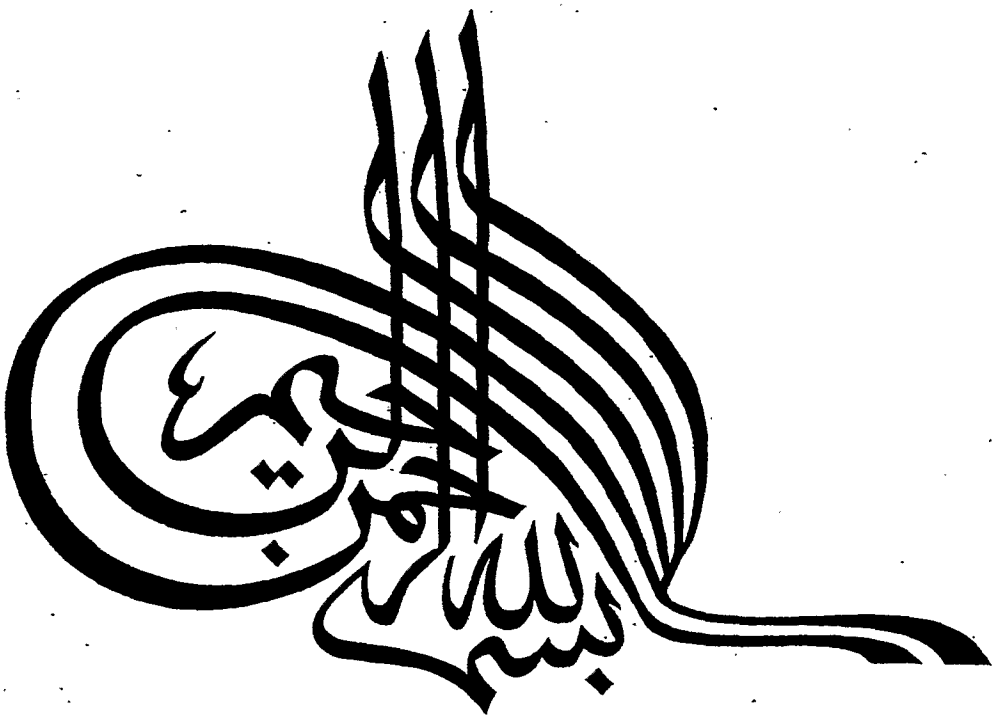


١٤٢٨١٣

دانشگاه شهید بهشتی
دانشکدهٔ علوم ریاضی
گروه آمار

پایان نامهٔ دکتری

عنوان:

برآورد بیزی نقطه تغییر در کنترل کیفیت

نگارش:
محمد اسماعیل دهقان منفرد

استاد راهنما:
دکتر محمد رضا مشکانی

استاد مشاور:
دکتر محمد قاسم وحیدی اصل

بهمن ۱۳۸۸

۱۳۸۹/۷/۲۴

۱۴۲۸۳۸

کلیهٔ حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و ... از
این پایان‌نامه برای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است.

نقل مطالب با ذکر مأخذ آزاد است.

تاریخ .....
شماره .....
پیوست.....

بسمه تعالی

دانشگاه شهید بهشتی

«صورت جلسه دفاع از پایان نامه دانشجویان دوره دکتری»

تهران ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳ اوین
تلفن: ۲۹۹۰۱

بازگشت به مجوز دفاع شماره **۱۰۹۹۵/۲۰۰/د** مورخ **۸۸/۱۰/۲۷** جلسه هیأت داوران ارزیابی پایان نامه آقای **محمد اسماعیل دهقان منفرد** شماره شناسنامه **۵۰۴** صادره از **بوشهر** متولد **۱۳۵۵** دانشجوی دوره **دکتری آمار**

با عنوان :

برآورد بیزی نقطه تغییر در کنترل کیفیت

به راهنمایی:

دکتر محمدرضا مشکانی

طبق دعوت قبلی در تاریخ ۸۸/۱۱/۱۴ تشکیل گردید و بر اساس رأی هیأت داوری و با عنایت به ماده ۲۱، ۲۲و ۲۳ تبصره های مربوطه مندرج در آئین نامه دوره دکتری مورخ **۱۳۷۲/۱۲/۸** ، رساله مزبور با نمرهٔ ۱۸/ــ و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	درجه دانشگاهی	امضاء
۱	استاد راهنما	محمدرضا مشکانی	استاد	
۲	استاد مشاور	محمد قاسم وحیدی اصل	استاد	
۳	داور خارج از دانشگاه	عادل محمد پور	استادیار	
۴	داور خارج از دانشگاه	رضا حبیبی	استادیار	
۵	داور از دانشگاه	محمدرضا فریدروحانی	استادیار	
۶	داور از دانشگاه	مجتبی خزایی	استادیار	
۷	نماینده تحصیلات تکمیلی	امیر تیمور پاینده	استادیار	

تقدیم به:

خانواده عزیز

پدر و مادر مهربان

همسر فداکار

و

فرزندان دلبندم

امیر علی و فاطمه

تشکر و قدر دانی

خداوندا تو را شکر می‌گویم که به من نعمت اندیشیدن و آموختن عطا فرمودی، رنج تحصیل را بر من هموار کردی و مرا در پیشبرد هدفم یاری نمودی. از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد رضا مشکانی، که علی رغم بعد مسافت ساعتها وقت گرانبهایش را در اختیارم گذاشتند کمال تشکر را دارم. از استاد ارزشمندم جناب آقای دکتر محمد قاسم وحیدی اصل که در ویرایش رساله به من کمک کردند سپاسگذاری می‌کنم. از اساتید گرانقدر آقایان دکتر رضا حبیبی، دکتر عادل محمد پور، دکتر مجتبی خزایی و دکتر محمد رضا فرید روحانی که زحمت داوری رساله را متحمل شدند، قدردانی می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر فضل اله لک که در گردآوری منابع مورد نیاز و آقای دکتر حمید رسولی که همچون دوستی وفادار و برادری مهربان یاور من بودند کمال امتنان را دارم. از جناب آقای دکتر ایرج جباری که امکانات سخت افزاری در اختیار بنده گذاشتند و از آقای دکتر حسین شیر محمدی که امکانات نرم افزاری مرا تامین کردند، نیز ممنونم. در نهایت از خواهر مهربانم سمیه و همسر گرامیشان که مرا در تأمین هزینه‌های مالی یاری کردند نهایت قدر دانی و امتنان را دارم.

چکیده

در این رساله، به نحوه برآورد بیزی نقطه تغییر در کنترل کیفیت پرداختیم. در ابتدا حالتی را بررسی کردیم که یک فرآیند تولید توسط یک نمودار کنترل تحت نظر است. وقتی نمودار کنترل هشداری می‌دهد که تغییری در توزیع فرآیند رخ داده است، بسته به اینکه این تغییر شدید یا خفیف باشد، انتظار می‌رود که فاصله نقطه تغییر تا زمان هشدار نمودار کنترل، کم یا زیاد باشد. از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که نمودار کنترل خود حاوی اطلاعاتی در مورد نقطه تغییر است. وقتی یک فرآیند نرمال توسط نمودار کنترل $\bar{X}$ یا EWMA، تحت نظر است، نشان دادیم که چگونه می‌توان اطلاعات موجود در نمودار کنترل را برای ساخت یک توزیع پیشین برای نقطه تغییر به کار برد. بدیهی است که روش گفته شده برای ساخت توزیع پیشین از روی نمودار EWMA را به آسانی می‌توان برای هر نمودار کنترلی مورد استفاده قرار داد. سپس حالتی را در نظر گرفتیم که در آن فرآیند ممکن است بیش از یک نقطه تغییر داشته باشد که در آن تعداد نقاط تغیر نیز خود یک پارامتر مجهول است. نشان دادیم که با استفاده از الگوریتم مونت کارلوی زنجیر مارکوفی جهشی برگشت پذیر چگونه می‌توان تعداد نقاط تغییر و مقدار آنها را وقتی که نمودار کنترل هشداری مبنی بر خروج فرآیند از کنترل صادر می‌کند، برآورد کرد. این روش را یک بار برای یک فرایند نرمال و بار دیگر برای یک فرایند گاما به کار برده و در هر حالت، کارایی آنها را با استفاده از چند مثال مورد بررسی قرار دادیم.

کلمات کلیدی: استنباط بیزی، پیشین آگاهی بخش، نقطه تغییر، نقطه تغییر چندگانه، نمودار کنترل

پیشگفتار:

وقتی نمودار کنترل مورد استفاده علامتی مبنی بر خروج فرایند از کنترل از خود نشان می‌دهد ، هیچ گونه اطلاعاتی در مورد منشأ تغییرات غیر منتظره‌ای که در فرایند ظاهر شده است، در اختیار مهندسان فرایند قرار نمی‌دهد. به عبارت دیگر نمودار کنترل تنها بیان می‌دارد که تغییراتی در فرایند رخ داده است اما علت وقوع این تغییرات و حتی زمانی را که فرایند دچار تغییر شده است نشان نمی‌دهد. این زمان، یعنی زمانی را که فرایند دچار تغییر شده است نقطهٔ تغییر می‌نامند. دانستن نقطهٔ تغییر به مهندسان کنترل، کمک زیادی می‌کند تا از این نقطه به عنوان نقطه شروع استفاده کرده و در پی کشف عامل خروج فرایند از کنترل برآیند. بنابراین با برآورد نقطه تغییر باعث خواهیم شد که خطر تعیین اشتباهی عامل اختلال در فرایند را کاهش دهیم. علاوه براین سرعت کار مهندسان در کشف عامل اصلی، افزایش یافته و زمان تعطیلی فرایند کاهش خواهد یافت که از نظر اقتصادی و کاهش زیان تولید بسیار مهم است. در برآورد نقطهٔ تغییر، نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که وقتی از یک نمودار کنترل برای کشف تغییر در فرایند استفاده می‌کنیم، معمولاً نقطه تغییر با زمان هشدار از سوی نمودار کنترل متفاوت خواهد بود و هشدار بعد از چند واحد زمانی صادر خواهد شد. به این صورت که اگر تغییرات شدیدی در فرایند رخ داده باشد، آنگاه انتظار داریم که این تغییرات بلافاصله توسط نمودار کنترل کشف شود. به عبارت دیگر محتملتر است که نقطهٔ تغییر و زمان هشدار نمودار کنترل به هم نزدیک باشند. برعکس وقتی تغییرات رخ داده در فرایند ناچیز باشد، انتظار می‌رود که پس از وقوع تغییر در فرایند، مدت زمانی طول بکشد تا نمودار کنترل وجود این تغییر را کشف و اعلان کند. در این حالت محتمل‌تر است که فاصله بین نقطهٔ تغییر و زمان هشدار بیشتر باشد. بنابراین نوع نمودار کنترلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد و سرعت کشف تغییرات برای این نمودارهای کنترل حاوی اطلاعاتی در مورد نقطهٔ تغییر است. این اطلاعات را می‌توان مبنایی برای ساخت یک توزیع پیشین برای نقطهٔ تغییر در استنباط بیزی قرار داد. به علاوه این امکان وجود دارد که قبل از اینکه نمودار کنترل هشدار دهد، فرایند تحت کنترل چندین بار تغییر کند. چنین حالتی بخصوص وقتی

تغییرات چندان شدید نیست ممکن است رخ دهد. در این صورت چند نقطهٔ تغییر خواهیم داشت که تعداد نقاط تغییر نیز خود یک پارامتر مجهول است. در این پایان نامه روشی را معرفی خواهیم کرد که وقتی تنها یک نقطه تغییر در فرآیند مفروض باشد، می‌توان بر اساس ساختار نمودار کنترل مورد استفاده، یک توزیع پیشین برای نقطه تغییر به دست آورد. سپس مدلی را در نظر می‌گیریم که در آن این امکان وجود دارد که چند نقطه تغییر داشته باشیم و تعداد نقاط تغییر نیز خود یک پارامتر است، نشان خواهیم داد که چگونه می‌توان بااستفاده از الگوریتم مونت کارلوی زنجیر مارکوفی جهشی برگشت پذیر، تعداد نقاط تغییر و مقدار آنها را برآورد کرد.

فهرست مندرجات

۱ مقدمه ۱

۱.۱ تاریخچهٔ کنترل کیفیت ۱

۱.۱.۱ کیفیت ۲

۱.۱.۲ نقش انحرافات تصادفی و با دلیل در تغییر پذیری کیفیت . . ۳

۲.۱ اصول آماری نمودار کنترل ۵

۳.۱ نمودار کنترل میانگین متحرک نمایی موزون برای میانگین نمونه ۸

۱.۳.۱ طراحی یک نمودار کنترل ۹

۴.۱ نقطهٔ تغییر در فرایند تحت نظر ۱۰

۵.۱ روشهای MCMC ۱۳

۱.۵.۱ نمونه‌گیری نقاط مهم ۱۴

۲.۵.۱ الگوریتم متروپولیس – هستینگس ۱۵

٦.١ فرایند مونت کارلوی زنجیر مارکوفی جهشی برگشت پذیر ۱۷
۱.٦.۱ شاخصهای همگرایی ۱۸
۲.٦.۱ همبستگی و تورم اندازه نمونه ۱۸

۲ مدلهای نقطهٔ تغییر ۲۰

۱.۲ آشکارسازی نقطهٔ تغییر در مشاهدات دنباله‌ای ۲۱

۲.۲ نقطهٔ تغییر در مدلهای آشکارساز پسینی ۲۳
۱.۲.۲ برآورد نقطهٔ تغییر برای یک فرایند نرمال با نمودار کنترل $\bar{X}$. ۲۴
۲.۲.۲ برآورد نقطهٔ تغییر در یک فرایند گاما با استفاده از نمودار
کنترل $\bar{X}$ ۳۲

۳ برآورد بیزی نقطهٔ تغییر ۳۹

۱.۳ مقدمه ۳۹

۲.۳ معرفی مدل ۳۹

۳.۳ روش بیزی برای برآورد نقطهٔ تغییر در نمودار کنترل $\bar{X}$ ۴۰
۱.۳.۳ برآوردگر بیزی نقطهٔ تغییر ۴۲
۲.۳.۳ مقایسهٔ دو برآوردگر ۴۴

۴.۳ برآورد بیز نقطهٔ تغییر با استفاده از نمودار کنترل $EWMA$ ۴۷

۱.۴.۳ برآوردگر بیزی نقطهٔ تغییر ۴۹
۲.۴.۳ مقایسهٔ سه برآوردگر ۵۰

۵.۳ مجموعه اعتبار برای نقطهٔ تغییر ۵۳
۱.۵.۳ مجموعه اعتبار برای نقطهٔ تغییر در نمودار کنترل $EWMA$ . . ۵۴

۶.۳ برآورد بیزی نقطهٔ تغییر چندگانه برای توزیع نرمال تحت نمودار کنترل $\bar{X}$ ۵۸
۱.۶.۳ برآورد بیزی پارامترها ۶۲
۲.۶.۳ استفاده از $RJMCMC$ ۶۳
۳.۶.۳ مثالها ۶۸

۷.۳ برآورد بیزی نقطهٔ تغییر چندگانه در توزیع گاما تحت نمودار کنترل $\bar{X}$ . . ۷۴
۱.۷.۳ برآورد بیزی پارامترها ۷۶
۲.۷.۳ استفاده از $RJMCMC$ ۷۷
۳.۷.۳ برآورد ابر پارامترهای α^* و β ۸۲
۴.۷.۳ مثالها ۸۲

کتاب‌نامه ۹۳

فهرست جدول‌ها

۱.۲ ..... ۲۹

۲.۲ ..... ۳۰

۳.۲ ..... ۳۲

۴.۲ ..... ۳۷

۵.۲ ..... ۳۷ و ۳۸

۱.۳.الف ۴۵

۱.۳.ب ۴۷

۲.۳.الف ۵۲

۲.۳.ب ۵۳

۳.۳ ..... ۵۹

۴.۳ ..... ۶۹

۵.۳.الف ۶۹

۵.۳.ب ۶۹

۵.۳.ج ۷۰

۶.۳ ..... ۷۰

۷.۳.الف ۷۱

۷.۳.ب ۷۱

۷.۳.ج ۷۱

۸.۳ ..... ۷۲

۹.۳.الف ۷۲

۹.۳.ب ..... ۷۲ و ۷۳

۹.۳.ج ۷۳
۱۰.۳ ..... ۸۴
۱۱.۳.الف ۸۴
۱۱.۳.ب ۸۴
۱۱.۳.ج ۸۴
۱۲.۳ ..... ۸۵
۱۳.۳.الف ۸۵
۱۳.۳.ب ۸۵
۱۳.۳.ج ۸۶
۱۴.۳ ..... ۸۶
۱۵.۳.الف ۸۷
۱۵.۳.ب ۸۷
۱۵.۳.ج ۸۸

فهرست شکل‌ها

۱.۱ ..... ۵
۱.۳ ..... ۴۶
۲.۳ ..... ۵۲
۳.۳ ..... ۵۷
۴.۳ ..... ۵۷

فصل ۱

مقدمه

۱.۱ تاریخچهٔ کنترل کیفیت

کاربرد روشهای آماری در تولید و تضمین کیفیت از تاریخچهٔ نسبتاً قدیمی برخوردار است. در سال ۱۹۲۴ والتر شی‌یوهارت از آزمایشگاه‌های تلفن بل، اساس نمودار کنترل را پایه‌گذاری کرد. به طور کلی این مقطع، نقطهٔ آغاز کنترل فرایند آماری شناخته می‌شود. در اواخر دههٔ ۱۹۲۰ هارولد اف داج و هارولد جی رومیگ که هردو در آزمایشگاههای تلفن بل مشغول به کار بودند روشهای نمونه‌گیری برای پذیرش آماری را به جای بازرسی صددرصد معرفی نمودند. در اواسط دههٔ ۱۹۳۰ فنون کنترل فرایند آماری به طور نسبتاً وسیعی در شرکت وسترن الکتریک که شاخهٔ تولیدی سیستم بل بود به کار گرفته شد و این در حالی بود که ارزش و اهمیت کنترل کیفیت آماری هنوز برای صنایع روشن نگردیده بود.

در زمان جنگ جهانی دوم بحث کنترل کیفیت آماری در صنایع تولیدی مختلف پذیرفته و به کار گرفته شد. تجارب این دوره باعث گردید تا به اهمیت فنون آماری در کنترل کیفیت محصولات پی برده شود. انجمن کنترل کیفیت آمریکا در سال ۱۹۶۴ پایه گذاری شد. این سازمان به کارگیری فنون بهبود کیفیت را که در ارتباط با هرگونه محصول یا خدماتی باشد،

حمایت و تشویق می‌کند. از دیگر فعالیتهای این سازمان تشکیل کنفرانسها، نشر انتشارات فنی و برنامه‌های آموزشی متعدد در ارتباط با تضمین کیفیت می‌باشد. دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ ناظر بر پیشرفتهای زیادی در زمینهٔ تضمین کیفیت، نظیر هزینه‌های کیفیت، مهندسی قابلیت اطمینان و پیدایش دیدگاهی بود که کیفیت را به عنوان یک روش مدیریت سازمان می‌شناخت.

در دهه‌های ۱۹۵۰ برای اولین بار در آمریکا از طراحی آزمایشها به منظور بهبود محصول و فرایند استفاده گردید. اولین کاربرد این روش در صنایع شیمیایی بود. میزان رواج استفاده از این روش در ابتدا تا اواخر دههٔ ۱۹۷۰ و اوائل ۱۹۸۰ خیلی کم بود یعنی زمانی که شرکتهای غربی متوجه شدند که شرکت های ژاپنی طراحی آزمایشها را از دههٔ ۱۹۶۰ به طور سیستماتیک در فرایند حل مسائل و مشکلات، توسعه فرایندهای جدید، ارزیابی محصولات طراحی شدهٔ جدید، بهبود قابلیت اطمینان و عملکرد محصولات و انتخاب قطعات و میزان تحمل سیستم به کار می‌برده‌اند. این موضوع باعث گردید تاعلاقه مندی به آزمایشهای طراحی شده از طریق آماری افزایش یابد و درنتیجه کمک کرد تافعالیتهای زیادی در راستای معرفی این روش در سازمانهای مهندسی و توسعه‌ای در صنعت و رشته‌های مهندسی در دانشگاهها آغاز گردد.

۱.۱.۱ کیفیت

محصول همواره باید چنان باشد، که خواسته‌های افرادی را که از آن استفاده می‌کنند برآورده نماید. با توجه به این نکته کیفیت را می‌توان شایستگی جهت استفاده تعریف کرد. کلمهٔ مصرف‌کننده در مورد استفاده‌کنندگان مختلفی به کار برده می‌شود. خریدار یک نوع محصولی که آن را به عنوان مواد اولیه فرایند ساخت خود مورد استفاده قرار می‌دهد یک مشتری است و از نظر این تولید کننده، شایستگی برای استفاده عبارت است از توانایی فرآورده کردن این مادهٔ اولیه با حداقل قیمت، دور ریز و دوباره‌کاری. یک فروشگاه که محصولات خود را برای فروش تهیه می نماید، انتظار دارد که این محصولات به طور مناسب بسته‌بندی شده و برچسب خورده باشند. از طرف دیگر باید بتوان این محصولات را بسادگی نگهداری، حمل و نقل و عرضه نمود.

مردم معمولاً انتظار دارند اتومبیلی را که خریداری می‌کنند عاری از هرگونه عیب یا عدم انطباق در ساخت اولیه باشد و یا به عبارت دیگر بتوان آن را به عنوان یک وسیلهٔ مطمئن و مقرون به صرفه برای سالیان دراز استفاده نمود.

به طور کلی کیفیت دو جنبه دارد که عبارت است از : کیفیت طراحی و کیفیت انطباق. کلیه محصولات و خدمات در سطوح یا شکلهای متفاوتی تولید و ارائه می‌شوند. این اختلافها در کیفیت عمداً به وجود آمده‌اند و در نتیجه اصطلاح فنی مناسبی که می‌توان در این مورد به کار برد کیفیت طراحی می‌باشد. به منظور دستیابی به کیفیت طراحی باید تصمیمات آگاهانه‌ای در مراحل مختلف طراحی محصول یا فرایند اتخاذ گردد تا اطمینان حاصل شود که محصول به طور رضایتبخشی قادر است خواسته‌های مورد انتظار را برطرف نماید. طراحی انطباق به این معنی است که محصول تا چه حد با تحمل و مشخصات طراحی انطباق دارد. طراحی انطباق تابعی از چندین عامل است که از میان آنها می‌توان به انتخاب فرایند ساخت، آموزش و نظارت نیروی کار، نوع سیستم تنظیم کیفیت (کنترل فرایند، آزمون، فعالیت‌های بازرسی و غیره)، میزان پیروی از رویه‌ها و انگیزه نیروی کار جهت دستیابی به کیفیت اشاره نمود.

۲.۱.۱ نقش انحرافات تصادفی و با دلیل در تغییر پذیری کیفیت

در هر فرایند تولید، همیشه، علی رغم طراحی خوب و نگهداری مناسب از آن، مقدار خاصی از تغییر پذیری به طور ذاتی وجود دارد. این تغییر پذیری ذاتی یا اختلال، در اثر انباشته شدن مجموعه زیادی از انحرافات کوچک و غیر قابل اجتناب به وجود می آید. اگر اختلالات موجود در یک فرایند، کوچک باشد، آنگاه عملکرد فرایند از لحاظ تغییر پذیری قابل قبول خواهد بود. در ساختار کنترل کیفیت آماری، این تغییر پذیری ذاتی را معمولاً به عنوان یک سیستم پایدار «انحرافات تصادفی» می‌شناسیم. فرایندی را که فقط انحرافات تصادفی در آن عمل می‌کند، فرایند تحت کنترل آماری می‌نامند. به عبارت دیگر، انحرافات تصادفی بخش لاینفک فرایند محسوب می‌گردند.

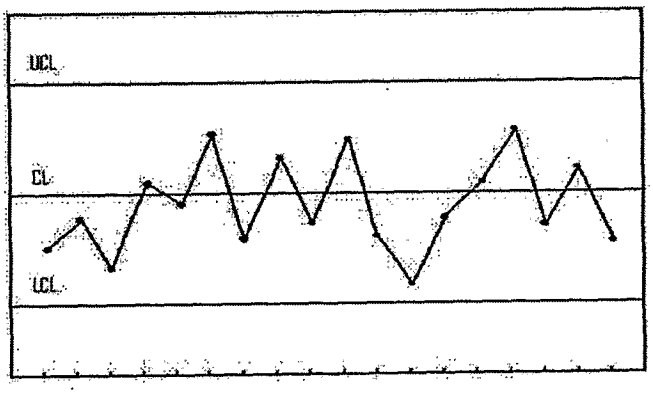
گونه‌های دیگر از تغییر پذیری نیز ممکن است گه‌گاهی در خروجی یک فرایند مشاهده گردد. تغییر پذیری در مشخصات کیفی کلیدی معمولاً از سه منبع سرچشمه می‌گیرد. تنظیم نادرست دستگاه، خطای اپراتور و یا مواد اولیهٔ معیوب. به طور کلی یک چنین تغییر پذیری در مقایسه با اختلالات ذاتی موجود در فرایند بزرگتر است و معمولاً بیانگر سطح غیر قابل قبولی برای عملکرد فرایند می‌باشد. این منابع ایجاد تغییر پذیری را که بخشی از انحرافات تصادفی محسوب نمی‌گردند، انحرافات با دلیل می‌نامند. فرایندی را که در آن انحرافات با دلیل حضور دارند، فرایند خارج از کنترل می‌نامند.

اغلب فرایندهای تولید معمولاً در حالت تحت کنترل به سر می‌برند و این باعث می‌گردد تا برای مدت طولانی محصولات قابل قبول تولید شود. با این حال در بعضی مواقع انحرافات با دلیل به وجود می‌آیند (معمولاً به صورت تصادفی) و باعث می‌گردند تا فرایند به حالت خارج از کنترل تغییر پیدا کند. در چنین حالتی درصد زیادی از خروجی فرایند با خواسته‌های مورد نظر انطباق نخواهد داشت. یکی از اهداف اصلی کنترل فرایند آماری پی بردن سریع به وجود انحرافات با دلیل یا تغییرات در فرایند است تا قبل از اینکه تعداد زیادی محصول معیوب تولید شود علل ایجاد چنین انحرافاتی بررسی و اقدامات اصلاحی انجام گیرد. نمودار کنترل یکی از روشهای کنترل فرایند در حین تولید است که برای این منظور مناسب خواهد بود. علاوه بر این نمودارهای کنترل را می‌توان برای برآورد پارامترهای یک فرایند تولید استفاده نمود و اطلاعات حاصل را به منظور تهیهٔ اطلاعات مفید برای بهبود فرایند به کار برد.

نهایتاً باید به خاطر داشت که اهداف اصلی کنترل فرایند آماری حذف تغییر پذیری فرایند است. اگرچه این امکان وجود ندارد که بتوان کل تغییر پذیری فرایند را حذف نمود ولی نمودار کنترل را می‌توان به عنوان ابزاری مؤثر برای کاهش تغییر پذیری فرایند به کار برد. اصول آماری نمودارهای کنترل در بخشهای بعد مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲.۱ اصول آماری نمودار کنترل

یک نمونه از نمودار کنترل در شکل ۱.۱ نشان داده شده است. این نمودار روش ارائهٔ یک مشخصهٔ کیفی را که بر اساس اطلاعات نمونه، اندازه‌گیری یا محاسبه شده است، بر حسب شمارهٔ نمونه یا زمان نشان می‌دهد. نمودار شامل یک خط مرکزی (CL) است که مقدار متوسط مشخصهٔ کیفی را در حالت تحت کنترل نشان می‌دهد. به عبارت دیگر مرحله‌ای از فرایند را نشان می‌دهد که فقط خطاهای تصادفی حضور دارند. دو خط افقی دیگر که حد کنترل بالا (UCL) و حد کنترل پایین (LCL) نامیده می‌شوند، در این نمودار نشان داده شده‌اند. این حدود کنترل به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که اگر فرایند تحت کنترل باشد آنگاه تقریباً کلیهٔ نقاط در بین دو حدی که بر اساس اطلاعات نمونه محاسبه شده‌اند، واقع شوند. تا زمانی که نقاط بین حدها کنترل قرار می‌گیرند، فرایند تحت کنترل در نظر گرفته می‌شوند و نیازی به فعالیتهای اصلاحی نیست. اگر نقطه‌ای خارج از حدود کنترل رسم شود، نتیجه گیری می‌شود که فرایند در شرایط خارج از کنترل به سر می‌برد و اقدامات اصلاحی نیاز است تا منبع ایجاد انحراف یا انحرافات با دلیل تعیین و حذف گردد. معمولاً مرسوم است که نقاط رسم شده بر روی نمودار کنترل به وسیلهٔ خط راست به یکدیگر متصل گردند. دلیل اصلی این کار سهولت در بررسی نقاط در طول زمان می‌باشد.



شکل ۱.۱: یک نمودار کنترل