بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی صنایع

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی صنایع-صنایع

روشی هوشمند برای تشخیص الگو در نمودارهای کنترل

استاد راهنما:

دکتر محمدصالح اولیاء

استاد مشاور:

دکتر محمدتقی صادقی

پژوهش و نگارش:

حسین طرف‌دار

مهرماه ۱۳۹۳

چکیده

کنترل و نظارت بر فرآیندها یکی از وظایف مهم در کنترل کیفیت آماری به حساب می‌آید و نمودارهـای کنترل بـه عنوان یکی از ابزار مهم در کنترل کیفیت آماری نقش بســـزایی در کنترل فرآیند حین تولید دارد. البته باید به این نکته توجه شـــود که نمودارهای کنترل، فرآیند را کنترل نمی‌کنند بلکه ابزاری برای سنجش فرآیند به شمار می‌آیند که فرآیند تحت کنترل است یا خیر. با توجـه بـه عـدم توانـایی نمودارهای کنترل برای هشـــدار هنگام وجود الگوهای غیرطبیعی در این نمودارها، امروزه تشـــخیص خودکار این الگوها در نمودارهای کنترل در فرآیندهای تولیدی اهمیت فراوانی یافته اســـت. در این پژوهش، مدل پیشـــنهادی با توجه به چارچوب ســـه ماژولی ســـامانه تشخیص الگو که شامل ماژول‌های پیش‌پردازش داده‌ها، استخراج ویژگی و طبقه‌بندی است، شکل گرفته اســـت. اســـتفاده از روش تجزیه به مدهای تجربی (EMD)، به منظور اســـتخراج ویژگی از ســـیگنال‌های نمودار کنترل در این پژوهش مدنظر قرار گرفته اســـت. EMD به عنوان ابزاری برای تجزیه سیگنال به مؤلفه‌های سازنده‌ی آن‌ها و با توجه به این نکته که درحوزه‌ی زمان باقی می‌ماند، ابزاری مفید برای تجزیه سیگنال در نمودارهای کنترل پیشنهاد شده است. مدل پیشنهادی با توجه به نوع استفاده از EMD، شامل دو رویکرد است. در رویکرد نخست از EMD به عنوان ابزاری برای اســتخراج ویژگی اســتفاده شــده است، به این صورت که آخرین IMF استخراجی به عنوان ویژگی اســتخراج شــده از سیگنال اصلی در نظر گرفته شده است. هم‌چنین در این رویکرد از باقی‌مانده به دست آمده از سیگنال اصلی پس از اعمال EMD، به عنوان سیگنالی برای استخراج ویژگی استفاده شــده اســت. در رویکرد دوم از EMD به عنوان ابزاری برای فیلترینگ سیگنال‌های کنترل استفاده شــده که در نهایت دو IMF نخســت از ســیگنال اصــلی حذف شده و سیگنال فیلتر شده به عنوان ویژگی در نظر گرفته شده است. در ماژول طبقه‌بندی از ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی چند لایه اســتفاده شــده اســت در نهایت پس از ارزیابی عملکرد ســیستم، صحت تشخیصی برابر با ۹۲/۵۲ درصد برای رویکرد اول و ۹۹/۸۷۵ درصد برای رویکرد دوم حاصل شده که نشان از کارایی بالای سیستم پیشنهادی دارد.

کلمــات کلیــدی: نمودارهای کنترل، الگو، اســـتخراج ویژگی، تجزیه به مدهای تجربی (EMD)، ماشین بردار پشتیبان (SVM)، شبکه‌های عصبی چند لایه (MLP)

فهرست مطالب

عنوان‌ها **شماره صفحه**

۱ مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تعریف و اهمیت موضوع ۲

۱-۳ هدف تحقیق ۴

۱-۴ ساختار پایان‌نامه ۵

۲ مروری بر ادبیات ۷

۲-۱ مقدمه ۸

۲-۲ کیفیت ۸

۲-۳ کنترل کیفیت آماری ۱۰

۲-۳-۱ نمودارهای کنترل ۱۲

۲-۳-۱-۱ الگوها در نمودارهای کنترل ۱۳

۲-۳-۱-۲ قوانین حساس سازی ۱۵

۲-۳-۱-۳ روش‌های شناسایی الگو ۲۰

۲-۴ روش‌های مبتنی بر سیستم‌های خبره ۲۱

۲-۵ روش‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی ۲۳

۲-۶ مروری بر زمینه‌های تشخیص الگو و کارهای انجام شده در حوزه CCPR ۲۶

۲-۶-۱ تشخیص الگو و طبقه‌بندی در زمینه‌های مختلف ۲۶

۲-۶-۲ روش‌های شناسایی الگو در نمودارهای کنترل ۲۹

۲-۶-۲-۱ روش‌های مبتنی بر سیستم‌های خبره ۲۹
۲-۶-۲-۲ روش‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی ۳۳
۲-۶-۲-۳ مدل‌های ترکیبی ۴۵
۲-۷ خلاصه فصل ۴۸
۳ تجزیه به مدهای تجربی (EMD) ۴۹
۳-۱ مقدمه ۵۰
۳-۲ مراحل اجرای الگوریتم EMD ۵۱
۳-۳ خصوصیات الگوریتم EMD ۵۸
۳-۴ مزایا و مشکلات اصلی اجرای الگوریتم EMD ۶۰
۳-۵ مروری بر کارهای انجام شده در حوزه‌ی EMD ۶۱
۳-۶ خلاصه فصل ۶۳
۴ روش تحقیق ۶۵
۴-۱ مقدمه ۶۶
۴-۲ شبکه‌های عصبی ۶۶
۴-۲-۱ مدل نورون با یک ورودی ۶۶
۴-۲-۲ توابع انتقال ۶۷
۴-۲-۳ نورون با یک بردار به عنوان ورودی ۷۰
۴-۲-۴ معماری شبکه‌های عصبی ۷۱
۴-۲-۵ شبکه‌های چند لایه ۷۲
۴-۲-۶ شبکه‌های عصبی پرسپترون ۷۴

۴-۲-۶-۱ قواعد یادگیری ۷۵
۴-۲-۶-۲ معماری پرسپترون ۷۵
۴-۲-۶-۳ نورون پرسپترون ۷۶
۴-۳ ماشین بردار پشتیبان SVM ۷۷
۴-۳-۱ ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی دوتایی ۷۹
۴-۳-۲ آموزش همراه با نویز: حاشیه‌های نرم ۸۳
۴-۳-۳ طبقه‌بندی چند کلاسه ۸۴
۴-۳-۴ مزایای ماشین بردار پشتیبان ۸۵
۴-۳-۵ معایب ماشین بردار پشتیبان ۸۶
۴-۴ مدل پیشنهادی ۸۶
۴-۴-۱ ساختار دو فازی سامانه طبقه‌بندی ۸۷
۴-۴-۲ تولید الگوها ۸۷
۴-۴-۳ نحوه نمایش الگوها ۸۹
۴-۴-۴ شاخص‌های عملکردی ۸۹
۴-۴-۵ ویژگی‌های استخراج شده ۹۰
۴-۴-۶ ساختار مدل پیشنهادی ۹۲
۴-۴-۶-۱ EMD به عنوان تکنیک استخراج ویژگی ۹۲
۴-۴-۶-۲ EMD به عنوان تکنیک فیلترینگ سیگنال ۹۳
۴-۵ خلاصه فصل ۹۶
۵ پیاده‌سازی و نتایج محاسباتی ۹۷

۵-۱ مقدمه ۹۸
۵-۲ الگوها ۹۸
۵-۳ رویکرد اول (استخراج ویژگی بوسیله‌ی EMD) ۹۹
۵-۴ رویکرد دوم (فیلترینگ سیگنال توسط EMD) ۱۰۹
۵-۵ مقایسه مدل پیشنهادی با سایر پژوهش‌ها ۱۱۴
۵-۶ خلاصه فصل ۱۱۵
۶ نتیجه‌گیری و کار برای آیندگان ۱۱۷
۶-۱ بحث و نتیجه‌گیری ۱۱۸
۶-۲ پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی ۱۲۰
فهرست منابع ۱۲۳
پیوست ۱۳۳

فهرست شکل‌ها

عنوان‌ها **شماره صفحه**

شکل (۲-۱): روند کنترل کیفیت آماری ۱۱

شکل (۲-۲): نمونه‌ای از نمودارهای کنترل پایه‌ای ۱۳

شکل (۲-۳): هشت الگوی پایه در نمودارهای کنترل کیفیت ۱۵

شکل (۲-۴): مناطق A، B و C در نمودارهای کنترل ۱۸

شکل (۲-۵): جداسازی دو طبقه داده ۲۶

شکل (۲-۶): فلوچارت الگوریتم ابتکاری ۳۳

شکل (۲-۷): مراحل تشخیص و طبقه‌بندی توسط مدل DPSOEN ۴۱

شکل (۳-۱): درونیابی بین ماکزیممها و مینیممهای مربوط به سیگنال اصلی ۵۲

شکل (۳-۲): بدست آوردن مولفه $\boldsymbol{h_1}$ با حذف $\boldsymbol{m_1}$ از سیگنال اصلی ۵۲

شکل (۳-۳): درونیابی بین ماکزیممها و مینیممهای مربوط به سیگنال $\boldsymbol{h_1}$ ۵۳

شکل (۳-۴): بدست آوردن مولفه $\boldsymbol{h_2}$ با حذف $\boldsymbol{m_2}$ از سیگنال اصلی ۵۳

شکل (۳-۵): فلوچارت مراحل اجرایی الگوریتم EMD ۵۷

شکل (۴-۱): نورون با یک ورودی ۶۷

شکل (۴-۲): تابع انتقال Hard limit ۶۸

شکل (۴-۳): تابع انتقال خطی ۶۹

شکل (۴-۴): تابع انتقال Log-sigmoid ۶۹

شکل (۴-۵): نمادی برای نمایش نورون ۷۰

شکل (۴-۶): نمادی دیگر برای نمایش نورون ۷۱

شکل (۴-۷): یک شبکه تک لایه با R ورودی و S نورون ۷۱

شکل (۴-۸): یک شبکه تک لایه با S نورون و R ورودی به شکل خلاصه ۷۲

شکل (۴-۹): یک شبکه ۳ لایه ۷۳

شکل (۴-۱۰): ساختار پرسپترون ۷۶
شکل (۴-۱۱): داده‌های آموزش در فضای ورودی ۷۸
شکل (۴-۱۲): ابرصفحه و حاشیه بین ابر صفحه‌ها ۸۰
شکل (۴-۱۳): نگاشت به فضای مناسب ۸۲
شکل (۴-۱۴): طبقه بندی با حاشیه نرم ۸۴
شکل (۴-۱۵): طبقه‌بندی چند کلاسه ۸۵
شکل (۴-۱۶): ساختار سه ماژولی سامانه تشخیص الگو ۸۶
شکل (۴-۱۷): ساختار دو فازی سامانه طبقه‌بندی ۸۷
شکل (۴-۱۸): ۶ الگوی اصلی در نمودارهای کنترل ۸۸
شکل (۴-۱۹): رویکرد پنجره متحرک ۹۰
شکل (۴-۲۰): قسمتی از نمودار کنترل ۹۱
شکل (۴-۲۱): فلوچارت مدل پیشنهادی در رویکرد اول ۹۴
شکل (۴-۲۲): فلوچارت مدل پیشنهادی در رویکرد دوم ۹۵
شکل (۵-۱): مقدار ویژگی اول (میانگین) ۱۰۰
شکل (۵-۲): مقدار ویژگی دوم (APML) ۱۰۱
شکل (۵-۳): IMFهای استخراجی از الگوی نرمال ۱۰۲
شکل (۵-۴): IMFهای استخراجی از الگوی سیکل ۱۰۲
شکل (۵-۵): IMFهای استخراجی از الگوی روند به بالا ۱۰۲
شکل (۵-۶): IMFهای استخراجی از روند به پایین ۱۰۳
شکل (۵-۷): IMFهای استخراجی از الگوی شیفت به بالا ۱۰۳
شکل (۵-۸): IMFهای استخراجی از الگوی شیفت به پایین ۱۰۳
شکل (۵-۹): ساختار و الگوریتم شبکهی عصبی پیشنهادی ۱۰۴
شکل (۵-۱۰): اعتبارسنجی تعداد پارامترهای لایه‌ی پنهان ۱۰۵

شکل (۵-۱۱): اعتبارسنجی نوع تابع کرنل برای SVM 1 و SVM 2 در رویکرد اول.....۱۰۷
شکل (۵-۱۲): اعتبارسنجی پارامتر تابع کرنلدر رویکرد اول.....۱۰۷
شکل (۵-۱۳): اعتبارسنجی مقدار پارامتر جریمه (C) در رویکرد اول ۱۰۸
شکل (۵-۱۴): مراحل حذف IMF از الگوی روند به بالا.....۱۱۰
شکل (۵-۱۵): مراحل حذف IMF از الگوی روند به پایین ۱۱۰
شکل (۵-۱۶): مراحل حذف IMF از الگوی شیفت به بالا ۱۱۱
شکل (۵-۱۷):مراحل حذف IMF از الگوی شیفت به پایین.....۱۱۱
شکل (۵-۱۸): اعتبارسنجی نوع تابع کرنل برای SVM 1 و SVM 2 در رویکرد دوم.....۱۱۲
شکل (۵-۱۹): اعتبارسنجی پارامتر تابع کرنل در رویکرد دوم ۱۱۲
شکل (۵-۲۰): اعتبارسنجی مقدار پارامتر جریمه (C) در رویکرد دوم ۱۱۳

فهرست جدول‌ها

عنوان‌ها **شماره صفحه**

جدول (۲-۱): ۸ آزمون استاندارد برای شناسایی الگوها در نمودار کنترل ۱۷

جدول (۲-۲): مقایسه بین سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی ۲۷

جدول (۲-۳): اثر پارامترهای آموزشی بر روی خطاهای نوع اول و دوم ۳۷

جدول (۲-۴): درصد صحت تشخیص برای شیفت‌های مختلف ۳۸

جدول (۲-۵): خلاصه‌ای از ادبیات موضوع ۴۷

جدول (۴-۱): انواع توابع کرنل ۸۲

جدول (۵-۱): میزان صحت تشخیص بدست آمده در رویکرد اول (حالت اول) ۱۰۸

جدول (۵-۲): میزان صحت تشخیص بدست آمده در رویکرد اول (حالت دوم) ۱۰۹

جدول (۵-۳): میزان صحت تشخیص بدست آمده در رویکرد دوم ۱۱۳

جدول (۵-۴): مقادیر صحت تشخیص بدست آمده پس از حذف IMFها ۱۱۳

جدول (۵-۵): مقایسه صحت تشخیص رویکردهای پیشنهادی با پژوهش‌های پیشین ۱۱۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

در سال‌های اخیر دلایل متفاوتی، نظیر بروز مشکل‌های اقتصادی و درک این واقعیت از طرف سازمان‌ها که بهبود کیفیت می‌تواند با کاهش هزینه‌ها و نه افزایش آن همراه باشد سبب گردیده که به مقوله کیفیت اهمیت داده شود.

از این رو با توجه گستردگی روش‌های آماری در کنترل کیفیت و اهمیت آن برای سازمان‌ها، کنترل کیفیت آماری به یک بخش مهم در سازمان‌ها تبدیل شده است. نمودارهای کنترل به عنوان ابزاری از کنترل کیفیت آماری که اطلاعات بدست آمده از فرآیند تولید را با حدود کنترل مقایسه کرده تا بتوان وضعیت تولید را از نظر کیفیت کنترل کند، نقشی اساسی در بهبود کیفیت فرآیندها دارد. وجود محدودیت‌ها در نمودارهای کنترل باعث کاهش تأثیرگذاری این ابزار در بهبود کیفیت خواهد داشت که در ادامه فصل به بررسی و ضرورت شناسایی این محدودیت‌ها و ارائه پیشنهاد پژوهشی برای رفع یکی از این محدودیت‌ها پرداخته می‌شود.

۱-۲ تعریف و اهمیت موضوع

در هر فرآیند تولید، همواره علاوه بر طراحی قوی و نگه‌داری مناسب، مقداری تغییرپذیری به صورت ذاتی وجود خواهد داشت که به چنین تغییرات ذاتی، انحرافات تصادفی گفته می‌شود و فرآیندهایی که تحت تأثیر چنین انحرافاتی عمل می‌کنند، فرآیندهای تحت کنترل آماری به شمار می‌آیند. به گونه‌ی دیگری از تغییرات که معمولاً بیان‌گر سطح غیرقابل قبولی برای عملکرد فرآیند محسوب می‌شوند، انحرافات با دلیل گفته می‌شوند که فرآیندهای تحت چنین انحرافاتی را فرآیند خارج از کنترل به حساب می‌آورند. نمودارهای کنترل فرآیند آماری[1] به عنوان یکی از روش‌های کنترل فرآیند آماری (SPC)[2] در حین تولید، برای پی بردن سریع به وجود انحرافات با دلیل یا تغییرات در فرآیند به شمار می‌روند [۱].

[1] Statistical Process Control Charts
[2] Statistical Process Control (SPC)

شـوارت[1] برای اولین بار اسـتفاده از نمودارهای کنترل که عموماً به‌عنوان نمودارهای شوارت شـناخته می‌شـوند را پیشـنهاد داد. اسـاسـاً هدف نمودارهای کنترل فرآیند آماری شـناسـایی سیگنال‌های خارج از کنترلی است که به دلیل وجود دلایل خاصی پایایی فرآیند را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با تهیه‌ی یک نشـان بصری از رفتار متغیرهای کیفیت، نشان داده می‌شوند. در حقیقت طرح نمودار شوارت این فرضیه را آزمون می‌کند که فرآیند هنوز تحت کنترل است یا خیر. قطعاً در کاربرد عملی که باید دلایل مشـکل شـناسـایی شـوند و تولید به نرخ عملی رضـایت‌بخش خودش برگردد، کافی نمی‌باشـد. به همین دلیل است که بررسی علل خارج از کنترل بودن و تثبیت مجدد فرآیند حلقه‌ی SPC را کامل می‌کند [۲].

از جمله محدودیت‌های موجود در نمودارهای کنترل کیفیت، می‌توان به عدم هشدار از سوی این نمودارها در هنگام وجود الگوهای خاص اشـــاره کرد که علاوه بر قرار نگرفتن فرآیند در حالت خارج از کنترل، تأثیر این الگوها بر روی کارایی فرآیند قابل مشاهده است.

تحقیق‌های قبلی در نمودارهای کنترل، عمدتاً مربوط به کشـــف شـــیفت‌ها در میانگین و/یا واریانس بوده اسـت. الگوهای زیاد دیگری ممکن اسـت در داده‌های فرآیند وجود داشـته باشـد که شـــرایط خارج از کنترل بودن را نشـــان بدهند. وقتی این الگوها رخ می‌دهند، تحلیل نمودارهای کنترل به یک مسئله‌ی تشخیص الگو تبدیل می‌شود که در واقع تشخیص الگوهای سیستماتیک یا غیر طبیعی در نمودار کنترل و نیز شناسایی دلیل این رفتار مطرح می‌شود.

یکی از عوامل مهم اثر بخشی در هنگام استفاده از نمودارهای کنترل، توانایی شناخت الگوها در این نمودارها می‌باشـد. بر طبق نظر شرکت وسترن الکتریک [۳]، ۱۵ نوع متداول الگوی نمودار کنترل(CCP)[2] وجود دارد که در بین این ۱۵ الگوی متداول، ۸ الگو به عنوان الگوهای پایه به شمار می‌آیند. مابقی CCPها، شـکل خاص یا ترکیبی از CCPهای پایه می‌باشند. از بین الگوهای موجود تنها الگوی نرمال، با این فرضـیه که فرآیند بدون انحرافات با دلیل عمل می‌کند، سـازگار اسـت و بقیه‌ی الگوها غیر طبیعی هسـتند. شـناسـایی الگوهای غیر طبیعی می‌تواند کشف فرآیند خارج از

[1] Shewhart
[2] Control Chart Pattern (CCP)

کنترل را ساده کرده و فرآیند جستجوی دلیل خطا را با کاهش دادن مجموعه عوامل محتملی که باید مورد بررسی قرار گیرند آسان کند. برای مثال الگوهای شیفت می‌توانند تغییرات در مواد، ماشین یا اپراتور را نشان دهند؛ در حالی که الگوهای روند و الگوهای سیکلی می‌توانند به ترتیب فرسایش ابزار و نوسان ولتاژ در منبع قدرت را نشان دهند [۴].

۱-۳ هدف تحقیق

تفسیر روند فرآیند و شناسایی الگوهای غیر طبیعی در نمودارهای کنترل[1]، می‌تواند نقش مهم و کلیدی در مراحل بعدی مهندسی فرآیند داشته باشد. در این راه، روش‌های مختلفی از جمله روش‌های مبتنی بر سیستم‌های تحلیلی و هوش مصنوعی وجود دارد که علی‌رغم برخورداری از نقاط قوت، هر یک از آن‌ها دارای نقاط ضعفی نیز هستند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: هشدارهای اشتباهی(خطای نوع اول) و عدم هشدار(خطای نوع دوم)، تشخیص غلط، نیاز سیستم به آموزش زمان‌بر، دشواری طراحی ساختار مناسب سیستم و فقدان امکان تفسیر نتایج ارائه شده توسط سیستم [۴].

با توجه به کمبودهای گفته شده در زمینه‌ی تشخیص الگو در نمودارهای کنترل کیفیت، تمرکز اصلی این پژوهش بر روی ارائه‌ی یک روش هوشمند برای تشخیص و تمایز الگوهای موجود در نمودارهای کنترل کیفیت، با درصد خطای کمتر نسبت به روش‌های ارائه شده است.

سامانه‌های تشخیص الگو به‌طور کلی شامل سه ماژول اصلی است که این ماژول‌ها به ترتیب عبارت‌اند از ماژول پردازش داده‌ها، ماژول استخراج ویژگی‌ها و ماژول طبقه‌بندی. در این پژوهش تمرکز اصلی بر روی ماژول استخراج ویژگی‌ها خواهد بود، با توجه به این امر که دو ماژول دیگر نیز مدنظر قرار گرفته می‌شوند.

با توجه به سوال‌های پژوهشی در نظر گرفته شده در این پژوهش که به شرح زیر می‌باشند:

۱. استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های پیشرفته‌تر استخراج ویژگی در مباحث بکار رفته

[1] Control Chart Pattern Recognition (CCPR)

در علوم دیگر تـا چه میزان باعث بهبود کیفیت عملکرد تشـــخیص الگو نمودارهای کنترل می‌باشد؟

۲. آیـا امکـان بهبود روش‌هـای موجود در بحث طبقه‌بندی الگو در نمودارهای کنترل وجود خواهد داشت؟

یکی از اهداف اصـلی در این پژوهش اسـتفاده از تکنیک‌های نوین و کارا در حوزه استخراج ویژگی در زمینه‌های متفاوت نسـبت به حوزه نمودارهای کنترل است که برای نخستین بار در این نمودارها و به منظور تشخیص الگو استفاده شود.

از کاربرد روش‌های هوشـمند تشخیص الگو در نمودارهای کنترل، توانایی تشخیص و تمایز سـریع و دقیق الگوهای غیر طبیعی در نمودارهای کنترل اسـت. به عنوان نقطه قوت دیگر این روش‌ها، می‌توان به توانایی بالای آن‌ها در شـناخت الگوهایی که در شـناسـایی و تمایز بین آن‌ها خطای بیشـتری وجود دارد اشـاره کرد که این افزایش دقت به معنای کاهش هزینه‌های ناشـی از الگوهای غیر طبیعی در صنایع و نیز در واحدهای خدماتی استفاده کننده از این نمودارها است.

۱-۴ ساختار پایان‌نامه

در ادامه در فصـل دوم به بررسی و مطالعه پژوهش‌های انجام شده در حوزه CCPR، معرفی مفـاهیم مربوطـه و تـاریخچـه‌ای از روش‌های بکار رفته پرداخته می‌شـود. معرفی روش تجزیه به مدهای تجربی به عنوان روشـی که برای اولین بار در حوزه CCPR اسـتفاده شـده در فصـل سوم صورت می‌گیرد. در فصل چهارم روش تحقیق و مفاهیم به کار برده شده از قبیل شبکه‌های عصبی و ماشـین بردار پشتیبان به صورت کامل تشریح می‌شود. محاسبات و نتایج عددی بدست آمده، در فصـل پنجم پایان‌نامه ذکر می‌شـود و نهایتاً در فصـل پنجم نتایج بدست آمده و همچنین پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده در قالب کار برای آیندگان بیان می‌شود.

فصل دوم

مروری بر ادبیات

۲-۱ مقدمه

تشـــخیص الگوی نمودار کنترل یک وظیفه مهم در کنترل فرآیند آماری به حســـاب می‌آید. الگوهای غیر عادی که در نمودارهای کنترل مشاهده می‌شوند، می‌توانند مربوط به انحرافات با دلیل مشخصی باشند که پایایی فرآیند را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به همین دلیل پژوهش‌های زیادی به منظور کشف الگوهای نمودارهای کنترل انجام شده‌اند.

در حوزه CCPR از رویکردهای تحلیلی و هوش مصـــنوعی به منظور طراحی ســـیســـتم‌های اتوماتیک بهره گرفته شـــده اســـت که در ادامه به تعریف مفاهیم پایه‌ای در این حوزه‌ها و بررســـی تکنیک‌های مختلف معرفی شده در حوزه CCPR پرداخته شده است.

۲-۲ کیفیت

برای کیفیـت می‌توان از دیـدگـاه‌هـای مختلف تعـاریف متفاوتی را در نظر گرفت. از دیدگاه تعالی، کیفیت نه ذهن است نه ماده، حتی اگر کیفیت را نتوانید تعریف کنید، کیفیت شناخته شده اســـت. از دیـدگاه مبتنی بر محصـــول، تفاوت در میزان کیفیت به تفاوت در میزان برخی از مواد تشـــکیل دهنده مورد نظر و یا ویژگی اســـت. از منظر دیدگاه مبتنی بر مصـــرف کننده، کیفیت به معنای ظرفیت، در برآوردن خواسته‌های مشتری است. کیفیت وسیله‌ی انطباق با الزامات، دیدگاهی از منظر مبتنی بر ســاخت است. از دیدگاه مبتنی بر ارزش، کیفیت درجه‌ای از تعالی در یک قیمت قابل قبول و کنترل تغییرات در یک سطح هزینه قابل قبول است [۵].

در دنیای مدرن و رقابتی کسب و کار امروز، کیفیت یک موضوع مهم به شمار می‌آید. همانند نظریه نسـبیت، کیفیت نیز به عنوان یک مفهوم نسبی بیان می‌شود و می‌تواند مفهوم‌های مختلفی را برای افراد متفاوت تداعی کند [۶].

در سال‌های اخیر افرادی از قبیل گاروین[1]، هنری[2] و گرین[3] پنج دیدگاه گسسته و مرتبط با

[1] Garvin
[2] Harvey
[3] Green

کیفیت را ارائه کرده‌اند که عبارت‌اند از [۶]:

- استثنائی[1]: این مفهوم شامل ۳ تغییر مرسوم، تعالی و استانداردها است.
- کمال[2]: تعریف مفهوم کمال بر روی فرآیند، با توجه به مشخصات مناسب تمرکز دارد و برای تبدیل ایده‌های سنتی کیفیت به مفهوم‌هایی که توسط هر شخصی قابل فهم باشد کاربرد دارد.
- تناسب هدف[3]: این مفهوم در رابطه با هدف تولید یک محصول و کیفیت آن است.
- ارزش برای پول[4]: این مفهوم بدین معناست که کیفیت با سطحی از ویژگی‌ها مقایسه شده که خود با هزینه‌ها رابطه‌ای مستقیم دارد.
- تحول آفرین[5]: هروی و گروین دیدگاه زیر را برای مفهوم تحول آفرین پیشنهاد کرده‌اند:

دیدگاه تحول کیفیت در مفهومی از تغییر کیفیت ریشه دارد، در واقع به معنی یک تغییر اساسی در شکل است. به طور مثال یخ به آب سپس در نهایت به بخار تبدیل می‌شود، البته اگر این تغییر شکل را تجربه افزایش درجه حرارت بدانیم. در حالی که تغییر در درجه حرارت را می‌توان اندازه‌گیری کرد تغییرات همراه با آن یک تغییر کیفی به حساب می‌آید.

در دیدگاه دیگر اگر بخواهیم کیفیت را به صورت یک رابطه ریاضی بیان کنیم به چنین تساوی خواهیم رسید [۷]:

خدمات و عملکرد آن/ طرز کار محصول =کیفیت

اکنون می‌توان با توجه به تعاریف در نظر گرفته شده برای مفهوم کیفیت، کنترل را در سطح پایین‌تری از این مفهوم قرار داد که با عنوان کنترل کیفیت[6] شناخته می‌شود.

کنترل کیفیت یک فرآیند است که سازمان برای بررسی سطح کیفی تمام عوامل درگیر در

[1] Exceptional
[2] Perfection
[3] Fitness for purpose
[4] Value for money
[5] Transformative
[6] Quality Control (QC)

تولید بکار می‌برد. این رویکرد تأکید بر سه جنبه دارد [۸]:

۱. عناصر از قبیل کنترل، مدیریت کار، عملکرد و یکپارچگی معیارها.

۲. صلاحیت مانند دانش، مهارت، تجربه و تحصیلات.

۳. عناصر نرم افزاری از قبیل کارکنان، صداقت، اعتماد به نفس، فرهنگ سازمانی، انگیزه، روحیه تیمی و روابط با کیفیت.

کنترل کیفیت بر آزمون محصول‌ها، برای کشف نواقص و گزارش به مدیریت که توانایی تأیید یا رد عرضه محصول را داراست، تأکید دارد. به منظور انجام چنین کنترلی در فرآیندها، در حوزه‌ی کنترل کیفیت آماری روش‌های قابل توجهی از قبیل، کنترل کیفیت جامع (TQC)[۱]، کنترل فرآیند آماری (SPC)[۲]، کنترل کیفیت شرکت گسترده (CWQC)[۳]، مدیریت کیفیت جامع (TQM)[۴] و شش سیگما[۵] وجود دارد که SPC به عنوان یکی از قدیمی‌ترین روش‌ها شناخته شده است [۸].

SQC برای اولین بار در سال ۱۹۲۰ میلادی مورد استفاده قرار گرفت [۸]. در واقع این رویکرد به استفاده از روش‌های آماری (به طور خاص نمودارهای کنترل و نمونه برای پذیرش) برای کنترل کیفیت تمرکز دارد که در ادامه به بررسی این رویکرد پرداخته شده است.

۲-۳ کنترل کیفیت آماری

کنترل کیفیت آماری مدرن در سال ۱۹۲۰ میلادی در ایالت متحده آمریکا، جایی که شرکت تلفنی بل تیمی را برای مواجهه با مشکل‌های موجود در زمینه تولیدات با حجم زیاد و کیفیت خوب با هدف سرعت بخشیدن به گسترش عملگرهای تلفنی تعیین کرد، شکل گرفت [۹]. گام‌های اصلی در روند کنترل کیفیت آماری در شکل (۲-۱) نشان داده شده است [۹].

کنترل فرآیند آماری را می‌توان مجموعه‌ای از ابزار کارا و قدرتمند در حل مشکل دانست که در ایجاد ثبات در فرآیند و کاهش تغییرپذیری در آن مفید واقع می‌شود [۹].

---

[1] Total Quality Control (TQC)
[2] Statistical Process Control (SPC)
[3] Company-wide Quality Control (CWQC)
[4] Total Quality Managment (TQM)
[5] Six Sigma