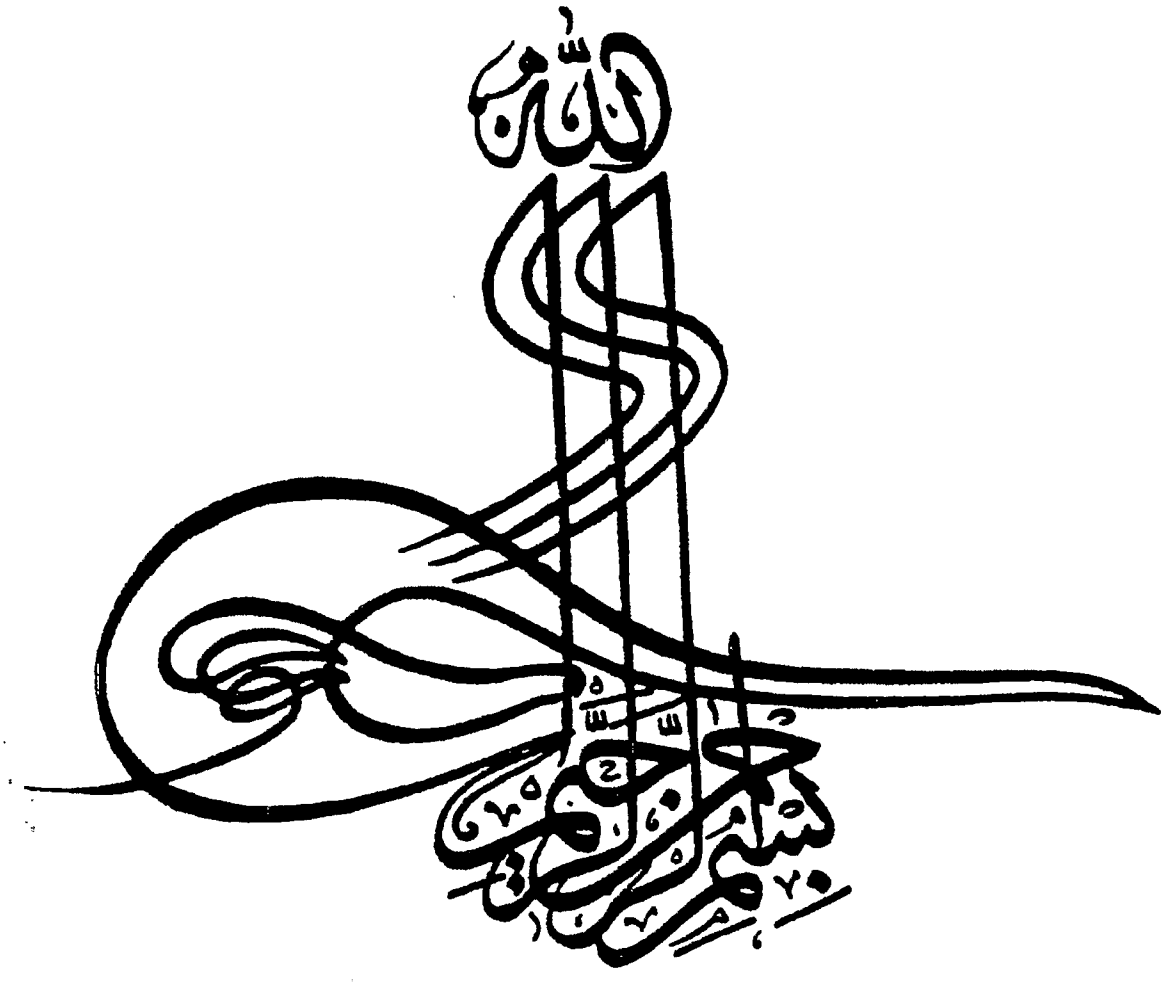

۱۳۸۷ /۱۱/ ۷

۱۰۸۱۷۲

دانشگاه علامه طباطبایی

دانشکده اقتصاد

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آمار ریاضی

عنوان پایان‌نامه

تحلیل حالت پایداری از طریق سه روش پایش فرایند در کنترل کیفیت

استاد راهنما

دکتر رضا پورطاهری

استاد مشاور

دکتر محمد بامنی مقدم

تهیه کننده

عاتکه آهنگر مشهدسرایی

دی ۱۳۸۷

۱۳۸۷/۱۱/۰۰۷

۱۰۸۱۷۲

بسمه تعالی

۸۷/۱۱/۰۲/۸۲۷

دانشگاه علامه طباطبائی

دانشکده اقتصاد

ارزشیابی پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد

جلسه نهائی دفاعیه پایان نامه خانم عاتکه آهنگر مشهدسرایی دانشجوی کارشناسی ارشد

رشته: آمار ریاضی

تحت عنوان :

« تحلیل حالت پایداری از طریق سه روش پایش فرایند در کنترل کیفیت »

در تاریخ ۸۷/۱۰/۲۵ با حضور امضاء کنندگان زیر انجام و با درجه عالی و نمره ۱۸/۵ مورد تصویب قرار گرفت.

اعضاء هیأت داوران :

۱- استاد راهنما و عضو هیأت داوران : آقای دکتر پورطاهری

۲- استاد مشاور و عضو هیأت داوران : آقای دکتر مقدم

۳- نماینده تحصیلات تکمیلی و عضو هیأت داوران: آقای دکتر صالحی‌زاد

۴- عضو هیأت داوران : آقای دکتر نواب‌پور

۱۳۸۷ /۱۱/ ۷

۱۰۸۱۷۲

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی‌های فکر و گرامی بدار به نور فهم

پروردگارا بگشای بر ما درهای رحمتت را و بگستران گنجهای دانشت را

به امید رحمت تو ای مهربان‌ترین مهربانان

تقدیم به

پدرم

که مهربان ترین تکیه گاه زندگیم است

و

مادرم

که دریای بیکران عطوفت است.

تشکر و قدردانی

پس از شکر و سپاس خداوند بزرگ که بی‌لطف او انجام این کار میسر نبود، بر خود لازم می‌دانم که از زحمات و الطاف بی‌دریغ و راهنمایی‌های مشفقانه آقای **دکتر رضا پورطاهری** که در انجام پایان‌نامه راهنمایی و یاریم نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از زحمات آقای **دکتر محمد بامنی مقدم** استاد مشاورم قدرانی و تشکر فراوان دارم.

در ادامه از از اساتید گرامی آقایان **دکتر حمیدرضا نواب‌پور** و **دکتر محمدرضا صالحی‌راد** که داوری این پایان‌نامه را قبول نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

از تمامی اعضای خانواده‌ام که در تمام دوران تحصیلی‌ام همواره مشوق من بوده و محیطی آرام را برای من ایجاد نمودند تا در کارم موفق باشم نیز متشکرم.

عاتکه آهنگر مشهدسرایی

دی۸۷

چکیده

یک راهکار معروف برای کنترل فرایندهای تولیدات صنعتی استفاده از نمودارهای کنترل است. در این پایان‌نامه، عملکرد اقتصادی سه روش کنترل، نمودار $\overline{X}$، نمودار $EWMA$ و روش بیزی را تحلیل می‌کنیم. تحلیل بر اساس یک ساختار اجرایی جدیدی است که بوسیله پولاک و آلدن معرفی شده است. تحت ساختار هزینه ارائه شده در فصل دوم، برخی از این نمودارها در هر واحد زمان هزینه مورد انتظار کمتری را نسبت به دیگری متحمل می‌شوند. در مقایسه نمودارها با استفاده از معیار هزینه مورد انتظار، می‌توانیم توجه خود را به یک کلاس از نمودارهای کنترل (مانند کلاس $EWMA$) و مقایسه نمودارها با پارامترهای متفاوت محدود کنیم. متناوباً، می‌توانیم نمودارها را در کلاس‌های متفاوت، روی تمام دامنه پارامترهایشان مقایسه کنیم. این مقایسه نموداری است و طبعاً زمانی که پارامترهای هزینه معلوم هستند، به یک روش اجرایی آسان برای انتخاب پارامترهای نمودار بهینه منجر می‌شود. ایده اصلی در این روش‌شناسی این است که اجرای پیوسته و طولانی مدت یک فرایند کنترل می‌تواند به عنوان یک فرایند مارکوف ارگودیک مدل‌بندی شود. برای یک مدل هزینه خطی، توزیع حالت پایداری فرایند مارکوف به طور کامل اجرای اقتصادی نمودارکنترل را شکل می‌دهد. توزیع حالت پایداری می‌تواند به عنوان یک مشخصه عملکرد فرایند کنترل مورد استفاده قرار گیرد. بخش زیادی از این پایان‌نامه به یافتن توزیعهای حالت پایداری برای سه روش کنترل در مدل می‌پردازد. همچنین نشان خواهیم داد که چگونه این ویژگی اجرایی می‌تواند برای مقایسه فرایندهای کنترل در کلاس‌های متفاوت و همچنین فرایند کنترل در یک کلاس اما با پارامترهای نمودار متفاوت مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول: کلیات

۱.۱- مقدمه ۲

۲.۱- تاریخچه ۸

۳.۱- اهداف و فصل‌بندی ۹

۴.۱- تعریف مفاهیم و واژگان اختصاصی طرح ۱۰

فصل دوم: تحلیل حالت پایداری

۱.۲- مقدمه ۱۵

۲.۲- مشخصات مدل ۱۵

۱.۲.۲- فرایند پویا ۱۶

۲.۲.۲- مجموعه اطلاعات ۱۸

۳.۲.۲- فضای تصمیم‌گیری ۲۰

۴.۲.۲- ساختار هزینه ۲۰

۳.۲- روش‌های کنترل ۲۱

۱.۳.۲- نمودار $\overline{X}$ ۲۷

۲.۳.۲- نمودار *EWMA* ۲۹

۳.۳.۲- روش بیزی ۳۳

۴.۲- توزیع حالت پایداری ۳۷

۱.۴.۲- نمودار کنترل فرایند مارکوف ۳۸

۲.۲.۴- عملگر هزینه مورد انتظار ۴۰

۳.۴.۲- نمودار $p_a - p_\delta$ ۴۱

فصل سوم: تحلیل اقتصادی نمودار $\overline{X}$

۱.۳- مقدمه ۴۶

۲.۳- یافتن توزیع حالت پایداری:مدل ۱ ..... ۴۸

۳.۳- یافتن توزیع حالت پایداری:مدل ۲ ..... ۵۱

۴.۳- نمودار $p_a - p_\delta$ ۵۹

۵.۳- تاثیر پارامترهای فرایند در توزیع حالت پایداری ۶۴

۶.۳- تعیین حد کنترل بهینه ۶۵

۷.۳- تحدید پارامترهای مدل ۶۷

فصل چهارم: تحلیل اقتصادی نمودار *EWMA* و روش بیزی

۱.۴- مقدمه ۷۰

۲.۴- نمودار $p_a - p_\delta$ برای روش *EWMA* ۷۴

۳.۴- نمودار $p_a - p_\delta$ برای روش بیزی ۷۶

۴.۴- تعیین آستانه ثابت برای روش بیزی ۷۶

۵.۴- اثر تعیین نادرست δ برای روش بیزی ۷۸

۶.۴- مقایسه سه روش کنترل ۸۰

فصل پنجم: نتایج

۱.۵- مقدمه ۸۲

۲.۵- مشاهدات اصلی ۸۳

۳.۵- توسیع‌ها ۸۵

پیوست‌ها ۸۷

مراجع ۱۱۷

فهرست اشکال

شکل ۱ – دیاگرام انتقال A_t ۹۳

شکل ۲- نمودارهای $p_a - p_\delta$ برای سه روش کنترل ۹۴

شکل۳ – دیاگرام انتقال A_t برای نمودار $\overline{X}$ ۹۵

شکل ۴- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\lambda = ۰/۹۰$ ۹۶

شکل ۵- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\lambda = ۰/۹۵$ ۹۷

شکل ۶- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\lambda = ۰/۹۹$ ۹۸

شکل ۷- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\delta = ۰$ ۹۹

شکل ۸- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\delta = ۱/.$ ۱۰۰

شکل ۹- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\delta = ۲/.$ ۱۰۱

شکل ۱۰- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار $\overline{X}$، $\delta = ۳/.$ ۱۰۲

شکل ۱۱- حدود کنترل بهینه برای برای نمودار $\overline{X}$، $\lambda = ۰/۹۰$ ۱۰۳

شکل ۱۲- حدود کنترل بهینه برای برای نمودار $\overline{X}$، $\lambda = ۰/۹۵$ ۱۰۴

شکل ۱۳- حدود کنترل بهینه برای برای نمودار $\overline{X}$، $\lambda = ۰/۹۹$ ۱۰۵

شکل ۱۴- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار EWMA، $\lambda = ۰/۹۵;\ \theta = ۰/۶$ ۱۰۶

شکل ۱۵- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار EWMA، $\delta = ۱;\ \theta = ۰/۶$ ۱۰۷

شکل ۱۶- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار EWMA، $\lambda = ۰/۹۵; \delta = ۱/۰$ ۱۰۸

شکل ۱۷- نمودار $p_a - p_\delta$ برای نمودار EWMA، $\lambda = ۰/۹۹; \delta = ۲/۰$ ۱۰۹

شکل ۱۸- نمودار $p_a - p_\delta$ برای روش بیزی، $\lambda = ۰/۹۵$ ۱۱۰

شکل ۱۹- نمودار $p_a - p_\delta$ برای روش بیزی، $\delta = ۱/۰$ ۱۱۱

شکل ۲۰- تاثیر بد مشخص‌سازی δ: روش بیزی با $\lambda = ۰/۹۵$ ۱۱۲

شکل ۲۱- تاثیر بد مشخص‌سازی δ: روش بیزی با $\lambda = ۰/۹۵$ (مقیاس لگاریتم)..... ۱۱۳

شکل ۲۲- مقایسه‌ای از همه نمودارها: $\lambda = ۰/۹۵; \delta = ۱/۰$ ۱۱۴

شکل ۲۳- مقایسه‌ای از همه نمودارها: $\lambda = ۰/۹۹; \delta = ۲/۰$ ۱۱۵

جدول ۱- آستانه احتمال بهینه، ξ^*، برای انتخاب مقادیر نرخ هزینه، ρ^*. $\lambda = ۰/۹۵; \delta = ۱/۰$ ۱۱۶

فصل اول

کلیات

۱.۱- مقدمه

یک راهکار معروف برای کنترل فرایندهای تولیدات صنعتی استفاده از نمودارهای کنترل است. گروهی از نمودارها از زمانی که ولتر شوهارت[۲۷] نمودار $\overline{X}$ را معرفی کرد، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هر نمودار یک محیط کاربردی خاص را معرفی می‌کند و مجموعه خاصی از اهداف طرح که مرتبط با موضوع مورد نظر است را توسط کاربران آن بررسی می‌نماید. در این مطالعه، سه نوع از روش‌های کنترل نمودار $\overline{X}$، نمودار میانگین متحرک موزون نمایی و یک روش بیزی را مورد تحلیل قرار می‌دهیم. هدف از این تحلیل مقایسه عملکردهای این سه روش توسط یک معیار اقتصادی است.

شوهارت[۲۷]، [۲۸] مفهوم کنترل آماری را برای یک سامانه آماری معرفی نمود. او عنوان نمود، زمانی یک سامانه در کنترل است که در حال انجام فعالیت خود به شیوه مطلوب و مد نظر باشد و زمانی خارج از کنترل است که به این صورت عمل نکند. برای تشخیص اینکه آیا یک سامانه دلخواه و معین خارج از کنترل است یا نه وی مجموعه‌ای از فنون ساده را پیشنهاد کرد که معروف-ترین آنها نمودار $\overline{X}$ [۱] بود.

---

[۱] $\overline{X}$ -Chart

مشکل اصلی نمودار $\overline{X}$ این است که تنها آخرین داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های متوالی صورت گرفته بر خروجی فرایند تولید را در نظر می‌گیرد. بدین طریق اطلاعاتی درباره حالت سامانه که ممکن است این اطلاعات در مشاهدات قبلی نهفته باشد از دست می‌رود. این مشکل در عمل توسط قوانین مکمل که بر پایه "نظریه گردش‌ها"[۲] می‌باشد، بر طرف می‌شود. یک مثال برای چنین قانونی این است که، ۶ نقطه در یک ردیف به صورت در حال افزایش یا کاهش، باید به عنوان گواهی بر یک حالت خارج از کنترل در نظر گرفته شوند. بنابراین اگر یک روند نزولی یا صعودی در نقاط مشاهده شود آن را باید به عنوان یک تغییر تلقی نمود و به دنبال انحرافات بادلیل[۳] گشت.

چندین بدیل برای نمودار $\overline{X}$ پیشنهاد شده که معروفترین آنها نمودار جمع انباشته($CUSUM$)[۴] و نمودار میانگین متحرک موزون نمایی ($EWMW$)[۵] می‌باشند. این نمودارها هرگز اطلاعات گذشته را در فرایند خروجی دور نمی‌ریزند، بلکه این اطلاعات را برای رسیدن به یک تصمیم بهتر درباره حالت فرایند تولید ترکیب می‌نمایند. همچنین اصلاحاتی نیز برای این نمودارها پیشنهاد شده است.

یک مشکل اصلی در تمام نمودارهای کنترل فوق، تعدیل کردن است. این تعدیل میان اندازه[۶] (یا سطح معنی‌داری) یک آزمون و توان آن آزمون می‌باشد. اساساً نمودار کنترل یک آزمون فرضیه است که به منظور ارزیابی شرایط تحت کنترل بودن فرایند از لحاظ آماری، استفاده می‌گردد. یک

---

۲ -Theory of runs
۳- Assignable cause
۴ -Cumulative sum
۵ -Exponentially weighted moving avrage
۶ Size (or significance level)

نقطه که بین حدود کنترل رسم می‌شود مانند این است که فرضیهٔ مربوط به حالت تحت کنترل آماری رد نگردد. از طرف دیگر، رسم یک نقطه خارج از حدود کنترل بیانگر رد چنین فرضیه‌ای است. دقیقا نظیر آزمون فرض، می‌توان احتمال خطای نوع اول و خطای نوع دوم را برای نمودار کنترل تعریف کرد. احتمال خطای نوع اول بیانگر حالت خارج از کنترل است، هنگامی که فرایند تحت کنترل قرار دارد و احتمال خطای نوع دوم بیانگر حالت تحت کنترل است در حالی که واقعا فرایند در حالت خارج از کنترل بسر می‌برد. مطلوب این است که این دو احتمال تا حد ممکن کوچک باشد. اما کوچک کردن یکی باعث افزایش دیگری می‌شود. معمولا ابتدا احتمال خطای نوع اول، α، در یک سطح معین و ثابت تعیین می‌شود و سپس ناحیه رد به گونه‌ای انتخاب می‌شود که احتمال خطای نوع دوم، β، کمترین باشد.

روش مرسوم تحلیل تعدیل فوق بر اساس مفهوم متوسط طول اجرا (ARL)[۷] است. ARL مدت زمانی است که یک فرایند قبل از اینکه یک هشدار به صدا درآید، سپری می‌کند و به شرط آن است که سامانه در یک حالت مورد نظر بدون تغییر باقی بماند.

یک راهکار رایج برای طراحی یک نمودار به این صورت است که پارمترهای نمودار باید به گونه‌ای باشند که ARL در حالت تحت کنترل از یک مینیمم قطعی که کاربر تعیین نموده تخطی کند در حالیکه به طور همزمان ARL در حالت خارج از کنترل را مینیمم کند. ARL معیاری است که از آن به طور گسترده در ارزیابی عملکرد یک نمودار کنترل استفاده می‌شود و به دو صورت متوسط طول اجرای تحت کنترل ($ARL = \frac{1}{\alpha}$) و متوسط طول اجرای خارج از کنترل

[۷]-Average run length

($ARL = \frac{۱}{۱-\beta}$) در نظر گرفته می‌شود. در ARL مشابه آزمون فرض، ابتدا مقدار $\frac{۱}{\alpha}$ را یک مقدار ثابت در نظر گرفته و سعی می‌کنیم تا حد ممکن مقدار $\frac{۱}{۱-\beta}$ را کوچک کنیم.

دو مشکل اساسی در این راهکار به چشم می‌خورد. اول اینکه ARL یک اندازه شرطی است، که وابسته به دانستن حالت سامانه می‌باشد و در نتیجه رفتاری را که طبق آن سامانه ممکن است تغییر حالت بدهد نادیده می‌گیرد. در حالیکه این اندازه، زمانی مفید است که حالت سامانه ایستا باشد. زمانی‌که حالت سامانه در طول زمان مطابق با خروجی مکانیزمهای زوال[۸] تغییر کند، ARL گمراه کننده است. دقیقا همین مساله تغییرات در حالت سامانه است که ما می‌خواهیم به آن بپردازیم. برای مثال، یک ابزار تولید با زوال سریع، به سرعت سامانه را از حالت در کنترل به خارج از کنترل تغییر خواهد داد در حالی‌که یک سامانه با نرخ شکست[۹] پایین، برای یک دوره طولانی مدت در حالت در کنترل باقی خواهد ماند. راهکار ARL با چشم پوشی از نظارت پویا[۱۰] بر حالت فرایند، اطلاعات با ارزشی را که می‌تواند به ما در رسیدن به یک تصمیم دقیقتر درباره حالت فرایند کمک کند، از دست می‌دهد.

مشکل دوم راهکار ARL این است که هزینه اقتصادی اجرای فرایند در حالت‌های مختلف را در نظر نمی‌گیرد. با در دست داشتن ARL تحت کنترل که از یک مینیمم قطعی تجاوز کرده در حالیکه ARL خارج از کنترل نیز مینیمم شده است، تلاش مبهمی برای متعادل کردن هزینه یک هشدار اشتباه با هزینه اجرا کردن در حالت خارج از کنترل می‌شود. این تعدیل می‌تواند با انتخاب

---

[۸]-Deterioration mechanism
[۹]- Failure rate
[۱۰]-Dynamics

یک راهکار نظریه تصمیم‌گیری صورت گیرد. این راهکار در برگیرنده برآوردی از هزینه‌های فوق و شرکت دادن آنها در فرایند تصمیم‌گیری است.

به دلایل ذکر شده در بالا در این مطالعه از راهکار ARL استفاده نمی‌کنیم. در عوض یک راهکار تصمیم‌گیری غیرشرطی را دنبال خواهیم کرد که به صورتی آشکار رفتاری را که مطابق با آن سامانه تولیدی از حالت در کنترل به حالت خارج از کنترل انتقال می‌یابد را در نظر بگیرد.

این پایان‌نامه، به بررسی عملکرد اقتصادی سه راهکار کنترل، نمودار $\overline{X}$، نمودار $EWMA$ و روش بیزی[11] می‌پردازد. این بررسی بر پایه ساختاری است که توسط پولاک[12] و آلدن[13] [۲۰] معرفی شده است. ایده اصلی در این روش این است که اجرای پیوسته و طولانی مدت یک فرایند کنترل می‌تواند به عنوان یک فرایند مارکوف ارگودیک[14] مدل‌بندی شود. برای یک مدل هزینه خطی، توزیع حالت پایداری[15] یک فرایند مارکوف، به طور کامل اجرای اقتصادی نمودار کنترل را شکل می‌دهد. بخش زیادی از این مطالعه به یافتن توزیعهای حالت پایداری برای سه روش کنترل در مدل می‌پردازد.

به طور خلاصه ویژگی‌های این مطالعه عبارتند از :

- تحلیل ارائه شده در این پایان‌نامه در بردارنده یک دید اقتصادی است و فرض می‌شود که تابع هزینه، خطی است.

---

[11]-Bayes' procedure
[12]- Pollock
[13]-Alden
[14]-Ergodic markov process
[15]-Stationary (steady state) distribution

- مکانیزم شکست فرایند[۱۶] به طور شفاف بیان شده و در تحلیل و بررسی به کار گرفته می‌شود. با استفاده از مکانیزم شکست، در این مطالعه یک تحلیل غیرشرطی را مهیا خواهیم کرد. مزیت چنین راهکاری این است که قادر خواهیم بود تا متوسط هزینه حالت پایداری را برآورد کنیم.
- حداقل فرضیات برای مدل در نظر گرفته خواهد شد. تمام فرضیات مرتبط با مدل فرایند، همان فرضیات موجود در ادبیات کنترل کیفیت آماری استاندارد است و هیچ فرض جدیدی معرفی نمی‌شود.
- این مطالعه نیازمند محاسبات پیچیده و فراوان است. یافتن توزیع حالت پایداری یک فرایند مارکوف، نیازمند حل یک معادله انتگرالی بوده و در حالت کلی کار دشواری است. در این مطالعه، روشهای محاسباتی بر پایه تکنیکهای شبیه‌سازی[۱۷] است.
- سرانجام نکته قوت و جالب این مطالعه این است که بیشتر بررسی‌ها و تحلیل‌ها بر اساس ابزارهای گرافیکی انجام خواهد شد. اکثر نتایج در نمودارها نمایش داده می‌شوند و در پیوست این پایان‌نامه آورده شده‌اند. این نمودارها به عنوان ابزار ساده‌ای برای طراحی بهینه[۱۸] نمودارهای کنترل به کار برده می‌شوند.

---

[۱۶]- Process failure mechanism
[۱۷]-Simulation techniques
[۱۸]-Optimal design

۲.۱- تاریخچه

نمودارهای کنترل ابزاری برای ارائه تعریف دقیقی از معنای کنترل آماری هستند. بیشترین کاربرد این نمودارها برای نظارت و کنترل فرایند حین تولید است. نظریه عمومی نمودارهای کنترل بار اول توسط ولتر شوهارت [۲۷]، [۲۸] ارائه شد . معروفترین تکنیکی که وی برای کنترل فرایند ارائه کرد، نمودار $\overline{X}$ است. نمودار کنترل تجمعی توسط پیج [۱۹] و نمودار میانگین متحرک موزون نمایی توسط روبرتس [۲۲] ارائه شد.

برای برخی مدلها گیرشیک و روبین [۸] راهکار کنترلی بهینه‌ای را در رده همه راهکارهای کنترلی که بدون محدود کردن تحلیل به نوع خاصی از نمودار کنترل به خوبی عمل کند، یافتند. تلاش آنها توسط تیلور [۳۱]، راس [۲۴]، اکلس [۷] و وایت [۳۳] گسترش یافت. روش کنترل بهینه که روش بیزی نامیده می‌شود دارای ساختار ساده‌ای بوده و می‌تواند به سادگی به عنوان یک نمودار کنترل بیان شود. شیریااف [۳۰] مطالبی را در طراحی روش بیزی ارائه کرد. پولاک و آلدن [۲۰]، [۲۱] ساختار جدیدی برای بررسی بعد اقتصادی سه روش کنترل معرفی کردند. این ساختار بر این اساس است که اجرای پیوسته و طولانی مدت یک نمودار کنترل می‌تواند به عنوان فرایند مارکوف ارگودیک مدل‌بندی شود.

لل[۱۲]، [۱۳] توزیع حالت پایداری $\overline{X}$ را بوسیله پایش سیستم معادلات خطی بدست آورد و همچنین از تکنیک شبیه سازی مونت‌کارلو[۱۹] برای یافتن توزیع حالت پایداری نمودار $EWMA$ و روش بیزی استفاده کرد.

---

[۱۹]-Monte carlo

۱.۳- اهداف و فصل‌بندی

هدف از این پایان‌نامه بیان و بررسی بعد اقتصادی سه راهکار کنترل نمودار $\overline{X}$، نمودار $EWMA$ و فرایند بیزی است. به همین منظور در فصل دوم ابتدا عناصر مختلف مدل به طور کامل مشخص می‌شوند. در ادامه یک رده از خط‌مشی‌های کنترلی که خط‌مشی آستانه ثابت، نوع مارکوف نامیده می‌شود شرح داده می‌شود. نشان داده می‌شود هر سه راهکاری که به طور مفصل آنها را بررسی می‌کنیم به این رده از خط‌مشی‌ها تعلق دارند. در ادامه نتایج مهمی ارائه می‌شود که به ما کمک می‌کند تا اجرای هر سه روش کنترل را به عنوان یک فرایند مارکوف ببینیم. در فصل سوم به یافتن توزیع حالت پایداری برای نمودار $\overline{X}$ پرداخته و با استفاده از آن به نتایج مهمی در نمودار $\overline{X}$ دست می‌یابیم. در فصل چهارم تمام مراحل مربوط به نمودار $\overline{X}$ را برای نمودار $EWMA$ و روش بیزی انجام می‌دهیم. هر سه روش کنترل به طور کامل تحلیل و بررسی می‌شوند و مورد مقایسه قرار می‌گیرند. در فصل پنجم خلاصه‌ای از یافته‌های مهم آورده شده است. در آخر هم نمودارهای گرافیکی ارائه می گردد تا به صورت آشکار عملکرد این روشها را ملاحظه کنیم.

در طول این پایان‌نامه به مفاهیم و تعاریفی در مبحث فرایندهای تصادفی و کنترل کیفیت آماری نیاز است که در بخش بعد به طور مختصر به آنها اشاره می‌کنیم.