

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

توسعه روش‌هایی برای پایش پروفایل‌های خود همبسته مبتنی
بر الگوهای خطی تعمیم یافته

نگارش: مهدی کوشا

استاد راهنما: دکتر امیر حسین امیری

تابستان ۱۳۹۰

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 امکان پذیر می باشد.

صورت جلسه دفاع

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

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 بی دریغشان، 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.

چکیده

در بسیاری از مسائل کنترل فرآیند آماری، کیفیت محصول به جای اینکه به وسیله یک یا چند متغیر پاسخ توصیف شود به وسیله رابطه بین متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل بیان می‌شود. به این رابطه پروفایل گفته می‌شود. پروفایل‌ها به فراخور نوع رابطه بین متغیر پاسخ و متغیرهای مستقل به انواع مختلفی مانند پروفایل خطی ساده، خطی چندگانه، لجستیک و ... تقسیم می‌شوند.

در اکثر پژوهش‌های حوزه پایش پروفایل‌ها، مشاهدات متوالی درون یک پروفایل مستقل از یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند. این فرض نیز در بسیاری از مواقع مثلاً زمانی که فواصل بین نمونه‌گیری کوتاه باشد معتبر نیست. در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی در حوزه بررسی و در نظر گرفتن اثر خود همبستگی در پایش پروفایل‌هایی با متغیر پاسخ نرمال صورت پذیرفته است. لیکن بررسی‌های انجام شده نشان داد که تا کنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی اثر خود همبستگی و چگونگی رفع آن در پروفایل‌های لجستیک انجام نشده است. یه و همکاران (۲۰۰۹) ۵ روش بر مبنای آماره T^2 برای پایش پروفایل‌های لجستیک - که در آن متغیر پاسخ باینری است - در فاز ۱ کنترل فرآیند آماری با فرض استقلال مشاهدات از یکدیگر ارائه دادند. در این پایان نامه ابتدا اثر خود همبستگی با دو ساختار یکسان - که در آن ضرایب همبستگی بین تمام مشاهدات یکسان است - و خود برگشتی - که در آن ضریب همبستگی با افزایش فاصله دو نمونه به صورت توانی کاهش می‌یابد - روی پایش پروفایل‌های لجستیک نشان داده شده و سپس سه روش شامل روش تعدیل حد آستانه، روش مبتنی بر الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته و روش انتقال برای پایش پروفایل‌های لجستیک خود همبسته در فاز ۱ کنترل فرآیند آماری ارائه و عملکرد آن‌ها به کمک مثال عددی و شبیه‌سازی کامپیوتری تحت دو ساختار یکسان و خود برگشتی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

نتایج نشان می‌دهد که روش مبتنی بر الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته در ساختار خود همبستگی یکسان نتایج به مراتب بهتری را نسبت به روش تعدیل حد آستانه در شیفت‌های تدریجی و پله‌ای به دست می‌دهد. همچنین در ساختار خود همبستگی خود برگشتی روش انتقال در کشف شیفت‌های پله‌ای کوچک عملکرد بهتری نسبت به روش تعدیل حد آستانه دارد ولی در سایر شیفت‌های پله‌ای و تدریجی روش تعدیل حد آستانه عملکرد بهتری نسبت به روش انتقال از خود نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: پایش پروفایل‌ها، فاز ۱ کنترل فرآیند آماری، پروفایل لجستیک، الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۳	فصل اول - کلیات تحقیق
۴	۱-۱ تعریف مسئله و بیان موضوعات تحقیق
۵	۱-۲ مفروضات تحقیق
۵	۱-۳ کاربردهای تحقیق
۶	۱-۴ روش‌های گردآوری اطلاعات
۶	۱-۵ نحوه شبیه سازی
۶	۱-۶ ساختار پایان نامه
۷	۱-۷ نوآوری‌های پایان نامه
۸	فصل دوم - مرور ادبیات
۹	مقدمه
۹	۲-۱ فاز ۱ و ۲ نمودار کنترل
۱۰	۲-۲ پروفایل‌ها
۱۰	۲-۲-۱ انواع پروفایل
۱۰	۲-۲-۱-۱ پروفایل خطی ساده
۱۱	۲-۲-۱-۲ پروفایل خطی چندگانه
۱۱	۲-۲-۱-۳ پروفایل چند جمله‌ای
۱۱	۲-۲-۱-۴ پروفایل غیر خطی
۱۱	۲-۲-۱-۵ پروفایل موجی شکل
۱۲	۲-۲-۱-۶ پروفایل اسپلاین
۱۲	۲-۲-۱-۷ پروفایل مبتنی بر الگوهای خطی تعمیم یافته

۱۳	۲-۲-۲ تخمین پارامترهای پروفایل‌ها
۱۳	۲-۲-۳ کاربردها و دسته بندی مقالات پروفایل‌ها
۲۵	۲-۲-۴ پروفایل‌های خود همبسته
۲۵	۲-۲-۴-۱ تعریف همبستگی
۲۵	۲-۲-۴-۲ تعریف خود همبستگی
۲۶	۲-۲-۵ روش‌های پایش پروفایل‌های خود همبسته
۲۶	۲-۲-۵-۱ روش تغییر متغیر (Transformation)
۳۱	۲-۲-۵-۲ مدل‌های خطی مختلط (LMM)
۳۳	۲-۲-۵-۳ مدل‌های غیر خطی مختلط (NLMM)
۳۴	۲-۳ الگوهای خطی تعمیم یافته
۳۶	۲-۳-۱ توابع رابط
۳۷	۲-۳-۲ نحوه تخمین پارامتر در رگرسیون GLM
۴۰	۲-۳-۳ رگرسیون لجستیک
۴۲	۲-۳-۳-۱ تخمین پارامتر در رگرسیون لجستیک
۴۷	فصل سوم- روش‌های پیشنهادی
۴۸	مقدمه
۴۸	۳-۱ تعریف مسأله
۵۰	۳-۲ روش‌های پیشنهادی
۵۰	۳-۲-۱ روش تعدیل حد آستانه
۵۰	۳-۲-۲ روش مبتنی بر الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته
۵۱	۳-۲-۳ روش انتقال
۵۳	فصل چهارم- مثال عددی و شبیه سازی

مقدمه.....	۵۴
۴-۱ الگوریتم نورتا.....	۵۵
۴-۲ شیفت پله‌ای.....	۵۹
۴-۳ شیفت تدریجی.....	۶۰
۴-۴ اثر خود همبستگی در پایش پروفایل لجستیک.....	۶۱
۴-۵ روش تعدیل حد آستانه.....	۶۵
۴-۶ روش مبتنی بر الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته.....	۶۹
۴-۶-۱ دستور GLMER.....	۶۹
۴-۷ مقایسه عملکرد روش تعدیل حد آستانه و روش GLMM.....	۷۱
۴-۸ روش انتقال.....	۷۳
۴-۹ مقایسه عملکرد روش انتقال و روش تعدیل حد آستانه.....	۷۵
فصل پنجم- جمع بندی و نتیجه گیری.....	۷۹
مقدمه.....	۸۰
۵-۱ جمع بندی و نتیجه گیری.....	۸۰
۵-۲ پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی.....	۸۱
مراجع.....	۸۳
پیوست‌ها.....	۸۹
پیوست ۱- ماتریس‌های ورودی روش نورتا برای ساختارها و ضرایب مختلف خود همبستگی.....	۹۰
پیوست ۲- کد مربوط به روش GLMM در نرم افزار R.....	۹۳

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: پروفایل موجی شکل ۱۲
- شکل ۲-۲: پروفایل لجستیک ۱۳
- شکل ۲-۳: پروفایل مربوط به روند تجزیه قرص (تسانگ و همکاران، ۱۹۹۷) ۱۴
- شکل ۲-۴: نمودار ارائه شده توسط بوئینگ (۱۹۹۸) ۱۵
- شکل ۲-۵: پروفایل غیر خطی چگالی عمودی تخته‌های نئوپان بر حسب عمق (واکر و رایت، ۲۰۰۲) ۱۶
- شکل ۲-۶: پروفایل موجی شکل سیگنال‌های تناژ در فرآیند پرس‌کاری (جین و شی، ۱۹۹۹) ۱۶
- شکل ۲-۷: مقدار اسانس حل شده در یک لیتر آب در دماهای مختلف (واکر و رایت، ۲۰۰۰) ۱۷
- شکل ۲-۸: رابطه بین گشتاور و دور موتور (امیری و همکاران (۲۰۱۰)) ۲۱
- شکل ۲-۹: نحوه عملکرد تابع رابط لجیت ۴۱
- شکل ۳-۱: شکل کلی پروفایل لجستیک ۴۸
- شکل ۴-۱: اثر خود همبستگی در پایش پروفایل‌های لجستیک (ساختار خود همبستگی یکسان) ۶۲
- شکل ۴-۲: اثر خود همبستگی در پایش پروفایل‌های لجستیک (ساختار خود همبستگی خود برگشتی) ۶۴
- شکل ۴-۳: مقایسه عملکرد روش تعدیل حد آستانه (ساختار خود همبستگی یکسان) ۶۶
- شکل ۴-۴: عملکرد روش تعدیل حد آستانه (ساختار خود همبستگی خود برگشتی) ۶۸
- شکل ۴-۵: عملکرد روش GLMM در ضرایب مختلف خود همبستگی ۷۱
- شکل ۴-۶: مقایسه روش تعدیل حد آستانه و روش GLMM تحت شیفت پله‌ای ۷۲
- شکل ۴-۷: مقایسه روش تعدیل حد آستانه و روش GLMM تحت شیفت تدریجی ۷۳
- شکل ۴-۸: عملکرد روش انتقال ۷۵
- شکل ۴-۹: مقایسه روش تعدیل حد آستانه و روش انتقال تحت شیفت پله‌ای ۷۶
- شکل ۴-۱۰: مقایسه روش تعدیل حد آستانه و روش انتقال تحت شیفت تدریجی ۷۷

فهرست جداول

- جدول ۱-۲: مقالات چاپ شده در زمینه پایش پروفایل ۲۲
- جدول ۲-۲: مقالات چاپ شده در زمینه در نظر گرفتن اثر خود همبستگی در پروفایل ها ۲۶
- جدول ۳-۲: انواع توابع رابط ۳۷
- جدول ۱-۴: اثر خود همبستگی در پایش پروفایل لجستیک تحت شیفت پله‌ای (ساختار یکسان) ۶۱
- جدول ۲-۴: اثر خود همبستگی در پایش پروفایل لجستیک تحت شیفت تدریجی (ساختار یکسان) ۶۲
- جدول ۳-۴: اثر خود همبستگی در پایش پروفایل لجستیک تحت شیفت پله‌ای (ساختار خود برگشتی) ۶۳
- جدول ۴-۴: اثر خود همبستگی در پایش پروفایل لجستیک تحت شیفت تدریجی (ساختار خود برگشتی) ۶۳
- جدول ۵-۴: مقادیر میانگین و انحراف معیار تخمین‌های ضرایب (ساختار خود برگشتی) ۶۴
- جدول ۶-۴: نتایج روش تعدیل حد آستانه برای شیفت پله‌ای (ساختار یکسان) ۶۵
- جدول ۷-۴: نتایج روش تعدیل حد آستانه برای شیفت تدریجی (ساختار یکسان) ۶۶
- جدول ۸-۴: نتایج روش تعدیل حد آستانه برای شیفت پله‌ای (ساختار خود برگشتی) ۶۷
- جدول ۹-۴: نتایج روش تعدیل حد آستانه برای شیفت تدریجی (ساختار خود برگشتی) ۶۷
- جدول ۱۰-۴: میانگین و انحراف معیار برای ضرایب تخمین زده شده به روش تعدیل حد آستانه ۶۸
- جدول ۱۱-۴: نتایج روش GLMM تحت شیفت پله‌ای ۷۰
- جدول ۱۲-۴: نتایج روش GLMM تحت شیفت تدریجی ۷۰
- جدول ۱۳-۴: میانگین و انحراف معیار برای ضرایب تخمین زده شده به روش GLMM ۷۱
- جدول ۱۴-۴: نتایج روش انتقال در کشف شیفت پله‌ای ۷۴
- جدول ۱۵-۴: نتایج روش انتقال در کشف شیفت تدریجی ۷۴
- جدول ۱۶-۴: میانگین و انحراف معیار برای ضرایب تخمین زده شده به روش انتقال در شیفت پله‌ای ۷۵

علم کنترل کیفیت آماری دارای سابقه‌ای طولانی می‌باشد. این علم زمانی به وجود آمد که تولید شروع شد و رقابت در صنعت شکل گرفت. مشتریان شروع به مقایسه محصولات کردند و سعی کردند بهترین محصول را هم از نظر قیمت و هم از نظر کیفیت انتخاب کنند. در این زمان بود که صنایع به نوعی به کنترل کیفیت محصولات خود پرداختند و از آن مقطع تا به امروز توجه روز افزونی به این علم شد. در تاریخچه کنترل کیفیت ۴ دوره به نام‌های عصر کنترل کیفیت کارگری، عصر کنترل کیفیت سرپرستی، عصر کنترل کیفیت بازرسی و عصر کنترل کیفیت آماری وجود دارد. اولین کاربرد روش‌های آماری در شکل کنترل کیفیت نمودارهای کنترلی مدرنی بود که توسط شوهارت در سال ۱۹۲۴ مطرح شد. کنترل فرآیند آماری یک تکنیک آماری برای کاهش پراکندگی و در نتیجه بهبود کیفیت است. به عبارت دیگر هر روش آماری که برای کاهش پراکندگی در طول زمان طراحی می‌شود در حوزه علم کنترل فرآیند آماری قرار دارد (وودال و مونتگومری، ۱۹۹۹). ابزارهای اصلی کنترل فرآیند آماری شامل هیستوگرام، نمودار علت و معلول، نمودار پارتو، نمودار پراکندگی، نمودار تمرکز نقص‌ها، برگه کنترل و نمودار کنترل هستند (مونتگومری، ۲۰۰۵) که مهم‌ترین این ابزار نمودار کنترل می‌باشد. وودال و همکاران (۲۰۰۴) حوزه جدیدی را در علم کنترل فرآیند آماری معرفی کردند و کاربردهای زیادی از آن را در واحدهای صنعتی و خدماتی با مثال‌هایی معرفی کردند. آن‌ها در مقاله‌شان عنوان می‌کنند که گاهی به جای توصیف یک مشخصه کیفی به وسیله یک یا چند متغیر پاسخ، می‌توان عملکرد یک فرآیند را به وسیله رابطه بین متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل توصیف نمود. به این رابطه پروفایل گفته می‌شود.

از آن زمان تا کنون محققان بسیاری در سراسر دنیا و با سرعت زیادی به مطالعه و ارائه روش‌هایی برای پایش پروفایل‌ها پرداخته‌اند و امروزه این شاخه به عنوان یکی از جذاب‌ترین شاخه‌های علم کنترل فرآیند آماری مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است. وودال (۲۰۰۷) در مورد حوزه‌ها و خلأ‌های تحقیقاتی پایش پروفایل‌ها بحث نمود.

در بسیاری از کاربردهای پایش پروفایل‌ها همچون کالیبراسیون رابطه مذکور به وسیله یک پروفایل خطی توصیف می‌شود در حالی که در سایر کاربردها ممکن است به مدل‌های پیچیده‌تری نیاز باشد. یکی از انواع این مدل‌ها حالتی است که در آن متغیر پاسخ دارای توزیع برنولی (صفر و یک) باشد. به این نوع از پروفایل‌ها لجستیک گفته می‌شود. یه و همکاران (۲۰۰۹) ۵ روش مبتنی بر آماره T^2 را برای پایش پروفایل‌های لجستیک در فاز ۱ کنترل فرآیند آماری ارائه نمودند. فرض اساسی در تمام این روش‌ها استقلال مشاهدات متوالی درون یک پروفایل و در سطوح مختلف متغیر مستقل می‌باشد. فرض استقلال مشاهدات در موارد زیادی نقض می‌شود. به عنوان مثال زمانی که فواصل نمونه‌گیری کوتاه باشد. بررسی‌های انجام شده نشان داد که تا کنون هیچ تحقیقی در زمینه پایش پروفایل‌های لجستیک با در نظر گرفتن اثر خود همبستگی بین مشاهدات صورت نگرفته است. لذا با توجه به خلأ تحقیقاتی موجود، تصمیم گرفته شد تا در این پایان‌نامه روش‌هایی برای پایش پروفایل‌های لجستیک خود همبسته در فاز ۱ کنترل فرآیند آماری ارائه شود. در فصل اول پایان‌نامه، به تعریف مسأله و موضوعات اصلی تحقیق پرداخته می‌شود و مواردی مانند مفروضات تحقیق، روش گردآوری اطلاعات، روش‌های شبیه‌سازی و ... تبیین می‌گردد و سپس ساختار و نوآوری‌های پایان‌نامه ارائه می‌شود.

فصل اول
کلیات تحقیق

۱-۱ تعریف مسئله و بیان موضوعات تحقیق

در اکثر کاربردهای تولیدی کیفیت یک محصول به وسیله یک مشخصه کیفی تک متغیره یا چند متغیره کنترل می‌شود. در برخی دیگر از مسائل مانند کالیبراسیون نیاز است تا رابطه بین متغیر پاسخ و متغیر یا متغیرهای کنترلی در طول زمان کنترل شوند. به رابطه بین متغیر پاسخ و متغیرهای کنترلی که باید در طول زمان کنترل شود پروفایل^۱ گفته می‌شود.

پروفایل‌ها بر اساس نوع رابطه بین متغیر پاسخ و متغیرهای کنترلی به انواع مختلفی از جمله پروفایل‌های خطی ساده، پروفایل‌های خطی چندگانه، پروفایل‌های چند جمله‌ای و ... تقسیم می‌شوند. در اکثر مطالعات صورت گرفته و روش‌های ارائه شده برای پایش پروفایل‌ها فرض بر نرمال بودن توزیع متغیر پاسخ است در حالیکه این فرض در بسیاری از مسائل معتبر نیست. به عنوان نمونه زمانی که فرآیندی دارای متغیر پاسخ باینری باشد، به هیچ عنوان نمی‌توان این متغیر را با توزیع نرمال تقریب زد زیرا در این صورت خطای تحلیل بسیار زیاد خواهد شد. در این حالت نیاز است تا نوع دیگری از پروفایل‌ها مورد بررسی قرار گیرند که به آن‌ها پروفایل‌های مبتنی بر الگوهای خطی تعمیم یافته گفته می‌شود. این دسته از پروفایل‌ها در مواردی که توزیع متغیر پاسخ از خانواده توزیع نمایی شامل توزیع‌های دو جمله‌ای، نمایی، پواسون، گاما و... باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از انواع این پروفایل‌ها، پروفایل‌های لجستیک^۲ هستند که در آن‌ها توزیع متغیر پاسخ باینری است.

از سوی دیگر در اکثر مطالعات حوزه پایش پروفایل‌ها، یکی از مفروضات اساسی استقلال مشاهدات سطوح مختلف یک پروفایل است. این فرض نیز در بسیاری از موارد نقض می‌شود. به عنوان مثال در مواردی که نمونه‌های متوالی در فواصل

¹ Profile

² Logistic profiles

زمانی کوتاهی نسبت به هم انتخاب می‌شوند. در چنین شرایطی اصطلاحاً بین مشاهدات متوالی خود همبستگی وجود دارد و در نظر نگرفتن این خود همبستگی باعث به وجود آمدن خطا در محاسبات و تحلیل‌های آماری می‌شود. در این پایان نامه سه روش شامل روش تعدیل حد آستانه^۱، روش مبتنی بر الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته^۲ و روش انتقال^۳ برای در نظر گرفتن و برطرف نمودن اثر خود همبستگی در پایش پروفایل‌های لجستیک در فاز ۱ کنترل فرآیند آماری ارائه می‌شود و در ادامه عملکرد این روش‌ها بر اساس معیار توان نمودار کنترل (احتمال کشف شیفت) در شیفت‌های پله‌ای و تدریجی به وسیله شبیه سازی مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرد.

۲-۱ مفروضات تحقیق

۱- عملکرد فرآیند به وسیله یک رابطه لجستیک بین متغیر پاسخ (Y) و متغیر کنترلی (X) توصیف می‌شود.

$$2- \text{رابطه لجستیک مورد استفاده، به صورت } y = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}} \text{ است.}$$

۳- مقادیری که متغیر تصادفی X اختیار می‌کند مقادیری ثابت و معلوم هستند.

۴- بین مشاهدات متوالی درون یک پروفایل خود همبستگی وجود دارد.

۳-۱ کاربردهای تحقیق

این پایان نامه می‌تواند مرجعی مناسب برای کسانی باشد که قصد مطالعه در خصوص کنترل فرآیند آماری و به خصوص پایش پروفایل‌ها را دارند. همچنین در این پایان نامه مباحث مربوط به پروفایل‌های مبتنی بر الگوهای خطی تعمیم یافته و به ویژه پروفایل لجستیک کاملاً توضیح داده شده است.

از دیدگاه کاربردی نیز خدمات و صنایعی که فرآیند آن‌ها دارای پاسخ باینری است و همچنین بین نمونه‌های متوالی خود همبستگی وجود دارد مانند صنایع کشاورزی، بیمارستان‌ها و ... می‌توانند از روش‌های ارائه شده در این پایان نامه برای بهبود عملکرد فرآیندهایشان استفاده نمایند.

¹ Upper Control Limit (UCL) modification method

² Generalized Linear Mixed Model (GLMM) based method

³ Transition method

۴-۱ روش‌های گردآوری اطلاعات

روش‌های جمع‌آوری اطلاعات شامل جستجو در سایت‌های اینترنتی معتبر علمی، مطالعه مقالات و کتاب‌ها و مشاوره با استاد راهنما و استفاده از تجربیات و پژوهش‌های ایشان است. همچنین مشاوره با اساتید این حوزه با نظارت و مشورت استاد راهنما کمک زیادی در گردآوری اطلاعات نموده است.

۵-۱ نحوه شبیه‌سازی

شبیه‌سازی‌های صورت گرفته در این پایان‌نامه با استفاده از نرم‌افزار محاسباتی متلب (MATLAB R2009a) و نرم‌افزار آماری (R(R 2.12.1) انجام شده است.

۶-۱ ساختار پایان‌نامه

در فصل دوم پایان‌نامه به تشریح کامل و مرور ادبیات پایش پروفایل‌ها پرداخته می‌شود و روش‌های موجود در ادبیات موضوع برای پایش پروفایل‌های خود همبسته به طور کامل تشریح می‌شود. همچنین در این فصل به مفاهیم الگوهای خطی تعمیم یافته و به خصوص الگوی رگرسیون لجستیک اشاره می‌شود.

در فصل سوم ابتدا مسئله اصلی پایان‌نامه بیان شده و مدل‌سازی آن ارائه شده است. سپس روش‌های پیشنهادی شامل روش تعدیل حد کنترل با استفاده از تغییر حد آستانه برای کاهش خطای نوع I - که در اثر خود همبستگی متورم شده است - به عنوان نخستین روش برای در نظر گرفتن اثر خود همبستگی در فاز ۱ و همچنین روش مبتنی بر الگوهای مختلط تعمیم یافته تشریح می‌شود. سپس سومین روش ارائه شده در پایان‌نامه به نام روش انتقال تشریح خواهد شد.

در فصل چهارم ابتدا به نحوه استفاده از الگوریتم نور تا جهت تولید عدد بینم چند متغیره برای وارد کردن خود همبستگی در مدل اشاره می‌شود. در ادامه به ارائه مثال عددی و نشان دادن اثر خود همبستگی در پایش پروفایل‌های لجستیک با استفاده از بهترین روش ارائه شده توسط یه و همکاران (۲۰۰۹) پرداخته و حل آن به کمک شبیه‌سازی با به‌کارگیری روش‌های پیشنهادی شامل روش تعدیل حد آستانه، روش مبتنی بر الگوهای خطی مختلط تعمیم یافته و روش انتقال انجام می‌شود.

در پایان مقایسه عملکرد روش‌های مختلف در کشف مقادیر متفاوت شیف‌پله‌ای و تدریجی مورد بررسی قرار می‌گیرد. فصل پنجم به ارائه جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاداتی برای مطالعات آتی می‌پردازد.

۷-۱ نوآوری‌های پایان‌نامه

کلیه روش‌های ارائه شده در فصل سوم، شبیه‌سازی‌ها، جداول، نمودارها و مثال عددی فصل چهارم و کلیه ضمایم ارائه شده در این پایان‌نامه جزو نوآوری‌های مؤلف می‌باشند. تا کنون روشی برای پایش پروفایل‌های لجستیک خود همبسته و کاهش یا حذف اثر خود همبستگی بین مشاهدات در این دسته از پروفایل‌ها صورت نگرفته بود که روش‌های پیشنهادی در این پایان‌نامه جزء نوآوری‌های مؤلف محسوب می‌شود.

فصل دوم
مرور ادبیات