

# بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای ناپارامتری علامت

## از نوع جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی

میثم مددی

کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

مجید نوجوان\*

استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

**چکیده** در نمودارهای جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی اگر تغییری در فرآیند باعث فاصله گرفتن آماره از مرکزیت شود و در این حالت تغییر دیگری در جهت مخالف رخ دهد، قدرت نمودار در تشخیص این تغییر کاهش می‌یابد که این مسئله اثر اینرسی بر عملکرد نمودار نامیده می‌شود. در این مقاله اثر اینرسی بر روی عملکرد نمودارهای ناپارامتری علامت از نوع جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی بررسی و مقایسه شده است/ برای این کار یک برنامه شبیه‌سازی تهیه شده که متوسط طول دنباله در حالت تحت کنترل و خارج از کنترل را در این نمودارها به ازای مقادیر مختلف پارامتر و با استفاده از سه توزیع متفاوت محاسبه می‌کند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که اینرسی تاثیر زیادی بر مقدار متوسط طول دنباله در حالت تحت کنترل نمودار علامت از نوع جمع تجمعی ندارد اما مقادیر متوسط طول دنباله در حالت خارج از کنترل نمودار را در تغییرات بزرگ افزایش و توان نمودار در تشخیص این تغییرات را کاهش می‌دهد. همچنین در نمودار علامت از نوع میانگین متحرک موزون نمایی نیز اینرسی مقدار متوسط طول دنباله در حالت تحت کنترل را کاهش و مقادیر متوسط طول دنباله در حالت خارج از کنترل را در تغییرات متوسط و بزرگ افزایش می‌دهد. به عبارتی بر اثر اینرسی در این نمودار تعداد اخطارهای اشتباه بیشتر و قدرت تشخیص تغییرات کمتر می‌شود. با توجه به اینکه تاثیر منفی اینرسی بر عملکرد نمودار علامت از نوع جمع تجمعی کمتر از نمودار علامت از نوع میانگین متحرک موزون نمایی است، استفاده از این نمودار در کنترل فرآیندهای غیرنرمال توصیه می‌شود.

**کلمات کلیدی** نمودار ناپارامتری، اینرسی، نمودار علامت از نوع جمع تجمعی، نمودار علامت از نوع میانگین متحرک موزون نمایی/

### ۱- مقدمه

پارامتری گفته می‌شود، نرمال بودن فرآیند است و در صورتی که توزیع فرآیند نامعلوم یا غیرنرمال باشد معمولاً از نمودارهای ناپارامتری برای کنترل فرآیند استفاده می‌شود. پارت [۱] و رینولدز [۲] نمودارهای کنترل ناپارامتری را بر اساس رتبه‌های ترتیبی آماره علامت معرفی کردند. مک گیلکریست و وودیر [۳] برای نظارت بر میزان بارش از روش آزاد توزیع CUSUM استفاده و عملکرد آن را بررسی نمودند/ بکیر [۴] و بکیر و رینولدز [۵] نمودار کنترل ناپارامتری را با استفاده از آماره‌ی رتبه علامت ویلکاکسون معرفی کردند. پارک [۶] برای توزیع‌های نامتقارن استفاده از نمودارهای کنترل ناپارامتری را پیشنهاد و عملکرد نمودارهای علامت و رتبه علامت‌دار را در این حالت بررسی نمود.

نمودارهای کنترل به عنوان یکی از ابزارهای کنترل فرآیند آماری ( $SPC^1$ ) برای تشخیص وجود تغییرات با دلیل در فرآیند به کار می‌روند. در نمودارهای شوهارتی برای کنترل فرآیند فقط از اطلاعات آخرین نمونه استفاده می‌شود و از این رو این نمودارها در تشخیص تغییرات کوچک تا متوسط در فرآیند توانایی زیادی ندارند/ در نقطه مقابل نمودارهایی غیر شوهارتی علاوه بر آخرین نمونه از اطلاعات نمونه‌های گذشته هم برای کنترل فرآیند استفاده می‌کنند که نمودار جمع تجمعی ( $CUSUM^2$ ) و میانگین متحرک موزون نمایی ( $EWMA^3$ ) از آن جمله هستند. فرض اساسی در همه این نمودارها که به آنها نمودارهای

\*Corresponding author) mnojavan@azad.ac/ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۲

مقاومت در مقابل هشدار تحت سناریوی بدترین و بهترین حالت بررسی کردند. نهایتاً نورالسنا و واقفی [۲۷] نیز تاثیر تغییرات کشف نشده را بر خصوصیات اینرسی در نمودار کنترل EWMA بررسی نمودند.

با بررسی تحقیقات قبلی مشخص می‌شود که اگر چه نمودارهای ناپارامتری در کنترل فرایندهای غیرنرمال کاربرد زیادی دارند اما تاکنون اثر اینرسی بر روی عملکرد این نمودارها بررسی نشده است. بنابراین در این مقاله اثر اینرسی بر عملکرد نمودار ناپارامتری علامت از نوع CUSUM و EWMA بررسی و عملکرد دو نمودار در مواجهه با اینرسی با هم مقایسه شده است. ساختار مقاله بدین صورت است که در بخش دوم نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA و نحوه استفاده از آنها تشریح شده است. در بخش سوم اینرسی به صورت مختصر تشریح شده و سپس در بخش چهارم اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA بررسی و عملکرد این دو نمودار با هم مقایسه شده است. نهایتاً در بخش پنجم نتیجه‌گیری آمده است.

## ۲- نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA

نمودار علامت از نوع شوهارت یکی از ساده‌ترین و مشهورترین نمودارهای ناپارامتری است که از آن برای نظارت بر مرکزیت (میانگین یا میانه) فرایند استفاده می‌شود. فرضیات مورد نیاز برای استفاده از این نمودار شامل: استقلال مشاهدات و پیوسته بودن توزیع احتمال بوده و در آن نیازی به فرض متقارن بودن توزیع وجود ندارد. در نمودار علامت تمام مشاهدات یک نمونه باید با مقدار هدف مقایسه و در صورتی که مقدار یک مشاهده بیش از مقدار هدف باشد، علامت (+) و در غیر این صورت علامت (-) برای آن مشاهده در نظر گرفته می‌شود. سپس آماره علامت که تعداد علامت‌های مثبت در هر نمونه ( $SN_i$ ) است محاسبه و از آن برای کنترل فرایند استفاده می‌شود. آماره علامت دارای توزیع دو جمله‌ای با میانگین  $np$  و واریانس  $npq$  بوده و در صورتیکه مقدار هدف ( $\mu$ ) صدک ۵۰ ام فرآیند باشد میانگین و واریانس آماره علامت در حالت تحت کنترل به ترتیب برابر  $\frac{n}{p}$  و  $\frac{n}{p}$  است. با بکارگیری آماره علامت و استفاده از رویه‌های CUSUM و EWMA می‌توان علاوه بر اطلاعات آخرین نمونه، از اطلاعات نمونه‌های گذشته نیز در کنترل فرایند استفاده و با اینکار توان نمودار را در تشخیص تغییرات کوچک تا متوسط افزایش داد. برای این منظور نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA توسعه داده شده‌اند.

پارک و رینولدز [۷] نمودارهای ناپارامتری از نوع شوهارت و جمع تجمعی را بر اساس آماره‌ی جاده‌ی خطی پیشنهاد و عملکرد آنها را بررسی نمودند. امین و همکاران [۸] و آرنولد [۹] بر اساس آماره‌ی علامت از نمودارهای کنترل ناپارامتری از نوع شوهارت و روش آزاد توزیع جمع تجمعی برای داده‌های گروه بندی شده استفاده کردند. امین و سیرسی [۱۰] عملکرد نمودار میانگین متحرک موزون نمایی (EWMA) را با استفاده از آماره‌ی رتبه علامت‌دار ویلکاکسون مطالعه کردند. هاکل و لدولتر [۱۱] و [۱۲] یک نمودار کنترل ناپارامتری مبتنی بر رتبه پیشنهاد و عملکرد آن را ارزیابی نمودند. چاکرایوتی و همکاران [۱۳] نیز نمودار ناپارامتری مبتنی بر آماره من-ویتنی را معرفی و عملکرد را بررسی نمودند. در سالیان اخیر به اثر اینرسی (مقاومت در مقابل هشدار) بر عملکرد نمودارهای کنترلی توجه شده است. خو و ته [۱۴] تاثیر اینرسی بر عملکرد نمودارهای کنترل EWMA و CUSUM را بررسی و مفهوم اینرسی در این نمودارها را معرفی کردند. یاشچین [۱۵] و [۱۶] نمودارهای CUSUM و EWMA را از نظر تاثیر اینرسی بر عملکرد نمودارها و دو سناریوی بهترین و بدترین حالت مقایسه و نشان داد که اگر چه عملکرد هر دو نمودار EWMA و CUSUM از اینرسی تاثیر می‌پذیرد، اما افزایش مقدار ARL خارج از کنترل و کاهش توان تشخیص تغییرات در نمودار EWMA بیشتر از نمودار CUSUM است. لوکاس و همکاران [۱۷] اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای کنترل را کم اهمیت دانسته و معتقدند که اثر اینرسی پس از تعداد کمی از مشاهدات از بین می‌رود. در مقابل لوری و همکاران [۱۸] و وودال و آدامز [۱۹] بر اهمیت تأخیر بالقوه در هشدار به عنوان پیامد اثر اینرسی بر عملکرد نمودارها تأکید کردند. رایان [۲۰] نشان داد که اثر اینرسی در نمودار EWMA بیشتر از نمودار CUSUM است، اما لازم است که حالت‌هایی که اینرسی در عمل رخ می‌دهد بررسی شود. لوکاس [۲۱] استفاده از حدود کنترل شوهارت را در کنار نمودار CUSUM برای کاهش اثرات نامطلوب اینرسی پیشنهاد کرد. لوکاس و همکاران [۱۷] برای کاهش اثرات نامطلوب اینرسی توصیه کردند از نمودار کنترل شوهارت در کنار نمودار EWMA استفاده شود. باکس و همکاران [۲۲]، هاوکینز و همکاران [۲۳] و وودال و همکاران [۲۴] نیز این رویه را تأیید و نشان دادند که برای ثابت ماندن مقادیر ARL نمودارهای CUSUM و EWMA باید در کنار آنها از نمودار کنترل شوهارت (با حدود کمی بازتر) استفاده شود. وودال و محمود [۲۵] برای نشان دادن اثر اینرسی، مفهوم مقاومت در مقابل هشدار را ارائه و با استفاده از این مفهوم به مقایسه نمودارهای چند متغیره و تک متغیره پرداختند. محمود و وودال [۲۶] با استفاده از زنجیره مارکوف عملکرد نمودارهای شیرویه-رابرتز و CUSUM را براساس

## ۱-۲ نمودار علامت از نوع CUSUM

## ۳- اینرسی

در نمودارهایی همچون CUSUM و EWMA که در آنها علاوه بر اطلاعات نمونه آخر از اطلاعات نمونه‌های قبلی برای کنترل فرآیند استفاده می‌شود، ممکن است تغییری در فرآیند اتفاق افتاده ولی هنوز شناسایی نشده باشد که این وضعیت موجب فاصله گرفتن آماره از مقدار هدف می‌شود. در این حالت اگر تغییر دیگری در جهت مخالف رخ دهد نمودار نمی‌تواند این تغییر را با سرعت معمول کشف کند که این خاصیت اثر اینرسی یا مقاومت در برابر هشدار نامیده می‌شود. مشکل اینرسی همیشه وجود ندارد و مقدار آن نیز بستگی به مقدار آماره نمودار دارد. چنانچه آماره قبل از وجود تغییر در یک طرف خط مرکز باشد و تغییر در جهت مخالف رخ دهد اثر اینرسی زیاد بوده ولی اگر نزدیک به حدود کنترل مناسب باشد مقدار اینرسی کاهش می‌یابد.

برای طراحی نمودار علامت از نوع جمع تجمعی (CUSUM) از روش جدولی به صورت زیر استفاده شده است:

$$\begin{aligned} C_i^+(i) &= \max[0, SN_i - \left(\frac{n}{\bar{r}} + K\right) + C_{i-1}^+] \\ C_i^-(i) &= \max[0, \left(\frac{n}{\bar{r}} - K\right) - SN_i + C_{i-1}^-] \end{aligned} \quad (1)$$

که در رابطه بالا  $C_i^-$  و  $C_i^+$  به ترتیب جمع تجمعی یک طرفه بالا و پایین را برای نمونه  $i$  نشان می‌دهد. مقدار اولیه جمع تجمعی  $C_0^+ = C_0^- = 0$  در نظر گرفته می‌شوند.  $K$  مقدار ماخذ نامیده شده که معمولاً برابر با نصف اندازه‌ی تغییری است که می‌خواهیم به وجود آن پی ببریم. اگر هر یک از مقادیر  $C_i^+$  یا  $C_i^-$  بزرگتر از مقدار حدی  $H$  گردد آنگاه فرآیند خارج از کنترل اعلام می‌شود.

## ۴- بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA

## ۲-۲ نمودار علامت از نوع EWMA

برای بررسی اثر اینرسی بر روی نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA یک برنامه شبیه‌سازی در نرم‌افزار متلب نوشته شده و با استفاده از آن مقادیر ARL نمودارها برای دو حالت تحت کنترل ( $ARL_0$ ) و خارج از کنترل ( $ARL_1$ ) محاسبه شده است. در حالت خارج از کنترل فرض شده است که میانگین فرآیند از مقدار اولیه  $\mu_0$  به مقدار خارج از کنترل  $\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma$  افزایش یافته است. که در آن مقادیر  $\delta$  به صورت  $\delta = \{0, 0/2, 0/4, 0/6, 1, 1/2, 1/4, 1/6, 1/8, 2/0, 2/5, 3/0\}$  در نظر گرفته شده است [۱۳]

آماره نمودار علامت از نوع میانگین متحرک موزون نمایی (EWMA) به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$Z_i = \lambda SN_i + (1 - \lambda) Z_{i-1} \quad (2)$$

که  $Z_i$  مقدار آماره را در نمونه  $i$  ام نشان می‌دهد. مقدار اولیه برای آماره میانگین متحرک موزون نمایی برابر  $Z_0 = \frac{n}{\bar{r}}$  و ضریب  $\lambda$  نیز مقدار ثابتی بین  $0 < \lambda \leq 1$  در نظر گرفته می‌شود. حدود نمودار علامت از نوع EWMA به صورت زیر مشخص می‌شود:

$$UCL = \frac{n}{\bar{r}} + L \sqrt{\frac{n}{\bar{r}} \left( \frac{\lambda}{\bar{r} - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (3)$$

$$LCL = \frac{n}{\bar{r}} - L \sqrt{\frac{n}{\bar{r}} \left( \frac{\lambda}{\bar{r} - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}]}$$

مقادیر ARL برای سه توزیع مختلف فرآیند شامل: توزیع یکنواخت (به عنوان توزیع دنباله نازک)، توزیع نرمال (به عنوان توزیع متداول) و توزیع لاپلاس (به عنوان توزیع دنباله پهن) محاسبه شده است. رابطه (۵) به ترتیب تابع چگالی توزیع‌های نرمال با پارامترهای  $\mu$  و  $\sigma^2$ ، توزیع یکنواخت با پارامترهای  $\theta$  و  $\lambda$  و تابع چگالی نمایی دوپل با پارامترهای  $\theta$  و  $\lambda$  را نشان می‌دهند.

که در آن  $L$  نشان دهنده مقدار عرض حدود نسبت به مرکز است. حدود نمودار علامت از نوع EWMA متغیر وابسته به شماره نمونه ( $i$ ) است ولی اگر تعداد نمونه‌های مشاهده شده زیاد شود این نمودار دارای حدود کنترل ثابت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} f(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < x < +\infty \\ f(x) &= \frac{1}{2\lambda} \quad \theta - \lambda < x < \theta + \lambda \quad \text{و} \quad \lambda > 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{|x-\theta|}{\lambda}} \quad -\infty < x < +\infty \quad \text{و} \quad \lambda > 0$$

$$UCL = \frac{n}{\bar{r}} + L \sqrt{\frac{n}{\bar{r}} \left( \frac{\lambda}{\bar{r} - \lambda} \right)} \quad (6)$$

$$LCL = \frac{n}{\bar{r}} - L \sqrt{\frac{n}{\bar{r}} \left( \frac{\lambda}{\bar{r} - \lambda} \right)}$$

نمودار علامت از نوع CUSUM تقریباً ثابت مانده است که این موضوع نشان‌دهنده آن است که اینرسی اثر معناداری بر اختلالی اشتباه نمودار نداشته و مقدار احتمال خطای نوع اول افزایش محسوس پیدا نکرده است در شرایط خارج از کنترل نیز با افزایش مقدار اینرسی، مقدار  $ARL_1$  افزایش ناچیزی پیدا کرده است که نشان دهنده افزایش اندک در احتمال خطای نوع دوم این نمودار است. علاوه بر این با توجه به اثر اینرسی بر عملکرد نمودار در ترکیب‌های مختلف بررسی شده، مشخص می‌شود که مقادیر پارامترهای  $H$  و  $K$  تاثیر زیادی بر عملکرد نمودار علامت از نوع CUSUM در مواجهه با اینرسی ندارند.

#### ۴-۲ نمودار علامت از نوع EWMA

برای بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار علامت از نوع EWMA نیز باید ابتدا از صحت عملکرد برنامه شبیه‌سازی اطمینان حاصل شود. برای این منظور مقادیر  $ARL$  این نمودار توسط برنامه شبیه‌سازی، بدون در نظر گرفتن اینرسی و با استفاده از مقادیر پارامترهای  $\lambda$  و  $L$  داده شده در مقاله اسلام و همکاران [۲۸] محاسبه و مقادیر محاسباتی با مقادیر داده شده در این مقاله مقایسه شده‌اند. با توجه به اینکه اختلاف این مقادیر کمتر از ۱ درصد است برنامه شبیه‌سازی قابلیت استفاده در بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار علامت از نوع EWMA را دارد. در جداول ۴، ۵ و ۶ نتایج شبیه‌سازی محاسبه‌ی  $ARL$  نمودار علامت از نوع EWMA با ۵۰۰۰۰ بار تکرار و در سه توزیع نرمال، یکنواخت و نمایی دویل، در حالت وجود مقادیر مختلف شروعی برای آماره و اثر اینرسی و همچنین به ازای مقادیر مختلف پارامترهای  $\lambda = \{0/2, 0/3, 0/4\}$  و  $L = \{2/830, 2/868, 2/885\}$  آورده شده است. با توجه به جداول ۴، ۵ و ۶ مشاهده می‌شود که در شرایط تحت کنترل با افزایش مقدار اینرسی، مقدار  $ARL$  نمودار علامت از نوع EWMA کاهش یافته است که این موضوع نشان‌دهنده آن است که اینرسی، احتمال خطای نوع اول نمودار را افزایش می‌دهد. همچنین در شرایط خارج از کنترل نیز با افزایش مقدار اینرسی، مقدار  $ARL_1$  در تغییرات کوچک تا متوسط افزایش ناچیزی پیدا کرده است که نشان دهنده افزایش اندک در احتمال خطای نوع دوم نمودار در این تغییرات است. علاوه بر این با توجه به بررسی اثر اینرسی در ترکیب‌های مختلف پارامترهای  $\lambda$  و  $L$  بررسی شده مشخص می‌شود که با افزایش مقادیر این پارامترها تاثیر منفی اینرسی بر عملکرد نمودار کمتر و عملکرد نمودار در آنچه با اینرسی بهبود می‌یابد.

برای بررسی عملکرد نمودار علامت در توزیع‌های مختلف پارامترهای آنها به گونه‌ای در نظر گرفته شده‌اند که میانگین هر سه توزیع در حالت تحت کنترل برابر  $\mu = 0$  و واریانس آنها برابر  $\sigma^2 = 1$  باشد. برای رسیدن به این حالت مقدار پارامترها در توزیع یکنواخت به صورت  $\theta = 0$  و  $\lambda = \sqrt{3}$  و در توزیع لاپلاس به صورت  $\theta = 0$  و  $\lambda = 1/\sqrt{3}$  در نظر گرفته شده است. برای بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای علامت از نوع EWMA و CUSUM، مطابق مرجع ۱۴ اندازه نمونه مورد استفاده برابر  $n=9$  در نظر گرفته شده و ترکیب پارامترها در نمودارها نیز با استفاده از روش سعی و خطا در برنامه شبیه‌سازی به گونه‌ای مشخص شده است که طول متوسط دنباله در حالت تحت کنترل این نمودارها تقریباً مساوی  $ARL = 370$  باشد. همچنین مطابق روش مورد استفاده در مرجع ۱۴، سطوح مختلفی از اینرسی با استفاده از مقادیر مختلف شروعی برای آماره‌های EWMA ( $Z$ ) و CUSUM ( $C^+$ ) به صورت  $\{0, -0/1w, -0/9w, \dots, 2w\}$  در نظر گرفته شده است که در آن  $w$  در نمودار CUSUM فاصله مقدار حدی  $H$  تا میانگین آماره علامت در حالت تحت کنترل  $(H - \frac{n}{p})$  را نشان داده و در نمودار EWMA نیز فاصله حد کنترلی بالا تا میانگین آماره علامت  $(UCL - \frac{n}{p})$  را مشخص می‌کند.

#### ۴-۱ نمودار علامت از نوع CUSUM

برای بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار علامت از نوع CUSUM ابتدا باید از صحت عملکرد برنامه شبیه‌سازی اطمینان حاصل نمود. برای این منظور مقادیر  $ARL$  این نمودار بدون در نظر گرفتن اینرسی و با استفاده از مقادیر پارامترهای  $K$  و  $H$  داده شده در مقاله امین و همکاران [۸] توسط برنامه شبیه‌سازی محاسبه شده و مقادیر محاسباتی با مقادیر داده شده در این مقاله مقایسه شده‌اند. با توجه به اینکه اختلاف این مقادیر کمتر از ۱ درصد است می‌توان از برنامه شبیه‌سازی برای بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار علامت از نوع CUSUM استفاده نمود. در جداول ۱، ۲ و ۳ نتایج شبیه‌سازی برای محاسبه‌ی  $ARL$  نمودار علامت از نوع CUSUM با ۵۰۰۰۰ بار تکرار در سه توزیع نرمال، یکنواخت و نمایی دویل و در حالت وجود مقادیر مختلف شروعی برای آماره مورد استفاده و مقدار اینرسی و همچنین به ازای مقادیر مختلف پارامترهای  $K = \{0/35, 0/4, 0/45\}$  و  $H = \{12/58, 11/41, 10/75\}$  آورده شده است. با توجه به جداول ۱، ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که در شرایط تحت کنترل با افزایش مقدار اینرسی، مقدار  $ARL$

بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار ناپارامتری علامت از نوع جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی ۴۹

جدول ۱: مقادیر ARL نمودار علامت از نوع CUSUM (توزیع نرمال)

	$\delta$	$C_{\pm}^+$									
		.	-/۱ W	-/۲ W	-/۳ W	-/۴ W	-/۵ W	-/۶ W	-/۷ W	-/۸ W	-/۹ W
K=۰/۳۵ H=۱۲/۵۸	۰/۰	۳۷۲/۶۵۵	۳۷۳/۶۰۴	۳۷۲/۲۲۶	۳۷۲/۸۶۱	۳۷۲/۸۸	۳۷۶/۰۷۹	۳۷۲/۵۴۹	۳۷۴/۷۷۲	۳۷۱/۹۱۴	۳۷۵/۲۷
	۰/۲	۳۱/۱۸۷	۳۱/۵۶۸۷	۳۱/۶۹۹	۳۱/۹۵۹۴	۳۲/۱۲۹۴	۳۱/۹۳۰۸	۳۱/۹۳۶۷	۳۱/۹۴۶۶	۳۱/۹۳۴۲	۳۲/۰۹۹۴
	۰/۴	۱۲/۶۸۰۸	۱۳/۱۴۳۹	۱۳/۳۸۶	۱۳/۶۰۳۲	۱۳/۶۸۸۶	۱۳/۶۷۹	۱۳/۶۹۶۲	۱۳/۶۹۳۱	۱۳/۶۹۱۱	۱۳/۶۸۹۸
	۰/۶	۸/۱۴۴۸۴	۸/۵۹۵۹۸	۸/۸۱۳۰۶	۹/۰۱۴۳۴	۹/۱۲۸۷۲	۹/۱۶۹۹۲	۹/۱۵۲۷۴	۹/۱۳۶۱۶	۹/۱۵۵۶۴	۹/۱۴۸۵۲
	۰/۸	۶/۱۳۴۱۴	۶/۵۴۹۳۶	۶/۸۳۹۵۶	۶/۹۹۵۸۲	۷/۰۸۳۹۶	۷/۱۲۲۰۲	۷/۱۳۶۲	۷/۱۳۴۶۸	۷/۱۳۳۷۴	۷/۱۲۸۳۴
	۱/۰	۵/۰۶۷۷۸	۵/۴۲۶۳۶	۵/۷۴۹۸۸	۵/۹۵۴۸۶	۶/۰۳۱	۶/۰۶۳۱۴	۶/۰۷۱۳۲	۶/۰۶۳۱۴	۶/۰۶۲۲۸	۶/۰۶۶۲
	۱/۲	۴/۴۷۶۵۲	۴/۷۶۶۶	۵/۰۷۶۸۶	۵/۳۲۶۹۴	۵/۴۴۵۱	۵/۴۷۳۲۴	۵/۴۷۹۲	۵/۴۷۲۶	۵/۴۷۱۲۴	۵/۴۷۳۸۸
	۱/۴	۴/۱۷۲۵۶	۴/۳۵۲۹	۴/۶۲۶۶۸	۴/۹۱۹۱	۵/۱۲۰۸	۵/۱۷۰۶۶	۵/۱۷۳۱۴	۵/۱۶۹۲۴	۵/۱۷۲۸۸	۵/۱۶۸۱۶
	۱/۶	۴/۰۴۵۰۶	۴/۱۳۴۷	۴/۳۲۶۱۴	۴/۶۲۲۴۸	۴/۹۱۳۸۴	۵/۰۴۶۱۶	۵/۰۴۵۲۸	۵/۰۴۶۴۶	۵/۰۴۶۲	۵/۰۴۵۷۸
	۱/۸	۴/۰۰۸۷	۴/۰۳۸۷۶	۴/۱۳۹۴۲	۴/۳۷۲۶۸	۴/۷۴۳۳۸	۵/۰۰۸۴	۵/۰۰۹	۵/۰۰۹۵۶	۵/۰۰۸۵۶	۵/۰۰۸۲۸
	۲/۰	۴/۰۰۱۰۲	۴/۰۰۸۹	۴/۰۴۹۱	۴/۱۹۶۸۲	۴/۵۶۴۳۸	۵/۰۰۱۲۴	۵/۰۰۱۱۴	۵/۰۰۱۳۶	۵/۰۰۰۹۸	۵/۰۰۱۳۶
	۲/۵	۴	۴/۰۰۰۱۲	۴/۰۰۱۲۸	۴/۰۲۱۱۲	۴/۲۰۰۱۴	۵	۵	۵	۵/۰۰۰۰۲	۵
	۳/۰	۴	۴	۴/۰۰۰۰۲	۴/۰۰۱۰۸	۴/۰۴۸۶۸	۵	۵	۵	۵	۵
K=۰/۴ H=۱۱/۴۱	۰/۰	۳۷۰/۷۱	۳۷۰/۴۱	۳۶۸/۱۸۱	۳۷۰/۱۰۶	۳۶۸/۹۸۳	۳۷۰/۷۷۲	۳۶۹/۸۳	۳۶۹/۷۹۵	۳۶۸/۹۲۷	۳۷۰/۱۹۶
	۰/۲	۳۱/۱۷۷۸	۳۱/۵۰۳۶	۳۱/۶۴۷۴	۳۱/۹۶۴۶	۳۱/۹۷۹۹	۳۱/۹۴۵۱	۳۱/۹۱۹۶	۳۲/۰۰۲۸	۳۱/۹۹۵۵	۳۱/۹۲۹۴
	۰/۴	۱۲/۰۸۸۵	۱۲/۵۲۶۱	۱۲/۷۶۶۱	۱۲/۹۱۵۵	۱۳/۰۴۱۷	۱۳/۰۸۳	۱۳/۰۹۷۷	۱۳/۰۸۵	۱۳/۱۰۶۲	۱۳/۰۹۸۴
	۰/۶	۷/۶۱۴۵۸	۸/۰۶۰۴۸	۸/۲۶۶۹	۸/۴۱۱۶۸	۸/۵۴۳۰۶	۸/۵۷۷۳۶	۸/۵۹۲۸۸	۸/۵۹۳۳۶	۸/۶۱۶۹۸	۸/۶۰۷۵۲
	۰/۸	۵/۷۶۷۴۶	۶/۰۹۳۹۶	۶/۴۱۷۸۶	۶/۴۷۴۲۲	۶/۶۶۲۳۴	۶/۷۴۹	۶/۷۷۸۵۸	۶/۷۶۱۷۶	۶/۷۷۳۹۸	۶/۷۷۳۵۶
	۱/۰	۴/۸۹۶۳۸	۵/۰۴۵۷۴	۵/۳۹۲۹۸	۵/۴۹۸۳	۵/۶۸۱۹۴	۵/۸۵۰۱۸	۵/۸۸۸۰۴	۵/۸۹۷۹۴	۵/۹۰۵۰۲	۵/۸۹۶۳۸
	۱/۲	۴/۳۹۹۴۴	۴/۳۶۵۵۶	۴/۷۵۷۳	۴/۹۵۰۶۸	۵/۰۵۸۵۸	۵/۲۹۴۱۶	۵/۳۹۷۲۸	۵/۳۹۳۲	۵/۳۹۴	۵/۳۹۶۴۴
	۱/۴	۴/۰۶۰۰۱	۴/۰۶۶۳۲	۴/۳۵۲۷۲	۴/۵۸۷۲۲	۴/۶۲۸۸۸	۴/۸۹۵۲۶	۵/۰۵۹۰۶	۵/۰۶۳۱۲	۵/۰۶۲۰۲	۵/۰۶۱۱۲
	۱/۶	۳/۸۳	۳/۸۲۷۲۸	۴/۱۳۶۶۸	۴/۳۱۷۲	۴/۳۲۱۹	۴/۶۰۳۲۶	۴/۸۲۵۷۲	۴/۸۲۶۲	۴/۸۲۵۷۶	۴/۸۲۶۲
	۱/۸	۳/۶۳۷۲۶	۳/۶۳۸۴۴	۴/۰۳۹۶۶	۴/۱۳۷۲۶	۴/۱۳۸۸۸	۴/۳۶۴۲۸	۴/۶۳۶۳۶	۴/۶۳۷۸۶	۴/۶۳۳۰۸	۴/۶۳۴۱۴
	۲/۰	۳/۴۶۴۴۸	۳/۴۶۸۲	۴/۰۰۸۷۲	۴/۰۴۸۵	۴/۰۴۷۲۲	۴/۱۹	۴/۴۶۴۳۲	۴/۴۶۳۰۲	۴/۴۶۳۸۸	۴/۴۶۵۰۲
	۲/۵	۳/۱۵۴۳	۳/۱۵۴۳۴	۴/۰۰۰۰۸	۴/۰۰۱۳۸	۴/۰۰۱۶۸	۴/۰۲۰۲۶	۴/۱۵۵۸۲	۴/۱۵۴۸۸	۴/۱۵۱۲	۴/۱۵۶۴۴
	۳/۰	۳/۰۳۵۹۶	۳/۰۳۴۸۶	۴	۴	۴	۴/۰۰۰۹۴	۴/۰۳۶۱۸	۴/۰۳۵۱۲	۴/۰۳۵۹	۴/۰۳۷۹۲
K=۰/۴۵ H=۱۰/۵۷	۰/۰	۳۷۰/۱۶	۳۷۰/۴۹	۳۷۱/۸	۳۷۰/۲۴	۳۷۰/۷۶	۳۷۰/۲	۳۷۰/۴۸	۳۶۹/۹۶	۳۷۰/۴۳	۳۷۰/۲۵
	۰/۲	۳۱/۵۴۶	۳۲/۱۳۶	۳۲/۳۲۴	۳۲/۵۳۳	۳۲/۵۷۳	۳۲/۵۹	۳۲/۵۵۸	۳۲/۵۷۸	۳۲/۵۹۸	۳۲/۵۶۴
	۰/۴	۱۱/۸۷	۱۲/۰۹۵	۱۲/۵۵۴	۱۲/۲۳۴	۱۲/۸۰۶	۱۲/۸۴۴	۱۲/۸۶۸	۱۲/۸۷۱	۱۲/۸۹۳	۱۲/۸۹۲
	۰/۶	۷/۵۲۶۴	۷/۵۶۰۶	۸/۰۳۷۷	۸/۲۳۲۶	۸/۳۶۷۳	۸/۵۱۵۷	۸/۵۰۰۶	۸/۵۳۹۹	۸/۵۴۴۲	۸/۵۴۸۱
	۰/۸	۵/۶۵۹۸	۵/۶۶۳۱	۶/۰۷۴۷	۶/۳۷۸۲	۶/۴۱	۶/۶۰۲۹	۶/۶۰۶۴	۶/۶۵۷	۶/۶۶۶۱	۶/۶۷۰۶
	۱/۰	۴/۶۷۲	۴/۷۰۹۶	۵/۰۴۳۷	۵/۳۵۸۵	۵/۳۶۵۶	۵/۵۸۴۶	۵/۶۰۵۳	۵/۶۶۵۷	۵/۶۶۶۳	۵/۶۶۳۳
	۱/۲	۴/۰۹۴۶	۴/۲۲۱۸	۴/۳۳۴۳	۴/۷۳۶۷	۴/۷۳۵۴	۴/۹۸۰۴	۵/۰۵۳۶	۵/۰۹۳۱	۵/۰۹۲۹	۵/۰۸۹۴
	۱/۴	۳/۷۰۰۵	۳/۹۶۷	۴/۰۶۸	۴/۳۴۷۷	۴/۳۶۶۷	۴/۵۶۷۵	۴/۶۹۸۷	۴/۷۱۹۴	۴/۷۱۹۸	۴/۷۱۹۱
	۱/۶	۳/۴۵۰۳	۳/۹۷۱	۳/۸۳۰۶	۴/۱۳۰۶	۴/۱۲۸۵	۴/۲۹۱۶	۴/۴۴۴۳	۴/۴۵۱۸	۴/۴۵۱۹	۴/۴۵۳۵
	۱/۸	۳/۲۵۴۹	۳/۶۲۸۲	۳/۶۳۴۳	۴/۰۳۷۹	۴/۰۳۷۵	۴/۱۲۲۱	۴/۲۵۴۱	۴/۲۵۶	۴/۲۵۳۹	۴/۲۵۵۲
	۲/۰	۳/۱۲۴۵	۳/۴۶۰۷	۳/۴۶۵۹	۴/۰۰۸۴	۴/۰۰۸۷	۴/۰۴۲۵	۴/۱۲۵۸	۴/۱۲۵۶	۴/۱۲۵۷	۴/۱۲۵۵
	۲/۵	۳/۰۱۲۱	۳/۱۵۳۸	۳/۱۵۴۳	۴/۰۰۰۱	۴	۴/۰۰۱۱	۴/۰۱۲۴	۴/۰۱۲۶	۴/۰۱۲۱	۴/۰۱۲۳
	۳/۰	۳/۰۰۰۶	۳/۰۳۶۱	۳/۰۳۵۹	۴	۴	۴	۴/۰۰۰۷	۴/۰۰۰۶	۴/۰۰۰۷	۴/۰۰۰۷

جدول ۲: مقادیر ARL نمودار علامت از نوع CUSUM (توزیع یکنواخت)

	$\delta$	$C_{\pm}^+$									
		.	-/۱ W	-/۲ W	-/۳ W	-/۴ W	-/۵ W	-/۶ W	-/۷ W	-/۸ W	-/۹ W
K=۰/۳۵ H=۱۲/۵۸	۰/۰	۳۷۰/۹۶۹	۳۷۱/۰۰۷	۳۷۱/۳۲۹	۳۶۹/۸۸۹	۳۷۲/۱۵۵	۳۷۲/۴۲۶	۳۶۹/۷۲۵	۳۷۲/۱۲	۳۶۹/۷۵۵	۳۷۰/۶۸۷
	۰/۲	۵۰/۱۶۳۶	۵۰/۵۰۸۱	۵۰/۸۸۷۱	۵۱/۰۳۴۲	۵۰/۹۵۹۶	۵۰/۶۴۹	۵۰/۶۲۷۹	۵۱/۰۹۳۸	۵۱/۱۲۴۹	۵۱/۱۳۲۷
	۰/۴	۱۸/۵۰۳۳	۱۸/۹۳۷۴	۱۹/۱۸۲۷	۱۹/۳۸۹	۱۹/۴۳۳۹	۱۹/۴۷۷۳	۱۹/۴۵۵۹	۱۹/۳۹۹۲	۱۹/۴۷۰۶	۱۹/۴۴۸۸
	۰/۶	۱۱/۱۵۴۴	۱۱/۵۴۴۵	۱۱/۸۱۷۹	۱۲/۰۱۸۹	۱۲/۱۱۵۷	۱۲/۱۰۴	۱۲/۰۹۵	۱۲/۱۲۲۶	۱۲/۱۳۵۹	۱۲/۱۳۶۳
	۰/۸	۷/۹۳۰۸۴	۸/۳۶۹	۸/۶۱۶۵	۸/۸۰۴۸۸	۸/۹۱۰۰۲	۸/۹۴۷۹۴	۸/۹۴۳۹	۸/۹۴۷۱۸	۸/۹۵۷۵۴	۸/۹۳۷۴۲
	۱/۰	۶/۱۲۶۹۴	۶/۵۳۴۸۲	۶/۸۳۱۸۴	۶/۹۷۲۶۶	۷/۰۷۸۳۴	۷/۱۳۰۵	۷/۱۱۷۲۲	۷/۱۱۴۲	۷/۱۱۰۴۸	۷/۱۳۳۰۶
	۱/۲	۴/۹۷۸۶۴	۵/۳۳۶۰۲	۵/۶۶۶۷۸	۵/۸۷۷۱۸	۵/۹۵۴۴۸	۵/۹۸۵۲۲	۵/۹۹۱۱۲	۵/۹۹۴۹	۵/۹۸۲۱۸	۵/۹۹۶۵
	۱/۴	۴/۲۸۵۴	۴/۵۲۵۲۴	۴/۸۱۵۶۸	۵/۰۹۵۶۲	۵/۲۵۳۰۸	۵/۲۸۷۳۶	۵/۲۸۶۴۶	۵/۲۸۲۳۴	۵/۲۸۶۸۸	۵/۲۸۱۳۶
	۱/۶	۴/۰۱۲۱۸	۴/۰۴۵۴۲	۴/۱۵۴	۴/۴۰۸۰۸	۴/۷۶۳۲۸	۵/۰۱۱۵۲	۵/۰۱۰۲۶	۵/۰۱۱۱۴	۵/۰۱۰۶۲	۵/۰۱۱۵۶
	۱/۸	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵
	۲/۰	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵
	۲/۵	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵
	۳/۰	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵

K=۰/۴ H=۱/۴۱	۰/۰	۳۶۹/۹۹۷	۳۶۹/۶۹۲	۳۶۹/۹۰۳	۳۶۹/۹۸۶	۳۷۰/۵۰۹	۳۷۰/۵۷۳	۳۶۹/۳۲۶	۳۶۹/۹۲۴	۳۶۹/۷۰۶	۳۷۰/۴۸۸
	۰/۲	۵۱/۳۲۵۹	۵۱/۷۸۶۱	۵۱/۸۹۸۸	۵۲/۰۹۳۲	۵۲/۱۶۶۴	۵۱/۷۱۵۸	۵۲/۰۹۳۲	۵۲/۲۳۸۷	۵۲/۲۹۱	۵۲/۱۲۷۴
	۰/۴	۱۷/۹۸۲۳	۱۸/۳۳۴۳	۱۸/۵۹۲۷	۱۸/۸۵۶۹	۱۸/۹۰۳۵	۱۸/۹۱۷	۱۸/۸۵۳۵	۱۸/۹۷۳۹	۱۸/۸۴۷	۱۸/۸۹۱۳
	۰/۶	۱۰/۵۶۴۱	۱۱/۰۱۳۷	۱۱/۲۰۱۷	۱۱/۴۰۰۸	۱۱/۴۹۶۶	۱۱/۵۱۱۱	۱۱/۵۶۲۴	۱۱/۵۴۷	۱۱/۵۶۸۱	۱۱/۵۲۴۶
	۰/۸	۷/۴۰۰۸۴	۷/۸۲۴۴۲	۸/۰۴۵۹۲	۸/۱۸۸۵	۸/۳۵۰۶۲	۸/۳۸۲۸۶	۸/۴۰۴۵۲	۸/۳۹۲۶۲	۸/۳۸۲۶۲	۸/۴۰۴۱۸
	۱/۰	۵/۷۶۴۳۸	۶/۰۷۲۸۲	۶/۴۰۱۳۸	۶/۴۵۹۲۸	۶/۶۶۰۷۶	۶/۷۴۸۶۶	۶/۷۵۱۷۶	۶/۷۶۷۶۸	۶/۷۵۴۰۶	۶/۷۶۷۹۸
	۱/۲	۴/۸۲۸۱۲	۴/۹۶۷۲۸	۵/۳۱۵۶۴	۵/۴۲۴۴۶	۵/۶۰۷۱۴	۵/۷۷۵۹۸	۵/۸۳۱۵۸	۵/۸۳۳۳۴	۵/۸۳۲۰۴	۵/۸۳۷۱
	۱/۴	۴/۲۰۷۲۴	۴/۲۲۱۶۴	۴/۵۲۱۹۸	۴/۷۴۴۹	۴/۸۱۳۸۴	۵/۰۷۳۶۲	۵/۲۰۴۲۲	۵/۲۰۳۲۲	۵/۲۰۲۸۸	۵/۲۰۴۴
	۱/۶	۳/۶۵۹۷۶	۳/۶۶۱۹	۴/۰۴۷۱۶	۴/۱۵۵۴۲	۴/۱۵۹۰۴	۴/۳۹۰۷۶	۴/۶۶۳۹۴	۴/۶۶۱۲۲	۴/۶۶۳۵۴	۴/۶۶۱۴۶
	۱/۸	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
	۲/۰	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
	۲/۵	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
	۳/۰	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
K=۰/۴۵ H=۱۰/۵۵	۰/۰	۳۷۰/۸۳۱	۳۶۹/۸۲۶	۳۷۱/۲۴۷	۳۶۷/۰۳۵	۳۷۲/۱۱۳	۳۶۷/۵۴۹	۳۶۶/۱۰۹	۳۷۲/۶۹۳	۳۶۷/۳۷۸	۳۷۱/۶۰۵
	۰/۲	۵۲/۰۳۰۲	۵۳/۲۱۹	۵۴/۳۵۲	۵۴/۷۵۷	۵۴/۱۱۸۴	۵۴/۵۲۰۲	۵۳/۰۹۳۶	۵۴/۳۸۹۲	۵۴/۳۶۱۲	۵۵/۲۸۴۴
	۰/۴	۱۷/۶۰۲۶	۱۸/۰۶۹۸	۱۸/۴۶۱۴	۱۸/۳۲۹۴	۱۸/۵۵۸۲	۱۸/۵۴۰۴	۱۸/۷۰۶۴	۱۸/۸۵۷	۱۸/۴۹۷۸	۱۸/۶۶۴۲
	۰/۶	۱۰/۲۸۴	۱۰/۴۸۹۲	۱۱/۰۸۰۲	۱۱/۰۹۸۴	۱۱/۱۷۷۶	۱۱/۳۷۴	۱۱/۳۱۲۴	۱۱/۴۶۴۲	۱۱/۴۲۳۴	۱۱/۳۴۱۸
	۰/۸	۷/۳۶۳۲	۷/۴۰۱۲	۷/۸۶۲۸	۸/۰۴۴۲	۸/۱۰۷۴	۸/۲۹۳۲	۸/۳۲۴۸	۸/۳۰۵۶	۸/۳۱۹۶	۸/۲۹۶۶
	۱/۰	۵/۶۴۴۲	۵/۶۵۳۸	۶/۰۳۷۶	۶/۳۵۹۸	۶/۴۲۸۸	۶/۵۶۲۴	۶/۵۸۴۴	۶/۶۲۷۲	۶/۶۱۸	۶/۶۳۵۸
	۱/۲	۴/۵۷۵۴	۴/۶۵۳۸	۴/۹۶۱۲	۵/۲۸۷۲	۵/۲۹۳۶	۵/۵۰۳۲	۵/۵۱۴۶	۵/۶۱۲۴	۵/۵۷۹۲	۵/۵۸۱۲
	۱/۴	۳/۸۸۲۲	۴/۰۶۱۸	۴/۲۲۲۴	۴/۵۱۳	۴/۵۰۳۴	۴/۷۵۴۶	۴/۷۴۵۶	۴/۸۸۵۲	۴/۸۹۸۸	۴/۸۷۲۲
	۱/۶	۳/۲۷۸۶	۳/۶۴۷۴	۳/۶۶۵۸	۴/۰۴۶۸	۴/۰۴۵۸	۴/۱۴۵۸	۴/۱۵۰۸	۴/۲۸۴۴	۴/۲۸۰۶	۴/۲۷۷۴
	۱/۸	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
	۲/۰	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
	۲/۵	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
	۳/۰	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴

جدول ۳: مقادیر ARL نمودار علامت از نوع CUSUM (توزیع نمایی دوبل)

	$\delta$	$C_+^*$									
		۰	-۰/۱ W	-۰/۲ W	-۰/۳ W	-۰/۴ W	-۰/۵ W	-۰/۶ W	-۰/۷ W	-۰/۸ W	-۰/۹ W
K=۰/۳۵ H=۱۲/۵۸	۰/۰	۳۷۰/۹۴۵	۳۷۰/۱۴۵	۳۶۸/۱۶۲	۳۷۲/۵۹	۳۷۲/۳۶۹	۳۶۹/۰۵۳	۳۷۰/۳۹۵	۳۷۰/۰۳۹	۳۶۹/۵۴۷	۳۷۱/۵۹۸
	۰/۲	۲۵/۵۱۲۸	۲۶/۱۰۴۹	۲۶/۳۶۵۶	۲۶/۵۵۵۵	۲۶/۶۹۱	۲۶/۵۹۴۶	۲۶/۶۰۱۵	۲۶/۶۷۷	۲۶/۶۶۵۲	۲۶/۵۴۵۲
	۰/۴	۱۱/۷۹۹۳	۱۲/۲۵۸۳	۱۲/۴۷۳۴	۱۲/۷۳۸۲	۱۲/۸۳۵۹	۱۲/۷۹۳۴	۱۲/۸۴۹۱	۱۲/۷۸۷۵	۱۲/۸۱۶۱	۱۲/۸۰۱۷
	۰/۶	۸/۱۷۰۷۵	۸/۶۱۲۸۸	۸/۸۰۸۱۸	۹/۰۲۵۴	۹/۱۱۹۶۸	۹/۱۵۳۹۳	۹/۱۵۲۷	۹/۱۵۵۴۳	۹/۱۶۲۱۵	۹/۱۷۹۱۸
	۰/۸	۶/۴۶۱۳۵	۶/۸۹۶۳	۷/۱۶۴۴	۷/۳۲۴۵۵	۷/۴۳۸۲۵	۷/۴۷۷۵۳	۷/۴۵۸۰۳	۷/۴۶۶۳	۷/۴۵۹۷	۷/۴۶۹۵
	۱/۰	۵/۵۱۱۳	۵/۹۰۳۶۸	۶/۲۲۰۸	۶/۳۹۴۰۳	۶/۴۷۷۴۸	۶/۵۲۱۰۵	۶/۵۲۰۹۵	۶/۵۱۵۱۵	۶/۵۱۸۹۲	۶/۵۱۶۰۳
	۱/۲	۴/۹۳۴۴۳	۵/۲۸۴۶۵	۵/۶۰۸۲۳	۵/۸۳۸۹۳	۵/۹۱۰۱۵	۵/۹۳۸۶۸	۵/۹۴۷۵۵	۵/۹۳۸۲۵	۵/۹۴۳۰۸	۵/۹۴۵۶
	۱/۴	۴/۵۷۴۹	۴/۸۷۷۳	۵/۱۹۹۶۵	۵/۴۴۰۶۳	۵/۵۶۶۰۸	۵/۵۶۹۵۸	۵/۵۷۳۲	۵/۵۶۹۸	۵/۵۷۰۴۳	۵/۵۷۲۹۳
	۱/۶	۴/۳۳۲۱	۴/۵۸۶۲	۴/۸۸۰۵۳	۵/۱۵۳۹۸	۵/۲۹۹۹۳	۵/۳۳۰۳	۵/۳۳۲۰۵	۵/۳۳۰۷۵	۵/۳۳۲۹۸	۵/۳۲۷۷۵
	۱/۸	۴/۱۸۵۶۸	۴/۳۷۴۸۳	۴/۶۵۴۱۸	۴/۹۴۲۵	۵/۱۳۵۴	۵/۱۸۳۵	۵/۱۸۸۷۸	۵/۱۸۴۹۳	۵/۱۸۲۹۸	۵/۱۸۴۹۸
	۲/۰	۴/۰۹۵۲۵	۴/۲۳۴۶۵	۴/۴۶۷۳۸	۴/۷۷۲۴۸	۵/۰۱۸۶۵	۵/۰۹۵۰۵	۵/۰۹۸۱۸	۵/۰۹۸۸۳	۵/۰۹۵۳۸	۵/۰۹۴۶۳
	۲/۵	۴/۰۱۵۷۵	۴/۰۶۰۶۸	۴/۱۸۵۸۳	۴/۴۴۷۲۵	۴/۷۹۲۱۳	۵/۰۱۵۴۵	۵/۰۱۶۰۵	۵/۰۱۵۴۵	۵/۰۱۵۲۵	۵/۰۱۵۸۵
	۳/۰	۴/۰۰۱۸	۴/۰۱۲۰۳	۴/۰۶۰۸۳	۴/۲۲۵۴	۴/۵۹۶	۵/۰۰۱۸۸	۵/۰۰۱۹	۵/۰۰۱۹	۵/۰۰۱۸۳	۵/۰۰۱۶۵
K=۰/۴۰ H=۱۱/۴۰	۰/۰	۳۷۰/۹۲۸	۳۷۳/۸۲۳	۳۷۱/۴۹	۳۷۱/۷۵۹	۳۷۰/۱۶	۳۷۲/۳۹	۳۷۱/۰۲	۳۷۲/۵۲۴	۳۷۱/۲۳۳	۳۶۹/۵۱۵
	۰/۲	۲۵/۴۱۱۹	۲۵/۶۰۱۲	۲۶/۰۸۹۳	۲۶/۲۵۷۴	۲۶/۲۹۸۴	۲۶/۲۸۱۶	۲۶/۲۶۶۷	۲۶/۲۹۶۲	۲۶/۲۴۸۸	۲۶/۲۳۸۲
	۰/۴	۱۱/۲۲۵۸	۱۱/۶۰۸۳	۱۱/۸۷۸۲	۱۲/۰۵۹۳	۱۲/۱۳۷۲	۱۲/۱۷۷۴	۱۲/۲۰۸۸	۱۲/۲۰۷۴	۱۲/۱۷۸۳	۱۲/۱۸۳۴
	۰/۶	۷/۶۰۲۴	۸/۰۲۰۰۸	۸/۲۵۳۸	۸/۴۰۱۵۵	۸/۵۵۷۷۸	۸/۵۶۳۷۵	۸/۵۷۷۸۸	۸/۵۸۹۲۵	۸/۵۷۷۶۵	۸/۶۱۱۳۳
	۰/۸	۵/۹۹۶۳	۶/۴۱۸۱۵	۶/۶۹۲۹	۶/۷۶۴۹۸	۶/۹۴۴۷۵	۷/۰۰۱۲۸	۷/۰۰۰۵	۷/۰۰۰۲	۷/۰۰۵۷۵	۷/۰۱۵۴
	۱/۰	۵/۱۸۰۵۳	۵/۴۸۸۸۳	۵/۸۳۰۸۸	۵/۸۹۴۴	۶/۰۵۸۴۳	۶/۱۵۷	۶/۱۶۷۳۵	۶/۱۷۶۵۸	۶/۱۸۲۲	۶/۱۷۸۲۵
	۱/۲	۴/۶۸۸۱۸	۴/۹۱۳۴۵	۵/۲۴۹۹۸	۵/۳۷۱۰۵	۵/۵۲۴۵۸	۵/۵۶۶۸۸	۵/۶۸۰۳۵	۵/۶۸۷۰۳	۵/۶۹۵۸	۵/۶۸۶۴۸
	۱/۴	۴/۳۷۸	۴/۵۴۰۴۵	۴/۸۶۰۶۵	۵/۰۲۹۹	۵/۱۴۳۸	۵/۳۱۸۷۵	۵/۳۸۲۳۳	۵/۳۷۸۵۸	۵/۳۸۳۲	۵/۳۸۳۵
	۱/۶	۴/۱۷۳۵۳	۴/۲۷۵۵۳	۴/۵۷۶۵۵	۴/۷۹۱۴	۴/۸۵۴۳۵	۵/۰۷۷۶	۵/۱۷۱۳	۵/۱۶۷۲۸	۵/۱۷۳۲۸	۵/۱۷۱۵۳
	۱/۸	۴/۰۲۱۱۸	۴/۰۸۷۹۸	۴/۳۷۰۲۸	۴/۶۰۶۶۸	۴/۶۴۱۶۳	۴/۸۹۱۳۸	۵/۰۲۲۹۳	۵/۰۲۰۴۳	۵/۰۲۴۱۸	۵/۰۲۳۰۸
	۲/۰	۳/۹۰۴۱۸	۳/۹۴۵۰۵	۴/۲۳۵۰۳	۴/۴۴۹۶۵	۴/۴۶۶۹۵	۴/۷۳۸۶۵	۴/۹۰۸۰۸	۴/۹۱۱۴	۴/۹۰۶۵۸	۴/۹۰۸۴۸
	۲/۵	۳/۶۸۶۷۸	۳/۶۹۲۶	۴/۰۵۸۷	۴/۱۸۲	۴/۱۸۰۱۵	۴/۴۲۸۲	۴/۶۸۲۲۵	۴/۶۸۷۳۵	۴/۶۸۶۰۵	۴/۶۸۷۰۵
	۳/۰	۳/۴۹۴۳۳	۳/۴۹۹۷	۴/۰۱۲۲۸	۴/۰۶۰۱۸	۴/۰۵۸۳۸	۴/۲۱۳۹۳	۴/۴۹۵۳۳	۴/۴۹۶۳۵	۴/۴۹۶۱۸	۴/۴۹۴۲۳

بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار ناپارامتری علامت از نوع جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی ۵۱

K=۰/۴۵ H=۱/۵۷	۰/۰	۳۷۰/۹۷۴	۳۷۱/۳۶۹	۳۷۳/۲۶۹	۳۷۰/۶۵۸	۳۷۲/۹۹۴	۳۷۲/۵۴۹	۳۷۱/۹۲۴	۳۷۳/۶۱۹	۳۶۹/۶۴۵	۳۶۸/۶۱۶
	۰/۲	۲۵/۴۶۶۳	۲۵/۹۰۹۴	۲۶/۴۱۳۹	۲۶/۲۷۷۱	۲۶/۴۰۸	۲۶/۴۷۸۸	۲۶/۵۵۴۷	۲۶/۵۷۱۱	۲۶/۴۹۲۷	۲۶/۶۰۹
	۰/۴	۱۱/۰۴۳۴	۱۱/۲۰۶۸	۱۱/۶۸۸۳	۱۱/۷۷۶۱	۱۱/۹۴۳۵	۱۲/۰۰۵۹	۱۲/۰۲۲۶	۱۲/۰۰۱۸	۱۲/۰۲۷۵	۱۲/۰۶۰۵
	۰/۶	۷/۵۶۵۵	۷/۵۸۳۵۲	۸/۰۳۹۰۸	۸/۲۳۷۷۶	۸/۳۶۸۶	۸/۵۱۵۵۸	۸/۵۱۰۴۴	۸/۵۶۵۱۸	۸/۵۵۲	۸/۵۶۹۴۴
	۰/۸	۵/۹۶۹۷۶	۵/۹۷۳۲۸	۶/۳۹۷۱۲	۶/۶۸۲۲۶	۶/۷۴۱۸۸	۶/۹۰۹۲۸	۶/۹۲۳۰۴	۶/۹۶۷۱۲	۶/۹۶۸۷۸	۶/۹۶۹۸
	۱/۰	۵/۰۹۶۴۶	۵/۱۰۳۱۴	۵/۴۸۹۸۶	۵/۸۰۲۴۸	۵/۸۰۳۶۶	۶/۰۲۰۰۸	۶/۰۳۷۰۴	۶/۰۸۲۶۸	۶/۰۹۲۰۶	۶/۰۷۸۳۸
	۱/۲	۴/۵۴۴۵۲	۴/۶۱۰۷۲	۴/۹۱۴۵	۵/۲۳۷۰۴	۵/۲۳۷۳	۵/۴۶۳۲۴	۵/۴۸۹۷۶	۵/۵۴۲۹۴	۵/۵۴۷۱۶	۵/۵۴۸۶۴
	۱/۴	۴/۱۹۳۳۶	۴/۳۰۰۴۴	۴/۵۳۴۶۶	۴/۸۳۸۸	۴/۸۳۴۹۶	۵/۰۸۶	۵/۱۴۲۴	۵/۱۸۹۵	۵/۱۹۱۸۸	۵/۱۹۲۸۸
	۱/۶	۳/۹۳۲۸	۴/۱۰۴۴۸	۴/۲۷۰۹	۴/۵۶۴۷۴	۴/۵۶۴۶۴	۴/۸۰۶۹۴	۴/۸۹۹۴۲	۴/۹۳۶۵۸	۴/۹۳۷۴۴	۴/۹۳۶۴
	۱/۸	۳/۷۴۱۰۶	۳/۹۷۸۶۶	۴/۰۸۱۳۶	۴/۳۶۴۸	۴/۳۶۶۶۲	۴/۵۹۴۷۶	۴/۷۲۰۰۸	۴/۷۳۸۷۸	۴/۷۴۳۲	۴/۷۴۲۲۸
	۲/۰	۳/۵۸۶۳۲	۳/۸۸۳۸۶	۳/۹۴۰۵۶	۴/۲۲۴۷۴	۴/۲۲۴۹۸	۴/۴۲۹۸	۴/۵۷۰۱۲	۴/۵۸۵۳	۴/۵۸۴۶۲	۴/۵۸۹۷۶
	۲/۵	۳/۳۰۵۷۶	۳/۶۸۴۹۶	۳/۶۹۰۹۶	۴/۰۵۶۹۴	۴/۰۵۶۸۴	۴/۱۶۴	۴/۳۰۷۱۶	۴/۳۰۹۱۲	۴/۳۱۱۰۲	۴/۳۰۹۵۸
	۳/۰	۳/۱۴۰۷۸	۳/۴۹۲۹	۳/۴۹۴۵۴	۴/۰۱۰۸۲	۴/۰۱۱۶۲	۴/۰۵۲۰۲	۴/۱۴۴۵۶	۴/۱۴۵۷۴	۴/۱۴۶۰۲	۴/۱۴۴۰۴

جدول ۴: مقادیر ARL نمودار علامت از نوع EWMA (توزیع نرمال)

	$\delta$	$Z_c$									
		۰	-۰/۱ W	-۰/۲ W	-۰/۳ W	-۰/۴ W	-۰/۵ W	-۰/۶ W	-۰/۷ W	-۰/۸ W	-۰/۹ W
$\lambda=۰/۲$ L=۲/۸۳۰	۰/۰	۳۷۰/۷۰۸	۳۷۰/۴۷۲	۳۷۰/۴۰۸	۳۷۰/۰۴	۳۶۵/۹۱۸	۳۶۲/۲۹۲	۳۵۹/۲۱۲	۳۵۳/۱۳۵	۳۳۳/۳۲۶	۳۲۴/۰۶۶
	۰/۲	۳۵/۸۵۹۳	۳۶/۴۲۵۲	۳۶/۹۰۰۱	۳۷/۳۸۵۷	۳۸/۰۷۵	۳۸/۳۲۶۳	۳۸/۵۰۲۹	۳۸/۷۵۰۱	۳۸/۲۸۴۱	۳۸/۵۱۲۶
	۰/۴	۹/۹۷۴۷۳	۱۰/۳۴۱۴	۱۰/۶۶۶	۱۱/۰۰۵۹	۱۱/۲۸۶۴	۱۱/۵۸۳۹	۱۱/۸۸۱۵	۱۲/۱۴۰۵	۱۲/۲۸۷۴	۱۲/۵۱۰۱
	۰/۶	۵/۴۹۰۱۵	۵/۷۴۷۵۷	۶/۰۲۸۵۷	۶/۲۷۳۸	۶/۵۰۰۸۲	۶/۷۲۵۴	۶/۹۴۰۸۵	۷/۱۴۱۷۲	۷/۳۴۳۹	۷/۵۱۹۴۵
	۰/۸	۳/۹۳۸۷۷	۴/۱۳۳۲۵	۴/۳۸۱۰۳	۴/۵۶۱۴	۴/۷۵۴۱۵	۴/۹۴۴۰۲	۵/۱۱۹۱۳	۵/۲۸۴۷۷	۵/۴۴۹۳۵	۵/۶۱۳۲
	۱/۰	۳/۲۰۷۱۳	۳/۳۲۲۴۳	۳/۵۷۶۷۸	۳/۷۱۳۲	۳/۹۰۴۲۸	۴/۰۳۹۳۵	۴/۲۲۲۶۲	۴/۳۶۷۶۲	۴/۴۹۲۲	۴/۶۵۶۸
	۱/۲	۲/۷۸۷۹۲	۲/۸۴۴۰۳	۳/۱۴۳۱۵	۳/۲۳۰۸۸	۳/۴۳۳۶۷	۳/۵۲۷۶۸	۳/۶۹۷۸۵	۳/۸۲۱۵	۳/۹۴۱۵۷	۴/۱۱۰۳۵
	۱/۴	۲/۵۱۲۹۲	۲/۵۲۹۷۵	۲/۸۸۳۴۲	۲/۹۲۸۸۲	۳/۱۷۷۰۳	۳/۲۳۰۸۷	۳/۳۷۵۱۲	۳/۴۶۳۵۷	۳/۵۷۰۹۷	۳/۷۴۳۲۷
	۱/۶	۲/۳۰۴۱	۲/۳۰۹۰۵	۲/۶۹۲۳۸	۲/۷۰۴۱۵	۳/۰۵۸۲۲	۳/۰۸۲۸	۳/۱۶۸۵۵	۳/۲۲۴۸۷	۳/۳۲۳۳۳	۳/۴۷۵۹
	۱/۸	۲/۱۶۰۹	۲/۱۶۳۴۲	۲/۵۲۲۳۷	۲/۵۲۱۹	۳/۰۱۵۶۷	۳/۰۲۳۷۲	۳/۰۶۵۲۸	۳/۰۹۰۴۸	۳/۱۵۷۴۵	۳/۲۷۴۳۸
	۲/۰	۲/۰۷۴۳۳	۲/۰۷۵۵۸	۲/۳۷۲۸۸	۲/۳۶۸۶۳	۳/۰۰۲۷۲	۳/۰۰۴۸۸	۳/۰۱۹۷	۳/۰۲۸۸۵	۳/۰۶۹۶۳	۳/۱۳۸۰۷
	۲/۵	۲/۰۰۶۹۲	۲/۰۰۶۸	۲/۱۱۸۳۲	۲/۱۱۷۸۸	۳/۰۰۰۰۷	۳/۰۰۰۰۸	۳/۰۰۰۰۴۳	۳/۰۰۰۰۹۷	۳/۰۰۰۵۷۸	۳/۰۱۴۲۳
	۳/۰	۲/۰۰۰۰۳	۲/۰۰۰۰۱۸	۲/۰۰۲۶۱	۲/۰۰۲۵۳۲	۳	۳	۳	۳/۰۰۰۰۲	۳/۰۰۰۰۲	۳/۰۰۰۰۳
$\lambda=۰/۳$ L=۲/۸۶۸	۰/۰	۳۶۴/۱۳۶	۳۶۴/۹۲۴	۳۶۳/۳	۳۶۳/۴۵۸	۳۶۶/۰۹۷	۳۶۳/۱۴	۳۵۳/۷۶۴	۳۵۶/۱۰۵	۳۳۴/۸۲۹	۳۳۳/۶۰۶
	۰/۲	۴۵/۹۳۲۷	۴۵/۷۹۶۱	۴۶/۲۱۹۹	۴۷/۰۴۷۶	۴۷/۰۰۸	۴۷/۶۷۸	۴۷/۸۱۱۴	۴۷/۴۸۹	۴۷/۲۰۲۵	۴۷/۱۲۸۱
	۰/۴	۱۱/۰۳۸۸	۱۱/۳۲۸۵	۱۱/۶۰۶۹	۱۱/۸۷۵۱	۱۲/۰۹۰۵	۱۲/۲۱۹۶	۱۲/۴۴۱۴	۱۲/۶۴۷۲	۱۲/۷۷۶۱	۱۲/۹۳۱۸
	۰/۶	۵/۴۵۴۶۲	۵/۶۴۱۶۴	۵/۸۹۲۰۸	۶/۰۶۶۵	۶/۲۴۳۲۶	۶/۴۳۶۸۴	۶/۵۶۹	۶/۷۰۶۹	۶/۸۵۴۱	۶/۹۹۱۹
	۰/۸	۳/۶۶۹۵۲	۳/۸۳۸۶۴	۴/۰۷۴۱۸	۴/۱۹۹۸۴	۴/۳۳۹۸	۴/۴۹۶۳۴	۴/۶۱۲	۴/۷۵۷۵۴	۴/۸۷۲۲۲	۴/۹۸۵۲
	۱/۰	۲/۸۸۲۸۸	۳/۰۱۷۸	۳/۲۱۶۷	۳/۳۲۶۲۴	۳/۴۶۷۸	۳/۶۱۹۹۲	۳/۷۲۲۲۸	۳/۸۵۰۱	۳/۹۵۵۹۴	۴/۰۰۰۰۴
	۱/۲	۲/۴۵۰۸۲	۲/۵۶۱۴۸	۲/۷۵۰۸۴	۲/۸۵۴۱۸	۲/۹۹۶	۳/۱۶۰۴۲	۳/۲۲۲۳۸	۳/۳۷۷۴۶	۳/۴۴۹۶۸	۳/۵۲۶
	۱/۴	۲/۲۱۳۸۸	۲/۳۰۰۲۶	۲/۴۵۴۸۲	۲/۵۲۹۲۴	۲/۷۰۲۳	۲/۸۸۵۲۶	۲/۹۲۳۳۴	۳/۱۴۰۷۸	۳/۱۸۵۹۲	۳/۲۳۵۶۲
	۱/۶	۲/۰۹۱۱	۲/۱۴۴۸۲	۲/۲۵۷	۲/۳۰۹۲۸	۲/۵۰۱۹۸	۲/۶۹۴۹۶	۲/۷۰۱	۳/۰۴۳۵۶	۳/۰۶۰۴۴	۳/۰۸۸۸
	۱/۸	۲/۰۳۱۳۲	۲/۰۶۳۷۶	۲/۱۳۳۳۴	۲/۱۶۳۱۲	۲/۳۴۴۱	۲/۵۱۹۰۶	۲/۵۲۶۶۴	۳/۰۱۰۵۶	۳/۰۱۷۰۴	۳/۰۲۶۹۴
	۲/۰	۲/۰۰۹۵۶	۲/۰۲۵۳۶	۲/۰۶۰۴۴	۲/۰۷۵۱۸	۲/۲۲۲۳	۲/۳۶۸۹	۲/۳۷۰۲۲	۳/۰۰۲۱۴	۳/۰۰۳۹۸	۳/۰۰۷۳۴
	۲/۵	۲/۰۰۰۲۴	۲/۰۰۱۷۸	۲/۰۰۴۸۴	۲/۰۰۷۱۲	۲/۰۰۶۰۹۲	۲/۱۱۷۲۶	۲/۱۱۸۲۲	۳	۳/۰۰۰۰۸	۳/۰۰۰۰۱۴
	۳/۰	۲/۰۰۰۰۲	۲/۰۰۰۰۶	۲/۰۰۰۰۱۴	۲/۰۰۰۰۳	۲/۰۱۳۸	۲/۰۲۶۵	۲/۰۲۸۷۶	۳	۳	۳

$\lambda=0.14$ $L=2/885$	0.0	۳۶۲/۳۹۴	۳۶۴/۳۷۱	۳۶۳/۳۱۱	۳۶۳/۵۳۶	۳۶۵/۶۵۷	۳۶۰/۵۰۲	۳۵۶/۸۷۲	۳۵۹/۱۱۹	۳۲۹/۱۶۷	۳۴۰/۱۹۳
	0.2	۵۷/۱۱۳۹	۵۶/۹۳۷۸	۵۷/۴۳۲۱	۵۷/۹۶۳۸	۵۸/۰۲۸۹	۵۸/۰۴۹۱	۵۸/۱۶۶۴	۵۸/۷۱۸۶	۵۷/۶۴۳۸	۵۷/۷۳۰۴
	0.4	۱۳/۷۱۶۱	۱۳/۱۰۸۱	۱۳/۲۴۸۲	۱۳/۴۲۲۷	۱۳/۶۱۴۷	۱۳/۷۵۵۹	۱۳/۸۵۸۱	۱۴/۱۷۳۸	۱۴/۱۲۵۲	۱۴/۲۶۸
	0.6	۵/۶۸۸۷۸	۵/۸۹۲۱۶	۶/۰۷۶۰۸	۶/۱۷۵۳۸	۶/۳۶۰۱۶	۶/۴۹۰۴۸	۶/۶۱۹۹۴	۶/۷۶۳۶۸	۶/۸۳۶۳۲	۶/۹۲۲۲۲
	0.8	۳/۶۳۷۴۸	۳/۸۲۱۴۶	۳/۹۳۳۲۸	۴/۰۲۸۷۴	۴/۱۹۸	۴/۲۷۴۴۶	۴/۳۹۲۶	۴/۵۳۲۵۶	۴/۵۸۰۷۲	۴/۶۸۴۲۸
	1.0	۲/۷۸۷۵	۲/۹۱۸۰۴	۳/۰۲۹۰۴	۳/۰۸۳۱۶	۳/۲۵۸۳۲	۳/۳۲۴۸۶	۳/۴۰۱۷۶	۳/۵۴۸۷۲	۳/۵۸۸۶۶	۳/۷۰۷۶۸
	1/2	۲/۳۶۴۵۸	۲/۴۶۴۸	۲/۵۵۵۷۸	۲/۵۸۷۴۸	۲/۷۷۰۸۴	۲/۹۵۵۱۴	۲/۸۶۹۳۴	۳/۰۲۴۳۴	۳/۰۶۱۶	۳/۲۰۲۷۲
	1/4	۲/۱۵۶۰۶	۲/۲۱۷۲۲	۲/۲۸۶۱۶	۲/۳۰۴۶۶	۲/۴۶۱۱۴	۲/۴۷۴۸۲	۲/۵۴۰۸۲	۲/۷۱۹۴۸	۲/۷۳۲۸۶	۲/۹۰۹۷۲
	1/6	۲/۰۶۰۴۶	۲/۰۸۹۱۲	۲/۱۳۷۲۶	۲/۱۴۶۹۴	۲/۲۵۸۶۴	۲/۲۶۲۸۸	۲/۳۱۲۶۸	۲/۵۰۵۹۲	۲/۵۱۰۱۸	۲/۷۰۳۰۴
	1/8	۲/۰۱۹۵۲	۲/۰۳۰۲۲	۲/۰۶۰۲۸	۲/۰۶۳۰۶	۲/۱۲۹۸۴	۲/۱۳۱۷۶	۲/۱۶۴۲۸	۲/۳۴۳۱۸	۲/۳۴۴۴۸	۲/۵۲۶۴۸
	2/0	۲/۰۰۵۴۴	۲/۰۰۸۶۸	۲/۰۲۴۶۶	۲/۰۲۵۸۶	۲/۰۶۰۶۸	۲/۰۵۹۸۶	۲/۰۷۳۸۶	۲/۲۲۴۳۲	۲/۲۲۲۳۸	۲/۳۶۹۰۶
	2/5	۲/۰۰۰۱۲	۲/۰۰۰۲۲	۲/۰۰۰۱۷۶	۲/۰۰۰۱۷	۲/۰۰۰۵۶۸	۲/۰۰۰۴۹۲	۲/۰۰۰۶۵	۲/۰۶۳۴	۲/۰۶۰۷۶	۲/۱۱۶۱۶
	3/0	۲	۲	۲/۰۰۰۱۲	۲/۰۰۰۰۸	۲/۰۰۰۱۸	۲/۰۰۰۳۸	۲/۰۰۰۲	۲/۰۱۳۶۴	۲/۰۱۳۲۴	۲/۰۲۶۶۴

جدول ۵/ مقادیر ARL نمودار علامت از نوع EWMA (توزیع یکنواخت)

	$\delta$	Z.									
		.	-0.1 W	-0.2 W	-0.3 W	-0.4 W	-0.5 W	-0.6 W	-0.7 W	-0.8 W	-0.9 W
$\lambda=0.12$ $L=2/830$	0.0	۳۷۰/۴۹۱	۳۶۶/۶۵۲	۳۶۸/۵۲۸	۳۶۷/۴۹۳	۳۶۳/۹۰۳	۳۶۰/۲۸۹	۳۵۴/۵۷۱	۳۴۹/۴۸۸	۳۲۹/۳۶۶	۳۱۹/۷۷۸
	0.2	۶۴/۶۱۳۱	۶۵/۶۰۵۱	۶۶/۵۱۹۵	۶۶/۳۳۸۲	۶۷/۱۵۸۶	۶۷/۴۶۶۲	۶۷/۶۷۷۵	۶۷/۶۲۵۹	۶۶/۲۹۵۷	۶۶/۱۶۲۴
	0.4	۱۷/۰۵۱۸	۱۷/۵۴۶۷	۱۷/۹۹۶۹	۱۸/۴۴۲۵	۱۸/۷۸۸۴	۱۹/۰۴۷۴	۱۹/۳۷۱۱	۱۹/۶۷۰۸	۱۹/۷۳۴۴	۱۹/۹۴۲۴
	0.6	۸/۲۴۹۳۶	۸/۵۸۸۱۱	۸/۹۳۹۷۳	۹/۲۳۰۳۲	۹/۵۲۴۳۷	۹/۷۹۵۹۱	۱۰/۰۱۸۸	۱۰/۲۸۴۷	۱۰/۴۷۷	۱۰/۶۷۵۶
	0.8	۵/۲۹۶۰۷	۵/۵۷۵۱۴	۵/۸۳۶۶۹	۶/۰۷۲۶۴	۶/۲۹۷۴۳	۶/۵۱۹۱۸	۶/۷۱۷۴۳	۶/۹۶۷۱۶	۷/۱۲۰۴۸	۷/۳۰۲۹۴
	1.0	۳/۹۲۹۵	۴/۱۱۶۶۳	۴/۳۵۵۳۷	۴/۵۳۹۲۹	۴/۷۴۱۷۳	۴/۹۱۷۹۶	۵/۰۸۷۴	۵/۲۷۶۱۸	۵/۴۳۴۴۹	۵/۵۹۷۰۴
	1/2	۳/۱۵۳۲۳	۳/۲۵۴۷۴	۳/۵۱۵۵۵	۳/۶۴۶۹۸	۳/۸۳۹۲۱	۳/۹۷۱۰۸	۴/۱۱۰۰۵	۴/۲۸۹۵۱	۴/۴۲۷۲۴	۴/۵۷۹۶۶
	1/4	۲/۶۳۴۹۲	۲/۶۶۵۲۶	۲/۹۹۳۴۳	۳/۰۵۴۶۹	۳/۲۷۸۸۲	۳/۳۴۹۳۸	۳/۴۵۲۳۷	۳/۶۱۵۰۴	۳/۷۲۵۳۹	۳/۹۰۱۴۳
	1/6	۲/۱۷۷۴۷	۲/۱۷۸۹	۲/۵۴۰۴۸	۲/۵۴۶۸۹	۳/۰۱۷۸۵	۳/۰۲۷۴۶	۳/۰۵۶۳	۳/۱۰۴۰۵	۳/۱۷۷۶۱	۳/۲۹۸۳۴
	1/8	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳
2/0	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	
$\lambda=0.13$ $L=2/868$	0.0	۳۷۰/۳۸۷	۳۷۰/۲۹۸	۳۶۹/۰۵۸	۳۶۵/۶۷	۳۶۴/۰۶۲	۳۶۱/۸۱۹	۳۵۵/۳۳۷	۳۵۴/۰۸۵	۳۳۸/۰۹۸	۳۳۲/۹۸۲
	0.2	۸۳/۳۹۹۵	۸۳/۴۲۲۲	۸۳/۹۴۵۳	۸۴/۵۱۸۴	۸۴/۷۳۶۴	۸۴/۳۴۹۵	۸۴/۵۸۲۸	۸۴/۸۴۲۶	۸۳/۱۶۶۷	۸۲/۹۶۷۴
	0.4	۲۰/۶۴۱۱	۲۱/۰۰۳۸	۲۱/۳۲۲۳	۲۱/۵۷۳۹	۲۱/۸۶۶۲	۲۲/۱۰۴۲	۲۲/۲۷۰۸	۲۲/۵۱۶۳	۲۲/۵۴۸۵	۲۲/۶۶۸۹
	0.6	۸/۸۵۵۰۳	۹/۱۴۸۰۱	۹/۴۲۳۴۵	۹/۶۲۶۸۸	۹/۸۴۰۴	۱۰/۰۱۷۴	۱۰/۲۳۵۷	۱۰/۳۹۱۷	۱۰/۵۰۰۸	۱۰/۶۸۸۳
	0.8	۵/۲۴۰۸۶	۵/۴۳۶۶۳	۵/۶۸۳۶۲	۵/۸۵۱۹۹	۶/۰۲۰۵۹	۶/۱۹۹۸۳	۶/۳۴۵۹۶	۶/۴۹۰۳۴	۶/۶۴۵۷۱	۶/۷۵۲۷۱
	1.0	۳/۶۶۱۵۲	۳/۸۲۴۳۵	۴/۰۴۹۴۲	۴/۱۸۶۶۶	۴/۳۳۲۷	۴/۴۸۸۷	۴/۶۰۲۱	۴/۷۴۱۸۷	۴/۸۵۹۶۹	۴/۹۶۶۸۹
	1/2	۲/۸۲۱۳	۲/۹۴۸۲۱	۳/۱۵۴۷۴	۳/۲۶۳۱۲	۳/۴۰۲۲۷	۳/۵۵۷۵۶	۳/۶۴۵۱۶	۳/۷۸۳۳۸	۳/۸۸۲۷۳	۳/۹۶۹۳۴
	1/4	۲/۳۰۹۹۵	۲/۴۰۷۱۱	۲/۵۸۲۲۳	۲/۶۶۳۳۹	۲/۸۲۴۴۲	۳/۰۰۳۷۹	۳/۰۴۶۷۸	۳/۲۳۱۳۹	۳/۲۹۰۲۴	۳/۳۵۳۹۵
	1/6	۲/۰۳۶۲۳	۲/۰۷۱۵۷	۲/۱۴۴۴۲	۲/۱۷۵۲۹	۲/۳۶۲۱۶	۲/۵۴۱۶۶	۲/۵۴۸۳۹	۳/۰۱۲۴۲	۳/۰۱۹۶۷	۳/۰۳۲۳
	1/8	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳
2/0	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	
2/5	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	
3/0	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	
$\lambda=0.14$	0.0	۳۷۰/۴۲۹	۳۶۹/۱۵۱	۳۶۷/۳۶۴	۳۶۶/۷۱	۳۶۷/۶۱۱	۳۶۳/۰۱۴	۳۶۱/۰۴۲	۳۶۰/۱۰۵	۳۴۲/۳۲۲	۳۳۲/۴۲۴
	0.2	۱۰/۱۰۶۴	۱۰/۱۹۴۳	۱۰۲/۶۶۲	۱۰۲/۴۸	۱۰۳/۳۴۳	۱۰۲/۲۴۹	۱۰۲/۶۹۱	۱۰۳/۵۶۸	۱۰/۱۳۸۴	۱۰/۱۱۵۳
	0.4	۲۵/۳۵۷	۲۵/۵۷۹۸	۲۵/۸۶۶۸	۲۶/۰۷۵۱	۲۶/۳۲۶۴	۲۶/۳۶۸۹	۲۶/۷۸۶۲	۲۶/۸۲۷۷	۲۶/۷۲۸۹	۲۶/۹۴۱۳
	0.6	۹/۹۷۵۲۸	۱۰/۳۱۸۱	۱۰/۴۹۲۱	۱۰/۵۹۵۹	۱۰/۸۳۸۷	۱۰/۹۷۷۱	۱۱/۰۸۰۸	۱۱/۳۳۸۸	۱۱/۲۸۷۷	۱۱/۴۴۱۸
	0.8	۵/۴۵۸۸۹	۵/۶۶۲۲۷	۵/۸۳۷۹۶	۵/۹۳۳۷۵	۶/۱۴۰۸۲	۶/۲۴۲۵	۶/۳۵۴۰۸	۶/۴۸۶۴۳	۶/۵۵۰۶۳	۶/۶۸۴۳



بررسی اثر اینرسی بر عملکرد نمودار ناپارامتری علامت از نوع جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی ۵۳

L=۲/۸۸۵	۱/۰	۳/۶۲۸۷۶	۳/۷۹۹۰۷	۳/۹۴۰۲۴	۴/۰۱۸۷۸	۴/۱۸۴۶۳	۴/۲۷۵۴۱	۴/۳۷۵۷۵	۴/۵۱۰۹۱	۴/۵۷۱۰۶	۴/۶۷۷۵
	۱/۲	۲/۷۲۰۹۱	۲/۸۵۵۵۸	۲/۹۶۴۵۲	۳/۰۲۰۲۵	۳/۱۹۷۴۸	۳/۲۴۶۰۹	۳/۳۳۶۷۲	۳/۴۶۹۴۹	۳/۵۲۵۴۱	۳/۶۴۴۱۷
	۱/۴	۲/۲۳۶۱۳	۲/۳۱۳۰۳	۲/۳۹۵۳۶	۲/۴۲۳۰۹	۲/۵۸۶۸۸	۲/۶۰۸۰۹	۲/۶۷۶۰۱	۲/۸۵۳۴۵	۲/۸۷۶۶۳	۲/۰۳۴۰۹
	۱/۶	۲/۰۲۳۱۵	۲/۰۳۵۴۴	۲/۰۶۷۶۹	۲/۰۷۱۸۳	۲/۱۴۴۵۳	۲/۱۴۵۴۷	۲/۱۷۸۱۹	۲/۳۶۰۸۷	۲/۳۶۷۲۱	۲/۵۴۸۵۳
	۱/۸	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۲/۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۲/۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۳/۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲

جدول ۶: مقادیر ARL نمودار علامت از نوع EWMA (توزیع نمایی دوبل)

	$\delta$	Z.									
		.	-۰/۱ W	-۰/۲ W	-۰/۳ W	-۰/۴ W	-۰/۵ W	-۰/۶ W	-۰/۷ W	-۰/۸ W	-۰/۹ W
$\lambda=۰/۲$ L=۲/۸۳۰	۰/۰	۳۷/۰۲۵۵	۳۶۷/۴۱۶	۳۶۵/۴۳	۳۶۴/۳۱۴	۳۶۳/۰۴۴	۳۵۷/۹۴۶	۳۵۵/۶۶۹	۳۴۹/۹۲۴	۳۲۹/۰۹۳	۳۱۹/۹۲۵
	۰/۲	۱۸/۶۱۸۴	۱۸/۹۷۹۲	۱۹/۴۶۰۶	۱۹/۹۵۰۹	۲۰/۳۲۷۱	۲۰/۵۸۸۴	۲۰/۸۱۶۶	۲۱/۱۹۴۸	۲۱/۲۵۶۱	۲۱/۵۰۴۴
	۰/۴	۶/۷۰۲۵۲	۷/۰۵۷۶۸	۷/۳۳۹۳۶	۷/۶۲۴۶۶	۷/۸۶۲۹۸	۸/۱۳۹۸۴	۸/۳۴۷۱	۸/۵۸۰۵۴	۸/۷۸۶۰۶	۸/۹۹۱۶
	۰/۶	۴/۱۴۶۹۸	۴/۶۳۵۴۶	۴/۸۷۹۹۸	۵/۱۰۰۵	۵/۳۰۵۰۲	۵/۵۰۱	۵/۶۹۶۲۶	۵/۸۸۷۰۸	۶/۰۴۷۷۴	۶/۲۱۰۱۴
	۰/۸	۳/۵۰۸۸۲	۳/۶۶۸۹۴	۳/۹۰۵۰۲	۴/۰۷۰۲۸	۴/۲۶۴۴۸	۴/۴۱۷۷۸	۴/۵۹۸۸۴	۴/۷۵۸۵۶	۴/۹۰۳	۵/۰۴۶۲۶
	۱/۰	۳/۰۴۰۶	۳/۱۳۸۵۶	۳/۴۰۰۵۶	۳/۵۲۵۱۶	۳/۷۲۶۰۲	۳/۸۳۶۵۸	۴/۰۲۵۲	۴/۱۵۷۳۴	۴/۲۸۲۳۸	۴/۴۶۶۴۴
	۱/۲	۲/۷۶۵۴۸	۲/۸۰۴۶۸	۳/۱۱۴۶۴	۳/۱۹۵۱۶	۳/۴۰۱۷۲	۳/۶۹۳۰۶	۳/۶۶۰۸۲	۳/۷۷۸۲۶	۳/۹۰۱۹۲	۴/۰۶۸۹۶
	۱/۴	۲/۵۵۷۴	۲/۵۸۰۷۸	۲/۹۲۴۹۶	۲/۹۷۹۲۸	۳/۲۱۹۶۸	۳/۲۷۶۳	۳/۴۲۶۵۲	۳/۵۲۵۲۴	۳/۶۳۷۳۶	۳/۸۰۶۰۸
	۱/۶	۲/۴۰۶۶۲	۲/۴۱۰۴۶	۲/۷۸۸۲۶	۲/۸۱۷۵	۳/۱۰۶۷۶	۳/۱۴۷۰۲	۳/۲۶۶۲۶	۳/۳۳۶۲۴	۳/۴۵۰۴۶	۳/۶۱۲۱۶
	۱/۸	۲/۱۹۸۸۸	۲/۱۹۷۶۴	۲/۵۷۲۲	۲/۵۷۹۴	۳/۰۲۳۵	۳/۰۳۴۵۸	۳/۰۸۶۷	۳/۱۲۱۴۸	۳/۱۹۹۶	۳/۳۲۹۸۸
۲/۰	۲/۰۸۷۹۶	۲/۰۸۸۶۲	۲/۳۹۶۴۴	۲/۳۹۷۵۲	۳/۰۰۴۸	۳/۰۰۷۳۶	۳/۰۲۵۷۲	۳/۰۳۷۱۲	۳/۰۸۵۱۲	۳/۱۵۷۰۸	
۲/۵	۲/۰۱۴۴۴	۲/۰۱۴۵۲	۲/۱۶۷۱	۲/۱۶۶۷۲	۳/۰۰۰۲۴	۳/۰۰۰۲۶	۳/۰۰۰۱۷	۳/۰۰۰۲۵۶	۳/۰۰۱۲۶۸	۳/۰۲۶۹۸	
۳/۰	۲/۰۰۲۱۸	۲/۰۰۱۹۲	۲/۰۶۴۶۴	۲/۰۶۵۹	۳	۳	۳/۰۰۰۰۶	۳/۰۰۰۰۱۲	۳/۰۰۰۱۸۴	۳/۰۰۰۳۹۲	
$\lambda=۰/۳$ L=۲/۸۶۸	۰/۰	۳۷/۰۷۵۹	۳۷/۰۱۰۶	۳۶۹/۴۱۶	۳۶۸/۴۸۹	۳۶۷/۵۳۳	۳۶۴/۳۸۲	۳۵۸/۸۳۷	۳۵۷/۴۷۷	۳۴۶/۷۰۴	۳۳۱/۴۸۶
	۰/۲	۲۲/۷۴۰۷	۲۲/۹۹۴۹	۲۳/۳۸۶۵	۲۳/۶۹۴۸	۲۳/۸۰۷۵	۲۴/۱۴۸	۲۴/۳۲۸۱	۲۴/۵۰۲۵	۲۴/۳۲۲	۲۴/۷۲۲۷
	۰/۴	۶/۹۵۲۷۶	۷/۱۹۰۵۲	۷/۴۴۱۸۲	۷/۶۵۵۸۶	۷/۸۴۹۸	۸/۰۳۶۳۸	۸/۲۰۱۰۶	۸/۳۵۰۴۶	۸/۴۹۸۶	۸/۶۶۷۴۲
	۰/۶	۴/۲۲۲۱۲	۴/۳۸۰۴۸	۴/۶۱۰۴۸	۴/۷۵۸	۴/۹۰۷۴	۵/۰۸۷۴۸	۵/۲۰۵۱۸	۵/۳۵۹۷۲	۵/۴۸۸۴۶	۵/۶۰۱۸۲
	۰/۸	۳/۲۱۰۸۶	۳/۳۵۵۵۶	۳/۵۶۶۰۲	۳/۶۸۵۷۸	۳/۸۳۲۳۲	۳/۹۷۹۲۶	۴/۰۸۵۰۴	۴/۲۲۱۱	۴/۳۳۷۴۸	۴/۴۳۵۶۲
	۱/۰	۲/۷۱۲۵	۲/۸۳۴۵۸	۳/۰۳۷۱۶	۳/۱۴۶۲۴	۳/۲۷۹۴۶	۳/۴۳۷۲۶	۳/۵۲۲۶۲	۳/۶۶۰۴۲	۳/۷۴۸۸۴	۳/۸۴۳۷
	۱/۲	۲/۴۲۲۶	۲/۵۳۶۱۶	۲/۷۲۷۲۶	۲/۸۱۴۹۶	۲/۹۶۶۰۸	۳/۱۲۶۹۴	۳/۱۸۹۰۲	۳/۳۵۵۲۸	۳/۴۱۹۲۸	۳/۴۹۳۲
	۱/۴	۲/۳۲۷۹۸	۲/۳۳۹۹۴	۲/۵۰۷۱۴	۲/۵۸۳۱۶	۲/۷۵۵۵	۲/۹۳۳	۲/۹۷۱۴۶	۳/۱۷۶۹	۳/۲۲۶۱۴	۳/۲۸۰۷۶
	۱/۶	۲/۱۴۳۶۲	۲/۲۱۸۰۶	۲/۳۵۶۱۶	۲/۴۱۸۶	۲/۶۰۱۸۸	۲/۷۹۴۷۸	۲/۸۱۰۳۴	۳/۰۸۳۶۶	۳/۱۱۵	۳/۱۵۲۶۲
	۱/۸	۲/۰۴۲۹۸	۲/۰۸۳۳۴	۲/۱۶۴۵۲	۲/۱۹۸۵۴	۲/۳۸۶۰۶	۲/۵۷۳۹۴	۲/۵۷۷۷۸	۳/۰۱۶۷۶	۳/۰۲۵۵۴	۳/۰۴۱۴۲
۲/۰	۲/۰۱۱۶۲	۲/۰۳۰۰۶	۲/۰۶۹۳۸	۲/۰۸۷۲۸	۲/۱۳۵۴۶	۲/۳۹۸۹۴	۲/۳۹۴۹۶	۳/۰۰۲۹۶	۳/۰۰۴۸۴	۳/۰۰۹۶۶	
۲/۵	۲/۰۰۰۷	۲/۰۰۰۳۹	۲/۰۰۱۰۸۸	۲/۰۰۱۴۸۴	۲/۰۰۹۰۹۶	۲/۱۶۶۱۶	۲/۱۷۰۲	۳/۰۰۰۰۴	۳/۰۰۰۰۴	۳/۰۰۰۰۵	
۳/۰	۲/۰۰۰۰۲	۲/۰۰۰۰۴۴	۲/۰۰۰۱۷۸	۲/۰۰۰۱۹۸	۲/۰۰۲۲۵۴	۲/۰۰۶۴۸۲	۲/۰۰۶۵۳	۳	۳/۰۰۰۰۲	۳	
$\lambda=۰/۴$ L=۲/۸۸۵	۰/۰	۳۷/۰۷۴۴	۳۷/۰۶۸۲	۳۷/۰۲۹۸	۳۶۹/۹۱۱	۳۶۹	۳۶۶/۱۴	۳۶۴/۴۵۴	۳۵۷/۹۳۷	۳۴۰/۲۸۸	۳۲۹/۳۶۵
	۰/۲	۲۷/۸۲۴۳	۲۸/۱۷۱۷	۲۸/۴۸۰۱	۲۸/۶۴۶۷	۲۸/۸۶۴۵	۲۹/۰۵۸۵	۲۹/۰۹۰۷	۲۹/۲۹۴۵	۲۹/۰۰۸۶	۲۹/۳۳۳۲
	۰/۴	۷/۵۸۷۱۲	۷/۸۲۰۲۳	۷/۹۷۹۶۷	۸/۱۳۱۶	۸/۳۱۴۳۷	۸/۴۳۷۶۳	۸/۵۵۰۲	۸/۷۱۳۶۶	۸/۷۹۹۵۴	۸/۸۹۸۸۹
	۰/۶	۴/۲۵۴۶۹	۴/۴۴۳۵۱	۴/۵۸۶۱	۴/۶۶۴۶	۴/۸۴۶۹۱	۴/۹۴۵۸۷	۵/۰۳۹۵۱	۵/۱۸۷۱۱	۵/۲۶۳۶	۵/۳۵۸۵۲
	۰/۸	۳/۱۳۲۲۱	۳/۲۸۴۴۸	۳/۴۱۰۱۴	۳/۴۶۵۵۴	۳/۶۴۰۹۳	۳/۷۱۷۳۸	۳/۸۰۵۳۶	۳/۹۴۳۰۶	۴/۰۰۷۸۴	۴/۱۱۲۷۲
	۱/۰	۲/۶۱۴۶۱	۲/۷۳۸۰۶	۲/۸۴۱۲۱	۲/۸۸۸۱۴	۳/۰۶۵۱۳	۳/۱۱۴۴	۳/۲۰۲۸۹	۳/۳۴۹۰۵	۳/۳۸۸۷	۳/۵۰۵۸۹
۱/۲	۲/۳۳۹۵۳	۲/۴۳۴۸۳	۲/۵۲۲۰۵	۲/۵۵۵۴۹	۲/۷۲۸۵۶	۲/۷۵۹۳۷	۲/۸۳۶۳۷	۲/۹۹۶۹۷	۳/۰۲۷۳۴	۳/۱۷۰۳۶	
۱/۴	۲/۱۸۷۱۴	۲/۲۵۳۴۲	۲/۳۲۸۳۸	۲/۳۵۲۶۷	۲/۵۰۹۶	۲/۵۲۳۵۶	۲/۵۹۵۰۱	۲/۷۷۳۶۸	۲/۷۹۱۲۲	۲/۹۶۰۶۴	

۱/۶	۲/۱۰۱۱۳	۲/۱۴۴۵۶	۲/۲۰۵۴۱	۲/۲۱۹۰۷	۲/۳۵۴۰۵	۲/۳۶۱۱۶	۲/۴۲۱۶۷	۲/۶۰۹۲۷	۲/۶۱۹۹	۲/۸۰۷۵
۱/۸	۲/۰۲۷۹۳	۲/۰۴۲۸	۲/۰۷۸۴۷	۲/۰۸۳۶۸	۲/۱۶۳۲۳	۲/۱۶۳۶	۲/۲۰۰۰۸	۲/۳۸۷۴۷	۲/۳۹۰۵۷	۲/۵۷۸۰۷
۲/۰	۲/۰۰۶۹۱	۲/۰۱۱۵۶	۲/۰۲۸۷۵	۲/۰۳۰۴۶	۲/۰۷۰۳۵	۲/۰۶۹۵۸	۲/۰۸۷۷۲	۲/۲۴۳۲	۲/۲۴۴۲۳	۲/۳۹۷۵۸
۲/۵	۲/۰۰۰۳۶	۲/۰۰۰۶۱	۲/۰۰۰۴	۲/۰۰۰۴۰۶	۲/۰۱۱۱۷	۲/۰۱۱۱۸	۲/۰۱۴۴۱	۲/۰۹۱۰۷	۲/۰۹۰۰۲	۲/۱۶۷۵۷
۳/۰	۲/۰۰۰۰۲	۲/۰۰۰۰۵	۲/۰۰۰۰۴۴	۲/۰۰۰۰۴	۲/۰۰۱۶	۲/۰۰۱۷۵	۲/۰۰۲۱۹	۲/۰۳۳۸۴	۲/۰۳۳۰۷	۲/۰۶۴۳۸

جدول ۷ مقادیر ARL نمودار علامت از نوع CUSUM و EWMA (توزیع نرمال)

نمودار علامت از نوع CUSUM											
	$\delta$	$C^+$									
		.	--/۱ W	--/۲ W	--/۳ W	--/۴ W	--/۵ W	--/۶ W	--/۷ W	--/۸ W	--/۹ W
K=-۰/۴۵ H=۱۰/۵۷	۰/۰	۳۷۰/۱۶	۳۷۰/۴۹	۳۷۱/۸	۳۷۰/۱۲۴	۳۷۰/۷۶	۳۷۰/۲	۳۷۰/۴۸	۳۶۹/۹۶	۳۷۰/۴۳	۳۷۰/۱۲۵
	۰/۲	۳۱/۵۴۶	۳۲/۱۳۶	۳۲/۳۲۴	۳۲/۵۲۳	۳۲/۵۷۳	۳۲/۵۹	۳۲/۵۵۸	۳۲/۵۷۸	۳۲/۵۹۸	۳۲/۵۶۴
	۰/۴	۱۱/۸۷	۱۲/۰۹۵	۱۲/۵۵۴	۱۲/۶۳۴	۱۲/۸۰۶	۱۲/۸۴۴	۱۲/۸۶۸	۱۲/۸۷۱	۱۲/۸۹۳	۱۲/۸۹۲
	۰/۶	۷/۵۳۶۴	۷/۵۶۰۶	۸/۰۳۷۷	۸/۳۳۲۶	۸/۳۶۷۳	۸/۵۱۵۷	۸/۵۰۰۶	۸/۵۳۹۹	۸/۵۴۴۲	۸/۵۴۸۱
	۰/۸	۵/۶۵۹۸	۵/۶۶۳۱	۶/۰۷۴۷	۶/۳۷۸۲	۶/۴۱	۶/۶۰۲۹	۶/۶۰۶۴	۶/۶۵۷	۶/۶۶۶۱	۶/۶۷۰۶
	۱/۰	۴/۶۷۳	۴/۷۰۹۶	۵/۰۴۳۷	۵/۳۵۸۵	۵/۳۶۵۶	۵/۵۸۴۶	۵/۶۰۵۳	۵/۶۶۵۷	۵/۶۶۶۳	۵/۶۶۳۳
	۱/۲	۴/۰۹۴۶	۴/۲۲۱۸	۴/۴۳۴۳	۴/۷۳۶۷	۴/۷۳۵۴	۴/۹۸۰۴	۵/۰۵۳۶	۵/۰۹۳۱	۵/۰۹۲۹	۵/۰۸۹۴
	۱/۴	۳/۷۲۰۵	۳/۹۶۷	۴/۰۶۸	۴/۳۴۷۷	۴/۳۴۶۷	۴/۵۶۷۵	۴/۶۹۸۷	۴/۷۱۹۴	۴/۷۱۹۸	۴/۷۱۹۱
	۱/۶	۳/۴۵۰۳	۳/۷۹۷۱	۳/۸۳۰۶	۴/۱۳۰۶	۴/۱۲۸۵	۴/۲۹۱۶	۴/۴۴۴۳	۴/۴۵۱۸	۴/۴۵۱۹	۴/۴۵۳۵
	۱/۸	۳/۲۵۴۹	۳/۶۲۸۲	۳/۶۳۴۳	۴/۰۳۷۹	۴/۰۳۷۵	۴/۱۲۲۱	۴/۲۵۴۱	۴/۲۵۶	۴/۲۵۳۹	۴/۲۵۵۲
	۲/۰	۳/۱۲۴۵	۳/۴۶۰۷	۳/۴۶۵۹	۴/۰۰۸۴	۴/۰۰۸۷	۴/۰۴۲۵	۴/۱۲۵۸	۴/۱۲۵۶	۴/۱۲۵۷	۴/۱۲۵۵
۲/۵	۳/۰۱۲۱	۳/۱۵۳۸	۳/۱۵۴۳	۴/۰۰۰۱	۴	۴/۰۰۱۱	۴/۰۱۲۴	۴/۰۱۲۶	۴/۰۱۲۱	۴/۰۱۲۳	
۳/۰	۳/۰۰۰۶	۳/۰۳۶۱	۳/۰۳۵۹	۴	۴	۴	۴/۰۰۰۷	۴/۰۰۰۶	۴/۰۰۰۷	۴/۰۰۰۷	
نمودار علامت از نوع EWMA											
	$\delta$	$Z$									
		.	--/۱ W	--/۲ W	--/۳ W	--/۴ W	--/۵ W	--/۶ W	--/۷ W	--/۸ W	--/۹ W
$\lambda=۰/۲$ L=۲/۸۳۵	۰/۰	۳۷۰/۷۰۸	۳۷۰/۴۷۲	۳۷۰/۴۰۸	۳۷۰/۰۴	۳۶۵/۹۱۸	۳۶۳/۲۹۲	۳۵۹/۲۱۲	۳۵۳/۱۳۵	۳۳۳/۳۲۶	۳۲۴/۰۶۵۷
	۰/۲	۳۵/۸۵۹۳	۳۶/۴۲۵۲	۳۶/۹۰۰۱	۳۷/۳۸۵۷	۳۸/۰۷۵	۳۸/۳۲۶۳	۳۸/۵۰۲۹	۳۸/۷۵۰۱	۳۸/۲۸۴۱	۳۸/۱۵۱۲۶
	۰/۴	۹/۹۷۴۷۳	۱۰/۳۴۱۴	۱۰/۶۶۶	۱۱/۰۰۵۹	۱۱/۲۸۶۴	۱۱/۵۸۳۹	۱۱/۸۸۱۵	۱۲/۱۴۰۵	۱۲/۲۸۷۴	۱۲/۵۱۰۱
	۰/۶	۵/۴۹۰۱۵	۵/۷۴۷۵۷	۶/۰۳۸۵۷	۶/۲۷۱۳۸	۶/۵۰۰۸۲	۶/۷۲۵۴	۶/۹۴۰۸۵	۷/۱۴۱۷۲	۷/۳۴۳۹	۷/۵۱۹۴۵
	۰/۸	۳/۹۳۸۷۷	۴/۱۳۳۲۵	۴/۳۸۱۰۳	۴/۵۶۱۴	۴/۷۵۴۱۵	۴/۹۴۴۰۲	۵/۱۱۹۱۳	۵/۲۸۴۷۷	۵/۴۴۹۳۵	۵/۶۱۳۲
	۱/۰	۳/۲۰۷۱۳	۳/۳۲۲۴۳	۳/۵۷۶۷۸	۳/۷۱۳۲	۳/۹۰۴۲۸	۴/۰۳۹۳۵	۴/۲۲۲۶۲	۴/۳۶۷۶۲	۴/۴۹۲۲	۴/۶۵۶۸
	۱/۲	۲/۷۸۷۹۲	۲/۸۴۴۰۳	۳/۱۴۳۱۵	۳/۲۳۰۸۸	۳/۴۳۳۶۷	۳/۵۲۷۶۸	۳/۶۹۷۸۵	۳/۸۲۱۵	۳/۹۴۱۵۷	۴/۱۱۰۳۵
	۱/۴	۲/۵۱۲۹۲	۲/۵۲۹۷۵	۲/۸۸۳۴۲	۲/۹۲۸۸۲	۳/۱۷۷۰۳	۳/۲۳۰۸۷	۳/۳۷۵۱۲	۳/۴۶۳۵۷	۳/۵۷۰۹۷	۳/۷۴۳۲۷
	۱/۶	۲/۳۰۴۱	۲/۳۰۹۰۵	۲/۶۹۲۳۸	۲/۷۰۴۱۵	۳/۰۵۸۲۲	۳/۰۸۲۸	۳/۱۶۸۵۵	۳/۲۲۴۸۷	۳/۳۲۳۳۳	۳/۴۷۵۹
	۱/۸	۲/۱۶۰۹	۲/۱۶۳۴۲	۲/۵۲۳۳۷	۲/۵۲۱۹	۳/۰۱۵۶۷	۳/۰۲۳۷۲	۳/۰۶۵۲۸	۳/۰۹۰۴۸	۳/۱۵۷۴۵	۳/۲۷۴۳۸
	۲/۰	۲/۰۷۴۳۳	۲/۰۷۵۵۸	۲/۳۷۲۸۸	۲/۳۶۸۶۳	۳/۰۰۲۷۲	۳/۰۰۴۸۸	۳/۰۱۹۷	۳/۰۲۸۸۵	۳/۰۶۹۶۳	۳/۱۳۸۰۷
۲/۵	۲/۰۰۶۹۲	۲/۰۰۶۸	۲/۱۱۸۳۲	۲/۱۱۷۸۸	۳/۰۰۰۰۷	۳/۰۰۰۰۸	۳/۰۰۰۰۴۳	۳/۰۰۰۰۹۷	۳/۰۰۵۷۸	۳/۰۱۴۲۳	
۳/۰	۲/۰۰۰۳	۲/۰۰۰۱۸	۲/۰۲۶۱	۲/۰۲۵۳۲	۳	۳	۳	۳/۰۰۰۰۲	۳/۰۰۰۰۲	۳/۰۰۰۰۷۳	

#### ۳-۴ مقایسه عملکرد نمودارهای علامت از نوع EWMA و CUSUM

برای مقایسه اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای علامت از نوع EWMA و CUSUM از مقادیر ARL توزیع نرمال و یکی از بهترین ترکیبات پارامترهای این نمودارها (جدول ۱ و ۳) استفاده و این مقادیر در جدول ۷ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۷ مشخص است که تأثیر منفی اینرسی بر عملکرد نمودار علامت از نوع CUSUM کمتر از نمودار علامت از نوع EWMA است. در نمودار علامت از نوع CUSUM در حالت تحت کنترل مقادیر  $ARL_0$  تقریباً ثابت است و بنابراین اینرسی اثری چندانی بر احتمال خطای نوع اول این نمودار ندارد، اما در نمودار علامت از نوع EWMA با افزایش اینرسی، مقدار  $ARL_0$  کاهش یافته و احتمال خطای نوع اول افزایش می‌یابد. در حالت خارج از کنترل نیز اگر چه مقادیر  $ARL_1$  هر دو نمودار به مقدار ناچیزی افزایش یافته است اما این افزایش در نمودار علامت از نوع EWMA بیشتر بوده و بنابراین اثر اینرسی به صورت افزایش احتمال خطای نوع دوم در این نمودار بیشتر است. لازم به ذکر است که نتایج بدست آمده در مورد مقایسه اثر اینرسی در عملکرد نمودارهای علامت از نوع CUSUM و EWMA در توزیع نرمال در توزیع‌های یکنواخت و نمایی دابل نیز صادق است.

#### ۵- نتیجه‌گیری

در سالیان اخیر توجه به اثر اینرسی بر عملکرد نمودارهای کنترلی و همچنین کاربرد نمودارهای ناپارامتری در کنترل فرآیندهای غیر نرمال افزایش یافته است. در این مقاله تأثیر اینرسی بر عملکرد نمودارهای ناپارامتری علامت از نوع CUSUM و EWMA بررسی و این نمودارها با هم مقایسه شده است. برای اینکار مقادیر ARL دو نمودار با استفاده از یک برنامه شبیه‌سازی در سه توزیع مختلف و در حالت وجود و عدم وجود اینرسی محاسبه شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که نمودار علامت از نوع CUSUM در برابر اینرسی عملکرد بهتری داشته و در آن تغییرات ARL بر اثر اینرسی در حالت تحت کنترل و خارج از کنترل ناچیز است همچنین بررسی عملکرد نمودار با

ترکیبات مختلف پارامترهای در نظر گرفته شده نشان داد که مقادیر پارامترها تأثیر معناداری در مواجهه نمودار با اثر اینرسی نداشته است. در مقابل نمودار علامت از نوع EWMA در برابر اینرسی عملکرد ضعیف تری دارد. در این نمودار در حالت تحت کنترل با افزایش مقدار اینرسی، مقدار ARL کاهش یافته و در نتیجه احتمال خطای نوع اول نمودار افزایش می‌یابد. همچنین در حالت خارج از کنترل نیز با افزایش مقدار اینرسی، مقدار ARL افزایش یافته و در نتیجه احتمال خطای نوع دوم به مقدار ناچیز زیاد می‌شود. همچنین با افزایش پارامتر  $\lambda$  عملکرد این نمودار در مواجهه با اثر اینرسی به میزان قابل توجهی بهبود می‌یابد. در نتیجه با توجه به استفاده گسترده از نمودارهای ناپارامتری در کنترل فرآیندهای غیرنرمال برای مواجهه با اینرسی استفاده از نمودار علامت از نوع CUSUM بهتر از نمودار علامت از نوع EWMA است.

#### مراجع

- [1] Parent, E. A. (1965). *Sequential ranking procedures* (Doctoral dissertation, Stanford University).
- [2] Reynolds Jr, M. R. (1972). *A Sequential Nonparametric Test for Symmetry with Applications to Process Control* (No. TR-148). Stanford University California Department of Operations Research.
- [3] McGilchrist, C. A. & Woodyer, K. D. (1975). Note on a distribution-free CUSUM technique. *Technometrics*, 17(3), 321-325.
- [4] Bakir, S/ T/ (1977)/ *Nonparametric Procedures for Process Control*, Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University/
- [5] Bakir, S/ T/ & Reynolds, M/ R/ (1979)/ A Nonparametric Procedure for Process Control Based on Within-Group Ranking, *Technometrics*, 21(2), 175-183/
- [6] Park, C/ (1985)/ Some Control Procedures Useful for One-sided Asymmetrical Distributions, *Journal of the Korean Statistical Society*, 14(2), 76-86/
- [7] Park, C/, Park, C/, Reynolds Jr/ M/ R/ & Reynolds Jr/, M/ R/ (1987)/ Nonparametric Procedures for Monitoring a Location Parameter

- Exponentially Weighted Moving Average Control Chart, *Technometrics*, 34, 46–53
- [19] Woodall, W. H. & Adams, B. M. (1998), *Statistical Process Control*, in Handbook of Statistical Methods for Engineers and Scientists, ed. H. M. Wadsworth, Jr., New York: McGraw-Hill, Chap. 7.
- [20] Ryan, T. P. (2000), *Statistical Methods for Quality Improvement*, 2<sup>nd</sup> edition, New York: Wiley.
- [21] Lucas, J. M. (1982), Combined Shewhart–CUSUM Quality Control Schemes, *Journal of Quality Technology*, 14, 51–59.
- [22] Box, G. E. P. & Luceño, A. (1997), *Statistical Control by Monitoring and Feedback Adjustment*, New York: Wiley
- [23] Hawkins, D. M. & Zamba, K. D. (2003.2004). On Small Shifts in Quality Control, *Quality Engineering*, 16, 143–149.
- [24] Woodall, W. H. & Maragah, H. D. (1990), Discussion of Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements, by J. M. Lucas and M. S. Saccucci, *Technometrics*, 32, 17–18.
- [25] Woodall, W. H. & Mahmoud, M. A. (2005). The inertial properties of quality control charts. *Technometrics*, 47(4), 425-436.
- [26] Mahmoud, M. A., Woodall, W. H. & Davis, R. E. (2008). Performance comparison of some likelihood ratio-based statistical surveillance methods. *Journal of Applied Statistics*, 35(7), 783-798.
- [27] Noorossana, R. & Vaghefi, A. (2007). The Effect of Undetected Shifts on the Inertial Properties of EWMA Control Charts, *Proceedings of the 37th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Egypt*.
- [28] Aslam, M., Azam, M. & Jun, C. H. (2014). A new exponentially weighted moving average sign chart using repetitive sampling, *Journal of Process Control*, 24(7), 1149-1153
- Based on Linear Placement Statistics, *Sequential Analysis*, 6(4), 303-323/
- [8] Amin, R/ W/, Reynolds Jr, M/ R/ & Saad, B/ (1995)/ Nonparametric Quality Control Charts Based on the Sign Statistic, *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 24(6), 1597-1623/
- [9] Arnold, B/ (1985)/ The Sign Test in Current Control, *Statistische Hefte*, 26(1), 253-262/
- [10] Amin, R/ W/ & Searcy, A/J/ (1991)/ A Nonparametric Exponentially Weighted Moving Average Control Scheme, *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 20(4), 1049-1072/
- [11] Hackl, P/ & Ledolter, J/ (1991)/ A Control Chart Based on Ranks, *Journal of Quality Technology*, 23(2), 117-124/
- [12] Hackl, P/ & Ledolter, J/ (1992)/ A New Nonparametric Quality Control Technique, *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 21(2), 423-443/
- [13] Chakraborti, S/ & Van de Wiel, M/A/ (2003)/ A Nonparametric Control Chart Based on the Mann-Whitney Statistic, Technische Universiteit Eindhoven, Department of Mathematics and Computing Science/
- [14] Khoo, M/ B/ & Teh, S/ Y/ (2009)/ A Study on the Effects of Trends due to Inertia on EWMA and CUSUM Charts, *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 5(2), 73-80/
- [15] Yashchin, E/ (1987)/ Some Aspects of the Theory of Statistical Control Schemes, *IBM Journal of Research and Development*, 31, 199–205/
- [16] Yashchin, E. (1993). Statistical control schemes: Methods, applications and generalizations. *International Statistical Review*, 41-66.
- [17] Lucas, J. M. & Saccucci, M. S. (1990), Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements (with discussion), *Technometrics*, 32, 1–29.
- [18] Lowry, C. A., Woodall, W. H., Champ, C. W. & Rigdon, S. E. (1992). A Multivariate

<sup>1</sup> Statistical process control

<sup>1</sup> Cumulative sum control chart

<sup>1</sup> Exponentially weighted moving average