



دانشگاه شاهرود

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع - صنایع

ارائه روش هایی برای پایش همزمان مشخصه های کیفی متغیر، وصفی

و پروفایل

استاد راهنما : دکتر امیرحسین امیری

نگارش : محمدهادی دورودیان

تابستان ۱۳۹۱

اللَّهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ

تشکر و قدردانی

از خدای بزرگ برای سلامتی و پشتکاری که به من داد تا توانایی پشت سر گذاشتن فراز و فرودها و به سرانجام رساندن بخشی از اهداف زندگیم را بدست آورم سپاسگزارم.

از پدر و مادر عزیزم و همچنین سایر اعضای خانواده‌ام ممنونم که با صبر و شکیبایی و پشتیبانی روحی، فضا و شرایطی فراهم کردند تا بتوانم از استعدادم استفاده کنم.

همچنین از جناب آقای دکتر امیری تشکر می‌کنم که با راهنمایی‌ها و کمک‌های بی‌دریغشان، نه تنها در این پایان نامه و مقطع تحصیلی و نه فقط از جهت علمی، بلکه برای تمام طول عمرم درس‌های فراوانی به من آموختند. از خدای متعال برای ایشان و خانواده‌شان موفقیت و شادکامی روز افزون خواستارم.

در نهایت از آقای دکتر بابک عباسی به خاطر راهنمایی‌های ارزنده ایشان در انجام این پایان نامه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

کلیه حقوق این پژوهش متعلق به دانشگاه شاهد بوده و هر گونه استفاده از مطالب و محتویات آن منوط به ذکر منبع و هر گونه کپی برداری از تمام یا بخشی از اثر تنها با کسب مجوز کتبی از دانشگاه مذکور امکانپذیر است.

چکیده

در برخی کاربردهای کنترل فرآیند آماری، کیفیت یک محصول یا فرآیند می تواند توسط مشخصه های کیفی متغیر و وصفی همبسته بازنمایی شود. علیرغم تحقیقات گسترده در زمینه پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر و وصفی بصورت جداگانه، تحقیقات اندکی در زمینه پایش همزمان مشخصه های متغیر و وصفی صورت گرفته است. در این پایان نامه روش هایی به منظور پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی بر اساس سه رویکرد کاهش چولگی، حذف همبستگی و فواصل اطمینان همزمان ارائه شده است. در رویکرد اول، توزیع مشخصه های کیفی بوسیله دو روش تبدیل توانی و معکوس نورتا به توزیع نرمال چند متغیره تقریب زده می شود. سپس از نمودارهای کنترل چند متغیره جهت پایش متغیرهای جدید استفاده می شود. در رویکرد دوم، سه روش جهت حذف همبستگی بین مشخصه های کیفی پیشنهاد می شود. سپس، نمودارهای کنترل تک متغیره برای پایش متغیرهای غیر همبسته جدید بکار برده می شود. در رویکرد سوم، براساس تکنیک بوت استرپ دو روش جهت تعیین فواصل اطمینان همزمان برای مشخصه های کیفی متغیر و وصفی همبسته ارائه می گردد. سپس، از این فواصل اطمینان جهت طراحی نمودارهای کنترل استفاده می شود. پایش پروفایل ها یکی از رویکردهای جدید در کنترل فرآیند آماری می باشد. در زمینه پایش پروفایل ها تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است. اما تاکنون، تحقیقی در زمینه پایش همزمان مشخصه های کیفی چند متغیره و پروفایل همبسته صورت نگرفته است. در این پایان نامه روشی جهت پایش همزمان مشخصه های کیفی چند متغیره و پروفایل همبسته بر اساس نمودار کنترل چند متغیره میانگین متحرک موزون نمایی ارائه می شود.

تحقیقات صورت گرفته در این پایان نامه، در فاز ۲ نمودارهای کنترل می باشد و عملکرد روش های پیشنهادی بوسیله شبیه سازی و بر اساس معیار متوسط طول دنباله ارزیابی شده است. نتایج به دست آمده نشان دهنده کارایی روش های پیشنهادی در کشف وضعیت خارج از کنترل در صورت تغییر در بردار میانگین مشخصه های کیفی می باشد.

کلمات کلیدی: مشخصه های کیفی آمیخته، فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی، مشخصه های کیفی چند متغیره و پروفایل همبسته، نمودارهای کنترل چند متغیره.

تاریخچه علم کنترل کیفیت به زمان شروع تولید و رقابت باز می‌گردد. از آن زمان تاکنون، کنترل کیفیت توسعه روز افزونی داشته است. این فاصله زمانی را می‌توان به چهار دوره عصر کنترل کیفیت کارگری، عصر کنترل کیفیت سرپرستی، عصر کنترل کیفیت بازرسی و عصر کنترل کیفیت آماری تقسیم بندی نمود. مهمترین ابزار در بحث کنترل کیفیت آماری، نمودارهای کنترل می‌باشند که اولین بار توسط شوهارت در سال ۱۹۳۱ پیشنهاد شد. این نمودارها یکی از ابزارهای کنترل فرآیند در حین تولید هستند که برای کشف انحرافات با دلیل^۱ بکار گرفته می‌شوند. انحراف با دلیل را می‌توان بصورت سطح غیر قابل قبولی از عملکرد فرآیند تعریف کرد و قابل پیشگیری و اجتناب می‌باشد. فرآیندی که با وجود انحرافات با دلیل فعالیت می‌کند را فرآیند خارج از کنترل^۲ می‌نامند.

به منظور پایش فرآیند توسط نمودار کنترل، ابتدا کیفیت محصول یا فرآیند بصورت مشخصه های کیفی^۳ بازنمایی می‌شود. سپس، این مشخصه های کیفی توسط نمودار کنترل و بر اساس تکنیک های آماری پایش می‌شوند. بیشتر محصولاتی که امروزه تولید می‌شوند، دارای چندین مشخصه کیفی می‌باشند، که در اغلب موارد بین این مشخصه ها همبستگی وجود دارد. به عنوان نمونه قطر داخلی و خارجی در یک یاتاقان می‌تواند به عنوان مشخصه های کیفی آن در نظر گرفته شوند که با یکدیگر همبستگی دارند (مونتگومری^۴، ۲۰۰۵). به این گونه از فرآیندها، اصطلاحاً فرآیندهای چند متغیره گفته می‌شود. هتلینگ^۵ (۱۹۴۷) نشان داد که کنترل جداگانه مشخصه های کیفی وابسته باعث افزایش احتمال خطای نوع اول و دوم در نمودارهای کنترل می‌شود، بنابراین روشی را جهت پایش فرآیندهای چند متغیره بر اساس

^۱ Assignable causes

^۲ Out-of-control

^۳ Quality characteristics

^۴ Montgomery

^۵ Hotelling

فاصله آماری متغیرهای کنترلی ارائه نمود. بعد از آن روش ها و رویکردهای گوناگونی برای پایش فرآیند های چند متغیره توسعه داده شده است. که مهمترین آن ها را می توان در مقاله مروری برسیمیسی^۱ و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمود. ضمن اینکه روش هایی نیز به منظور کنترل فرآیندهای چند متغیره در صورت وجود چند مشخصه وصفی پیشنهاد شده است، که آخرین مقاله مروری در این زمینه توسط توپالیدو^۲ و ساراکیس^۳ (۲۰۰۹) انجام شده است.

علیرغم تحقیقات صورت گرفته در زمینه فرآیندهای چند متغیره در صورت وجود چند مشخصه کیفی متغیر و وصفی بصورت جداگانه، تحقیقات کمی درخصوص پایش همزمان مشخصه های کیفی متغیر و وصفی صورت گرفته است. در اولین تحقیق در این زمینه، کنگ^۴ و برنمن^۵ (۲۰۱۰) روشی را جهت تعیین حدود اطمینان برای مشخصه های کیفی متغیر و وصفی بصورت همزمان پیشنهاد نموده اند، اما آن ها مشخصه های کیفی را مستقل از یکدیگر در نظر گرفته اند، در حالی که در برخی موارد شرط مستقل بودن ترکیبی از مشخصه های کیفی متغیر و وصفی نقض می شود. به عنوان مثال در فرآیندهای تزریق پلاستیک تعداد عیوب ظاهری محصول و وزن محصول به عنوان مشخصه های کیفی یک محصول در نظر گرفته می شود که با یکدیگر همبستگی دارند. همچنین در فرآیند تولید نیمه هادی ها تعداد اجزاء ناخالصی، میانگین و دامنه ضخامت لایه اکسید به عنوان مشخصه های کیفی محصول اندازه گیری می شوند که به ترتیب دارای توزیع پواسون، نرمال و گامای آمیخته می باشند. علاوه بر این علوم پزشکی- دارویی، روانشناسی و بهداشت دارای داده های آمیخته پیوسته و گسسته می باشند (گنجعلی، ۲۰۰۳).

^۱ Bersimis

^۲ Topalidou

^۳ Psarakis

^۴ Kang

^۵ Brenneman

در تحقیقی دیگر، نینگ^۱ و تسانگ^۲ (۲۰۱۰) مثال هایی کاربردی از فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی در شرایط همبستگی مشخصه ها و حجم زیاد مشخصه های کیفی را مطرح نمودند. همچنین، موانع موجود در پایش اینگونه فرآیندها را بررسی کردند. هدف این پایان نامه ارائه روشی جهت کنترل همزمان بردار میانگین مشخصه های کیفی متغیر و وصفی در صورت وجود همبستگی بین مشخصه ها می باشد. از آنجایی که بین مشخصه های کیفی همبستگی وجود دارد پایش جداگانه آن ها باعث افزایش خطای نمودار کنترل می شود. از این رو ما به دنبال ارائه روشی جهت پایش همزمان اینگونه مشخصه های کیفی هستیم. لازم به ذکر است که تحقیقات ما در فاز ۲ نمودارهای کنترل صورت می گیرد.

یکی دیگر از اهداف این پایان نامه ارائه روشی جهت کنترل همزمان مشخصه های کیفی متغیر و پروفایل است. که بنا بر اطلاعات ما تاکنون روشی به منظور پایش همزمان مشخصه های کیفی متغیر و پروفایل همبسته ارائه نشده است. پایش پروفایل ها یکی از رویکردهای جدید در حوزه کنترل فرآیند آماری است. در این رویکرد کیفیت یک محصول یا فرآیند توسط یک رابطه بین متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل تعریف می شود. روش های بسیاری به منظور پایش انواع مختلفی از پروفایل ها از قبیل پروفایل های خطی ساده، خطی چندگانه، پروفایل های غیر خطی، پروفایل های موجی شکل و ... توسعه داده شده اند، که می توان مهم ترین تحقیقات صورت گرفته در زمینه پایش پروفایل ها را در کتاب نورالسنا و همکاران (۲۰۱۱) ملاحظه نمود. در این پایان نامه به بررسی چگونگی رابطه همبستگی بین مشخصه های کیفی متغیر و یک پروفایل خطی ساده و ارائه روشی برای پایش همزمان آن ها پرداخته می شود.

^۱ Ning

^۲ Tsung

فهرست

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱- تعریف مسأله و موضوع اصلی تحقیق ۲

۲-۱- مفروضات تحقیق ۳

۳-۱- کاربردهای تحقیق ۴

۴-۱- روش های گردآوری اطلاعات ۴

۵-۱- نحوه شبیه سازی ۵

۶-۱- ساختار پایان نامه ۵

۷-۱- نوآوری های پایان نامه ۷

فصل دوم: مرور ادبیات ۸

مقدمه ۹

۱-۲- پایش فرآیندهای چند متغیره ۱۰

۱-۱-۲- فرآیندهای چند متغیره ۱۱

۲-۱-۲- نمودار کنترل مربع تی (T^2) ۱۳

۳-۱-۲- نمودار میانگین متحرک موزون نمایی چند متغیره (MEWMA) ۱۴

- ۱۵ ۴-۱-۲- نمودار جمع تجمعی چند متغیره (MCUSUM)
- ۱۶ ۱-۴-۱-۲- رویکرد تغییرات مشخص
- ۱۷ ۲-۴-۱-۲- رویکرد تغییرات نامشخص
- ۱۸ ۵-۱-۲- نمودارهای کنترل ماتریس تغییر پذیری
- ۱۸ ۱-۵-۱-۲- تعمیم نمودار S^2
- ۱۹ ۲-۵-۱-۲- پراکندگی تعمیم یافته نمونه
- ۲۰ ۶-۱-۲- کاهش ابعاد
- ۲۰ ۱-۶-۱-۲- تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی
- ۲۲ ۲-۶-۱-۲- حداقل مربعات جزئی
- ۲۳ ۷-۱-۲- تفسیر عامل هشدار
- ۲۳ ۱-۷-۱-۲- تجزیه آماره مربع تی
- ۲۴ ۲-۷-۱-۲- استفاده از نمودارهای کنترل تک متغیره
- ۲۵ ۳-۷-۱-۲- تعدیل رگرسیونی
- ۲۵ ۴-۷-۱-۲- استفاده از مولفه های اصلی
- ۲۶ ۵-۷-۱-۲- استفاده از روش های تصویری
- ۲۶ ۲-۲- پایش فرآیندهای چند مشخصه وصفی
- ۲۷ ۱-۲-۲- نمودارهای کنترل چند مشخصه وصفی بر مبنای آماره T^2
- ۲۹ ۲-۲-۲- نمودارهای کنترل چند مشخصه وصفی بر مبنای توزیع خاص چند جمله ای
- ۳۱ ۳-۲-۲- نمودار کنترل چند مشخصه وصفی بر مبنای میانگین موزون
- ۳۳ ۴-۲-۲- نمودار کنترل وصفی چند مشخصه بر مبنای حذف چولگی

۳۴-۲-۴-۱- روش تبدیل توانی برای حذف چولگی در نمودارهای کنترل وصفی چند مشخصه

۳۶-۲-۴-۲- روش معکوس نورتا برای حذف چولگی در نمودارهای کنترل وصفی چند مشخصه

۳۷-۲-۵- نمودار کنترل وصفی چند مشخصه بر مبنای حذف ماتریس همبستگی

۳۹-۲-۶- استفاده از روش بوت استرپ در طراحی نمودارهای کنترل وصفی چند مشخصه

۴۰-۲-۳- پایش پروفایل

۴۱-۳-۱- انواع پروفایل

۴۱-۳-۱-۱- پروفایل خطی ساده

۴۱-۳-۱-۲- پروفایل خطی چند گانه

۴۱-۳-۱-۳- پروفایل چند جمله‌ای

۴۲-۳-۱-۴- پروفایل غیر خطی

۴۲-۳-۱-۵- پروفایل موجی شکل

۴۲-۳-۱-۶- پروفایل اسپلاین

۴۳-۳-۱-۷- پروفایل مبتنی بر الگوهای خطی تعمیم یافته

۴۳-۳-۲- روش های پایش پروفایل های خطی

۵۴-۲-۴- نتیجه گیری

۵۷- فصل سوم: روش‌های پیشنهادی

۶۰-۳-۱- ارائه روش هایی جهت پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی

۶۱-۳-۱-۱- تعریف مساله

- ۶۱ ۲-۱-۳- رویکرد کاهش چولگی
- ۶۲ ۱-۲-۱-۳- بکارگیری روش تبدیل توانی در پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی
- ۶۵ ۲-۲-۱-۳- پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی بر اساس روش معکوس نورتا
- ۶۸ ۳-۱-۳- رویکرد حذف همبستگی
- ۶۸ ۱-۳-۱-۳- تبدیل ریشه متقارن
- ۷۰ ۲-۳-۱-۳- ترکیب تغییر متغیرهای تبدیل ریشه متقارن و تبدیل توانی
- ۷۴ ۴-۱-۳- رویکرد فواصل اطمینان همزمان
- ۷۵ ۱-۴-۱-۳- پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی با استفاده از تکنیک بوت استرپ
- ۷۷ ۲-۴-۱-۳- پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی با نمودار کنترل EWMA و تکنیک بوت استرپ
- ۷۹ ۲-۳- پایش مشخصه های کیفی چند متغیره و پروفایل همبسته
- ۷۹ ۱-۲-۳- تعریف مسئله
- ۸۰ ۲-۲-۳- روش پیشنهادی
- ۸۵ ۳-۳- نتیجه گیری
- ۸۷ **فصل چهارم: مطالعات شبیه سازی و مثال های عددی**
- ۸۸ ۱-۴- بررسی عملکرد روش های پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی
- ۸۸ ۱-۱-۴- رویکرد کاهش چولگی
- ۸۸ ۱-۱-۱-۴- روش تبدیل توانی
- ۹۲ ۲-۱-۴- روش معکوس نورتا

۱۰۱	..... رویکرد حذف همبستگی
۱۰۲	..... ارزیابی عملکرد روش های تغییر متغیر
۱۰۴	..... پایش متغیرهای جدید
۱۰۷	..... رویکرد فواصل اطمینان همزمان
۱۰۷	..... تکنیک بوت استرپ
۱۱۰	..... طراحی نمودارهای کنترل EWMA با استفاده از تکنیک بوت استرپ
۱۱۲	..... بررسی عملکرد پایش مشخصه های کیفی چند متغیره و پروفایل همبسته
۱۱۴	..... نتیجه گیری
۱۱۶	..... فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۱۷	..... ۱-۵ جمع بندی و نتیجه گیری
۱۱۹	..... ۲-۵ پیشنهادات برای مطالعات آتی
۱۲۰	..... مراجع و مآخذ
۱۲۶	..... چکیده انگلیسی

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: نمودار پراکندگی داده‌های دو متغیره نرمال استاندارد به ازای مقادیر مختلف همبستگی ۱۲
- شکل ۲-۲: مقایسه استفاده از دو نمودار کنترل تک متغیره در مقابل بیضی کنترل ۱۲
- شکل ۳-۲: دسته بندی مفروضات در تحقیقات انجام شده در حوزه نمودارهای کنترل ۵۶
- شکل ۱-۳: الگوریتم پیشنهادی برای پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی ۶۷
- شکل ۲-۳: الگوریتم پیشنهادی برای پایش فرآیندهای چند مشخصه متغیر- وصفی ۷۳
- شکل ۱-۴: هیستوگرام توام بردارهای اصلی ۹۴
- شکل ۲-۴: هیستوگرام توام بردارهای تغییر فرم یافته ۹۴

فهرست جداول

- جدول ۴-۱: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات در میانگین یک مشخصه کیفی..... ۹۱
- جدول ۴-۲: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات همزمان در میانگین مشخصه های کیفی..... ۹۱
- جدول ۴-۳: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات در میانگین یک مشخصه کیفی..... ۹۵
- جدول ۴-۴: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات همزمان در میانگین مشخصه های کیفی..... ۹۵
- جدول ۴-۵: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات مختلف در بردار میانگین مشخصه های کیفی..... ۹۷
- جدول ۴-۶: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات هم جهت در بردار میانگین مشخصه های کیفی..... ۹۹
- جدول ۴-۷: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات همزمان و غیر هم جهت در میانگین دو مشخصه کیفی..... ۱۰۰
- جدول ۴-۸: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات همزمان در میانگین همه مشخصه های کیفی..... ۱۰۱
- جدول ۴-۹: متوسط طول دنباله خارج از کنترل در پایش فرآیند بوسیله نمودارهای از نوع شوهارت..... ۱۰۵
- جدول ۴-۱۰: متوسط طول دنباله خارج از کنترل در پایش فرآیند بوسیله نمودارهای EWMA..... ۱۰۶
- جدول ۴-۱۱: بهترین روش در معیار متوسط طول دنباله خارج از کنترل در پایش فرآیند بوسیله نمودارهای شوهارت..... ۱۰۷
- جدول ۴-۱۲: بهترین روش در معیار متوسط طول دنباله خارج از کنترل در پایش فرآیند بوسیله نمودارهای EWMA..... ۱۰۷
- جدول ۴-۱۳: مقایسه روش پیشنهادی با روش جان و همکاران (۲۰۰۷) بر اساس معیار میزان پوشش مشاهدات..... ۱۰۸
- جدول ۴-۱۴: مقایسه روش پیشنهادی با روش جان و همکاران (۲۰۰۷) بر اساس متوسط طول دنباله تحت کنترل..... ۱۰۹
- جدول ۴-۱۵: متوسط طول دنباله خارج از کنترل به ازای مقادیر مختلف تغییر در میانگین مشخصه های کیفی..... ۱۱۰
- جدول ۴-۱۶: متوسط طول دنباله خارج از کنترل به ازای مقادیر مختلف تغییر در میانگین مشخصه های کیفی..... ۱۱۱
- جدول ۴-۱۷: متوسط طول دنباله خارج از کنترل برای تغییرات مختلف در پارامترهای β , β_1 و μ_γ در واحد انحراف معیار..... ۱۱۴

فصل اول

کلیات

۱-۱- تعریف مسأله و موضوع اصلی تحقیق

بیشتر محصولاتی که امروزه تولید می شوند، دارای چندین مشخصه کیفی می باشند، که در اغلب موارد بین این مشخصه ها همبستگی وجود دارد. به عنوان نمونه قطر داخلی و خارجی در یک یاتاقان می تواند به عنوان مشخصه های کیفی آن در نظر گرفته شوند که با یکدیگر همبستگی دارند (مونتگومری، ۲۰۰۵). به این گونه از فرآیندها، اصطلاحاً فرآیندهای چند متغیره گفته می شود. هتلینگ (۱۹۴۷) نشان داد که کنترل جداگانه مشخصه های کیفی وابسته باعث افزایش احتمال خطای نوع اول و دوم در نمودارهای کنترل می شود، بنابراین روشی را جهت پایش فرآیندهای چند متغیره بر اساس فاصله آماری متغیرهای کنترلی ارائه نمود. بعد از آن روش ها و رویکردهای گوناگونی برای پایش فرآیندهای چند متغیره توسعه داده شده است. که مهمترین آن ها را می توان در مقاله مروری برسیمیس و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمود. ضمن اینکه روش هایی نیز به منظور کنترل فرآیندهای چند متغیره در صورت وجود چند مشخصه وصفی پیشنهاد شده است، که آخرین مقاله مروری در این زمینه توسط توپالیدو و ساراکیس (۲۰۰۹) انجام شده است.

علیرغم تحقیقات صورت گرفته در زمینه فرآیندهای چند متغیره در صورت وجود چند مشخصه کیفی متغیر و وصفی بصورت جداگانه، تحقیقات کمی درخصوص پایش همزمان مشخصه های کیفی متغیر و وصفی صورت گرفته است. هدف این پایان نامه ارائه روشی جهت کنترل همزمان بردار میانگین مشخصه های کیفی متغیر و وصفی در صورت وجود

همبستگی بین مشخصه ها می باشد. به عنوان مثال اگر بردار $\mathbf{x} = (x_{11} \dots x_{1p} x_{21} \dots x_{2q})^T$ بیانگر مشخصه های کیفی محصول یا فرآیند باشد، x_{1i} ها که $i = 1, 2, \dots, p$ مشخصه های کیفی متغیر هستند که دارای توزیع های پیوسته مانند نرمال و گاما می باشند و x_{2j} ها که $j = 1, 2, \dots, q$ مشخصه های کیفی وصفی هستند که از توزیع های گسسته نظیر پواسون پیروی می کنند. از آنجایی که بین مشخصه های کیفی همبستگی وجود دارد پایش جداگانه آن ها باعث افزایش خطای نمودار کنترل می شود. از این رو ما به دنبال ارائه روشی جهت پایش همزمان اینگونه مشخصه های کیفی هستیم.

یکی دیگر از اهداف این پایان نامه ارائه روشی جهت کنترل همزمان مشخصه های کیفی متغیر و پروفایل است. که بنا بر اطلاعات ما تاکنون روشی به منظور پایش همزمان مشخصه های کیفی متغیر و پروفایل همبسته ارائه نشده است. پایش پروفایل ها یکی از رویکردهای جدید در حوزه کنترل فرآیند آماری است. در این رویکرد کیفیت یک محصول یا فرآیند توسط یک رابطه بین متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل تعریف می شود. روش های بسیاری به منظور پایش انواع مختلفی از پروفایل ها از قبیل پروفایل های خطی ساده، خطی چندگانه، پروفایل های غیر خطی، پروفایل های موجی شکل و ... توسعه داده شده اند، که می توان مهم ترین تحقیقات صورت گرفته در زمینه پایش پروفایل ها را در کتاب نورالسنا و همکاران (۲۰۱۱) ملاحظه نمود. در این پایان نامه به بررسی چگونگی رابطه همبستگی بین مشخصه های کیفی متغیر و یک پروفایل خطی ساده و ارائه روشی برای پایش همزمان آن ها پرداخته می شود.

۱-۲- مفروضات تحقیق

۱- کلیه تحقیقات این پایان نامه در فاز ۲ نمودارهای کنترل صورت گرفته است. به عبارت دیگر پارامترهای توزیع مشخصه های کیفی بر اساس تجزیه و تحلیل فاز ۱ معلوم فرض می شود.

۲- در مسایل مورد بررسی فرض وجود همبستگی بین مشخصه های کیفی در نظر گرفته شده است.

۳- با توجه به اینکه تغییر در مشخصه میانگین توزیع برخی مشخصه های کیفی مانند پواسون و گاما بطور همزمان منجر به تغییر پراکندگی آن نیز می شود، فرض می شود که میزان همبستگی بین مشخصه های کیفی در طول فرآیند ثابت است.

۳-۱- کاربردهای تحقیق

این پایان نامه می تواند مرجعی مناسب برای کسانی که قصد مطالعه در خصوص کنترل فرآیند آماری و به خصوص پایش فرآیندهای چند مشخصه آمیخته مانند چند مشخصه متغیر- وصفی را دارند، باشد. همچنین در این پایان نامه مباحث مربوط به فرآیندهای چند متغیره و پروفایل همبسته بررسی شده است.

از دیدگاه کاربردی نیز خدمات و صنایعی که فرآیند آن ها دارای چندین مشخصه کیفی آمیخته است و همچنین فرآیندهایی که دارای مشخصه های کیفی چند متغیره و پروفایل همبسته می باشند مانند صنایع تولید محصولات پلیمری، بیمارستان ها و ... می توانند از روش های ارائه شده در این پایان نامه برای بهبود عملکرد فرآیندهایشان استفاده نمایند.

۴-۱- روش های گردآوری اطلاعات

روش های جمع آوری اطلاعات شامل جستجو در سایت های اینترنتی معتبر علمی، مطالعه مقالات و کتاب ها و مشاوره با استاد راهنما و استفاده از تجربیات و پژوهش های ایشان است. همچنین مشاوره با اساتید این حوزه با نظارت و مشورت استاد راهنما کمک زیادی در گردآوری اطلاعات نموده است.