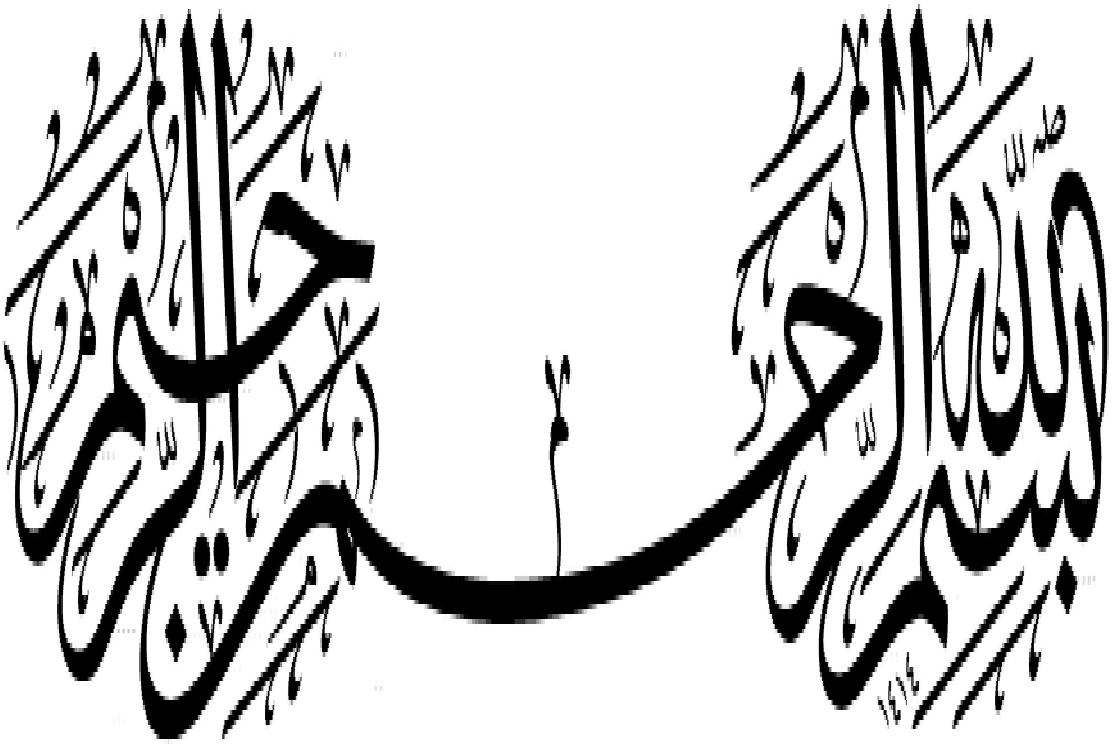

بسم الله الرحمن الرحيم
١٤١٤

دانشگاه علامه طباطبایی

دانشکده‌ی اقتصاد

گروه آمار، ریاضی و علوم کامپیوتر

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

آمار ریاضی

موضوع:

بررسی نمودارهای کنترل چندمتغیره برای فرایندهای بسته‌ای

پژوهشگر

فتانه فولادی

استاد راهنما

آقای دکتر محمد بامنی‌مقدم

استاد مشاور

آقای دکتر نادر نعمت‌اللهی

بهمن ۱۳۸۸

دانشگاه علامه طباطبایی
دانشکده‌ی اقتصاد
گروه آمار، ریاضی و علوم کامپیوتر

عنوان

بررسی نمودارهای کنترل چندمتغیره برای فرایندهای بسته‌ای

پژوهشگر
فتانه فولادی

استاد راهنما
آقای دکتر محمد بامنی‌مقدم

استاد مشاور
آقای دکتر نادر نعمت‌اللهی

بهمن
۱۳۸۸

فهرست

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات پژوهش ۱

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲-بیان مسئله ۳

۱-۳- اهداف پژوهش ۸

۱-۴-تاریخچه ۸

۱-۵-مفاهیم و واژگان اختصاصی طرح ۱۰

۱-۶-طرح بندی پایان نامه ۱۱

فصل دوم: پیشینهٔ پژوهش ۱۳

۲-۱- مقدمه ۱۴

۲-۲- نمودارهای کنترل یک متغیره ۱۷

۲-۳- نمودارهای کنترل چند متغیره ۱۷

۲-۴- فرایندهای بسته‌ای ۱۹

۲-۴-۱- روش‌های یک متغیره برای پایش فرایندهای بسته‌ای ۲۰

۲-۴-۲- روش‌های چند متغیره برای پایش فرایندهای بسته‌ای ۲۳

۲-۴-۲-۱- تمرکز بر MPCA ۲۶

۲-۵-خلاصه فصل ۲۸

فصل سوم: روش پژوهش ۲۹

۳-۱- مقدمه ۳۰

۳-۲- روش تحلیل مولفه اصلی ۳۱

۳-۳- روش‌های حین ساخت برای پایش فرایندهای بسته‌ای ۳۸

۳-۳-۱- نمودارهای مشاهده‌های تکی استاندارد شده و نمودارهای T^2 (SIT) ۳۹

۳-۳-۲- تحلیل مولفه‌های اصلی چندگانه(MPCA)..... ۴۳
۳-۳-۲-۱- تعیین تعداد عناصر مولفه‌های اصلی(R)..... ۴۹
۳-۳-۲-۲- پایش حین ساخت فرایندهای بسته‌ای جدید..... ۵۰
۳-۴- خلاصه فصل..... ۵۶
فصل چهارم: روشی برای ارزیابی سیستم‌های پایش بسته‌ای..... ۵۷
۴-۱- مقدمه..... ۵۸
۴-۲- تولید داده‌های بسته‌ای تحت کنترل و کاربرد MPCA..... ۵۹
۴-۲-۱- یک مدل غیرخطی (متغیر)..... ۶۰
۴-۲-۲- تعریف ماتریس خطا..... ۶۳
۴-۳- ساخت نمودارهای تحت کنترل..... ۷۵
۴-۳-۱- نمودار SIT..... ۷۵
۴-۳-۲- MPCA و محاسبه SPE..... ۷۷
۴-۴- تولید فرایندهای بسته‌ای خارج از کنترل..... ۸۰
۴-۵- پایش حین ساخت فرایندهای بسته‌ای توسط MPCA..... ۸۵
۴-۶- مقایسه‌ی عملکردها..... ۸۶
۴-۷- پارامترهایی برای شبیه سازی..... ۸۸
فصل پنجم: مقایسه نتایج نمودارهای SPC..... ۹۰
۵-۱- مقدمه..... ۹۱
۵-۲- میزان خطای تحت کنترل..... ۹۳
۵-۳- عملکرد MPCA در تحلیل فرایندهای بسته‌ای نمونهای..... ۱۰۱
۵-۳-۱- عملکرد MPCA برای نمودار SPE۱..... ۱۰۱
۵-۳-۲- عملکرد MPCA برای نمودار SPE۲..... ۱۰۴
۵-۴- نتایج مقایسه..... ۱۰۵

۵-۴-۱- پارامتر تولید همبستگی پیاپی($\phi=۰/۰$) ۱۰۹
۵-۴-۲- پارامتر تولید همبستگی پیاپی ($\phi=۰/۵$) ۱۱۲
۵-۴-۳- پارامتر تولید همبستگی پیاپی($\phi=۰/۹$) ۱۱۵
۵-۴-۴- نتایج کلی مقایسه همه‌ی مقادیر ϕ طراحی شده ۱۱۸
۵-۵ نتیجه ۱۲۰
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهاد برای تحقیقات بعدی ۱۲۲
۶-۱- بیان کلی مسئله پژوهش و توصیف کلی روش برای بهبود فرایند ۱۲۳
۶-۲- مسیرهای آینده در پژوهش ۱۲۶
مراجع ۱۲۸
پیوست‌ها ۱۳۰

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱- نمونه‌ای از منحنی سه متغیر در یک فرایند بسته‌ای شیمیایی نامشخص..... ۵

شکل ۲-۱ زیرفضای تشکیل شده از A مولفه اصلی اول..... ۲۵

شکل ۳-۱-(الف) نمودار مشاهده‌های تکی استاندارد شده برای سه منحنی متغیر از یک بسته شیمیایی نامشخص تحت کنترل..... ۴۲

شکل ۳-۱-(ب) نمودار کنترل T^2 با ۹۹٪ حد کنترل برای یک بسته شیمیایی نا مشخص تحت کنترل..... ۴۳

شکل۳-۲- تصویری تشریحی از تبدیل ساختار داده‌های بسته‌ای..... ۴۵

شکل ۳-۳-(الف) تصویری تشریحی از رهیافت "انحراف صفر"..... ۵۵

شکل ۳-۳-(ب) تصویری تشریحی از رهیافت "انحراف رایج"..... ۵۶

شکل ۴-۱- سه منحنی میانگین تولید شده با استفاده از پارامترهای مدل I..... ۶۲

شکل ۴-۲- سه منحنی میانگین تولید شده با استفاده از پارامترهای مدل II..... ۶۲

شکل ۴-۳- یک متغیر واقعی و منحنی میانگین نمونه‌ای آن برای یک فرایند بسته‌ای شیمیایی..... ۶۷

شکل ۴-۴-(الف) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح اول تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۰$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E11}$ ۶۹

شکل ۴-۴-(ب) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح دوم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۰$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E12}$ ۶۹

تصویر ۴-۴-(ج) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح سوم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۰$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E21}$ ۷۰

شکل ۴-۴-(د) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح چهارم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۰$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E22}$ ۷۰

شکل ۴-۴-(س) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح پنجم تولید شده‌اند که در آن $\phi = ۰/۵$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E11}$ ۷۱

شکل ۴-۴-(ش) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح ششم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۵$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E12}$ ۷۱

شکل ۴-۴-(ع) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح هفتم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۵$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E21}$ ۷۲

شکل ۴-۴-(ف) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح هشتم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۵$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E22}$ ۷۲

شکل ۴-۴-(ک) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح نهم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۹$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E11}$ ۷۳

شکل ۴-۴-(ل) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح دهم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۹$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E12}$ ۷۳

شکل ۴-۴-(م) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح یازدهم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۹$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E21}$ ۷۴

شکل ۴-۴-(ن) نمونه‌ای از سه منحنی متغیر با سه منحنی میانگین آن‌ها که توسط طرح دوازدهم تولید شده‌اند که در آن، $\phi = ۰/۹$ و $\Sigma_E = \Sigma_{E22}$ ۷۴

شکل ۴-۵-(الف) نمودار کنترل مشاهده‌های تکی استاندارد شده برای سه منحنی متغیر از یک بسته تحت کنترل..... ۷۶

شکل ۴-۵-(ب) نمودار کنترل T^2 با ۹۹ ٪ حد کنترل برای یک بسته تحت کنترل..... ۷۶

شکل ۴-۶- نمودار کنترل **SPE** با ۹۹٪ حد کنترل براورد شده بر اساس ۵۰ بسته تحت کنترل تولید شده..... ۷۹

شکل ۴-۷- یک منحنی متغیر تولید شده با انتقال میانگین در K=۵۰..... ۸۴

تصویر ۵-۱- احتمال نرمال تأثیرات بر روی درصد تغییرپذیری کل نمونه‌ی توضیح داده شده توسط **MPCA** که در آن **B** نشان دهنده‌ی عامل ϕ است..... ۱۰۳

شکل ۵-۲-(الف) احتمال نرمال تأثیر P_m به دست آمده توسط نمودار T^2..... ۱۰۷

شکل ۵-۲- (ب) احتمال نرمال تأثیر P_m به دست آمده توسط نمودار **SPE1**..... ۱۰۷

شکل ۵-۲-(ج) احتمال نرمال تأثیر P_m به دست آمده توسط نمودار **SPE 2** ۱۰۸

شکل ۵-۳- نمودار درصد بسته‌های نمایان شده با $\phi = ۰/۰$ به وسیله‌ی $\sum_E$ ، اندازه انتقال، k_s ، و روش‌های **SPC**..... ۱۰۹

شکل ۵-۴- درصد بسته‌های نمایان شده با $\phi = ۰/۵$ به وسیله‌ی $\sum_E$ ، اندازه انتقال، k_s ، و روش‌های **SPC**..... ۱۱۳

شکل ۵-۵- درصد بسته‌های نمایان شده با $\phi = ۰/۹$ به وسیله‌ی $\sum_E$ ، اندازه انتقال، k_s و روش‌های **SPC**..... ۱۱۵

شکل ۵-۶- درصد میانگین بسته‌های نمایان شده به وسیله‌ی k_s و ϕ ۱۱۹

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۴-۱- مدل I و صورت‌های متفاوت از منحنی‌های(نیمرخهای) میانگین..... ۶۱

جدول ۴-۲- مدل II و صورت‌های مشابه از منحنی‌های(نیمرخ) میانگین..... ۶۱

جدول ۴-۳- مقادیر ϕ و $\sum_E$ به کار برده شده در عملکرد مقایسه..... ۶۸

جدول ۴-۴- معادله‌های محاسبه m_k و v_k بر اساس ۵ دوره‌ی زمانی..... ۷۸

جدول ۵-۱- دوازده طرح تولید داده‌های بسته‌ای..... ۹۲

جدول ۵-۲- نرخ خطای تکی براورد شده ($\hat{\alpha}_k$) و نرخ خطای کلی ($\hat{\alpha}$) برای نمودار T^2 با هدف $\alpha_K = ۰/۰۱$ ۹۵

جدول ۵-۳-(الف) نرخ خطای تکی براورد شده ($\hat{\alpha}_k$) و نرخ خطای کلی ($\hat{\alpha}$) برای نمودار SPE1 با هدف $\alpha_k = ۰/۰۱$ ۹۶

۵-۳-(ب) نرخ خطای تکی براورد شده ($\hat{\alpha}_k$) و نرخ خطای کلی ($\hat{\alpha}$) برای نمودار SPE2 با هدف $\alpha_k = ۰/۰۱$ ۹۷

جدول ۵-۴- نرخ خطای کلی براورد شده ($\hat{\alpha}$) برای نمودارهای SPC مورد نظربا هدف $\alpha = ۰/۰۱$ ۹۹

جدول ۵-۵- عملکرد MPCA با ۲۰ مولفه‌ی اصلی..... ۱۰۲

جدول ۵-۶- تعداد مولفه‌های مورد نیاز برای نمودار SPE2..... ۱۰۴

چکیده

یکی از مهمترین عوامل کلیدی بقای سازمان‌های صنعتی در اقتصاد امروز، تولید محصولاتی با کیفیت بالا و قیمت پایین است. حفظ دستاوردهای مرحله‌ی بهینه‌سازی قبل از ساخت در مرحله‌ی حین ساخت توسط فنون آماری به نام نمودارهای کنترل در مبحث کنترل آماری فرایند(*SPC*) انجام می-گیرد. در این ارتباط، امروزه فرایندهای بسته‌ای، به طور گسترده‌ای در صنایع شیمیایی به کار می‌روند. این فرایندهای بسته‌ای در مقابل فرایندهای جریان‌دار قرار می‌گیرند که در آن‌ها مواد اولیه به طور پیوسته وارد می‌شوند و محصول مورد نظر به طور متناوب به دست می‌آید. از آن‌جا که در یک فرایند بسته‌ای بیش از یک متغیر(مشخصه‌ی کیفیت) وجود دارد که در طول زمان تغییر می‌کنند و با یکدیگر همبسته هستند، نمودارهای کنترلی که بتوانند به طور همزمان چند مشخصه‌ی کیفیت را کنترل کنند مورد نیاز است. بنا بر این، در این پایان‌نامه ابتدا کلیه روش‌های پیشنهادی را که در زمینه‌ی نمودارهای کنترل یک و چندمتغیره برای فرایندهای بسته‌ای ارائه شده‌اند، به تفصیل شرح داده و سپس نمودار مشاهده‌های تکی استانداردشده و نمودار T^2(SIT) و تحلیل مولفه‌ی اصلی چندگانه(MPCA) را برای پایش فرایندهای بسته‌ای معرفی می‌کنیم. با استفاده از پیاده‌سازی دو نمودار SIT و MPCA بر روی یک سری از نمونه داده‌های بسته‌ای مشاهده شده، می‌توان روش مناسب برای پایش فرایندهای بسته‌ای را مشخص نمود.

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱-مقدمه

امروزه با افزایش روزافزون دانش بشری و رشد فناوری و وابستگی شدید جامعه بشری به مزایای فناوری، مقوله کیفیت طراحی، ساخت و نگهداری این سامانه‌ها و اقتصاد آن از جایگاه والایی از تصمیم‌گیری‌های کسب و کار قرار گرفته است. از طرف دیگر، رقابت روزافزون بین سازمان‌ها و جامعه‌ها در به دست آوردن این فناوری‌های با کیفیت بالا و هزینه پایین، باعث شده است که با زیان‌های اقتصادی و اجتماعی ناشی از کیفیت نامرغوب و هزینه ساخت سامانه‌ها(فرایندها، کالا و خدمات) بیشتر مبارزه شود. در این ارتباط، عملکرد محصولات، خدمات یا فرایندها در اثر عوامل غیر قابل کنترل(عوامل اغتشاش) مثل شرایط محیطی و ... از مقدار آرمانی خود منحرف شده و در نتیجه ایجاد تغییرپذیری می‌نماید. هر چه این انحرافات از مقدار آرمانی کمتر باشد کیفیت بالاتر خواهد بود. در این ارتباط، تاکنون روش‌های مختلفی برای بهینه‌سازی فرایندها و

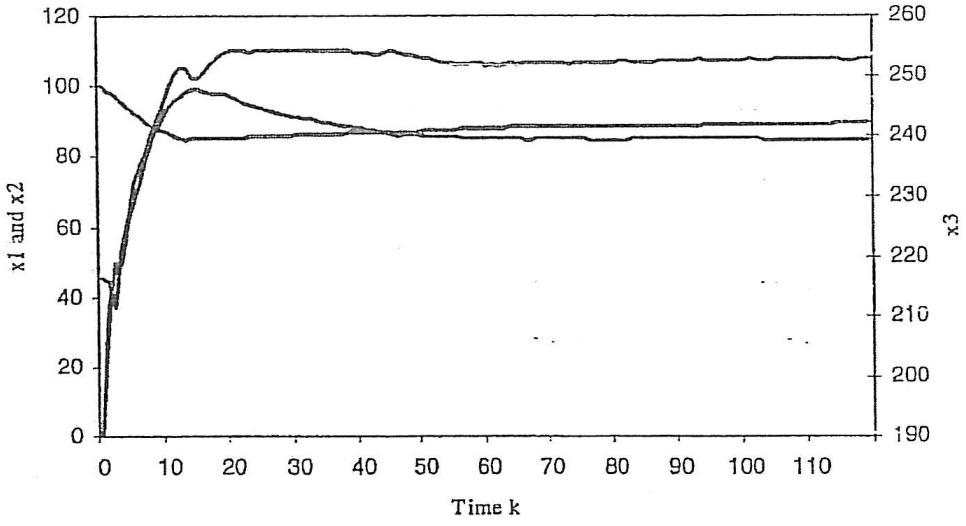
بالا بردن کیفیت محصولات تولیدی ارائه شده است که در آن‌ها روش‌های بهینه‌سازی آماری به علت ماهیت تغییرپذیری در سامانه‌های مورد بررسی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند.

۱-۲-بیان مسئله

در دنیای صنعتی امروز، به دلیل گسترده شدن عرصه رقابت، افزایش هزینه‌های نیروی انسانی، انرژی و نیز مواد اولیه و نیز ارتقای سطح آگاهی و توقع مصرف کننده نسبت به کیفیت، همواره باید به دنبال یافتن راه حل‌های کارا و سودمند در جهت بهبود کیفیت محصولات بود. در اقتصاد امروز جهان، ارسال سامانه‌هایی(فرایندها، محصولات و خدمات) با کیفیت بالا و هزینه‌ی واحد ساخت پایین به عنوان رمز ادامه‌ی حیات شرکت‌ها مطرح است. به همین منظور، اغلب شرکت‌های برجسته و آگاه در جهان برای رقابت در هزینه‌های ساخت و عملکرد، فعالیت‌های خود را در بهینه سازی سامانه‌ها متمرکز کرده‌اند. هدف اصلی بهینه‌سازی سامانه‌ها که با عناوین مختلف نامبرده می‌شود، کاهش بهینه‌ی هزینه کل محصول است. بدین ترتیب چون اغلب این سامانه‌ها تاثیرپذیر از عوامل تصادفی(اغتشاش) هستند و تغییرپذیری جزء ماهیت عملکردی آن‌ها به شمار می‌آید، کنترل کیفیت آماری در کلیه مراحل طراحی، تولید، نگهداری و خدمات این فن‌آوری‌ها، از موقعیت ویژه‌ای برخوردار شده است. چنان‌چه بتوان فعالیت‌های چرخه تحقق یک محصول را به سه بخش عمده، فعالیت‌های قبل از ساخت(شامل فعالیت‌های بازاریابی، طراحی محصول، طراحی فرایند ساخت و ...)، فعالیت‌های حین ساخت(شامل فعالیت های تولیدی) و فعالیت‌های بعد از ساخت(شامل فعالیت‌های بسته‌بندی، ذخیره سازی، حمل و نقل و ...) تفکیک نمود، دو فعالیت اول تأثیر بسیار زیادی در هزینه کل یک محصول خواهند داشت.

حفظ دستاوردهای مرحله‌ی بهینه‌سازی قبل از ساخت در مرحله‌ی حین ساخت، توسط فنون آماری به نام نمودارهای کنترل در مبحث کنترل آماری فرایند(SPC) انجام می‌گیرد. هدف نمودارهای کنترل، مخاطب قرار دادن مفهومی به نام پایداری(تحت کنترل آماری) فرایند است که از طریق پایش رفتار متغیر یا متغیرهای قابل مشاهده(پاسخ) در خروجی فرایند صورت می‌پذیرد و نوعی نظارت و کنترل عملی را بر تغییرپذیری فرایند اعمال می‌نماید. چنان‌چه رفتار(تغییرپذیری) متغیر یا متغیرهای خروجی از محدوده‌ی تعیین شده تجاوز نماید و یا روند یا چرخه‌ی غیرطبیعی از خود نشان دهد، نمودارهای کنترل هشدارهای لازم را دال بر عدم پایداری فرایند به مخاطب ارایه خواهند داد. به عبارت دیگر، روش نمودارهای کنترل آماری فرایند(SPC) که به دو دسته‌ی یک‌متغیره و چندمتغیره تفکیک می‌شوند. به منظور ارائه اطلاعاتی برای تشخیص این که چه وقت پراکندگی توزیع مشخصه‌های کیفیت بیش از آن چیزی است که به تصادف نسبت داده می‌شود و در نتیجه نشان دادن این که آیا فرایند مورد نظر دارای وضعیت پایداری در رابطه با مشخصه‌های کیفیت مورد بررسی هست یا نه مورد استفاده قرار می‌گیرند. نمودارهای کنترل، تغییرپذیری توزیع یک یا چند مشخصه‌ی کیفیت(متغیر یا متغیرهای پاسخ خروجی سامانه‌ها) را به طور مستمر ثبت می‌کنند و تصویری از سامانه‌ها در طول زمان در رابطه با آن مشخصه یا مشخصه‌های کیفیت ارائه می‌دهند. در اکثر کاربردهای نمودار کنترل، وضعیت پایداری یا ناپایداری فرایند در رابطه با توزیع یک یا چند متغیر پاسخ از طریق نمودارهای کنترل یک یا چندمتغیره پایش می‌شود. این نمودارها که به عنوان روش‌های هشدار دهنده‌ی آماری در مواجه با تغییرپذیری غیرطبیعی در فرایند عمل می‌کنند و نه بیشتر، دارای دو ضعف عمده هستند. اول این که آن‌ها قادر به تشخیص علل

غیرتصادفی به وجود آورنده‌ی ناپایداری فرایند نیستند. دوم، آن‌ها هیچ گونه رهنمودی در مورد ایجاد پایداری در فرایند نمی‌توانند ارائه دهند.



شکل ۱-۱- نمونه‌ای از منحنی سه متغیر در یک فرایند بسته‌ای شیمیایی نامشخص

در نتیجه، نمودارهای کنترل یک متغیره برای پایش فرایندهای بسته‌ای چندان مناسب نیستند زیرا:

۱- در یک فرایند بسته‌ای بیش از یک منحنی متغیر(نیمرخ) برای پایش هر فرایند بسته‌ای وجود دارد.

۲- این منحنی‌های متغیر بسیار وابسته به هم هستند.

۳- در هر زمان این اندازه‌های متناوب منحنی‌های متغیر بسیار به هم وابسته هستند.

بنا بر این، کاربرد نمودارهای SPC یک‌متغیره در فرایندهای بسته‌ای، محدود به پایش و تشخیص کیفیت نهایی محصول می‌باشند. در این ارتباط، نمودارهای T^2 هتلینگ[1] برای پایش فرایندهای بسته‌ای چندمتغیره موثر هستند. اما این محدودیت را دارند که نمی‌توانند علل مشخصی را ارائه دهند.

برای تحلیل و پایش منحنی‌های متغیر در یک فرایند بسته‌ای، نمودارهای SPC چندمتغیره که بر مبنای روش‌های آماری چندمتغیره‌ی مانند روش کمترین مربعات(کمترین توان‌های دوم) جزیی(PLS)، تحلیل مولفه‌های اصلی(PCA) و تحلیل مولفه‌های اصلی چندگانه($MPCA$) است، در فرایند بسته‌ای به طور موفقیت‌آمیز معرفی و به کار گرفته شده‌اند. روش کمترین مربعات جزیی (PLS) و تحلیل مولفه‌های اصلی(PCA)، روش‌های ساختار پنهان هستند. مولفه‌های اصلی ترکیب‌های خطی از متغیرهای اولیه فرایند هستند. بنا بر این ، تفسیر آن‌ها می‌تواند دشوار باشد. روش PLS تا حدی وابسته به روش PCA است(روش حداکثر کردن کوواریانس در PLS معادل روش حداکثر کردن واریانس در PCA است). بسیاری از صنایع از روش $MPCA$ برای بهبود محصولات فرایندهای بسته‌ای استفاده می‌کنند. $MPCA$ برابر است با انجام عملیات معمولی PCA بر روی یک ماتریس بزرگ دو بعدی $(I \times JK)$ که از تنظیم و مرتب کردن دوباره داده‌های بسته‌ای سه بعدی $(I \times J \times K)$ شکل گرفته‌اند. تولید $MPCA$ به صورت واضح و شفاف به دو قسمت اساسی تقسیم می‌شود. قسمت اول(I)، مربوط به تحلیل بسته‌های مشخص قبلی و قسمت دوم (II)، مربوط به پیش‌بینی مشاهده‌های آینده در پایش فرایندهای

[1]. *Hotelling*

بسته‌ای است. انتقال $X\ (I \times J \times K)$ به ماتریس دو بعدی $X\ (I \times JK)$ باعث می‌شود که پایش فرایندهای بسته‌ای ممکن شود زیرا عناصر هر مولفه اصلی به زمان بستگی دارد. اما برای به کارگیری *MPCA* که یکی از روش‌های اصلی در پایش فرایندهای بسته‌ای است نیازمندیم اندازه‌های مشاهده نشده را پیش‌بینی کنیم(که در فصل بعد به طور کامل به آن پرداخته می-شود) و این می‌تواند بزرگترین نقص کاربرد *MPCA* باشد.

از این رو، این مطالعه یک شیوه جدید از نمودارهای کنترل چند متغیره که توسط یانگ[۱] و بنجامین[۲] (۲۰۰۶) پیشنهاد شده است، برای پایش فرایند بسته‌ای و کیفیت محصول در سامانه-هایی که دو یا چند متغیر وابسته به هم دارند، ارائه می‌دهد. این شیوه نه تنها برای تعیین شرایط خارج از کنترل بودن فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه با در نظر گرفتن کیفیت ورودی به هر مرحله، در شناسایی مراحل خارج از کنترل سامانه بسیار مفید است. همچنین شناخت مراحل خارج از کنترل، به تولید کننده این توانایی را می‌دهد که بتواند هرچه سریعتر عملیات رفع نقص را انجام دهد و بنا بر این تعداد محصولاتی را که در شرایط خارج از کنترل بودن این مراحل تولید می‌شوند کاهش دهد.

در این‌جا به منظور پیدا کردن ابزارهای ساده و مفید، برای پایش فرایندهای بسته‌ای که شامل مشخصه‌های مختلف هستند، از یک نمودار *SPC* یک متغیره استاندارد شده، نمودار کنترل T^2 و *MPCA* برای موقعیت‌های مختلف خارج از کنترل استفاده می‌شود و پیشنهاداتی برای انتخاب روش مناسب در هر مورد خارج از کنترل در فرایند بسته‌ای ارائه می-

[1] .*Young*

[2] .*Benjamin*

گردد. در این جا، به جای این که فرض کنیم متغیرها، بردار میانگین و ماتریس کوواریانس ثابت دارند، فرض می‌کنیم که متغیرها، بردار میانگین و ماتریس کوواریانس متغیر در دوره‌های زمانی متفاوت دارند. بسته به موردهای مختلف خارج از کنترل، کنترل آماری فرایند یک متغیره استاندارد شده و نمودارهای کنترل T^2 ممکن است بهتر از *MPCA* کار کنند و یا نتیجه‌ای متفاوت داشته باشیم.

۱-۳- اهداف پژوهش

هدف در این پایان‌نامه، معرفی اهمیت و کاربرد نمودارهای کنترل چندمتغیره در پایش فرایند بسته‌ای است. به همین منظور، سعی بر استفاده از روش‌های جدید در بررسی پایش و بهبود فرایندهای بسته‌ای داریم. در این تحقیق از دو روش *SIT* (نمودار *SPC* یک‌متغیره استاندارد شده، نمودار کنترل T^2) و *MPCA* استفاده می‌کنیم. عملیات هر دو روش برای موقعیت‌های مختلف خارج از کنترل بررسی خواهد شد. پیشنهاداتی برای انتخاب روش مناسب در هر مورد خارج از کنترل در فرایند بسته‌ای ارائه می‌دهیم.

۱-۴-تاریخچه

با توجه به این که روش‌های پایش فرایندهای بسته‌ای و تلاش در جهت بهبود آن‌ها بسیار حائز اهمیت است، در این تحقیق، سعی بر آن است که به روش‌های جدید پایش فرایندهای بسته‌ای پرداخته شود. در ادامه، به تحقیقات پیشینی که در زمینه روش‌های پایش فرایند بسته‌ای انجام گرفته است می‌پردازیم.

ولد[1] و همکاران(۱۹۸۷) برای اولین بار کاربرد تحلیل مولفه‌های اصلی چندگانه را در پایش فرایند بسته‌ای پیشنهاد کردند. این روش توجه بسیاری از محققان و استادان را به خود جلب کرد. مک‌گرگور[2] و همکاران(۱۹۹۴) روش‌های تشخیصی برای نمودارهای *SPC* چندمتغیره پیشنهاد دادند که این روش‌ها بر مبنای روش‌های تصویری *PCA* و*PLS* استوار هستند. کسانویچ[3] و همکاران(۱۹۹۶) با موفقیت *MPCA* را در فرایندهای بسته‌ای صنعتی به کار بردند که توجه اصلی آن‌ها بر روی تغییرپذیری فرایندهای بسته‌ای بود. با استفاده از *MPCA*(صورت تعمیم یافته*PCA*) آن‌ها نشان دادند که منشأ تغییرپذیری در فرایند کجا است. آن‌ها مولفه‌های اصلیی را استخراج کردند که بیشترین درصد واریانس نمونه را دارا بودند و همچنین منشأ تغییرپذیری را میان بسته‌ها، زمان و متغیرها از طریق بردارها یافتند. دانگ[4] و مکوی[5](۱۹۹۶) یک مدل غیرخطی را به کار بستند بدین منظور که غیر خطی بودن فرایند بسته‌ای را بررسی کنند. آن‌ها از روش پیشنهادی نومیکوس[6] و مک‌گرگور(۱۹۹۴ و ۱۹۹۵) استفاده کردند زیرا پایش فرایند بسته‌ای، ساده، قوی و موثر است. اما *MPCA* یک روش خطی است و اکثریت فرایندهای بسته‌ای غیرخطی هستند. برای رفع این مشکل، آن‌ها برای پایش فرایند بسته‌ای از روش مولفه‌های اصلی غیرخطی(*NLPCA*) استفاده نمودند. مطالعه نتیجه کار آن‌ها نشان می‌دهد که این روش برای مشکل غیرخطی بودن بسیار عالی‌است.

---

1. *Wold*
2. *Macgregor*
3. *Kosanovich*
4. *Dong*
5. *Mcavoy*
6. *Nomikos*

لنکس[1] و همکاران(۲۰۰۰) روش‌های کنترل آماری فرایندهای چندمتغیره مثل *PCA* ، *PLS* را توصیف کردند و به طور موفقیت‌آمیز این روش‌ها را در سیستم تخمیر بسته‌ای به کار بردند.

کاماچو[2] و همکاران(۲۰۰۹) نشان دادند که بهترین روش در پایش حین ساخت فرایند بسته-ای بر اساس مدل *PCA* صورت می‌گیرد و اهمیت ساختار این مدل را بیان کردند.

۱-۵-مفاهیم و واژگان اختصاصی طرح

الف) کنترل آماری فرایند: کلیه فعالیت‌هایی که از طریق به کارگیری اصول و فنون آماری برای حفظ دستاوردهای مراحل قبل از ساخت در مرحله تولید انجام می گیرد، کنترل آماری فرایند نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، کنترل آماری فرایند یک متدولوژی آماری برای پایش یک فرایند، به منظور تشخیص علل ویژه تغییرپذیری و دادن هشدارهای لازم به منظور انجام عملیات تصحیحی است که بر پایه نمودارهای کنترل می‌باشد.

ب) نمودارهای کنترل: نمودارهای کنترل که از ابزار کنترل آماری فرایند می‌باشند، تغییرپذیری توزیع یک یا چند مشخصه کیفیت را ثبت نموده و تصویری از چگونگی تغییرپذیری در فرایند را در طول زمان در رابطه با آن مشخصه‌ی کیفیت ارائه می‌دهند.

پ) تغییرپذیری: از نظر شوهارت، تغییرپذیری موجود در متغیر پاسخ سامانه(محصول، فرایند و خدمات) که ممکن است ناشی از عوامل قابل کنترل یا غیر قابل کنترل باشد، به دو دسته به نام‌های علل غیر تصادفی(که جزو طبیعت فرایند نبوده و قابل کنترل هستند) و علل تصادفی

[1]. *Lennux*
[2]. *Camacho*