a_1, a_2, a_3)$  در نظر می‌گیریم. در این صورت، به ازای هر  $\alpha \in [0, 1]$   $\alpha$ -برش  $\tilde{p}$  برابر است با [۱۳]:

$$\tilde{p}[\alpha] = [a_1 + (a_2 - a_1)\alpha, a_3 - (a_3 - a_2)\alpha]. \quad (6)$$

#### ۱.۴ الگوریتم اجرای طرح FSSP متغیر در حالت انحراف استاندارد معلوم

فرض کنید مشخصه کیفیت مورد نظر دارای حد مشخصه فنی بالایی USL بوده و از توزیع نرمال با میانگین نامعلوم  $\mu$  و انحراف استاندارد  $\sigma$  پیروی کند. روش اجرای طرح FSSP با انحراف استاندارد معلوم (KSD-FSSP) دقیقاً مشابه با گام‌های اجرای طرح KSD-SSP است که در بخش

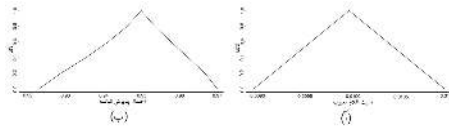
<sup>15</sup>Fuzzy single sampling plan

پیشین آورده شد. تنها اختلاف بین آنها در طرز محاسبه مقدار احتمال پذیرش انباشته است. با توجه به رابطه (۷.۳)، ملاحظه می‌شود که مقدار احتمال پذیرش انباشته تابعی از کیفیت ورودی انباشته یعنی  $p$  است. چون در اینجا مقدار  $p$  نادقیق در نظر گرفته شده است، بنابراین احتمال پذیرش انباشته نیز قاعدتاً کمیته فازی به دست خواهد آمد. با توجه به رابطه (۷.۳) و استفاده از روش باکلی (طبق تعریف ۱۱.۲)،  $\alpha$ -برش احتمال فازی پذیرش در طرح KSD-FSSP برابر است با:

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{a\sigma}(\tilde{p})[\alpha] &= \left\{ \Phi((z_p - k_\sigma)\sqrt{n_\sigma}) \mid p \in \tilde{p}[\alpha] \right\}, \\ &= [P_{a\sigma}^-[ \alpha ], P_{a\sigma}^+[ \alpha ]], \end{aligned} \quad (7)$$

که در آن  $\tilde{p}[\alpha]$  مطابق رابطه (۶) محاسبه شده و  $P_{a\sigma}^-[ \alpha ]$  و  $P_{a\sigma}^+[ \alpha ]$  به ترتیب می‌نیم و ماکسیم مجموعه  $\tilde{P}_{a\sigma}(\tilde{p})[\alpha]$  است.

مثال ۱.۴. فرض کنید می‌خواهیم درباره انباشته‌ای از تولیدات یک فرایند تولیدی تحت اجرای طرح KSD-FSSP با پارامترهای  $n_\sigma = 43$  و  $k_\sigma = 2.75$  تصمیم‌گیری نماییم. اگر نسبت اقلام معیوب انباشته برابر  $(0.09, 0.1, 0.11)$  باشد. آن‌گاه طبق رابطه (۶)،  $\alpha$ -برش  $\tilde{p}$  برابر  $\tilde{p}[\alpha] = [0.09 + 0.01\alpha, 0.11 - 0.01\alpha]$  است. بنابراین به ازای  $\alpha = 0$ ،  $\tilde{p}[0] = [0.09, 0.11]$ . با استفاده از رابطه (۷)،  $\alpha$ -برش احتمال فازی پذیرش انباشته در  $\tilde{p}$  برابر با  $\tilde{P}_{a\sigma}(\tilde{p})[0] = [0.9233, 0.9704]$  است. یعنی انتظار می‌رود که به ازای هر صد انباشته ارسالی در چنین فرآیندی، ۹۲ تا ۹۷ انباشته پذیرفته شود. شکل ۱، عدد فازی  $\tilde{p}$  و احتمال فازی پذیرش انباشته در  $\tilde{p}$  را نمایش می‌دهد. با توجه به قضیه نمایش ملاحظه می‌شود که احتمال فازی پذیرش انباشته به صورت یک عدد فازی  $lr$  است.



شکل ۱: نمودارهای توابع عضویت ( $\tilde{A}$ ) نسبت اقلام معیوب ( $\tilde{p} = (0.09, 0.1, 0.11)$ ) (ب) احتمال فازی پذیرش انباشته تحت اجرای طرح KSD-FSSP در  $\tilde{p}$

#### ۲.۴ نوار مشخصه عملکرد طرح FSSP متغیر

منحنی مشخصه عملکرد<sup>۱۶</sup> (OC) هر طرح، یکی از ابزارهای مورد استفاده جهت تشخیص قدرت عملکرد آن طرح بین کیفیت خوب و بد از هم می‌باشد که از آن می‌توان برای مقایسه عملکرد طرح‌های مختلف بهره برد. این منحنی از رسم احتمال پذیرش انباشته در برابر مقادیر مختلف نسبت اقلام معیوب انباشته به دست می‌آید. چنانچه خواهیم دید، نادقیق بودن نسبت اقلام معیوب انباشته، باعث می‌شود که منحنی OC طرح پیشنهاد شده، به صورت نواری ظاهر شود که پهنای آن نوار، از میزان ابهام پارامتر نسبت تاثیر می‌پذیرد. از این رو منحنی OC را در طرح معرفی‌شده، نوار FOC می‌نامیم. با تغییر موقعیت پارامتر نسبت بر روی محور افقی و با معلوم بودن درجه ابهام پارامتر نسبت، نمودار FOC رسم می‌شود.

مثال ۲.۴. مفروضات مثال ۱.۴ را در نظر بگیرید. می‌خواهیم نوار FOC مربوط به طرح داده شده در این مثال را رسم کنیم. به منظور نمایش بهتر تغییر موقعیت نسبت اقلام معیوب  $\tilde{p} = (a_1, a_2, a_3)$  روی محور افقی، از پارامتر واسطه‌ای مانند  $t$  استفاده می‌کنیم. بنابراین ساختار  $\tilde{p}$  را به صورت  $\tilde{p}_t$ ، طبق رابطه (۸) بازنویسی می‌کنیم:

$$\tilde{p}_t = (t, b_2 + t, b_3 + t), \quad (8)$$

که در آن  $b_i = a_i - a_1$  ( $i = 2, 3$ ) و  $t \in [0, 1 - b_3]$  است. بنابراین به ازای  $\alpha \in [0, 1]$

<sup>16</sup>Operating characteristic

داریم:

$$\tilde{p}_t[\alpha] = [t + b_2\alpha, b_3 + t - (b_3 - b_2)\alpha]. \quad (9)$$

به عبارت گویاتر، هر مقدار از  $t$ ، معادل یک مقدار از پارامتر نسبت فازی  $\tilde{p}_t$  است که طبق رابطه (۸) به دست می‌آید.

فرض کنید  $\alpha$  - برش احتمال فازی پذیرش انباشته وقتی نسبت اقلام معیوب برابر عدد فازی  $\tilde{p}_t$  باشد با نماد  $\tilde{P}_{(a\sigma)t}[\alpha]$  نشان داده شود، در این صورت با جایگذاری  $\tilde{p}_t$  به جای  $\tilde{p}$  در رابطه (۷)، داریم:

$$\tilde{P}_{(a\sigma)t}[\alpha] = [P_{(a\sigma)t}^-, P_{(a\sigma)t}^+], \quad (10)$$

که در آن

$$\begin{aligned} P_{(a\sigma)t}^-[\alpha] &= \min \left\{ \Phi((z_{pt} - k_{r\sigma})\sqrt{n_\sigma}) \mid p_t \in \tilde{p}_t[\alpha] \right\}, \\ P_{(a\sigma)t}^+[\alpha] &= \max \left\{ \Phi((z_{pt} - k_{r\sigma})\sqrt{n_\sigma}) \mid p_t \in \tilde{p}_t[\alpha] \right\}. \end{aligned} \quad (11)$$

با استفاده از روابط (۸) و (۹) داریم:

$$\begin{aligned} \tilde{p}_t &= (t, t + 0.001, t + 0.002), \quad t \in [0, 0.998], \\ \tilde{p}_t[\alpha] &= [t + 0.001\alpha, t + 0.002 - 0.001\alpha]. \end{aligned}$$

با بکارگیری روابط (۱۰) و (۱۱) و به ازای هر  $\alpha \in [0, 1]$ ،  $\alpha$  - برش مقدار  $\tilde{P}_{(a\sigma)t}$  محاسبه و مطابق قضیه نمایش مشاهده شد که مقادیر  $\tilde{P}_{(a\sigma)t}$  به صورت اعداد فازی  $lr$  هستند. احتمال فازی پذیرش به ازای برخی از مقادیر  $t$ ، در جدول ۱ گزارش شده است. برای بررسی این که با تغییر کیفیت فرآیند تولیدی، احتمال فازی پذیرش انباشته، افزایش می‌یابد یا کاهش، فاصله

مقادیر احتمال فازی پذیرش را از عدد صفر با استفاده از رابطه (۱) محاسبه و در جدول ۱ ثبت شده است. با مقایسه فواصل ثبت شده در جدول ۱، مشاهده می‌شود که با افزایش  $t$  (یا به طور معادل افزایش نسبت اقلام معیوب انباشته)، مقادیر فواصل ثبت شده کاهش می‌یابند. به عبارت دیگر، ارتباط مستقیمی بین احتمال فازی پذیرش انباشته با میزان کیفیت فرآیند تولیدی وجود دارد، طوری که با کاهش کیفیت فرآیند تولید، میزان احتمال فازی پذیرش انباشته کاهش می‌یابد. بعلاوه وقتی که کیفیت فرایند، افزایش می‌یابد، احتمال فازی پذیرش انباشته تقریباً عدد یک است. نوار FOC در شکل ۲ به ازای برخی از مقادیر  $\alpha$  رسم شده است. همان طوری که ملاحظه می‌شود، با افزایش مقدار  $\alpha$  (یا کاهش میزان ابهام در مقدار گزارش شده نسبت اقلام معیوب انباشته)، پهنای نوار کم شده به طوری که وقتی  $\alpha = 1$  (یا وقتی که نسبت اقلام معیوب انباشته مقداری دقیق باشد) است، کران‌های بالا و پایین نوار بر هم منطبق شده و حالت غیر فازی (معمولی) رخ می‌دهد (شکل ۲ (د)). نکته حائز اهمیت بعدی که از شکل ۲ استنتاج می‌شود این است که نوار FOC طرح معرفی شده، تابعی نزولی بر حسب نسبت اقلام معیوب انباشته است. یعنی با افزایش نسبت اقلام معیوب انباشته، احتمال تصمیم بر پذیرش انباشته کاهش می‌یابد.

جدول ۱: احتمال فازی پذیرش در طرح KSD-FSSP و فاصله آن از عدد صفر

t	$\tilde{P}_t$	$\tilde{P}_{(a\sigma)t}$	$D_{2, \frac{1}{2}}(\tilde{P}_{(a\sigma)t}, 0)$
۰/۰۰۰	(۰/۰۰۰, ۰/۰۰۱, ۰/۰۰۲)	(۱/۰۰۰۰, ۱/۰۰۰۰, ۱/۰۰۰۰)	۱/۰۰۰۰
۰/۰۰۱	(۰/۰۰۱, ۰/۰۰۲, ۰/۰۰۳)	(۱/۰۰۰۰, ۱/۰۰۰۰, ۱/۰۰۰۰)	۱/۰۰۰۰
۰/۰۰۲	(۰/۰۰۲, ۰/۰۰۳, ۰/۰۰۴)	(۰/۹۹۹۹, ۱/۰۰۰۰, ۱/۰۰۰۰)	۱/۰۰۰۰
۰/۰۰۳	(۰/۰۰۳, ۰/۰۰۴, ۰/۰۰۵)	(۰/۹۹۹۵, ۰/۹۹۹۹, ۱/۰۰۰۰)	۰/۹۹۹۸
۰/۰۰۴	(۰/۰۰۴, ۰/۰۰۵, ۰/۰۰۶)	(۰/۹۹۸۱, ۰/۹۹۹۵, ۰/۹۹۹۹)	۰/۹۹۹۳
۰/۰۰۵	(۰/۰۰۵, ۰/۰۰۶, ۰/۰۰۷)	(۰/۹۹۴۳, ۰/۹۹۷۹, ۰/۹۹۹۴)	۰/۹۹۷۴
۰/۰۰۶	(۰/۰۰۶, ۰/۰۰۷, ۰/۰۰۸)	(۰/۹۸۶۵, ۰/۹۹۳۹, ۰/۹۹۷۷)	۰/۹۹۳۰
۰/۰۰۷	(۰/۰۰۷, ۰/۰۰۸, ۰/۰۰۹)	(۰/۹۷۲۸, ۰/۹۸۵۷, ۰/۹۹۳۵)	۰/۹۸۴۴
۰/۰۰۸	(۰/۰۰۸, ۰/۰۰۹, ۰/۰۱۰)	(۰/۹۵۲۱, ۰/۹۷۱۷, ۰/۹۸۵۰)	۰/۹۷۰۲
۰/۰۰۹	(۰/۰۰۹, ۰/۰۱۰, ۰/۰۱۱)	(۰/۹۲۳۳, ۰/۹۵۰۳, ۰/۹۷۰۴)	۰/۹۴۸۷
۰/۰۱۰	(۰/۰۱۰, ۰/۰۱۱, ۰/۰۱۲)	(۰/۸۸۶۶, ۰/۹۲۱۱, ۰/۹۴۸۶)	۰/۹۱۹۵
۰/۰۱۱	(۰/۰۱۱, ۰/۰۱۲, ۰/۰۱۳)	(۰/۸۴۲۶, ۰/۸۸۲۸, ۰/۹۱۸۷)	۰/۸۸۲۵
۰/۰۱۲	(۰/۰۱۲, ۰/۰۱۳, ۰/۰۱۴)	(۰/۷۹۲۳, ۰/۸۳۹۳, ۰/۸۸۱۰)	۰/۸۳۸۴
۰/۰۱۳	(۰/۰۱۳, ۰/۰۱۴, ۰/۰۱۵)	(۰/۷۳۷۴, ۰/۷۸۸۷, ۰/۸۳۶۰)	۰/۷۸۸۲
۰/۰۱۴	(۰/۰۱۴, ۰/۰۱۵, ۰/۰۱۶)	(۰/۶۷۹۶, ۰/۷۳۳۵, ۰/۷۸۵۰)	۰/۷۳۳۵
۰/۰۱۵	(۰/۰۱۵, ۰/۰۱۶, ۰/۰۱۷)	(۰/۶۲۰۳, ۰/۶۷۵۵, ۰/۷۲۹۶)	۰/۶۷۶۰
۰/۰۱۶	(۰/۰۱۶, ۰/۰۱۷, ۰/۰۱۸)	(۰/۵۶۱۲, ۰/۶۱۶۲, ۰/۶۷۱۴)	۰/۶۱۷۱
۰/۰۱۷	(۰/۰۱۷, ۰/۰۱۸, ۰/۰۱۹)	(۰/۵۰۳۵, ۰/۵۵۷۲, ۰/۶۱۲۱)	۰/۵۵۸۴
۰/۰۱۸	(۰/۰۱۸, ۰/۰۱۹, ۰/۰۲۰)	(۰/۴۴۸۳, ۰/۴۹۹۶, ۰/۵۵۳۱)	۰/۵۰۱۱
۰/۰۱۹	(۰/۰۱۹, ۰/۰۲۰, ۰/۰۲۱)	(۰/۳۹۶۳, ۰/۴۴۴۶, ۰/۴۹۵۷)	۰/۴۴۶۲

تبصره ۳.۴. در صورتی که انحراف استاندارد جامعه نامعلوم باشد، الگوریتم اجرای طرح FSSP با

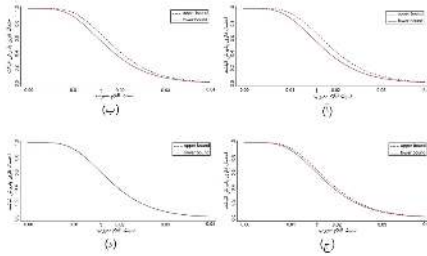
انحراف استاندارد نامعلوم

(USD-FSSP) مشابه با طرح KSD-FSSP بوده با این تذکر که در این حالت، از انحراف استاندارد

نمونه‌ای به جای برآورد  $\sigma$  استفاده می‌شود. مشابه با آنچه که در حالت انحراف استاندارد معلوم

مطرح شد، با استفاده از رابطه (۵) و بکارگیری روش باکلی،  $\alpha$ -برش احتمال فازی پذیرش در

انباشته‌ای از تولیدات با کیفیت فازی: چرا و چگونه؟ ۴۰



شکل ۲: نوار FOC در طرح KSD-FSSP (ا)  $\alpha = 0$  (ب)  $\alpha = 0.2$  (ج)  $\alpha = 0.6$  (د)  $\alpha = 1$

طرح USD-FSSP به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{as}(\tilde{p})[\alpha] &= \left\{ \Phi\left((z_p - k_s) \sqrt{\frac{n_s}{1 + k_s^2/\gamma}} \mid p \in \tilde{p}[\alpha]\right) \right\}, \\ &= \left[ P_{as}^-[\alpha], P_{as}^+[\alpha] \right]. \end{aligned} \quad (12)$$

که در آن  $P_{as}^+[\alpha]$  و  $P_{as}^-[\alpha]$  به ترتیب می‌نیم و ماکسیم مجموعه  $\tilde{P}_{as}(\tilde{p})[\alpha]$  است.

## ۵ مثال کاربردی

یکی از مشخصه‌های اصلی و ضروری در فرآیند تولید نمایشگرهای STN<sup>۱۷</sup>، ضخامت غشاء هر پیکسل است که باید همواره تحت کنترل قرار گیرد. به طوری که بالا بودن ضخامت این پوسته، منجر به کاهش زاویه دید و بالا رفتن وزن نمایشگر می‌شود. در این بخش می‌خواهیم برای تصمیم‌گیری درباره رد یا پذیرش انباشته‌ای از تولیدات مربوط به نمایشگرهای STN که در [۶] مطالعه شده است، از بازرسی تحت اجرای USD-FSSP استفاده کنیم. در این محصولات تولیدی، مشخصه کیفیت مورد نظر دارای حد مشخصه فنی بالایی  $USL = 12500$  است. فرض کنید طبق قرارداد بسته شده بین مشتری و تولیدکننده پارامترهای طرح مذکور برابر  $n_s = 136$  و  $k_s = 2.7$  باشند. قبل از تصمیم‌گیری درباره انباشته، لازم است نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی

<sup>17</sup>Super-Twisted-Nematic



جدول ۲: داده‌های مربوط به میزان ضخامت پوسته پیکسل در نمایشگرهای STN

۱۱۵۸۹٫۸	۱۱۸۰۰٫۸	۱۱۷۲۱٫۷	۱۱۶۶۴٫۳	۱۱۶۸۱٫۱	۱۱۷۲۶٫۴	۱۱۷۰۰٫۲	۱۱۷۵۴٫۲	۱۱۷۳۱٫۲	۱۱۷۲۷٫۷	۱۱۶۸۰٫۵
۱۱۷۲۲٫۹	۱۱۶۳۳٫۶	۱۱۷۵۵٫۲	۱۱۶۷۰٫۹	۱۱۷۵۵٫۲	۱۱۷۰۵٫۹	۱۱۶۵۵٫۳	۱۱۷۷۳٫۱	۱۱۷۲۳٫۶	۱۱۶۸۱٫۳	۱۱۶۷۱٫۸
۱۱۷۲۷٫۷	۱۱۷۲۹٫۲	۱۱۶۹۲٫۳	۱۱۶۸۱٫۱	۱۱۶۷۰٫۹	۱۱۷۵۵٫۲	۱۱۷۳۸٫۴	۱۱۷۰۵٫۹	۱۱۶۷۷٫۰	۱۱۷۱۰٫۱	۱۱۶۸۲٫۱
۱۱۶۷۴٫۷	۱۱۶۳۶٫۴	۱۱۷۰۵٫۸	۱۱۶۹۲٫۳	۱۱۷۹۷٫۲	۱۱۶۷۷٫۰	۱۱۷۲۳٫۶	۱۱۷۹۷٫۲	۱۱۷۲۶٫۴	۱۱۷۷۵٫۲	۱۱۷۷۵٫۲
۱۱۷۲۲٫۶	۱۱۸۱۶٫۷	۱۱۷۱۲٫۷	۱۱۶۷۷٫۰	۱۱۷۶۹٫۹	۱۱۶۸۱٫۳	۱۱۷۶۹٫۱	۱۱۶۳۳٫۶	۱۱۷۴۵٫۴	۱۱۷۰۵٫۸	۱۱۶۷۰٫۹
۱۱۷۲۲٫۹	۱۱۶۶۷٫۹	۱۱۷۶۹٫۱	۱۱۷۲۱٫۷	۱۱۶۵۵٫۳	۱۱۷۳۸٫۴	۱۱۷۶۰٫۶	۱۱۶۷۷٫۰	۱۱۷۷۵٫۵	۱۱۷۱۲٫۷	۱۱۶۹۲٫۳
۱۱۶۶۶٫۲	۱۱۷۰۰٫۲	۱۱۷۰۵٫۹	۱۱۷۰۵٫۹	۱۱۷۲۸٫۴	۱۱۷۲۹٫۲	۱۱۷۴۳٫۳	۱۱۶۴۷٫۲	۱۱۶۶۴٫۲	۱۱۷۰۰٫۲	۱۱۷۲۷٫۷
۱۱۷۵۴٫۲	۱۱۶۶۲٫۳	۱۱۷۲۹٫۲	۱۱۷۲۱٫۷	۱۱۶۳۶٫۴	۱۱۷۷۵٫۲	۱۱۷۰۰٫۲	۱۱۷۲۶٫۴	۱۱۶۵۵٫۳	۱۱۶۵۵٫۳	۱۱۵۸۹٫۸
۱۱۶۶۴٫۳	۱۱۶۳۳٫۶	۱۱۶۸۰٫۵	۱۱۷۴۳٫۳	۱۱۶۷۷٫۰	۱۱۷۲۹٫۲	۱۱۶۶۷٫۹	۱۱۶۸۲٫۱	۱۱۷۲۱٫۷	۱۱۶۵۵٫۳	۱۱۶۳۳٫۶
۱۱۷۳۱٫۲	۱۱۷۴۳٫۳	۱۱۶۴۷٫۲	۱۱۶۶۷٫۹	۱۱۷۳۸٫۴	۱۱۶۷۷٫۰	۱۱۷۲۸٫۴	۱۱۷۴۴٫۱	۱۱۶۸۱٫۱	۱۱۶۳۳٫۶	۱۱۷۶۰٫۶
۱۱۷۷۳٫۱	۱۱۶۳۶٫۴	۱۱۷۶۹٫۱	۱۱۷۰۰٫۲	۱۱۶۶۴٫۲	۱۱۶۸۰٫۵	۱۱۷۰۵٫۸	۱۱۷۸۰٫۷	۱۱۶۸۲٫۱	۱۱۷۲۳٫۶	۱۱۶۴۷٫۲
۱۱۷۴۵٫۴	۱۱۷۳۱٫۲	۱۱۷۵۴٫۲	۱۱۷۲۲٫۶	۱۱۷۸۰٫۷	۱۱۷۷۳٫۱	۱۱۷۰۵٫۸	۱۱۸۱۶٫۷	۱۱۶۷۰٫۹	۱۱۷۴۴٫۱	۱۱۶۸۲٫۱
۱۱۶۸۱٫۳	۱۱۷۱۲٫۶	۱۱۶۸۱٫۳	۱۱۷۴۳٫۳							

شود. بر اساس داده‌های نمونه،  $p$ -مقدار در آزمون شاپیرو-ویلک برابر  $۰٫۲۵۴۴$   $p$ -value = به دست آمد که از  $۰٫۰۵$  بزرگتر است. بنابراین نرمال بودن داده‌های نمونه رد نمی‌شود. پس برای تصمیم‌گیری درباره انباشته به طریق زیر عمل کردیم: نمونه‌ای به اندازه  $۱۳۶$  از انباشته تحت بازرسی گردآوری شد. داده‌ها در جدول ۲ گزارش شده‌اند. مقادیر میانگین نمونه‌ای و انحراف استاندارد نمونه‌ای به ترتیب برابر  $\bar{x} = ۱۱۷۰۸٫۶۸$  و  $s = ۴۵٫۵۶$  به دست آمدند. در نتیجه داریم:  $v_s = \frac{۱۲۵۰۰ - ۱۱۷۰۸٫۶۸}{۴۵٫۵۶} = ۱۷٫۳۶$  چون  $v_s \geq ۲٫۰۷$ ، بنابراین انباشته پذیرفته شد.

## ۶ نتیجه‌گیری

یکی از فرض‌های اساسی در اجرای طرح نمونه‌گیری یک مرحله‌ای متغیر، فرض دقیق بودن نسبت اقلام معیوب انباشته است. اما در برخی فرآیندهای تولیدی، نسبت اقلام نامنطبق فرآیند دقیق نیست و بوسیله اعداد (کمیت‌های) فازی توصیف می‌شود. در این مقاله، با اتکا به نظریه مجموعه‌های فازی، طرح FSSP برای مشخصه کیفیت متغیر که از توزیع نرمال تبعیت می‌کند، معرفی شد. برای نشان دادن عملکرد طرح پیشنهاد شده در تشخیص کیفیت‌های خوب و بد از هم، از برخی مثال‌های عددی و کاربردی استفاده کرده و نتیجه گرفتیم که طرح پیشنهاد شده در محیط

انباشته‌ای از تولیدات با کیفیت فازی: چرا و چگونه؟ \_\_\_\_\_ ۴۲

فازی، تعمیمی از طرح موجود در حالت سنتی است. علیرغم اینکه تحقیقات زیادی برای تعمیم طرح‌های نمونه‌گیری پذیرش در محیط فازی انجام گرفته است، تعمیم و بررسی طرح‌های نمونه‌گیری برای پذیرش در محیط فازی در صورتی که مشخصه کیفیت محصول تولیدی چندمتغیره و یا از توزیع غیر نرمال گرفته شده باشد، می‌تواند از موضوعات بالقوه برای تحقیقات آینده به شمار آید.

## مراجع

- [۱] پرچمی، ع.، نمودارهای کنترل شوهارت بر اساس کیفیت فازی، سیستم‌های فازی و کاربردها، دوره یکم، شماره یکم، ۱۳۹۷، ص ۷۲-۵۵.
- [۲] طاهری، س.م.، آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۸.
- [۳] طاهری، س.م.، مقدمه‌ای بر احتمال و آمار فازی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۸۷.
- [4] Afshari, R., Sadeghpour Gildeh, B. and Sarmad, M., Fuzzy multiple deferred state attribute sampling plan in the presence of inspection errors, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, **33**(1) (2017) 503-514.
- [5] Afshari, R., Sadeghpour Gildeh, B. and Sarmad, M., Multiple deferred state sampling plan with fuzzy parameter, *International Journal of Fuzzy Systems*, **20**(2) (2018) 549-557.
- [6] Aslam, M., Azam, M. and Jun, C. H., A new lot inspection procedure based on exponentially weighted moving average. *International Journal of Systems Science*, **46**(8) (2013) 1392-1400.

- [7] Baloui Jamkhaneh, E., Sadeghpour Gildeh, B. and Yari, G., Acceptance single Sampling plan with fuzzy parameter. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, **8**(2) (2011) 47-55.
- [8] Baloui Jamkhaneh, E. and Sadeghpour Gildeh, B., Acceptance double sampling plan using fuzzy poisson distribution. *World Applied Sciences Journal*, **16**(11) (2012) 1578-1588.
- [9] Baloui Jamkhaneh, E., Sadeghpour Gildeh, B. and Yari, G., Inspection error and its effects on single sampling plans with fuzzy parameters. *Structural and multi-disciplinary Optimization*, **43**(4) (2011) 555-560.
- [10] Baloui Jamkhaneh, E. and Sadeghpour Gildeh, B., Sequential sampling plan using fuzzy SPRT. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems*, **25**(3)(2013) 785-791.
- [11] Buckley, J. J., (2003), Fuzzy probability. *New approach and application*, Physica-Verlage, Heidelberg.
- [12] Buckley, J. J. (2004). Uncertain probabilities III: the continuous case. *Soft computing*, **8**(3), 200-206.
- [13] Buckley, J. J., (2006), Fuzzy probability and statistics. *Springer Verlag, Berlin Heidelberg*.
- [14] Chakraborty, T. K., A class of single sampling plans based on fuzzy optimization. *Quality Control and Applied Statistics*, **37**(7) (1992) 359-362.
- [15] Dubois, D. and Prade, H., Operations of fuzzy numbers. *International Journal of Systems Science*, **9**(6) (1978) 613-626.

- [16] Duncan, A. J., (1986), *Quality Control and Industrial Statistics*. 5th ed. Homewood, IL: Irwin.
- [17] Klir G. J. and Yuan B., (1995), *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice Hall, New Jersey.
- [18] Montgomery, D. C., (2012), *Introduction to Statistical Quality Control*. Wiley, New York.
- [19] Parchami, A., Testing fuzzy quality in engineering management, *In Intelligent Techniques in Engineering Management*, (2015) 431-447, Springer, Cham.
- [20] Parchami, A., Sadeghpour Gildeh, B., Taheri, S.M. and Mashinchi, M., A general p-value-based approach for testing quality by considering fuzzy hypothesis, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, **32**(3) (2017) 1649-1658.
- [21] Parchami, A., Taheri, S.M., Sadeghpour Gildeh, B. and Mashinchi, M., A simple but efficient approach for testing fuzzy hypotheses, *Journal of Uncertainty Analysis and Applications*, **4**(1) (2016) 2.
- [22] Sadeghpour Gildeh, B. and Gien, D.,  $D_{p,q}$ - distance and the correlation coefficient between two fuzzy random variables. *Rencontres Franceophones sur la logique floue et ses applications*, Mons, Belgique, (2001), 97-101,
- [23] Schilling, E. G. and Neubauer D. V., (2017), *Acceptance Sampling in Quality Control*. CRC Press, Florida.
- [24] Tong, X. and Wang, Z., Fuzzy acceptance sampling plans for inspection of geospatial data with ambiguity in quality characteristics. *Computers & Geosciences*, **48**(11) (2012) 256-266.

[25] Viertle, R., (2011), Statistical Methods for Fuzzy Data. *John Wiley and Sons*.