بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده تحصیلات تکمیلی

گروه مهندسی صنایع - صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

ارائه یک مدل بهینه سازی چندهدفه به منظور طراحی آماری – اقتصادی نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای

استاد راهنما:

دکتر سید مهدی سجادی فر

اساتید مشاور:

دکتر سید تقی اخوان نیاکی – مهندس شروین اسدزاده

نگارش :

فاطمه رسول زاده

زمستان ۱۳۸۹

صفحه تصویب پایان نامه توسط هیأت داوران

تقدیم:

الهی

راضی ام به رضایت

راضی ام کن به رضایتت

مهربان ترینم

مرا از آن خود کن

پیش از آن که به ناچار امانتت را به تو بازگردانم

مهدی جان

باغبان گل انتظارم باش

خاکی گلدانش با من... آب و نورش... با تو

پدرم

ای تمامی اصالت من

مادرم

بانویی که محبت در تو کمال یافت

بوسه هایم را بر دستانتان

و نگاه قدران و شرمسارم را

بر چشمانتان، بپذیرید...

تقدیر:

یا رب

تو را سپاس می گویم که تنها یاد تو، آرام دل من است

استاد عزیز و بزرگوارم، جناب آقای دکتر سید مهدی سجادی فر:
سپاس و احترام بی پایان مرا به خاطر تمام آنچه که از شما آموختم بپذیرید. درس علم تنها قسمت کوچک و ناچیزی است از همه درس هایی که در حضور شما یاد گرفتم. معلمی نامی است که سزاوار آنید.

استاد گرامی، جناب آقای دکتر سید تقی اخوان نیاکی:
با تقدیر و تشکر از حضور محترمتان که با وجود تمام کاستی هایم، متواضعانه مرا به عنوان دانشجویی خویش پذیرفتید. به خاطر تمام راهنمایی ها و کمک های بی دریغتان، صمیمانه از شما سپاسگزارم.

استاد مهربان و صبورم، جناب آقای مهندس شروین اسدزاده:
گاهی زبان ناتوان است از گفتن آنچه در دل می گذرد. می دانم که خوب می دانید به چه اندازه قدردان محبتتان هستم. از صمیم قلب از شما متشکرم به خاطر تمام لحظاتی که با همه صبوری و معرفت انسانیتان کنار من بودید.

چکیده

طراحی بهینه نمودارهای کنترل برای پایش فرآیندهای تولیدی و خدماتی با توجه به دو دیدگاه اقتصادی و آماری انجام می گیرد. بر اساس تحقیقات انجام شده در حوزه پایش فرآیندهای چندمرحله ای، اکثر قریب به اتفاق محققین تنها از دیدگاه بهینه سازی اقتصادی، به طراحی نمودارهای کنترل برای پایش این فرآیندها پرداخته اند و ممکن است که تنها با نیل به اهداف دیدگاه اقتصادی، اهداف جنبه آماری به خطر افتد. در این تحقیق برای پایش فرآیندهای چندمرحله‌ای یک مدل غیرخطی چندهدفه به منظور بهینه سازی همزمان دیدگاه های آماری و اقتصادی ارائه می‌شود. بعلاوه خطاهای نوع اول و دوم کل در پایش فرآیند های چندمرحله ای، با استفاده از زنجیره های مارکوف به طور دقیق محاسبه می شود. سپس عملکرد مدل پیشنهادی در شرایط واقعی، با استفاده از یک مطالعه موردی و با کمک روش های الگوریتم ژنتیک و تحلیل پوششی داده ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. مقایسه نتایج حاصل از حل مدل توسط این دو روش و بر اساس داده‌های مربوط به مطالعه موردی، نشان دهنده بهبود فرآیند تصمیم گیری با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها نسبت به روش ژنتیک است.

کلمات کلیدی: فرآیند چند مرحله ای – تحلیل پوششی داده ها – الگوریتم ژنتیک – نمودار کنترل انتخاب عامل انحراف – زنجیره مارکوف

فهرست مطالب	شماره صفحه
۱- فصل اول: تعاریف، مرور ادبیات و تبیین موضوع پایان نامه	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- کیفیت	۳
۱-۲-۱- کنترل کیفیت آماری	۳
۱-۲-۲- کنترل فرآیند آماری	٤
۱-۲-۳- نمودارهای کنترل	٥
۱-۲-۳-۱- اصول آماری نمودارهای کنترل	۷
۱-۳- طراحی نمودارهای کنترل	۸
۱-۳-۱- طراحی بهینه آماری نمودارهای کنترل	۸
۱-۳-۲- طراحی بهینه اقتصادی نمودارهای کنترل	۹
۱-۳-۳- طراحی بهینه آماری – اقتصادی نمودارهای کنترل	۱۲
۱-٤- فرآیندهای چندمرحله ای	۱۳
۱-٤-۱- نمودارهای انتخاب عامل انحراف	۱٤
۱-٥- مرور ادبیات در حوزه طراحی بهینه اقتصادی نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای	۲۰
۱-٥-۱- شُک نمایی	۲۰
۱-٥-۲- شُک ویبول	۲٥
۱-٦- تبیین موضوع پایان نامه	۲٦
۲- فصل دوم: مدل ابداعی بهینه سازی چند هدفه طراحی آماری – اقتصادی نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای	۲۸
۲-۱- مقدمه	۲۹
۲-۲- مدل بهینه سازی طراحی اقتصادی نمودارهای کنترل در یک فرآیند	۲۹

چندمرحله ای

۲-۳- مدل بهینه سازی چندهدفه طراحی آماری – اقتصادی نمودار کنترل $\overline{X}$ در یک فرآیند تک مرحله ای	٤٣
۲-٤- مدل بهینه سازی چند هدفه طراحی آماری – اقتصادی نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای	٤٧
۳- فصل سوم: محاسبه خطاهای نوع یک و دو کل در نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای	٥٠
۳-۱- مقدمه	٥٠
۳-۲- بیان و تعریف واژگان علمی در فرآیندهای مارکوف	٥١
۳-۳- محاسبه خطاهای نوع یک و دو کل	٥٣
۳-٤- گام های محاسبه خطای نوع یک و دو کل	٥٤
۳-٥- محاسبه خطای نوع یک کل با استفاده از مفهوم زنجیره مارکوف	٥٤
۳-٥-۱- گام یک: تعریف، تعیین تعداد و محاسبه مقادیر احتمال وقوع حالات	٥٤
۳-٥-۲- گام دو: محاسبه ماتریس انتقال	٥٧
۳-٥-۳- گام سه: محاسبه مقادیر احتمالات حدی هر حالت	٦١
۳-٥-۳-۱- مراحل محاسبه احتمالات انتقال سیستم از حالات موجود در کلاس سه به کلاس های یک و دو	٦٥
۳-٥-۳-۲- محاسبه نهایی احتمالات حدی (وزن ها)	٦٨
۳-٥-٤- گام چهار: محاسبه خطای نوع یک کل	٦٩
۳-٦- محاسبه خطای نوع دو کل با استفاده از مفهوم زنجیره مارکوف	٧٠
۳-٦-۱- گام یک: تعریف، تعیین تعداد و محاسبه مقادیر احتمال وقوع حالات	٧٠
۳-٦-۲- گام دو: محاسبه ماتریس انتقال	٧٣
۳-٦-۳- گام سه: محاسبه مقادیر احتمالات حدی هر حالت	٧٦

۳-٦-٤- گام چهار: محاسبه خطای نوع دو کل	۷۹
٤-فصل چهارم: حل مدل بهینه سازی چندهدفه طراحی آماری- اقتصادی نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای، با دو روش الگوریتم ژنتیک و تحلیل پوششی داده ها و ارائه یک مطالعه موردی	۸۲
٤-۱- مقدمه	۸۲
٤-۲- الگوریتم ژنتیک	۸۳
٤-۲-۱- مفاهیم و ویژگی ها	۸۳
٤-۲-۲- گام های حل مدل ابداعی توسط الگوریتم ژنتیک	۸٦
٤-۲-۲-۱- گام یک: ساخت کروموزوم	۸٦
٤-۲-۲-۲- گام دو: تولید جمعیت اولیه با جواب های موجه	۸٦
٤-۲-۲-۳- گام سه: اعمال ژنتیک	۸۷
٤-۲-۲-۳-۱- انجام عمل تقاطع	۸۷
٤-۲-۲-۳-۲- انجام عمل جهش	۸۹
٤-۲-۲-٤- گام چهار: تعیین میزان برازندگی	۹۰
٤-۲-۲-۵- گام پنج: ارزیابی و انتخاب	۹۱
٤-۲-۲-٦- گام شش: تعیین شرط توقف	۹۱
٤-۲-۲-۷- گام هفت: انتخاب بهترین جواب	۹۱
٤-۳- تحلیل پوششی داده ها	۹۲
٤-۳-۱- مفاهیم و تشریح روش تحلیل پوششی داده ها	۹۲
٤-۳-۲- گام های حل مدل توسط روش تحلیل پوششی داده ها	۹٤
٤-۳-۲-۱- گام یک: تعیین حد برای متغیرهای تصمیم	۹٤
٤-۳-۲-۲- گام دو: ساخت واحدهای تصمیم گیری	۹۵
٤-۳-۲-۳- گام سه: محاسبه مقادیر توابع هدف به ازای هر جواب موجه	۹۵

٤-٣-٢-٤- گام چهار: انجام تحلیل پوششی داده ها	٩٥
٤-٤- مطالعه موردی	٩٦
٤-٤-١- آشنایی با کارخانه و محصول مورد مطالعه	٩٦
٤-٤-٢- اطلاعات مربوط به فرآیند تولید و مقادیر پارامترهای مساله	٩٨
٤-٤-٣- ساخت مدل سه هدفه بهینه سازی طراحی آماری – اقتصادی نمودارهای کنترل برای فرآیند دو مرحله ای	٩٩
٤-٤-٤- حل مدل توسط الگوریتم ژنتیک	١٠٠
٤-٤-٥- حل مدل توسط تحلیل پوششی داده ها	١٠١
٤-٤-٦- مقایسه نتایج	١٠٦
٥- فصل پنجم: جمع بندی و ارائه چند پیشنهاد به منظور مطالعات آتی	١٠٦
٥-١- مقدمه	١٠٦
٥-٢- جمع بندی	١٠٦
٥-٣- مطالعات آتی	١٠٧

فهرست جداول	شماره صفحه
جدول (۱-۱): قانون تصمیم‌گیری سه نمودار	۱۸
جدول (۱-۲): قانون تصمیم‌گیری نهایی	۱۸
جدول (۲-۱): بیان و چگونگی هر حالت	۳۹
جدول (۲-۲): احتمال وقوع و میانگین دوره زمانی باقی مانده برای هر حالت	۳۹
جدول (۲-۳): هزینه هر حالت	٤۱
جدول (۳-۱): کل حالاتی که در آن در حداقل یکی از نمودارهای کنترل خطای نوع یک رخ می دهد.	٥٦
جدول (۳-۲): ماتریس انتقال مربوط به فرآیند محاسبه خطای نوع یک کل	٦۲
جدول (۳-۳): ماتریس انتقال تغییر یافته مربوط به محاسبه خطای نوع یک کل	٦٦
جدول (۳-٤): ماتریس Q	٦٦
جدول (۳-٥): ماتریس R	٦٦
جدول (۳-٦): ماتریس I	٦٦
جدول (۳-۷): ماتریس N	٦۷
جدول (۳-۸): ماتریس B	٦۷
جدول (۳-۹): چگونگی رخداد خطای نوع یک در هر مرحله از فرآیند و با توجه به هر حالت	۷۰
جدول (۳-۱۰): کل حالاتی که در آن در حداقل یکی از نمودارهای کنترل خطای نوع دو رخ می دهد.	۷۱

جدول (۳-۱۱): ماتریس انتقال مربوط به فرآیند محاسبه خطای نوع دو کل	۷۷
جدول (۳-۱۲): چگونگی رخداد خطای نوع دو در هر مرحله از فرآیند و با توجه به هر حالت	۸۰
جدول (٤-۱): مقادیر پارامترهای مساله مورد بررسی	۹۹
جدول (٤-۲): محدوده مقادیر پارامترها	۱۰۰
جدول (٤-۳): جواب های نهایی (الگوریتم ژنتیک)	۱۰۱
جدول (٤-٤): مقادیر توابع هدف به ازای هر جواب	۱۰۱
جدول (٤-۵): جواب های نهایی (تحلیل پوششی داده ها)	۱۰۳
جدول (٤-٦): مقایسه جواب های نهایی	۱۰۳

فهرست شکل ها	شماره صفحه
شکل (۳-۱): گراف ماتریس انتقال مربوط به محاسبه مقدار احتمال خطای نوع یک کل	٦٣
شکل (۳-۲): گراف ماتریس B	٦٨
شکل (۳-۳): گراف ماتریس انتقال مربوط به محاسبه مقدار احتمال خطای نوع دو کل	٧٨
شکل (٤-١): مثالی از ساختار کروموزوم های مربوط به هر جواب مساله	٨٦
شکل (٤-٢): مثالی از دو کروموزوم تولید شده توسط عمل تقاطع یکنواخت	٨٨
شکل (٤-٣): مثالی از کروموزوم تولید شده توسط عمل جهش	٩٠

فصل اول:

تعاریف، مرور ادبیات

و

تبیین موضوع پایان نامه

۱- فصل اول: تعاریف، مرور ادبیات و تبیین موضوع پایان نامه

۱-۱- مقدمه

آشنایی با علم کیفیت، اصطلاحات و ابزار مورد استفاده در آن، از ضروریات ارائه این تحقیق است. کیفیت مفهومی است کلی که تعابیر مختلفی برای آن قابل تصور است. این مفهوم در رابطه با تولیدات, خدمات و هرآنچه که پل ارتباطی میان تولید کننده محصول یا خدمت و مصرف کننده آن است، مطرح می شود.

در رابطه با کیفیت و به منظور نیل به اهداف کیفی روش های متعددی از جمله کنترل کیفیت آماری به وجود آمده که خود دارای چندین زیر مجموعه مانند کنترل فرآیند آماری است. کنترل فرآیند آماری دارای ابزاری از جمله نمودارهای کنترل بوده که این نمودارها به منظور پایش و کنترل فرآیندهای تولیدی و خدماتی به کار می رود. طراحی این نمودارهای کنترل از جنبه های مختلفی از جمله دو جنبه آماری و اقتصادی انجام می شود. در ضمن این ابزار در جهت پایش و کنترل فرآیندهای مختلفی به کار می روند که این فرآیندهای تولیدی و یا خدماتی می توانند دارای یک مرحله و یا چندین مرحله وابسته به هم باشند.

انسان از آغاز، همواره به دنبال یافتن روش های مناسب به منظور حل مسائل متعددی که با آن برخورد داشته, بوده است. اما در دنیای امروز دیگر ارائه راه حل به تنهایی مهم نیست، بلکه تشخیص درست مسائل نیز، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

این فصل، به منظور یافتن مساله ای درست و در پی آن ارائه روش مناسب برای حل مساله، نخست به معرفی و تشریح کامل این مفاهیم می پردازد. سپس در حوزه طراحی اقتصادی[1] نمودارهای کنترل در فرآیندهای چندمرحله ای[2]، مرور ادبیات جامعی را ارائه می کند. در نهایت با توجه به مفاهیم و خلاهای موجود مطالعاتی در ادبیات موضوع، مساله اصلی این تحقیق معرفی می شود.

---

1. Economic Design
2. Multistage Processes

۱-۲- کیفیت

از آنجا که کیفیت از جمله عوامل کلیدی برای سازمان ها به منظور حضور در بازار رقابتی دنیای امروز است، در این زمینه مطالب و نظرات بسیاری از سوی دانشمندان علم کیفیت ارائه شده است. ژوران[۳] یکی از دانشمندان این علم, کیفیت را شایستگی جهت مصرف معرفی می کند و کرازبی[۴] معتقد است که کیفیت، برآورده سازی نیازهای مشتری است. به طورکلی تعاریف ارائه شده برای مفهوم کیفیت در طول زمان دستخوش تحولاتی شده اند.

با توجه به مطالب ذکر شده، کیفیت یک محصول یا خدمت را، می توان توانایی آن در برآورده سازی نیازها و انتظارات مشتریان تعبیر نمود. کیفیت، مشخصه های فنی از قبیل عملکرد, قابلیت اطمینان, قابلیت دوام, قابلیت تعمیرپذیری و تطابق با استاندارد ها را شامل شده و همواره بخش جدایی ناپذیر کلیه محصولات و خدمات بوده است [۱].

۱-۲-۱-کنترل کیفیت آماری

کنترل کیفیت آماری در برگیرنده فعالیت هایی است که در زمینه حصول اطمینان از تامین نیازهای مشتری به وسیله کالاها و خدمات ارائه شده, به کار می رود و برای این موضوع، تحلیل های آماری پایه گذاری شده بر اساس اطلاعات به دست آمده از فرآیند, نمونه محصولات یا خدمات را مورد استفاده قرار می دهد.

با توجه به این مطلب که کنترل کیفیت آماری برای دستیابی به هدف خود، از تحلیل های آماری استفاده می کند، روش های تحلیلی مختلفی در این زمینه به وجود آمده است. از جمله این روش ها می توان به کنترل فرآیند آماری اشاره نمود [۱].

---

3. Juran
4. Crosby

۱-۲-۲- کنترل فرآیند آماری

اگر قرار باشد یک محصول، مشخصات مورد نظر مشتری را دارا باشد، باید توسط فرآیندی پایدار یا تکرارپذیر تولید شود. به عبارت دیگر فرآیند تولید باید از تغییرپذیری کمی حول مقدار هدف یا ابعاد اسمی مشخصات کیفی محصول برخوردار باشد.

در بحث کیفیت، صاحب نظران معتقدند که نمی توان کیفیت را به کمک انجام فعالیت های بازرسی و آزمون در محصول گنجاند. محصول از ابتدا باید درست تولید شود. این بدان معناست که فرآیند تولید باید از ثبات مناسبی برخوردار باشد و کلیه افرادی که به گونه ای با فرآیند سر و کار دارند (نظیر اپراتورها، مهندسان، پرسنل تضمین کیفیت و مدیریت) باید به طور مستمر سعی در بهبود عملکرد فرآیند و کاهش تغییر پذیری در پارامترهای کلیدی داشته باشند.

کنترل فرآیند آماری مجموعه‌ای قدرتمند و توانا از ابزار حل مشکل است که در ایجاد ثبات در فرآیند و بهبود کارآیی آن از طریق کاهش تغییر پذیری مفید واقع می شود که به منظور حصول اهداف خود از هفت ابزار، که به شرح زیر است، استفاده می کند [۱]:

۱. برگه کنترل

۲. نمودار پارتو

۳. هیستوگرام

۴. نمودار علت و معلول

۵. نمودار تمرکز نقص ها

۶. نمودار پراکندگی

۷. نمودار کنترل

گرچه این ابزار که ابزار هفتگانه عالی[5] نامیده می شوند، بخش مهمی از کنترل فرآیند آماری را تشکیل می دهند ولی این ابزار، فقط جنبه های فنی آن است.

کنترل فرآیند آماری یک نگرش و طرز فکر و یک میل و آرزو برای کلیه افراد سازمان، جهت برقراری یک سیستم بهبود مستمر در زمینه کیفیت و بهره وری است. یک چنین نگرش و طرز تفکری زمانی بیش ترین پیشرفت خود را خواهد داشت که مدیریت در فرآیند بهبود کیفیت مشارکت نماید. زمانی که این نگرش و طرز تفکر ایجاد شود، استفاده از ابزار هفتگانه عالی بخشی از کارهای روزانه شده و سازمان در مسیر دست یابی به اهداف بهبود کیفیت قرار می گیرد.

یکی از قدرتمندترین و کلیدی ترین ابزار کنترل فرآیند آماری، نمودارهای کنترل می باشند که از سالیان قبل جهت پایش فرآیندها مورد استفاده قرار گرفته اند [۱].

۱-۲-۳- نمودار های کنترل

در هر فرآیند تولید به طور ذاتی، همواره مقدار خاصی از تغییر پذیری وجود دارد. در کنترل کیفیت آماری این تغییر پذیری ذاتی را معمولا به عنوان انحرافات تصادفی[6] می شناسند. در کنار این تغییرات گونه های دیگری از تغییر پذیری نیز وجود دارد که ممکن است در خروجی یک فرآیند مشاهده شود که در مقایسه با اختلالات ذاتی موجود در فرآیند بزرگتر بوده و نمایان گر سطح غیرقابل قبولی برای عملکرد آن است. این گونه تغییرات را انحرافات بادلیل[7] گویند.

با توجه به مطالب ذکر شده, آنچه که کنترل فرآیند آماری و در پی آن، نمودارهای کنترل به دنبال آن است، کاهش تغییر پذیری ناشی از انحرافات بادلیل فرآیند و تحت کنترل درآوردن آن می باشد [۱].

نمودارهای کنترل نخستین بار، در دهه ۱۹۲۰ میلادی توسط دکتر شوهارت[8] ارائه شد و نمودارهای کنترلی که از چنین قانونی پیروی می‌کنند را نمودارهای کنترل شوهارت می‌نامند. اهداف اصلی

5. The Magnificent Seven Tools
6. Random Causes
7. Assignable Causes
8. Dr. Shewhart

استفاده از این نمودارها را می توان جلوگیری از تولید اقلام معیوب، ایجاد ثبات در فرآیند و بهبود کارآیی از طریق کاهش تغییر پذیری دانست.

نمودارهای کنترل به دو دسته اصلی نمودارهای کنترل برای مشخصه های وصفی[۹] و نمودارهای کنترل برای مشخصه های متغیر[۱۰] تقسیم می شوند. در نمودارهای کنترل برای مشخصه های وصفی، تعداد نقص ها و عیوب و یا نسبت نقص ها و عیوب مورد پایش قرار می گیرد، اما در نمودارهای کنترل برای متغیرها، مشخصه های کیفی تاثیرگذار بر کیفیت نهایی محصول که قابل اندازه گیری است، مورد بررسی قرار می گیرند [۱].

نمودارهای کنترل برای مشخصه های کیفی متغیر به دو دسته نمودارهای کنترل تک متغیره و نمودارهای کنترل چند متغیره[۱۱] تقسیم می شوند. اگر یکی از مشخصه های کیفی محصول نهایی (جرم، قدرت کشش، سختی و...) یا یکی از متغیرهای تاثیرگذار بر کیفیت محصول نهایی (دما، فشار، مدت زمان حرارت دادن و...) مورد کنترل قرار گیرد، از نمودارهای کنترل تک متغیره استفاده می شود که این نمودارها دارای گونه های مختلفی بوده و هر کدام از آن ها بنابر نیازمندی های تعیین شده و شرایط مشخص بکار گرفته می شوند. نمودارهای کنترل چند متغیره نیز با هدف پایش هم زمان چند متغیر کیفی، مورد مطالعه قرار گرفته و طراحی می گردند.

ایده اصلی و اساسی در کنترل فرآیند آماری این است که جهت بهبود کیفیت محصولات بهتر آن است تا به پایش مراحل و پارامترهای فرآیند پرداخته شود، تا اینکه محصول ساخته شده در انتهای فرآیند مورد بازرسی قرار گیرد. دلیل این امر وجود انحرافات غیر قابل اجتناب در طول فرآیند است که هر چه قدر هم فرآیند یکنواخت و خوب عمل کند، باز هم محصولات یکسانی تولید نخواهد شد.

همانطور که اشاره شد، دو نوع انحراف در فرآیند حضور خواهد داشت: انحراف تصادفی و انحراف بادلیل.

---

9. Attribute
10. Variable
11. Multivariate Control Charts

انحرافات تصادفی جزء ذات فرآیند بوده و در اثر انباشته شدن مجموعه زیادی از انحرافات کوچک و اجتناب ناپذیر به وجود می آیند. فرآیندی که فقط در حضور انحرافات تصادفی عمل کند را فرآیند تحت کنترل می نامند.

اما گونه ای دیگر از تغییر پذیری نیز ممکن است گاهگاهی در یک فرآیند مشاهده شود. این انحرافات که تحت شرایط خاصی به وجود آمده و سبب تغییرپذیری بزرگ تر در مشخصه های کلیدی فرآیند می شوند را انحرافات بادلیل نامند. انحرافات بادلیل بیان گر سطح غیر قابل قبولی برای عملکرد فرآیند بوده و قابل پیشگیری و اجتناب است. فرآیندی که در حضور انحرافات بادلیل عمل می کند را فرآیند خارج از کنترل می نامند.

جهت بهبود فرآیند، قدم اول شناسایی و حذف انحرافات بادلیل است تا فرآیند به حالت تحت کنترل از لحاظ آماری درآید. بعد از آن لازم است تا پراکندگی و انحرافات ذاتی فرآیند نیز کاهش یابد. اما در وهله اول، فرآیند باید در حالت ثبات به سر برد. بنابراین در کل، اینکه آیا فرآیند در حالت کنترل آماری به سر می برد یا خیر، مهم ترین و اساسی‌ترین سوال در این زمینه است که نمودارهای کنترل به طور گسترده ای جهت پاسخ گویی به این مهم به کار گماشته شده‌اند [۱].

۱-۲-۳-۱- اصول آماری نمودارهای کنترل

آن چه که باید نمودارهای کنترل پاسخ گوی آن باشند, این پرسش است که, آیا فرآیند مورد بررسی تحت کنترل است یا خیر؟ پاسخ گویی به این سوال مانند آزمودن فرض تحت کنترل بودن فرآیند در مقابل خارج از کنترل بودن آن به وسیله یک آزمون فرض[۱۲] است, بنابراین نزدیکی بسیاری میان نمودارهای کنترل و آزمون های فرض به نظر می رسد, به همین دلیل می توان مطالبی را که در رابطه با آزمون های فرض مطرح می باشند نظیر خطای نوع یک[۱۳]، خطای نوع دو[۱۴] و غیره را به نمودارهای کنترل تعمیم داد و تعریف نمود.

---

12. Hypothesis Test
13. Type One Error