

دانشگاه پیام نور

دانشکده: فنی مهندسی

طراحی اقتصادی - آماری نمودارهای کنترل EWMA-3 برای
پایش پروفایل‌های خطی ساده در فاز ۲

نگارش: محبوبه محبی

استاد راهنما: دکتر امیر حسین امیری

استاد مشاور: دکتر وحید برادران

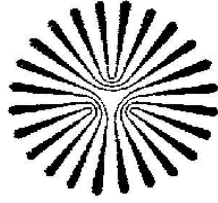
پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی صنایع

بهمن ۱۳۹۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه پیام نور

بسمه تعالی

تصویب پایان نامه / رساله

پایان نامه / رساله تحت عنوان

که توسط درمركز تهیه و به هیأت داوران ارائه گردیده است مورد تأییدمی باشد.

تاریخ دفاع : نمره : درجه ارزشیابی :

اعضای هیأت داوران :

| <u>نام و نام خانوادگی</u> | <u>هیأت داوران</u> | <u>مرتبه علمی</u> | <u>امضاء</u> |
|---|--------------------|-------------------|--------------|
| ۱- استاد راهنما | | | |
| ۲- استاد مشاور | | | |
| ۳- استاد داور | | | |
| ۴- نماینده گروه آموزشی | | | |
| ۵- نماینده تحصیلات تکمیلی | | | |
| ۶- نماینده مدیریت آموزشی و تحصیلات تکمیلی | | | |

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

که آفتاب مهرشان بر آستان دلم هرگز غروب
نخواهد کرد.

هر کس مرا ذوقای علم بیاموزد براستی مرا بنده خویش ساخته است.

(حضرت علی (ع))

تشکر و قدردانی:

سپاس ای خداوند بالا و پست خداوند بود و خداوند هست

سپاس تو ای پاک پروردگار که دادی مرا نعمت روزگار

مرا پاک سیرت پدر دادی بی سپاست که رخشان گهر دادی بی

به من مادری دادی ای تم غسل فروزنده جان و فروزنده دل

ز مهر تو جانم به جانان رسید ز لطف تو گام به سامان رسید

ندارم زبان تا بگویم سپاس بدین مهر و این نعمت بی قیاس

همینقدر دانم که تا زنده ام ترا شکر گویم، ترا بنده ام

بعد از مدتها، پس از پیمودن راههای فراوان که با نگاههای پدر و مادرم، با چشمهای پر از برق و شوق که برایم آرامش روحی و آسایش فکری فراهم نمودند و با حضور اساتید فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر امیری که با دغدغه‌های فراوانشان و با کرامتی چون خورشید همواره راهنما و راه‌گشا بودند و از جناب آقای دکتر برادران که با نظرات ارزشمند خود باعث بهبود این پایان نامه شدند، و زیبایی حضور خواهرم در کنارم، که خستگی‌های این راه را به امید و روشنی تبدیل کرده، امیدوارم بتوانم در آینده‌ای نزدیک جوابگوی این همه محبت آنها باشم.

اکنون با احترام فراوان برای همه تلاش این عزیزان برای موفقیت من ...

کمال تشکر و قدردانی را دارم و امیدوارم قادر به درک زیباییهای وجودشان باشم.

خدایا، آنگونه زنده‌ام بدار که نشکند دلی از زنده بودنم و آنگونه بمیران که به وجد نیاید کسی از نبودنم.

چکیده

در بسیاری از شرایط، کیفیت یک فرایند یا محصول به وسیله رابطه‌ای بین متغیر پاسخ و یک یا چندین متغیر مستقل توصیف می‌شود که محققان این رابطه را پروفایل می‌نامند پروفایل‌های خطی ساده یکی از انواع مختلف پروفایل‌ها بوده که توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته و روش‌هایی برای پایش آن‌ها در هر دو فاز یک و دو ارائه شده است. در فاز ۱ پایداری فرایند مورد بررسی قرار گرفته و پارامترهای فرایند تخمین زده می‌شوند در حالی که هدف از فاز ۲ کشف سریع شیفت و روند در پارامترهای مدل براساس نمودار کنترل طراحی شده در فاز ۱ می‌باشد و این موضوع معمولاً به وسیله متوسط طول دنباله اندازه‌گیری می‌شود. یکی از معروف‌ترین روش‌ها برای پایش پروفایل خطی ساده در فاز ۲، نمودار کنترل EWMA-3 پیشنهادی کیم و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. در این پایان نامه ابتدا نمودار کنترل EWMA-3 به گونه‌ای توسعه داده شده است که بتوان بیش از یک محصول را در هر سطح از متغیر پاسخ در نظر گرفت. همچنین متوسط طول دنباله نمودارهای کنترل EWMA-3 و EWMA-3 تعدیل شده در حالت تحت کنترل و خارج از کنترل با استفاده از زنجیره مارکوف محاسبه شده است. در ادامه مدل‌های طراحی اقتصادی و طراحی اقتصادی-آماري نمودار EWMA-3 تعدیل شده ارائه شده است در این مدل‌ها از تابع هزینه لورنس و ونس (۱۹۸۶) به عنوان تابع هدف مدل طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری استفاده شده و پارامترهای هزینه‌ای تولید محصول نامنطبق در دو حالت تحت کنترل و خارج از کنترل بر اساس تابع هزینه تاگوچی محاسبه شده است. برای حل مدل‌های پیشنهادی از الگوریتم فرا ابتکاری ژنتیک استفاده شده و متغیرهای تصمیم مدل شامل اندازه نمونه در هر سطح از متغیر مستقل، فاصله بین دو بار نمونه‌گیری، ضرایب هموارسازی سه نمودار کنترل میانگین متحرک موزون نمایی برای پایش عرض از مبدا، شیب و انحراف معیار و همچنین ضریب حدود کنترل این سه نمودار محاسبه شده‌اند. در انتها آنالیز حساسیت روی پارامترهای هر دو مدل اقتصادی و اقتصادی - آماری انجام شده و اثر آنها روی ویژگیهای آماری و اقتصادی بررسی و تحلیل شده است.

کلمات کلیدی: طراحی اقتصادی، طراحی اقتصادی - آماری، نمودار کنترل EWMA-

3، زنجیره مارکوف، پروفایل خطی ساده.

فهرست مطالب

| عنوان | شماره صفحه |
|--|------------|
| فهرست جداول | د..... |
| فهرست اشکال | ح..... |
| مقدمه | ا..... |
| فصل اول: کلیات | ب..... |
| ۱-۱- تعریف مسأله و سوالات اصل تحقیق | د..... |
| ۱-۱-۱ سوالات اصلی تحقیق | ه..... |
| ۱-۲- افراد سازمان‌ها و موسسات که می‌توانند از این تحقیق استفاده کنند | ه..... |
| ۱-۳- روش گردآوری اطلاعات | ه..... |
| ۱-۴- روش انجام تحقیق | ه..... |
| ۱-۵- روش اعتبارسنجی | و..... |
| ۱-۶- ساختار پایان نامه | و..... |
| ۱-۷- نوآوری پایان نامه | و..... |
| فصل دوم: مرور ادبیات | ز..... |
| ۲-۱- پروفایل چیست؟ | ح..... |
| ۲-۲- مثالهایی برای نشان دادن کاربرد پروفایل‌ها | ح..... |
| ۲-۳- طراحی نمودار کنترل | ط..... |

۱۵..... EWMA-3 کنترل ۴-۲- نمودار کنترل ۱۵

۱۸..... الگوریتم ژنتیک ۵-۲- الگوریتم ژنتیک ۱۸

۱۹..... اصطلاحات الگوریتم ژنتیک ۱-۵-۲- اصطلاحات الگوریتم ژنتیک ۱۹

۲۱..... نتیجه گیری ۲۱

فصل سوم : نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده و محاسبه متوسط طول

۲۲..... دنباله آن با زنجیره مارکوف ۲۲

۲۳..... مقدمه ۲۳

۲۳..... نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده ۱-۳- نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده ۲۳

۲۷..... رویکرد زنجیره مارکوف برای یک آزمایش در هر سطح ۲-۳- رویکرد زنجیره مارکوف برای یک آزمایش در هر سطح ۲۷

۳۲..... رویکرد زنجیره مارکوف برای n آزمایش در هر سطح ۳-۳- رویکرد زنجیره مارکوف برای n آزمایش در هر سطح ۳۲

۳۷..... اعتبارسنجی زنجیره مارکوف ۴-۳- اعتبارسنجی زنجیره مارکوف ۳۷

۴۳..... نتیجه گیری ۴۳

فصل چهارم : طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3

۴۴..... تعدیل شده ۴۴

۴۵..... مقدمه ۴۵

۴۵..... طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده ۱-۴- طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده ۴۵

۴۸..... روش حل مدل های طراحی اقتصادی و طراحی اقتصادی - آماری ۲-۴- روش حل مدل های طراحی اقتصادی و طراحی اقتصادی - آماری ۴۸

۴۸..... اجزاء مراحل الگوریتم ژنتیک ۳-۴- اجزاء مراحل الگوریتم ژنتیک ۴۸

۴۸..... اجزای الگوریتم ژنتیک ۱-۳-۴- اجزای الگوریتم ژنتیک ۴۸

| | |
|----|--|
| ۴۹ |مراحل الگوریتم ژنتیک.....۲-۳-۴ |
| ۴۹ |مثال عددی.....۴-۴ |
| ۴۹ |۱-مثال عددی ۱.....۱-۴-۴ |
| ۵۰ |۲-مثال عددی ۲.....۲-۴-۴ |
| ۵۲ |آنالیز حساسیت.....۵-۴ |
| ۵۲ |۱-آنالیز حساسیت مدل طراحی اقتصادی.....۱-۵-۴ |
| ۵۵ |۲-آنالیز حساسیت مدل طراحی اقتصادی- آماری.....۲-۵-۴ |
| ۶۲ |نتیجه گیری..... |
| ۶۴ | فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات آتی..... |
| ۶۵ |مقدمه..... |
| ۶۵ |۱-۵-نتیجه گیری..... |
| ۶۶ |۲-۵-پیشنهادات آتی..... |
| ۶۷ | فهرست مراجع..... |
| ۷۲ | ضمائم..... |
| ۷۳ |ضمائم فصل سوم..... |
| ۷۳ |ضمیمه A: برنامه نویسی متوسط طول دنباله تحت کنترل EWMA برای پایش عرض از مبدا..... |
| ۷۴ |ضمیمه B: برنامه نویسی متوسط طول دنباله تحت کنترل EWMA برای پایش شیب..... |
| ۷۵ |ضمیمه C: برنامه نویسی متوسط طول دنباله تحت کنترل EWMA برای پایش انحراف معیار..... |
| ۷۶ |ضمائم فصل چهارم..... |

ضمیمه A: برنامه نویسی مدل طراحی اقتصادی نمودار کنترل EWMA-3.....۷۶

ضمیمه B: برنامه نویسی مدل طراحی اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3.....۸۴

چکیده انگلیسی.....۹۴

فهرست جداول

فصل اول

جدول ۱-۱: آماره و حدود کنترل نمودارهای کنترل EWMA در روش EWMA-3.....۵

فصل دوم

جدول ۱-۲: مقالات بررسی شده در حوزه طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری.....۱۱

فصل سوم

جدول ۱-۳: آماره و حدود کنترل EWMA-3 برای (۱) و (n) آزمایش در هر سطح.....۲۶

جدول ۲-۳: مقادیر متوسط طول دنباله تحت کنترل هر یک از نمودارها به صورت جداگانه و متوسط

طول دنباله تحت کنترل کل.....۳۸

جدول ۳-۳: مقادیر متوسط طول دنباله تحت کنترل هر یک از نمودارها به صورت جداگانه و متوسط

طول دنباله تحت کنترل کل به ازای t های متفاوت.....۳۹

جدول ۴-۳: مقادیر متوسط طول دنباله خارج از کنترل به ازای شیفت در عرض از مبداء از

A_0 به $A_0 + \lambda\sigma$۴۱

جدول ۳-۵: مقادیر متوسط طول دنباله خارج از کنترل به ازای شیفت از A_1 به $A_1 + \beta\sigma$

۴۱.....

جدول ۳-۶: مقادیر متوسط طول دنباله خارج از کنترل به ازای شیفت در انحراف معیار از σ_0 به $\omega\sigma_0$

۴۲.....

جدول ۳-۷: مقادیر متوسط طول دنباله خارج از کنترل کل به ازای شیفت در پروفایل

تغییر فرم یافته از B_1 به $B_1 + \gamma\sigma$ ۴۲.....

جدول ۳-۸: مقادیر متوسط طول دنباله خارج از کنترل به ازای شیفت در عرض از مبدا

و شیفت پروفایل تغییر فرم یافته از B_0 به $B_0 + \beta\sigma$ و B_1 به $B_1 + \delta\sigma$ ۴۲.....

فصل چهارم

جدول ۴-۱- متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای

جواب بهینه مثال عددی برای مدل طراحی اقتصادی - آماری..... ۵۰.....

جدول ۴-۲- متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای

جواب بهینه مثال عددی برای مدل طراحی اقتصادی..... ۵۱.....

جدول ۴-۳- متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای جواب

بهینه مثال عددی دیگر برای مدل طراحی اقتصادی - آماری..... ۵۱.....

جدول ۴-۴- متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای

جواب بهینه مثال عددی دیگر برای مدل طراحی اقتصادی..... ۵۱.....

جدول ۴-۵ : محاسبه مقادیر بهینه برای متغیرها و مینیمم هزینه با توجه به شیفت‌های متفاوت

در عرض از مبدا، شیفت و انحراف معیار..... ۵۳.....

- جدول ۴-۶: محاسبه مقادیر بهینه برای متغیرها و مینیمم هزینه با تغییر در ضریب تاگوجی.....۵۳
- جدول ۴-۷: محاسبه مقادیر بهینه برای متغیرها و مینیمم هزینه با تغییر در پارامتر توزیع
نمایی.....۵۴
- جدول ۴-۸: محاسبه مقادیر بهینه برای متغیرها و مینیمم هزینه با تغییر در پارامتر R۵۴
- جدول ۴-۹: محاسبه مقادیر بهینه برای متغیرها و مینیمم هزینه با تغییر در F۵۴
- جدول ۴-۱۰: محاسبه مقادیر بهینه برای متغیرها و مینیمم هزینه با تغییر در مقدار E۵۵
- جدول ۴-۱۱: متغیرهای تصمیم بهینه، مقدار تابع هدف بهینه، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
جواب بهینه با توجه به شیفت‌های متفاوت در عرض از مبدا، شیب و انحراف معیار برای مدل
طراحی اقتصادی - آماری.....۵۷
- جدول ۴-۱۲: متغیرهای تصمیم بهینه، مقدار تابع هدف بهینه، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
جواب بهینه با توجه به شیفت‌های متفاوت در عرض از مبدا، شیب و انحراف معیار برای مدل
طراحی اقتصادی.....۵۸
- جدول ۴-۱۳: متغیرهای تصمیم بهینه، مقدار تابع هدف بهینه، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
جواب بهینه با تغییر در ضریب تاگوجی برای مدل طراحی اقتصادی - آماری.....۵۸
- جدول ۴-۱۴: متغیرهای تصمیم بهینه، مقدار تابع هدف بهینه، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
جواب بهینه با تغییر در ضریب تاگوجی برای مدل طراحی اقتصادی.....۵۹
- جدول ۴-۱۵: متغیرهای تصمیم بهینه، مقدار تابع هدف بهینه، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
جواب بهینه با تغییر در پارامتر توزیع نمایی برای مدل طراحی اقتصادی - آماری.....۵۹
- جدول ۴-۱۶: متغیرهای تصمیم بهینه، مقدار تابع هدف بهینه، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
جواب بهینه با تغییر در پارامتر توزیع نمایی برای مدل طراحی اقتصادی.....۵۹

- جدول ۴-۱۷: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با تغییر در پارامتر R برای مدل طراحی اقتصادی- آماری..... ۶۰
- جدول ۴-۱۸: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با تغییر در پارامتر R برای مدل طراحی اقتصادی..... ۶۰
- جدول ۴-۱۹: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با تغییر در F برای مدل طراحی اقتصادی- آماری..... ۶۰
- جدول ۴-۲۰: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با تغییر در F برای مدل طراحی اقتصادی..... ۶۱
- جدول ۴-۲۱: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با تغییر در مقدار E برای مدل طراحی اقتصادی- آماری..... ۶۱
- جدول ۴-۲۲: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل
 برای جواب بهینه با تغییر در مقدار E بای مدل طراحی اقتصادی..... ۶۱
- جدول ۴-۲۳: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با جمعیت اولیه ۴۰ کروموزوم برای مدل طراحی اقتصادی - آماری..... ۶۲
- جدول ۴-۲۴: متغیرهای تصمیم بهینه ، مقدار تابع هدف بهینه ، ATS_1, ARL_1, ARL_0 کل برای
 جواب بهینه با جمعیت اولیه ۴۰ کروموزوم برای مدل طراحی اقتصادی..... ۶۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۲: تعداد مقالات بررسی شده در حوزه طراحی اقتصادی و اقتصادی-آماري

در سالهای ۱۹۹۷-۲۰۱۰..... ۱۴

شکل ۲-۲: طبقه بندی مقالات بررسی شده در سالهای ۱۹۹۷-۲۰۱۰..... ۱۵

شکل ۱-۳: مقایسه متوسط طول دنباله تحت کنترل عرض از مبداء در روش شبیه سازی با مارکوف به ازای t های متفاوت..... ۳۹

شکل ۲-۳: مقایسه متوسط طول دنباله تحت کنترل شیب در روش شبیه سازی با مارکوف به ازای t های متفاوت..... ۴۰

شکل ۳-۳: مقایسه متوسط طول دنباله تحت کنترل انحراف معیار در روش شبیه سازی با مارکوف به ازای t های متفاوت..... ۴۰

شکل ۴-۳: مقایسه متوسط طول دنباله تحت کنترل کل در روش شبیه سازی با مارکوف به ازای t های متفاوت..... ۴۱

مقدمه

اصولاً یکی از مشکلات عمده‌ای که کشورهای در حال توسعه با آن مواجه می‌گردند، عدم وجود بازار رقابتی سالم و مناسب است. شکی نیست که امروزه صنعت کشور برای بقا، نیازمند حضور در بازارهای جهانی است. برای موفق شدن در این عرصه چاره‌ای جز پرداختن به کیفیت وجود ندارد و این امر مستلزم آشنایی سازندگان و تولیدکنندگان با تکنیکهای کنترلی جدیدی از قبیل طراحی آزمایشها، طراحی مشتری مدار محصول و انواع خطاها و تحلیل اثرات آنها، برای دستیابی به کیفیت بالا و هزینه پایین است، کنترل آماری فرایند، نیز یکی از این روشهاست که در صورت اجرای صحیح، بهبود چشمگیر کیفیت و کاهش قابل توجهی را در هزینه تمام شده کالا به ارمغان می‌آورد. کنترل آماری فرایند عبارت است از یک روش قانونمند و علمی برای نشان دادن و کنترل فرایندهای تولید کالا یا خدمات، با استفاده از آمار.

کنترل آماری فرایند به تصمیم‌گیری بر اساس داده‌ها کمک می‌کند. به عبارت دیگر یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری ایجاد می‌کند. کنترل آماری فرایند می‌تواند کیفیت و همگونی فرایند را بیشتر کند. هزینه‌های دور ریز، دوباره کاری و تصحیح اشتباهات را کاهش دهد و در نهایت در ارتباط با عملکرد فرایند، بازخوردهایی پیوسته و به موقع بدست دهد. از ابزارهای کنترل آماری فرایند می‌توان به هیستوگرام، نمودار پارتو، نمودار علت و معلول و نمودار کنترل اشاره نمود که مهم‌ترین ابزار کنترل آماری فرایند، نمودار کنترل می‌باشد. نمودار کنترل جهت کنترل تغییرات در یک یا چندین مشخصه کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کیفیت فرایند یا عملکرد محصول می‌تواند به وسیله توزیع یک مشخصه کیفی توصیف شود و به وسیله نمودارهای کنترل تک متغیره کنترل گردد و یا در حالت کلی به وسیله توزیع چند مشخصه کیفی توصیف و به وسیله نمودارهای کنترل چند متغیره کنترل گردد. در بعضی از مسائل کنترل آماری فرایند، عملکرد فرایند یا کیفیت محصول بوسیله رابطه بین یک متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل توصیف می‌شود که محققان این رابطه را پروفایل می‌نامند و کنترل این رابطه را در طول زمان ضروری می‌دانند در بعضی از کاربردها همچون کالیبراسیون این رابطه با استفاده از یک مدل رگرسیون خطی ساده توصیف می‌شود. وودال و همکاران (۲۰۰۴) تحقیق در حوزه پایش پروفایل‌ها را با توجه به جدید بودن و کاربردهای بیشمار آن در این حوزه در عمل قویاً توصیه می‌نمایند یکی از معروفترین روشها برای پایش پروفایل‌های خطی ساده در فاز دو نمودار کنترل EWMA-3 پیشنهادی کیم و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. آنها با کد کردن

مقادیر x ابتدا برآورد حداقل مربعات پارامترهای رگرسیون خطی ساده را از یکدیگر مستقل نموده و سپس از سه نمودار کنترل EWMA مجزا در فاز ۲ برای پایش عرض از مبدأ، شیب و پراکندگی خطها استفاده می‌نمایند. در فاز ۲ تأکید روی کشف سریع روندها و شیفت‌ها می‌باشد و این موضوع معمولاً بوسیله متوسط توزیع طول دنباله اندازه‌گیری می‌شود. مزیت عمده روش کیم و همکاران (۲۰۰۳) این است که می‌تواند دقیقاً تعیین کند که شیفت در خط رگرسیون به خاطر شیفت در کدام یک از پارامترهای خط رگرسیون بوده است. لازم به ذکر است که نمودار کنترل EWMA-3 پیشنهادی کیم و همکاران (۲۰۰۳) به صورت آماری طراحی شده است که این رویکرد به مباحث اقتصادی نمودارهای کنترل نمی‌پردازد لذا رویکردهای دیگری توسط محققان ارائه شده است که از جمله می‌توان به طراحی اقتصادی یا اقتصادی - آماری نمودارهای کنترل اشاره کرد. در رویکرد اقتصادی به ویژگیهای اقتصادی نمودارهای کنترل توجه می‌شود و از ویژگیهای آماری صرفه نظر می‌گردد، لکن در طراحی اقتصادی - آماری هم ویژگیهای آماری و هم ویژگیهای اقتصادی نمودارهای کنترل در نظر گرفته می‌شود. در این پایان نامه نمودار کنترل EWMA-3 به صورت اقتصادی - آماری طراحی خواهد شد در فصل اول این پایان نامه، به تعریف مسأله و موضوعات اصلی تحقیق پرداخته می‌شود و مواردی همچون روش انجام تحقیق، روش گردآوری اطلاعات، روش اعتبارسنجی و... تعیین می‌گردد و سپس ساختار و نوآوری‌های پایان نامه ارائه می‌گردد. در فصل دوم در قسمت مرور ادبیات در مورد پروفایلها توضیح مختصری داده می‌شود و مثالهایی برای نشان دادن کاربرد پروفایلها ارائه می‌گردد سپس در رابطه با طراحی نمودار کنترل EWMA-3 و الگوریتم ژنتیک توضیح داده می‌شود. در فصل سوم نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده ارائه می‌گردد و سپس رویکرد زنجیره مارکوف برای تعداد یک آزمایش در هر سطح و n آزمایش در هر سطح بررسی می‌شود. با استفاده از شبیه‌سازی اعتبارسنجی زنجیره مارکوف تعیین می‌گردد. در فصل چهارم طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده بررسی می‌گردد و روش حل مدل طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری ارائه می‌گردد و با یک مثال عددی مدل بررسی می‌شود. آنالیز حساسیت مدل طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری بررسی می‌شود و در نهایت در فصل آخر نتیجه گیری و پیشنهادات آتی ارائه می‌گردد.

فصل اول :

کلیات

۱-۱- تعریف مسأله و سوالات اصلی تحقیق

در بعضی از مسائل کنترل فرایند آماری، عملکرد فرایند یا کیفیت محصول بوسیله رابطه بین یک متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل توصیف می‌شود که محققان این رابطه را پروفایل می‌نامند و کنترل این رابطه را در طول زمان ضروری می‌دانند در بعضی از کاربردها همچون کالیبراسیون این رابطه با استفاده از یک مدل رگرسیون خطی ساده توصیف می‌شود در حالی که در موقعیت‌های دیگر مدل‌های پیچیده‌تری نیاز است رابطه مقدار گرم حل شده از شیرین کننده مصنوعی در یک لیتر آب در دماهای مختلف (کنگ و آلباین ۲۰۰۰)، رابطه بین چگالی و عمق تخته نئوپان (واکروایت ۲۰۰۲) و رابطه بین گشتاور و دور موتور خودرو (امیری و همکاران ۲۰۱۰) مثالهایی از کاربردهای بیشمار پروفایل‌ها می‌باشد. وودال و همکاران (۲۰۰۴) تحقیق در حوزه پایش پروفایل‌ها را با توجه به جدید بودن و کاربردهای بیشمار آن در این حوزه در عمل قویاً توصیه می‌نمایند. انواع مختلف پروفایل‌ها شامل پروفایل‌های خطی ساده و پروفایل‌های خطی چندگانه پروفایل‌های چند جمله‌ای پروفایل‌های چند متغیره پروفایل‌های مبتنی بر الگوهای خطی تعدیل شده و پروفایل‌های غیرخطی توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته و روشهایی برای پایش آنها در هر دو فاز یک و دو ارائه شده است یکی از معروفترین روشها برای پایش پروفایل‌های خطی ساده در فاز دو نمودار کنترل EWMA-3 پیشنهادی کیم و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. آنها با کد کردن مقادیر x ابتدا برآورد حداقل مربعات پارامترهای رگرسیون خطی ساده را از یکدیگر مستقل نموده و سپس از سه نمودار کنترل EWMA مجزا در فاز ۲ برای پایش عرض از مبدأ، شیب و پراکندگی خطاها استفاده می‌نمایند. در فاز ۲ تأکید روی کشف سریع روندها و شیفتها می‌باشد و این موضوع معمولاً بوسیله متوسط توزیع طول دنباله اندازه‌گیری می‌شود. متوسط طول دنباله متوسط تعداد نمونه‌هایی است که گرفته می‌شود قبل از اینکه یک هشدار خارج از کنترل مشاهده شود. مزیت عمده روش کیم و همکاران (۲۰۰۳) این است که می‌تواند دقیقاً تعیین کند که شیفت در خط رگرسیون به خاطر شیفت در کدام یک از پارامترهای خط رگرسیون بوده است. نمودار کنترل EWMA-3 از سه نمودار کنترل EWMA تشکیل شده که آماره و حدود کنترل آنها به صورت زیر محاسبه می‌شود که در جدول (۱-۱) نمایش داده شده است.

جدول ۱-۱: آماره و حدود کنترل نمودارهای کنترل EWMA در روش EWMA-3

| | $EWMA_I$ | $EWMA_S$ | $EWMA_E$ |
|-------|--|---|---|
| آماره | $\theta_I b_{0j} + (1 - \theta_I) EWMA_I(j-1)$ | $\theta_S b_{0j} + (1 - \theta_S) EWMA_S(j-1)$ | $\max\{\theta_E \ln \ln(MSE_j) + (1 - \theta_E) EWMA_E(j-1), \ln(\sigma_0^2)\}$ |
| UCL | $B_0 + L_I \sigma_0 \sqrt{\frac{\theta_I}{(2 - \theta_I)m}}$ | $B_1 + L_S \sigma_0 \sqrt{\frac{\theta_S}{(2 - \theta_S)S_{xx}}}$ | $L_E \sqrt{\theta_E \text{Var}[\ln(MSE_j)] / (2 - \theta_E)}$ |
| LCL | $B_0 - L_I \sigma_0 \sqrt{\frac{\theta_I}{(2 - \theta_I)m}}$ | $B_1 - L_S \sigma_0 \sqrt{\frac{\theta_S}{(2 - \theta_S)S_{xx}}}$ | $LCL_E = 0$ |

لازم به ذکر است که نمودار کنترل EWMA-3 پیشنهادی کیم و همکاران (۲۰۰۳) به صورت آماری طراحی شده است که این رویکرد به مباحث اقتصادی نمودارهای کنترل نمی‌پردازد لذا رویکردهای دیگری توسط محققان ارائه شده است که از جمله می‌توان به طراحی اقتصادی یا اقتصادی - آماری نمودارهای کنترل اشاره کرد. در رویکرد اقتصادی به ویژگیهای اقتصادی نمودارهای کنترل توجه می‌شود و از ویژگیهای آماری صرفه نظر می‌گردد، لکن در طراحی اقتصادی - آماری هم ویژگیهای آماری و هم ویژگیهای اقتصادی نمودارهای کنترل در نظر گرفته می‌شود. در این پایان نامه نمودار کنترل EWMA-3 به صورت اقتصادی - آماری طراحی خواهد شد. طراحی اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3 ویژگیهای آماری نمودارهای کنترل EWMA را به طور همزمان در نظر می‌گیرد و همچنین به ویژگیهای اقتصادی آنها نیز توجه می‌کند. به عبارتی دیگر در این رویکرد پارامترهای نمودارهای کنترل EWMA در روش EWMA-3 شامل $n, h, \theta_E, \theta_S, \theta_I, L_E, L_S, L_I$ به گونه‌ای محاسبه می‌شوند که اولاً هزینه‌های مربوط به استفاده از نمودارهای کنترل حداقل شود و ثانیاً محدودیت‌های آماری برآورده شوند. در این پایان نامه از مدل لورنس و ونس (۱۹۸۶) به عنوان تابع هدف مدل طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری استفاده می‌شود. ویژگی مدل پیشنهادی آن است که همزمان سه نمودار کنترل EWMA را بهینه می‌نماید. برای محاسبه متوسط طول دنباله نمودارهای کنترل از زنجیره مارکوف استفاده می‌شود همچنین برای حل این مدل از الگوریتم‌های فرا ابتکاری همچون ژنتیک استفاده خواهد شد.

۱-۱-۱-سوالات اصلی تحقیق

- چگونه می‌توان نمودارهای کنترل EWMA-3 را بهبود و آنها را از لحاظ آماری و اقتصادی به طور همزمان بهینه کرد؟
- چگونه می‌توان متوسط طول دنباله تحت کنترل و خارج از کنترل این نمودار را با استفاده از زنجیره مارکوف محاسبه کرد؟
- چه روشی می‌توان برای حل مدل‌های اقتصادی و اقتصادی - آماری پیشنهاد کرد؟

۱-۲- افراد، سازمان‌ها و موسسات که می‌توانند از این تحقیق استفاده کنند

از دیدگاه کاربردی روشهای ارائه شده می‌تواند در بخشهای خدماتی و صنعتی جایی که عملکرد فرایند یا کیفیت محصول بوسیله رابطه‌ای بین یک متغیر پاسخ و یک متغیر مستقل توصیف می‌شود در جهت بهبود طراحی نمودارهای کنترل و کاهش هزینه‌ها استفاده شود ضمن اینکه به ویژگیهای آماری نیز توجه می‌شود. این پایان نامه می‌تواند مرجع مناسبی برای دانشجویان و محققانی باشد که علاقه‌مند به تحقیق در زمینه کنترل آماری فرایند هستند. همچنین موسسات پژوهشی که در زمینه کنترل کیفیت آماری یا پایش پروفایل‌ها کار می‌کنند می‌توانند از آن بهره‌گیرند.

۱-۲- روش گردآوری اطلاعات

روش گردآوری اطلاعات مطالعات کتابخانه‌ای شامل استفاده از کتابهای مرتبط با کنترل کیفیت آماری و استفاده از مقالات در حوزه طراحی اقتصادی و اقتصادی - آماری نمودارهای کنترل بوده و داده‌های استفاده شده در مثالها و آنالیز حساسیت از مقالات دیگر احصاء شده است.

۱-۴- روش انجام تحقیق

- مروری بر مدل‌های هزینه مبتنی بر مینیمم کردن هزینه
- مروری بر روشهای پایش پروفایل‌ها
- مروری بر روشها و نمودارهای کنترل آماری فرایند
- استفاده از روش زنجیره مارکوف برای محاسبه متوسط طول دنباله نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده.
- مدل سازی اقتصادی و اقتصادی - آماری نمودار کنترل EWMA-3 تعدیل شده.