دانشکده فنی و مهندسی

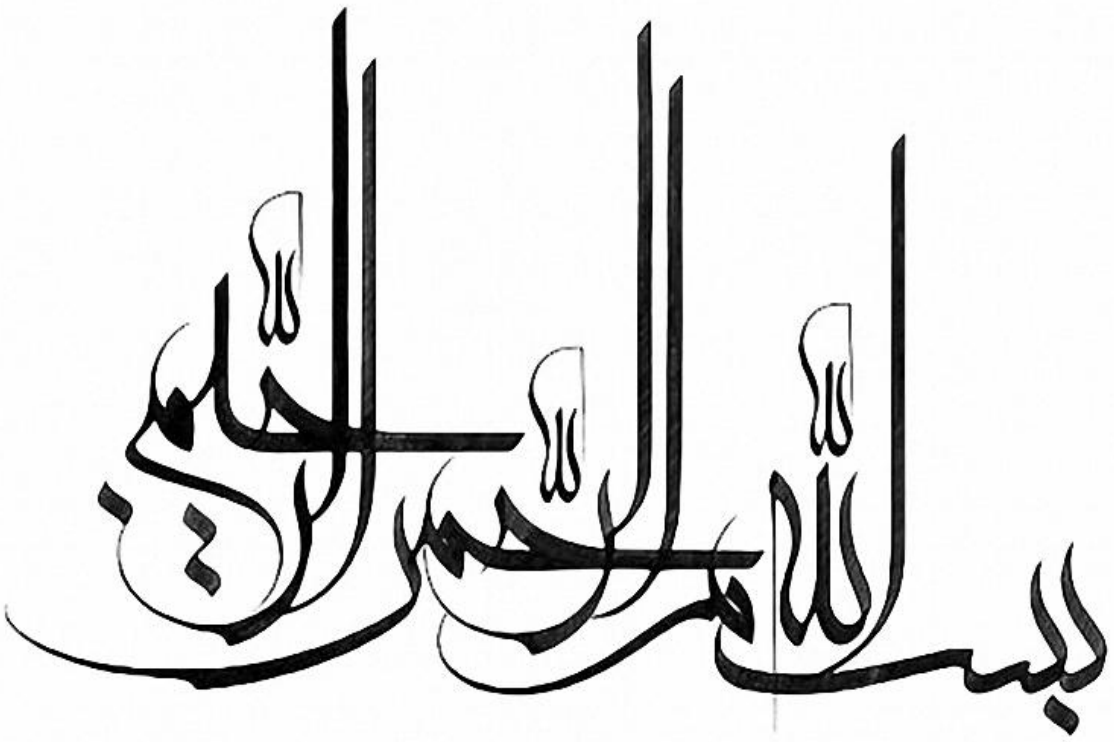
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

تخمین نقطه تغییر در نمودارهای کنترل وصفی دو متغیره

سعید الهیاری

استاد راهنما: دکتر امیرحسین امیری

تابستان ۱۳۹۰


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

خداوندا تو را سپاس می گوییم که به من سلامتی، دانش و همت عطا فرمودی تا بتوانم بر مشکلات زندگی فائق آمده، سوار بر کشتی علم و دانش به سمت تعالی حرکت نموده و فردی مفید برای جامعه خویش باشم.

پدر و مادر عزیزم از شما بسیار متشکرم که اگر امروز من به اینجا رسیده ام بدون شک زحمات و حمایت های شما مرا در این امر یاری کرده است.

استاد گرامی جناب آقای دکتر امیری از راهنمایی های شما که مرا در انجام این پایان نامه یاری نمود کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته و از خداوند متعال موفقیت شما را در تمامی مراحل زندگی آرزومندم.

چکیده:

یکی از ابزارهای بسیار پرکاربرد کنترل فرآیند آماری، نمودارهای کنترل فرآیند می باشند که حالت فرآیند با توجه با حدود کنترلی این نمودارها و نتایج نمونه گیری از فرآیند، از نظر تحت کنترل یا خارج از کنترل بودن تعیین می گردد. زمانی که نمودار حالت خارج از کنترل را تشخیص می دهد زمان واقعی تغییر نبوده و نمودار تغییر در فرآیند را با کمی تاخیر نشان می دهد. زمان واقعی تغییر را نقطه تغییر می نامند. تخمین نقطه تغییر کمک می کند که عامل یا عوامل تغییر در فرآیند سریعتر و با هزینه کمتری شناسایی و رفع شوند. همچنین تخمین نقطه تغییر وابستگی شناسایی عوامل خروج فرآیند از حالت تحت کنترل را به تجربه و دانش اپراتور یا مهندس فرآیند کاهش می دهد. فرآیندهای بسیاری وجود دارند که برای تعیین حالت آنها (تحت کنترل یا خارج از کنترل) باید چندین مشخصه به طور همزمان پایش شوند. اغلب به دلیل همبستگی بین این مشخصه ها نمی توان از چند نمودار تک متغیره برای کنترل جداگانه مشخصه ها استفاده کرد. بدین منظور و برای جلوگیری از خطاهای شناسایی و هشدارهای اشتباه از نمودارهای چند متغیره استفاده می شود که البته در بعضی از این فرآیندها مشخصه ها از نوع وصفی بوده و باید نمودارهای چند مشخصه وصفی بکار گرفته شوند. برای مثال یک فرآیند آبکاری را در نظر بگیرید که در آن دو نوع عیب شامل (۱) محلهایی که پوشش کامل انجام نشده است و (۲) محلهایی که در آنها ضخامت مجاز رعایت نشده اند وجود دارد. در این فرآیند جهت تعیین تحت کنترل یا خارج از کنترل بودن فرآیند، از شمارش تعداد اقلام معیوب (نا منطبق) و یا نسبت این اقلام استفاده می شود. در این پایان نامه دو روش شامل روش تابع حداکثر درست نمایی و روش خوشه بندی برای تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای بینم دو متغیره ارائه شده است. همچنین عملکرد این دو روش با استفاده از شبیه سازی ارزیابی و با هم مقایسه شده است. نتایج این بررسی نشان داد هر دو روش در شیفت های بزرگتر عملکرد بهتری داشته و به طور کلی روش خوشه بندی کارا تر از روش تابع حداکثر درست نمایی است.

کلمات کلیدی: نقطه تغییر، بینم دو متغیره، تابع حداکثر درست نمایی، خوشه بندی داده ها، نمودارهای کنترل وصفی، کنترل فرآیند آماری.

فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

فهرست جداول ..... د

فهرست اشکال ..... و

مقدمه..... ۱

فصل اول : کلیات ۳

۱-۱- تعریف مسئله و موضوع اصلی تحقیق ۴

۱-۲- مفروضات ۶

۱-۳- افراد و سازمان هایی که می توانند از این تحقیق استفاده کنند ۶

۱-۴- روش اعتبار سنجی شاخص ها ۷

۱-۵- ساختار پایان نامه.....۷

۱-۶- نوآوری پایان نامه ۷

فصل دوم : مرور ادبیات ۸

مقدمه ۹

۲-۱- مفهوم نقطه تغییر ۹

۲-۲- انواع نقطه تغییر.....۱۰

۲-۲-۱-شیفت پله ای منفرد ۱۱

۲-۲-۲- شیفت پله ای چندگانه ۱۱

۲-۲-۳- شیفت تدریجی.....۱۲

۲-۲-۴- تغییرات یکنوا ۱۳

۲-۲-۵- تغییرات بی نظم ۱۴

۲-۳- روش های تخمین نقطه تغییر ۱۴

۱-۳-۲- برآورد نقطه تغییر با استفاده از روش CUSUM ۱۴
۲-۳-۲- برآورد نقطه تغییر با استفاده از نمودار EWMA ۱۵
۳-۳-۲- روش حداکثر درست نمایی ۱۶
۱-۳-۳-۲- تخمین نقطه تغییر در میانگین توزیع نرمال در حالت شیفت پله ای ۱۶
۲-۳-۳-۲- تخمین نقطه تغییر در تعداد یا نسبت اقلام نامنطبق در حالت شیفت پله ای..... ۱۹
۳-۳-۳-۲- تخمین نقطه تغییر در نمودار χ^2 با استفاده از روش MLE در حالت شیفت پله ای ۲۱
۴-۳-۲- روش شبکه های عصبی مصنوعی ۲۶
۱-۴-۳-۲- انتخاب داده های ورودی ۲۷
۲-۴-۳-۲- طراحی ساختار شبکه ۲۸
۳-۴-۳-۲- انتخاب تابع محرک ۲۹
۴-۴-۳-۲- آموزش ۲۹
۱-۴-۴-۳-۲- یادگیری تحت نظارت ۲۹
۲-۴-۴-۳-۲- یادگیری بدون نظارت ۳۰
۵-۳-۲- روش خوشه بندی..... ۳۱
۴-۲- دسته بندی مقالات ۳۵
۵-۲- نمودارهای وصفی چند مشخصه (متغیره) ۴۰
۱-۵-۲- نمودار کنترلی چند مشخصه بر اساس آماره T^2 ..... ۴۰
۲-۵-۲- نمودار کنترل چند مشخصه وصفی بر مبنای توزیع خاص چند جمله ای ۴۱
۳-۵-۲- نمودار کنترلی چند مشخصه وصفی بر اساس میانگین موزون ۴۲
نتیجه گیری ۴۴
فصل سوم : روش های پیشنهادی برای تخمین نقطه تغییر در فرایندهای بینم دو متغیره ۴۵
مقدمه ۴۶

۳-۱- تخمین نقطه تغییر با استفاده از تابع حداکثر درست نمایی ۴۶

۳-۱-۱- توزیع بینم دو متغیره ۴۸

۳-۲- تخمین نقطه تغییر با استفاده از خوشه بندی داده ها ۵۰

۳-۲-۱- روش ارائه شده بر مبنای خوشه بندی داده ها ۵۱

۳-۲-۲- شاخص اعتبار خوشه ۵۳

نتیجه گیری ۵۴

فصل چهارم : شبیه سازی ۵۵

مقدمه ۵۶

۴-۱- مثال عددی و نحوه شبیه سازی ۵۶

۴-۲- نحوه تولید بردار تصادفی با توزیع بینم دو متغیره ۵۷

۴-۳- ارزیابی عملکرد روش خوشه بندی و MLE ۵۹

نتیجه گیری ۶۵

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات آتی ۶۶

۵-۱- نتیجه گیری ۶۷

۵-۲- پیشنهادات آتی ۶۸

فهرست منابع ۷۰

پیوست ها ۷۵

ضمیمه الف ۷۶

فهرست جداول

فصل دوم

جدول ۱-۲- نتایج نمونه گیری مثال عددی ۱-۲ ..... ۱۸

جدول ۲-۲: نتایج محاسبات مربوط به مثال عددی ۱-۲ ..... ۱۹

جدول ۳-۲ : نتایج نمونه گیری های مثال عددی ۲-۲ ..... ۲۱

جدول ۴-۲: نتایج مشاهدات و آماره کنترلی هر کدام از نمونه گیری های مثال عددی ۳-۲ ..... ۲۵

جدول ۵-۲: محاسبات تخمین نقطه تغییر مثال عددی ۳-۲ ..... ۲۶

جدول ۶-۲: دسته بندی مقالات موجود ۳۶

فصل سوم

جدول ۱-۳: انواع رخدادهای، تعداد آنها و احتمالات مربوطه ۴۸

فصل چهارم

جدول ۱-۴: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{\tau}}$و $Std.error(\bar{\hat{\tau}})$، در روش تخمینMLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 0$ ۶۰

جدول ۲-۴: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{\tau}}$و $Std.error(\bar{\hat{\tau}})$، در روش تخمین MLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 1$ ۶۱

جدول ۳-۴: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{\tau}}$و $Std.error(\bar{\hat{\tau}})$، در روش تخمین MLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 2$ ۶۲

جدول ۴-۴: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 0$ ۶۲

جدول ۵-۴: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 0$ ۶۳

جدول۶-۴: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 1.5$ ۶۴

جدول۷-۴:احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 1.5$ ۶۴

پیوست ها

جدول ۱-الف: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{t}}$و $Std.error(\bar{\hat{t}})$، در روش تخمین MLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 0.5$..... ۷۶

جدول ۲-الف: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{t}}$و $Std.error(\bar{\hat{t}})$، در روش تخمین MLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 1.5$..... ۷۶

جدول ۳-الف: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{t}}$و $Std.error(\bar{\hat{t}})$، در روش تخمین MLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 2.5$..... ۷۶

جدول ۴-الف: مقادیر E(T)، $\bar{\hat{t}}$و $Std.error(\bar{\hat{t}})$، در روش تخمین MLE و خوشه بندی در شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 3$ ۷۷

جدول ۵-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 0.5$..... ۷۷

جدول ۶-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 0.5$..... ۷۸

جدول ۷-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 1$..... ۷۸

جدول ۸-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت $(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 1$..... ۷۹

جدول ۹-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 2$..... ۷۹

جدول ۱۰-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت $(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 2$..... ۸۰

جدول ۱۱-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت $(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 2.5$..... ۸۰

جدول ۱۲-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت$(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 2.5$..... ۸۱

جدول ۱۳-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش خوشه بندی در حالت شیفت $(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض$\delta_2 = 3$..... ۸۱

جدول ۱۴-الف: احتمال تخمین درست نقطه تغییر به روش MLE در حالت شیفت $(\delta_1\sigma_1, \delta_2\sigma_2)$ با فرض $\delta_2 = 3$..... ۸۲

فهرست اشکال

فصل دوم

شکل ۱-۲: نمودار کنترل و مفهوم نقطه تغییر ۱۰

شکل ۲-۲: شیفت پله ای منفرد ۱۱

شکل ۳-۲: شیفت پله ای چندگانه ۱۲

شکل ۴-۲: شیفت تدیجی با روند خطی ۱۳

شکل ۵-۲: تغییرات یکنوا ۱۳

شکل ۶-۲: تغییرات بی نظم ۱۴

شکل ۷-۲: تخمین نقطه تغییر در نمودار کنترلی CUSUM ۱۵

شکل ۸-۲: تخمین نقطه تغییر در نمودار کنترلی EWMA ۱۶

شکل ۹- ۲: نمای کلی یک نرون در شبکه های عصبی مصنوعی ۲۷

شکل ۱۰-۲: داده های ورودی شبکه ۲۸

شکل ۱۱-۲: ساختار کلی یک شبکه عصبی ۲۹

شکل ۱۲-۲: نمای کلی از نمونه گیری های انجام شده و خوشه های مربوطه ۳۲

شکل ۱۳-۲: فلوچارت روش ارائه شده توسط غضنفری و همکاران (۲۰۰۸) ۳۳

فصل چهارم

شکل ۱-۴: مقایسه متوسط برآورد نقطه تغییر به وسیله دو روش خوشه بندی و MLE ۶۱

مقدمه

کنترل کیفیت سابقه بسیار طولانی دارد. وقتی تولید سرعت گرفت و فضای تولید و عرضه به سمت رقابتی شدن پیش رفت و مشتریان شروع به مقایسه محصولات و خدمات تولید کنندگان مختلف و انتخاب بهترین آنها کردند. بنابراین تولیدکنندگان برای بقا در بازار رقابت، جذب مشتری و سودآوری بیشتر ملزم به تولید کالاهای با کیفیت شدند که برای دست یابی به این اهداف نیازمند کنترل کیفیت محصولات خود بودند. تاریخچه کنترل کیفیت را می توان به ۴ عصر تقسیم کرد. عصر کنترل کیفیت کارگری، عصر کنترل کیفیت سرپرستی، عصر کنترل کیفیت بازرسی و عصر کنترل کیفیت آماری. در دهه ۱۹۲۰ دکتر شوهارت از روش های آماری در کنترل کیفیت استفاده کرد.

کنترل فرآیند آماری یک تکنیک آماری است که برای کشف تغییرات فرآیند در طول زمان طراحی می شود. از ابزارهای کنترل فرآیند آماری می توان به هیستوگرام، برگه کنترل، نمودار پارتو، نمودار علت و معلول، نمودار پراکندگی، نمودار تمرکز نقصها و نمودار کنترل اشاره کرد (مونتگومری، ۲۰۰۵). یکی از پرکاربرد ترین این ابزارها، نمودار کنترلی است که فرآیند در طول زمان به وسیله آن و با استفاده از نمونه گیری هایی که در طول زمان از فرآیند انجام می شود، کنترل می شود.

یکی از مسائلی که در کنترل فرآیند بخصوص پس از خروج آن از حالت تحت کنترل و هشدار نمودار کنترل مطرح می شود، شناسایی و رفع عامل یا عوامل تغییر در فرآیند به منظور بازگرداندن آن به حالت تحت کنترل می باشد. هر چه فرآیند شناسایی و رفع عامل تغییر سریعتر انجام گیرد، هزینه های کیفیتی از جمله هزینه توقف خط تولید کاهش می یابد.

زمانی که نمودار کنترل حالت فرآیند را خارج از کنترل اعلام می کند، زمان واقعی تغییر نبوده و نمودار کنترل این تغییر را با تاخیر نشان می دهد. در نتیجه در بسیاری از مواقع (در صورت رخ دادن شیفت های کوچک در فرآیند) اپراتور یا مهندس فرآیند، پس از دریافت سیگنال خروج فرآیند، باید محدوده زمانی نسبتاً بزرگی را برای یافتن عامل یا عوامل تغییر جستجو کند. به زمان واقعی تغییر در فرآیند اصطلاحاً نقطه تغییر می گویند. تخمین نقطه تغییر با محدود کردن بازه احتمالی رخ دادن تغییر، کمک می کند تشخیص عامل تغییر سریعتر و با هزینه کمتری انجام شود. همچنین تخمین نقطه تغییر وابستگی شناسایی عامل تغییر در فرآیند را به دانش و تجربه اپراتور یا مهندس فرآیند کاهش می دهد.

در بسیاری از فرآیند ها برای تعیین حالت تحت کنترل یا خارج از کنترل فرآیند، باید به جای یک مشخصه چندین مشخصه به صورت همزمان تحت کنترل قرار بگیرند. در این فرآیندها با توجه به همبستگی بین مشخصه ها و به منظور جلوگیری از رخ دادن خطاهای احتمالی (هشدارهای اشتباه) باید از نمودارهای چند متغیره به جای نمودارهای تک متغیره استفاده شود. در بعضی از این فرآیندها مشخصه ها از نوع وصفی بوده و نمی توان برای پایش آنها از نمودارهای تک متغیره مخصوص فرآیندها با مشخصه های کمی استفاده کرد. برای مثال یک فرآیند چاپ مدار بروی برد های الکتریکی را در نظر بگیرید که ترانزیستورها خروجی از این فرآیند به دو دسته سالم و ناسالم تقسیم می شوند. برای تعیین تحت کنترل یا خارج از کنترل بودن این فرآیند باید از شمارش تعداد اقلام معیوب (نا منطبق) و یا نسبت این اقلام استفاده شود که این کار به کمک یک نمودار دو مشخصه وصفی صورت می گیرد.

با بررسی های انجام شده در زمینه تخمین نقطه تغییر مشخص گردید که تا کنون هیچ مطالعه ای در زمینه تخمین نقطه تغییر در نمودارهای کنترل وصفی دو متغیره صورت نگرفته است. لذا با توجه به شکاف تحقیقاتی در این زمینه و قابلیت کاربرد این مسئله در فرآیندهای تولیدی مختلف، تصمیم گرفته شد تا در این پایان نامه روش هایی جهت تخمین نقطه تغییر در نمودارهای کنترل وصفی دو متغیره ارائه شود. در فصل اول این پایان نامه، به تعریف مسئله و موضوعات اصلی تحقیق پرداخته می شود و مواردی همچون مفروضات تحقیق، روش گردآوری اطلاعات، روش اعتبار سنجی و ... تبیین می گردد و سپس ساختار و نوآوری های پایان نامه ارائه می شود.

فصل اول :

کلیات

۱ ۱ - تعریف مساله و موضوع اصلی تحقیق

همواره ارائه محصولات و خدمات با کیفیت به مشتریان به منظور باقی ماندن در عرصه رقابت یکی از مهمترین اهداف سازمانها و شرکتهای تولیدی و خدماتی است که لازمه آن داشتن فرآیندی با کیفیت و نگهداری آن در سطح کیفی مورد نظر می باشد. یکی از ابزارهای کنترل فرایند آماری[۱] که ما را در رسیدن به این هدف کمک می کند، نمودار کنترل فرآیند[۲] است. نمودارهای کنترلی براساس مشاهدات و نمونه گیری هایی که به صورت دوره ای انجام می شود، حالت فرایند را از نظر تحت کنترل بودن یا خارج از کنترل بودن، تعیین می کنند. هر نمودار کنترلی دارای حدود کنترلی[۳] می باشد که بر اساس آنها و نتایج مشاهدات، حالت فرایند تشخیص داده می شود. نتایج مشاهدات بر روی نمودار کنترلی رسم شده و در صورتی که مشاهده ای خارج از حدود کنترل قرار گیرد، نمودار کنترلی حالت خارج از کنترل را نشان خواهد داد. فرایند تا زمانی که نسبت به تشخیص علت و رفع عامل تغییر اقدام نشود در حالت خارج از کنترل باقی خواهد ماند. در نتیجه اولین کاری که پس از تشخیص حالت خارج از کنترل باید انجام شود، جستجوی عامل تغییر است. لحظه ای که نمودار حالت خارج از کنترل را نشان می دهد لحظه واقعی رخ دادن تغییر نیست و فرآیند در نقطه ای نامعلوم قبل از کشف حالت خارج از کنترل تغییر کرده است. لحظه واقعی تغییر را اصطلاحاً نقطه تغییر[۴] می نامند.

[1] Statistical process control
[2] Control chart
[3] Control limits
[4] Change point

هزینه های کیفیتی یکی از اساسی ترین مسائلی است که ذهن مدیران را به خود مشغول می کنند. در صورت خروج فرآیند از حالت تحت کنترل این هزینه ها چند برابر خواهند شد. از جمله این هزینه ها می توان به هزینه اصلاح فرایند، هزینه قطعات نا منطبق یا محصول کم کیفیت، هزینه توقف فرآیند و ... اشاره کرد. واضح است که اصلاح هرچه سریعتر عامل تغییر و بازگشت فرآیند به حالت تحت کنترل می تواند هزینه های کیفیتی را کاهش دهد. اصلاح فرآیند نیازمند آگاهی از عامل یا عوامل تغییر فرآیند است که از طرفی تشخیص این عوامل بدون آگاهی از زمان واقعی رخ دادن تغییر نیز نیاز به تجربه، دانش و صرف مدت زمان زیادی دارد. تخمین نقطه تغییر با محدود کردن بازه احتمالی تغییر، علاوه بر کاهش وابستگی تشخیص نقطه تغییر به تجربه و مهارت اپراتور فرآیند، مدت زمان و هزینه تشخیص عامل تغییر را نیز کاهش می دهد. اهمیت تخمین نقطه تغییر آنجا پررنگتر می شود که در صورت بالا بودن ARL[1] یک نمودار کنترلی، اپراتور فرایند باید محدوده زمانی بزرگتری را برای یافتن عامل تغییر مورد بررسی قرار دهد که همانطور که گفته شد نیازمند صرف وقت و هزینه زیادی است (این موضوع در صورت وجود شیفت های کوچکتر بیشتر به چشم می آید). در نتیجه تخمین محدوده احتمالی رخ دادن تغییر، کمک به سزایی به اصلاح هرچه سریعتر فرآیند می‌کند.

فرآیندهای بسیاری وجود دارند که در آنها چندین مشخصه کیفی[2] باید به طور همزمان مورد بررسی قرار گیرند تا بتوان تحت کنترل بودن و یا خارج از کنترل بودن فرآیند را تعیین کرد. اگر به منظور کنترل این فرآیند ها از نمودارهای تک متغیره استفاده شود، خطاهای زیادی در کنترل فرآیند به وجود خواهد آمد. در بسیاری از مواقع که فرآیند تحت کنترل است نمودار وضعیت خارج از کنترل را اعلام می کند و در بسیاری از مواقع که فرآیند خارج از کنترل است نمودار وضعیت تحت کنترل را اعلام می نماید. علت این خطا وجود همبستگی[3] بین مشخصه های کیفی است. به منظور رفع این نقیصه از نمودارهای کنترل چند مشخصه جهت پایش این فرآیندها استفاده می شود. تحقیقات زیادی در زمینه تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای چند متغیره صورت گرفته است که عمده این مطالعات در زمینه فرآیندها با مشخصه های کمی انجام شده اند. اما در مورد نمودارهای کنترلی چند مشخصه وصفی تحقیقاتی صورت نگرفته است. در حالی که در بسیاری از فرآیندها چنین حالتی وجود دارد و نیاز است چندین مشخصه وصفی که بین آنها همبستگی وجود دارد به طور همزمان تحت کنترل قرار گیرند. برای مثال یک فرآیند

[1] Average run length
[2] Quality characteristic
[3] Correlation

ریخته گری را در نظر بگیرید که دو مشخصه وصفی تعداد ترک های سطحی و تعداد مکهای خالی از مواد در تعیین وضعیت تحت کنترل بودن یا خارج از کنترل بودن فرآیند موثر است. علاوه بر این در بسیاری از فرآیندهای بازرسی، به منظور جلوگیری از اتلاف وقت، کاهش هزینه و افزایش دقت بازرسی از گیج ها و شابلون های مناسب جهت تبدیل متغیرها کمی[1] (طول، ضخامت و ...) به مشخصه های وصفی[2] (انطباق یا عدم انطباق) استفاده می شود. بسیاری از فرآیندهای چند متغیره نیز بدین وسیله به فرآیندهای چند مشخصه وصفی تبدیل می شوند.

با توجه به کاربرد و اهمیت نمودارهای کنترل وصفی و تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای چند مشخصه وصفی و تحقیقات اندک در این زمینه، در این پایان نامه، تخمین زننده هایی جهت تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای دو متغیره وصفی ارائه می شود. بدین منظور از دو روش حداکثر درست نمایی[3] و خوشه بندی داده ها[4] استفاده می گردد. در هر دو روش شیفت پله ای مد نظر قرار گرفته است و عملکرد دو تخمین زننده به وسیله شبیه سازی کامپیوتری ارزیابی و مقایسه می شوند.

۲ ۱ - مفروضات

۱ - فرض شده است تغییر به صورت پله ای منفرد رخ می دهد.

۲ - توزیع فرآیند از نوع دوجمله ای دومتغیره در نظر گرفته شده است.

۳ - فرض بر آن گرفته شده است که فرآیند توسط نمودار MNP[5] کنترل می شود.

۳-۱- افراد و سازمان هایی که می توانند از این تحقیق استفاده کنند

این پایان نامه می تواند مرجع مناسبی برای دانشجویان و محققانی باشد که علاقه مند به تحقیق در زمینه تخمین نقطه تغییر هستند. همچنین با توجه به فراوانی نه چندان اندک فرآیندهای چند مشخصه وصفی، تخمین زننده های ارائه شده قابلیت استفاده در این فرآیندها را دارند. برای مثال کارشناس کیفیت مسئول یک فرآیند تزریق پلاستیک که دو مشخصه شفافیت و ترک های ناشی از تزریق ناقص، تحت کنترل و یا خارج از کنترل بودن فرآیند را تعیین

[1] Variables
[2] Attributes
[3] Maximum likelihood
[4] Data clustering
[5] Multivariate np (Mnp) by weighted average

می کنند، می تواند در صورت خروج فرآیند از حالت تحت کنترل از این تخمین زننده ها جهت تخمین زمان واقعی تغییراستفاده کند.

۴-۱- روش اعتبار سنجی شاخص ها

تخمین زننده های ارائه شده به وسیله مثال عددی تشریح و عملکرد آنها با شبیه سازی مونت کارلو ارزیابی می شود. همچنین عملکرد این دو تخمین زننده پس از ارزیابی با یکدیگر مقایسه شده اند.

۵-۱- ساختار پایان نامه

در فصل دوم این پایان نامه مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه تخمین نقطه تغییر صورت گرفته است. همچنین در این فصل به طور خلاصه به تشریح نمودارهای کنترلی چند مشخصه وصفی پرداخته شده است. در فصل سوم به روش های پیشنهادی جهت تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای دوجمله ای دو متغیره پرداخته شده است. در فصل چهارم نحوه تولید اعداد تصادفی با توزیع بینم دومتغیره و شبیه سازی کامپیوتری تشریح شده است. علاوه بر آن عملکرد تخمین زننده های ارائه شده در قالب مثال و به وسیله شبیه سازی کامپیوتری ارزیابی و مقایسه شده است. نهایتاً در فصل ششم جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادات آتی در زمینه تخمین نقطه تغییر ارائه شده است.

۶-۱- نوآوری پایان نامه

با توجه به اینکه هیچ تخمین زننده ای در ادبیات موضوع برای فرآیندهای چند مشخصه وصفی ارائه نشده است، کلیه کارهای فصل ۳ و ۴ که شامل روش های تخمین، شبیه سازی ها و مثالهای عددی می شود، جزء نوآوریهای مولف این پایان نامه می باشند.

فصل دوم:

مرور ادبیات

مقدمه: در این فصل یک مرورکلی بر تخمین نقطه تغییر انجام می شود. به این صورت که ابتدا مفهوم نقطه تغییر و ضرورت تشخیص نقطه تغییر تشریح می شود. پس از توضیح انواع نقطه تغییر و روشهای موجود در ادبیات موضوع جهت تخمین نقطه تغییر، تحقیقات و مطالعات موجود در زمینه تخمین نقطه تغییر دسته بندی می شوند. و در انتها مروری بر مهمترین نمودارهای چند مشخصه وصفی انجام شده است.

۱ ۲ - مفهوم نقطه تغییر

همانطور که گفته شد، لحظه ای که نمودار کنترلی حالت خارج از کنترل را نشان می دهد، زمان واقعی تغییر نیست و نمودار تغییر در فرآیند را با کمی تاخیر نشان می دهد. زمان واقعی تغییر فرآیند، نقطه تغییر نامیده می شود. برای مثال فرض کنید فرآیندی تا لحظه τ دارای میانگین μ_0 است. از لحظه τ به بعد فرآیند دچار تغییر شده و با میانگین $\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma$ به کار خود ادامه می دهد تا در لحظه T فرآیند خارج از کنترل تشخیص داده شود (شیفت پله ای[1]). نمودار کنترلی لحظه واقعی رخ دادن تغییر را نشان نمی دهد و فقط در لحظه T اعلام می کند که فرآیند از کنترل خارج شده است. این در حالی است که فرآیند از لحظه τ به در حالت خارج از کنترل به سر می برد. شکل ۱-۲ فاصله بین زمان تغییر و زمان تشخیص حالت خارج از کنترل را نشان می دهد.

[1] Step shift