دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع- صنایع

# ارائه روش‌هایی برای پایش مشخصه‌های کیفی مبتنی بر الگوهای خطی تعمیم یافته در فرآیندهای چندمرحله‌ای

استاد راهنما : دکتر امیرحسین امیری

نگارش : علی عسگری

تابستان ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحیم

## 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.

تقدیم به

# پدر و مادر عزیزم

**همه 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 امکانپذیر است.**

# چکیده

در دنیای مدرن امروزی، بیشتر محصولات در طی مراحل مختلف به هم وابسته از فرآیند تولید می‌شوند و معمولاً تغییر در مشخصه کیفی در هریک از مراحل می‌تواند ناشی از تغییر در مشخصه‌های کیفی درمراحل قبل باشد. اما در بیشتر تحقیقاتی که در زمینه فرآیندهای چندمرحله‌ای انجام گرفته است، همیشه این فرض به چشم می‌خورد که مشخصه‌های کیفی در مراحل مختلف فرآیند و بخصوص مشخصه کیفی در مرحله آخر از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. اما در عمل همیشه اینطور نیست و ممکن است مشخصه‌های کیفی از توزیعی غیر نرمال پیروی کنند. در این شرایط یکی از روش‌های پرکاربرد و مناسب برای مشخصه‌های کیفی از خانواده توزیع‌های نمایی، روش الگوهای خطی تعمیم یافته می‌باشد. در همین راستا جرکپاپورن و همکاران (۲۰۰۳) روشی را برای پایش یک فرآیند دو مرحله‌ای با مشخصه کیفی خروجی گاما ارائه کردند. آنها برای برقراری ارتباط بین میانگین متغیر خروجی گاما و متغیر ورودی از تابع رابط لگاریتم استفاده کردند. در این پایان نامه با استفاده ترکیب روش تبدیل معکوس نورتا و الگوهای خطی تعمیم یافته به بهبود پایش اینگونه فرآیندها پرداخته‌ایم. همچنین اسکینر و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از نمودارهای مبتنی بر الگوهای خطی تعمیم یافته و تابع رابط لگاریتم به پایش مشخصه کیفی خروجی پواسون در یک فرآیند دو مرحله ای پرداختند. در همین راستا، در این پایان نامه، به منظور بهبود پایش اینگونه از فرآیندها از آماره استاندارد شده مقادیر باقیمانده استفاده شده است. همچنین به منظور بهبود هر چه بهتر اینگونه از فرآیندها، یک تابع رابط جدید برای متغیر خروجی پواسون ارائه شده است. از دیگر تحقیقات انجام شده در این پایان نامه ارائه یک تابع رابط جدید برای زمانی است که متغیر خروجی در یک فرآیند دو مرحله ای دارای توزیع دو جمله‌ای می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان از برتری بالای این تابع رابط نسبت به تابع رابط لجیت دارد.

کلمات کلیدی: فرآیندهای چندمرحله‌ای، خاصیت آبشاری، الگوهای خطی تعمیم یافته، تابع رابط لگاریتم ریشه دوم، نمودار انتخاب عامل انحراف، نمودارهای مبتنی بر مدل.

**مقدمه**

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. در بحث کنترل فرآیند آماری، دو نوع انحراف وجود دارد: انحرافات تصادفی[1] و انحرافات بادلیل[2]. انحرافات تصادفی جزء ذات فرآیند است و در اثر انباشته شدن مجموعه زیادی از انحرافات کوچک و غیر قابل اجتناب بوجود می آید. فرآیندی که فقط در حضور انحرافات تصادفی عمل کند را فرآیند تحت کنترل آماری می نامند. انحرافات با دلیل بیانگر سطح غیر قابل قبولی برای عملکرد فرآیند می باشند و قابل پیشگیری و اجتناب می‌باشند. فرآیندی که در حضور انحرافات با دلیل عمل می کند را فرآیند خارج از کنترل می نامند. اولین کاربرد روش‌های آماری در شکل کنترل کیفیت، نمودار 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. نمودار های کنترلی یکی از روشهای کنترل فرآیند در حین تولید است که برای کشف انحرافات بادلیل بکار گرفته می شوند.

---

[1] Common causes

[2] Assignable causes

بیشتر محصولاتی که امروزه تولید می شوند، حاصل مراحل مختلف به هم وابسته از فرآیند هستند. نمونه بارز از چنین فرآیندهایی، یک خط تولید است که در آن، اجزاء و قطعات محصول قبل از مونتاژ در مرحله آخر، از چندین مرحله می گذرند. به این گونه از فرآیندها، اصطلاحا فرآیندهای چندمرحله ای گفته می‌شود. در هریک از مراحل ممکن است یک یا چند مشخصه کیفی وجود داشته باشد. بنابراین برای رسیدن به کیفیت بهتر محصول نهایی، باید در هر مرحله از فرآیند، این مشخصه های کیفی مورد اندازه گیری وکنترل قرار گیرند. معمولا در فرآیندهای چندمرحله ای تغییر در مشخصه کیفی در هریک از مراحل می تواند ناشی از تغییر در مشخصه های کیفی در مراحل قبل باشد. در نتیجه کیفیت محصول نهایی نه تنها به عملکرد مرحله آخر بلکه به عملکرد مراحل قبل نیز بستگی دارد. این خصوصیت از فرآیندهای چندمرحله ای را خاصیت آبشاری می‌نامند. اولین بار ژنگ[1] (۱۹۸۰) به طراحی نموداری بنام نمودار انتخاب عامل انحراف[2] برای پایش مشخصه های کیفی در فرآیندهای چندمرحله ای پرداخت بعدها نیز خود او و محققان دیگر به بسط و گسترش این نمودارها پرداختند. در بیشتر تحقیقاتی که در زمینه فرآیندهای چندمرحله‌ای انجام گرفته است، همیشه این فرض به چشم می خورد که مشخصه های کیفی در مراحل مختلف فرآیند و بخصوص مشخصه کیفی در مرحله آخر از توزیع نرمال پیروی می کنند. اما در عمل همیشه اینطور نیست و ممکن است مشخصه های کیفی از توزیعی غیر نرمال همچون توزیع‌های دوجمله ای، پواسون، نمایی یا گاما (خانواده توزیعهای نمایی) پیروی کنند. در این شرایط تابع برازش رگرسیونی که برای توزیع نرمال استفاده می شود کاربرد و عملکرد خود را از دست می دهد و باید از روش‌های دیگری برای برازش خط رگرسیونی استفاده کرد. یکی از روش‌های پرکاربرد و مناسب برای مشخصه‌های کیفی از خانواده توزیع‌های نمایی، روش الگوهای خطی تعمیم یافته می‌باشد. در این روش از توابع رابط برای برقراری رابطه بین پارامتر مشخصه کیفی خروجی و مشخصه‌های کیفی مراحل قبل استفاده می شود.

---

[1] Zhang

[2] Cause Selecting Chart(CSC)

جرکپاپورن و همکاران (۲۰۰۳) و اسکینر و همکاران (۲۰۰۳)، در تحقیقات خود یک فرآیند دو مرحله ای را در نظر گرفته اند که مشخصه کیفی در مرحله دوم به ترتیب دارای توزیع گاما و پواسون است و برای برقراری ارتباط بین میانگین مشخصه کیفی مرحله دوم با مشخصه کیفی مرحله اول از تابع رابط لگاریتم استفاده کرده اند. همچنین یانگ و یه (۲۰۱۱) به پایش یک فرآیند دومرحله ای با مشخصه کیفی دوجمله ای در هر مرحله پرداختند و نشان دادند که نمودار انتخاب عامل انحراف عملکرد مناسبی برای پایش مشخصه کیفی مرحله دوم از خود نشان می دهد. در این پایان نامه هدف ارائه روش هایی برای بهبود فرآیندهای دومرحله ای با مشخصه های کیفی خروجی از نوع توزیع های گاما، نمایی و دوجمله ای است.

# فهرست

**فصل اول: کلیات** ..... ۱

۱-۱- تعریف مسأله و موضوع اصلی تحقیق ..... ۲

۱-۲- مفروضات تحقیق ..... ۳

۱-۳- کاربردهای تحقیق ..... ۴

۱-۴- روش‌های گردآوری اطلاعات ..... ۴

۱-۵- نحوه شبیه سازی ..... ۴

۱-۶- ساختار پایان نامه ..... ۵

۱-۷- نوآوری‌های پایان نامه ..... ۵

**فصل دوم: مرور ادبیات** ..... ۶

مقدمه ..... ۷

۲-۱- فرآیندهای چندمرحله ای با متغیر خروجی نرمال ..... ۸

۲-۱-۱- نمودار کنترل انتخاب عامل انحراف مرسوم ..... ۸

۲-۱-۱-۱- فرآیند دو مرحله ای با یک مشخصه کیفی در هر مرحله ..... ۱۰

۲-۱-۱-۲- فرآیند های دو مرحله ای با چندین مشخصه کیفی در مرحله اول ..... ۱۶

۲-۱-۱-۲-۱- نحوه تصمیم گیری ..... ۱۷

۲-۱-۱-۲-۲- حدود پیشگویی وید و وودال ..... ۱۸

۲-۱-۲- نمودارهای انتخاب عامل انحراف استوار ..... ۱۹

۲-۱-۲-۱- تکنیک رگرسیون استوار برای CSC ..... ۲۲

۲-۱-۲-۲- رویه پایش فرآیند در حالت استوار ..... ۲۳

۲-۱-۲-۳- شبیه سازی ..... ۲۴
۲-۱-۲-۳-۱- مقایسه عملکرد CSC استوار و CSC غیراستوار ..... ۲۵
۲-۱-۲-۴- نتیجه گیری ..... ۲۷
۲-۱-۳- تحقیقات دیگر انجام شده با فرض نرمال بودن متغیر پاسخ ..... ۲۸
۲-۱-۳-۱- معرفی نمودارهای کنترل رگرسیونی ..... ۲۸
۲-۱-۳-۲- نمودارهای کنترل مبتنی بر مدل ..... ۳۰
۲-۱-۳-۳- نمودارهای انتخاب عامل انحراف ..... ۳۶
۲-۲- فرآیندهای چندمرحله ای با متغیر خروجی غیرنرمال ..... ۴۰
۲-۲-۱- تحقیقات انجام شده در زمینه مدل های خطی تعمیم یافته غیر استوار ..... ۴۲
۲-۲-۲- مدل های خطی تعمیم یافته استوار ..... ۴۸
۲-۲-۲-۱- تخمین استوار برای مدل گاما بوسیله روش تخمین زننده M ..... ۴۸
۲-۲-۲-۲- آماره کنترل و رویه پایش فرآیند در حالت استوار ..... ۵۰
۲-۲-۲-۳- بررسی عملکرد نمودار استوار گاما ..... ۵۲
۲-۳- دسته بندی ادبیات موضوع و معرفی خلاء های تحقیقاتی ..... ۵۳
**فصل سوم: روش‌های پیشنهادی** ..... ۵۸
مقدمه ..... ۵۹
۳-۱- تعریف مساله ..... ۵۹
۳-۱-۱- مدل خطی تعمیم یافته ..... ۶۰
۳-۲- روش پیشنهادی ..... ۶۱
۳-۲-۱- فرآیند دو مرحله ای با متغیر خروجی پواسون ..... ۶۲
۳-۲-۱-۱- روش پیشنهادی ۱: آماره استاندارد شده مقادیر باقیمانده ..... ۶۳

۳-۲-۱-۲- روش پیشنهادی ۲ ..... ۶۵
۳-۲-۱-۲-۱- تابع رابط لگاریتم ریشه دوم ..... ۶۵
۳-۲-۱-۲-۲- نمودار کنترل پیشنهادی ..... ۶۶
۳-۲-۲- فرآیند دو مرحله ای با متغیر خروجی دوجمله ای ..... ۶۷
۳-۲-۲-۱- تابع رابط جدید پیشنهادی ..... ۶۹
۳-۲-۲-۲- آماره انحراف مقادیر باقیمانده ..... ۶۹
۳-۲-۲-۳- نمودار کنترل پیشنهادی ..... ۷۱
۳-۲-۳- فرآیند دو مرحله ای با متغیر خروجی گاما ..... ۷۲
**فصل چهارم: مثال‌های عددی و مطالعات شبیه سازی ..... ۷۶**
مقدمه ..... ۷۷
۴-۱- فرآیند دو مرحله ای با متغیر خروجی پواسون ..... ۷۷
۴-۱-۱- بررسی عملکرد آماره استاندارد شده مقادیر باقیمانده ..... ۷۷
۴-۱-۱-۱- تشریح مثال ..... ۷۷
۴-۱-۱-۲- مقایسه عملکرد دو نمودار در شرایط استفاده از تابع رابط لگاریتم ..... ۷۸
۴-۱-۱-۲-۱- تغییر در پارامتر $\beta_0$ ..... ۷۹
۴-۱-۱-۲-۲- تغییر در پارامتر $\beta_1$ ..... ۸۰
۴-۱-۱-۲-۳- بررسی تغییرات ایجاد شده در $E(X)$ ..... ۸۲
۴-۱-۱-۳- مقایسه عملکرد دو نمودار در شرایط استفاده از تابع رابط ریشه دوم ..... ۸۳
۴-۱-۱-۳-۱- تغییر در پارامتر $\beta_0$ ..... ۸۳
۴-۱-۱-۳-۲- تغییر در پارامتر $\beta_1$ ..... ۸۵
۴-۱-۱-۳-۳- تغییر در $E(X)$ ..... ۸۵

۴-۱-۱-۴- مثال موردی ..... ۸۹
۴-۱-۲- بررسی عملکرد تابع رابط لگاریتم ریشه دوم ..... ۹۴
۴-۱-۲-۱- مثال ۱ ..... ۹۴
۴-۱-۲-۱-۱- تغییر در $\beta_0$ ..... ۹۶
۴-۱-۲-۱-۲- تغییر در $\beta_1$ ..... ۹۶
۴-۱-۲-۱-۳- تغییرات غیر همجهت همزمان در $\beta_0$ و $\beta_1$ ..... ۹۷
۴-۱-۲-۱-۴- تغییر در $\mu_x$ ..... ۹۸
۴-۱-۲-۲- مثال ۲ ..... ۹۹
۴-۱-۲-۲-۱- تغییر در $\beta_0$ ..... ۹۹
۴-۱-۲-۲-۲- تغییر در $\beta_1$ ..... ۱۰۰
۴-۱-۲-۲-۳- تغییرات غیر همجهت همزمان در $\beta_0$ و $\beta_1$ ..... ۱۰۱
۴-۱-۲-۲-۴- تغییر در $\mu_x$ ..... ۱۰۱
۴-۲- فرآیند دو مرحله ای با متغیر خروجی دوجمله ای ..... ۱۰۳
۴-۲-۱- مقایسه و ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی ..... ۱۰۳
۴-۲-۱-۱- شبیه سازی ..... ۱۰۳
۴-۲-۱-۲- بررسی تغییرات ایجاد شده در پارامترهای مدل ( $\beta_0$ و $\beta_1$ ) ..... ۱۰۵
۴-۲-۱-۳- تغییر در $\mu_x$ ..... ۱۰۷
۴-۲-۱-۴- بررسی نمودار پیشنهادی تحت مقادیر مختلف $t$ در $p = \frac{\left(x^{T}\beta\right)^{t}}{1+\left(x^{T}\beta\right)^{t}}$ ..... ۱۰۸
۴-۲-۲- مقایسه بین تابع رابط پیشنهادی و تابع رابط لجیت ..... ۱۱۰

۴-۲-۲-۱- سناریو ۱ ..... ۱۱۳
۴-۲-۲-۲- سناریو ۲ ..... ۱۱۳
۴-۲-۲-۳- سناریو ۳ ..... ۱۱۴
۴-۲-۳- مقایسه بین مقادیر باقیمانده انحراف ($DR$) و مقادیر باقیمانده اصلی ..... ۱۱۵
۴-۲-۴- مثال ..... ۱۱۸
۴-۳- فرآیند دو مرحله ای با متغیر خروجی گاما ..... ۱۲۲
۴-۳-۱- بررسی عملکرد روش پیشنهادی ..... ۱۲۲
۴-۳-۱-۱- تشریح مثال ..... ۱۲۲
۴-۳-۱-۲- مقایسه عملکرد دو روش بوسیله شاخص متوسط طول دنباله ..... ۱۲۴
۴-۳-۱-۲-۱- تغییر در پارامتر $\beta_0$ ..... ۱۲۴
۴-۳-۱-۲-۲- تغییر در پارامتر $\beta_1$ ..... ۱۲۵
۴-۳-۱-۲-۳- بررسی تغییرات ایجاد شده در $\mathrm{E}(X)$ ..... ۱۲۶
**فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات آتی** ..... ۱۲۸
۵-۱- جمع بندی و نتیجه گیری ..... ۱۲۹
۵-۲- پیشنهادات برای مطالعات آتی ..... ۱۳۱
**مراجع و مآخذ** ..... ۱۳۲
**چکیده انگلیسی** ..... ۱۳۶

# فهرست اشکال


شکل ۲-۱- نمای شماتیک نمودارهای کنترل قدیمی ..... ۲۹

شکل ۲-۲- نمای شماتیک نمودارهای کنترل رگرسیونی ..... ۲۹

شکل ۲-۳- نمودار فراوانی تحقیقات انجام شده در زمینه فرآیندهای چندمرحله‌ای در دوره‌های مختلف ..... ۵۴

شکل ۲-۴- نمودار فراوانی تحقیقات انجام شده در حالت نرمال و غیرنرمال بودن مشخصه های کیفی خروجی ..... ۵۵

شکل ۳-۱- شمای کلی فرآیندهای دومرحله ای ..... ۶۰

شکل ۳-۲- نمودار احتمال تست نرمال $SR$ با در نظر گرفتن تابع رابط لگاریتم ریشه دوم ..... ۶۶

شکل ۴-۱- نمودار متوسط طول دنباله (ARL) برای تغییرات ایجاد شده در پارامتر $\beta_0$ ..... ۸۷

شکل ۴-۲- نمودار متوسط طول دنباله (ARL) برای تغییرات ایجاد شده در پارامتر $\beta_1$ ..... ۸۷

شکل ۴-۳- نمودار CSC برا ی پایش مقادیر باقیمانده استاندارد شده متغیر خروجی اول تحت تابع رابط لگاریتم... ۹۱

شکل ۴-۴- نمودار CSC برا ی پایش مقادیر باقیمانده استاندارد شده متغیر خروجی دوم تحت تابع رابط لگاریتم ... ۹۲

شکل ۴-۵- نمودار CSC برا ی پایش مقادیر باقیمانده استاندارد شده متغیر خروجی اول تحت تابع رابط ریشه دوم. ۹۲

شکل ۴-۶- نمودار CSC برا ی پایش مقادیر باقیمانده استاندارد شده متغیر خروجی دوم تحت تابع رابط ریشه دوم. ۹۴

شکل ۴-۷- نمودار $x$ در مقابل $p$ برای توابع رابط پیشنهادی و لجیت وقتی پارامترهای رگرسیونی به ترتیب ۱ و ۰/۵ هستند. ..... ۱۱۱

شکل ۴-۸- نمودار $x$ در مقابل $p$ برای توابع رابط پیشنهادی و لجیت وقتی پارامترهای رگرسیونی به ترتیب ۱ و ۰/۵- هستند. ..... ۱۱۲

شکل ۴-۹- نمودارعملکرد ARL نمودارهای کنترلی $DR$ و $R$ تحت تغییرات ایجاد شده در $\beta_0$ (محورهای افقی و عمودی به ترتیب نشان دهنده بزرگی تغییرات و مقدار ARL می باشند) ..... ۱۱۷

شکل ۴-۱۰- نمودارعملکرد ARL نمودارهای کنترلی $DR$ و $R$ تحت تغییرات ایجاد شده در $\beta_1$ (محورهای افقی و عمودی به ترتیب نشان دهنده بزرگی تغییرات و مقدار ARL می‌باشند) ..... ۱۱۷
شکل ۴-۱۱- نمودار کنترل مبتنی بر $DR$ برای پایش داده های ۱۵ تا ۲۵ برای مرحله دوم فرآیند ..... ۱۲۱
شکل ۴-۱۲- نمودار کنترل $np$ برای پایش داده های ۱۵ تا ۲۵ برای مرحله دوم فرآیند ..... ۱۲۱
شکل ۴-۱۳- نتیجه آزمون نرمال بودن متغیرهای تغییر فرم یافته ..... ۱۲۳

# فهرست جداول


جدول ۲-۱- قانون تصمیم‌گیری نهایی برای یک فرآیند دو مرحله ای با یک مشخصه کیفی در هر مرحله ..... ۱۵

جدول ۲-۲- قانون تصمیم‌گیری نهایی در فرآیند های دو مرحله ای با چندین مشخصه کیفی در مرحله اول ..... ۱۸

جدول ۲-۳- بررسی شاخص $ARL$ سه نوع نمودار CSC با وجود داده های پرت تولید شده با تغییرات$(d)$ مختلف ایجاد شده در میانگین داده ها $(n=۱۰۰۰)$. ..... ۲۱

جدول ۲-۴- توابع هدف و وزن برای تخمین زننده هابر ..... ۲۳

جدول ۲-۵- مقایسه بین CSC استوار و CSC غیراستوار برای برآورد $\sigma_Z$ ..... ۲۴

جدول ۲-۶- نتایج شبیه سازی برای تغییر از $\beta_۰$ به $\beta_۰+\gamma\sigma_y$ برای $d=۳$ ..... ۲۵

جدول ۲-۷- نتایج شبیه سازی برای تغییر از $\beta_۱$ به $\beta_۱+\gamma\sigma_y$ برای $d=۳$ ..... ۲۶

جدول ۲-۸- نتایج شبیه سازی دو نمودار انحراف باقیمانده ها $(r)$ و $C$ در حالت تک متغیر پاسخ ..... ۴۵

جدول ۲-۹- نتایج شبیه سازی دو نمودار انحراف باقیمانده ها برای دو متغیر با میانگین های یکسان ..... ۴۵

جدول ۲-۱۰- نتایج شبیه سازی دو نمودار انحراف باقیمانده ها برای دو متغیر با میانگین های متفاوت ..... ۴۶

جدول ۲-۱۱- مقایسه ای بین برآورد کننده مقیاس $\varphi(r)$ ..... ۵۱

جدول ۲-۱۲- دسته بندی مرور ادبیات در حالتی که مشخصه کیفی خروجی بصورت نرمال باشد. ..... ۵۶

جدول ۲-۱۳- دسته بندی مرور ادبیات در حالتی که مشخصه کیفی خروجی بصورت غیر نرمال می باشد. ..... ۵۶

جدول ۳-۱- انواع توابع رابط ..... ۶۱

جدول ۴-۱- نتایج شبیه سازی تحت تغییر $\beta_۰$ به $\beta_۰+\lambda$ ..... ۷۹

جدول ۴-۲- نتایج شبیه سازی تحت تغییر $\beta_۰$ به $\beta_۰-\lambda$ ..... ۸۰

جدول ۴-۳- نتایج حاصل از شبیه سازی برای تغییرات $\beta_۱$ به $\beta_۱-\gamma$ ..... ۸۱

جدول ۴-۴- نتایج حاصل از شبیه سازی تغییرات $\beta_۱$ به $\beta_۱+\gamma$ ..... ۸۱

جدول ۴-۵- نتایج شبیه سازی برای تغییر $E(X)$ به $E(X)+v$ ..... ۸۲
جدول ۴-۶- نتایج شبیه سازی برای تغییر $E(X)$ به $E(X)-v$ ..... ۸۳
جدول ۴-۷- نتایج شبیه سازی تحت تغییر $\beta_0$ به $\beta_0+\lambda$ ..... ۸۴
جدول ۴-۸- نتایج شبیه سازی تحت تغییر $\beta_0$ به $\beta_0-\lambda$ ..... ۸۴
جدول ۴-۹- نتایج شبیه سازی تغییرات $\beta_1$ به $\beta_1+\gamma$ ..... ۸۶
جدول ۴-۱۰- نتایج شبیه سازی تغییرات $\beta_1$ به $\beta_1-\gamma$ ..... ۸۶
جدول ۴-۱۱- نتایج شبیه سازی برای تغییر $E(X)$ به $E(X)+v$ ..... ۸۸
جدول ۴-۱۲- نتایج شبیه سازی برای تغییر $E(X)$ به $E(X)-v$ ..... ۸۸
جدول ۴-۱۳- پارامترهای تخمین زده شده برای داده های شبیه سازی ..... ۹۰
جدول ۴-۱۴- حدود کنترل شبیه سازی شده برای هریک از متغیرهای خروجی ..... ۹۰
جدول ۴-۱۵- مقادیر آماره استاندارد شده باقیمانده ها برای مثال موردی ..... ۹۳
جدول ۴-۱۶- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییر در $\beta_0$ در مثال ۱ ..... ۹۶
جدول ۴-۱۷- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییر در $\beta_1$ در مثال ۱ ..... ۹۷
جدول ۴-۱۸- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییرات همزمان در $\beta_0$ و $\beta_1$ در مثال ۱ ..... ۹۷
جدول ۴-۱۹- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییرات افزایشی و کاهشی در $\mu_x$ در مثال ۱ ..... ۹۸
جدول ۴-۲۰- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییر در $\beta_0$ در مثال ۲ ..... ۹۹
جدول ۴-۲۱- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییر در $\beta_1$ در مثال ۲ ..... ۱۰۰
جدول ۴-۲۲- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییرات همزمان در $\beta_0$ و $\beta_1$ در مثال ۲ ..... ۱۰۱
جدول ۴-۲۳- عملکرد ARL ( خطای استاندارد ARL) تحت تغییرات افزایشی و کاهشی در $\mu_x$ در مثال ۲ ..... ۱۰۲
جدول ۴-۲۴- شبیه سازی ARL برای تغییرات ایجاد شده در $\beta_0$ ..... ۱۰۵
جدول ۴-۲۵- شبیه سازی ARL برای تغییرات ایجاد شده در $\beta_1$ ..... ۱۰۶

جدول ۴-۲۶- شبیه سازی $ARL$ برای تغییرات نا همجهت ایجاد شده در $\beta_0$ و $\beta_1$ بطور همزمان ..... ۱۰۷
جدول ۴-۲۷- شبیه سازی ARL برای تغییر $\mu_x$ به $\mu_x \pm \nu$ ..... ۱۰۷
جدول ۴-۲۸- بررسی عملکرد شاخص ARL تحت تغییر پارامتر $\beta_0$ برای مقادیر مختلف $t$..... ۱۰۹
جدول ۴-۲۹- بررسی عملکرد شاخص ARL تحت تغییر پارامتر $\beta_1$ برای مقادیر مختلف $t$..... ۱۱۰
جدول ۴-۳۰- بررسی عملکرد شاخص ARL بر مبنای سناریو ۱ برای مقایسه توابع رابط پیشنهادی و لجیت..... ۱۱۳
جدول ۴-۳۱- بررسی عملکرد شاخص ARL بر مبنای سناریو ۲ برای مقایسه توابع رابط پیشنهادی و لجیت..... ۱۱۴
جدول ۴-۳۲- بررسی عملکرد شاخص ARL بر مبنای سناریو ۳ برای مقایسه توابع رابط پیشنهادی و لجیت در مواقعی که پارمتر $\beta_0$ تغییر می کند. ..... ۱۱۵
جدول ۴-۳۳- بررسی عملکرد شاخص ARL بر مبنای سناریو ۳ برای مقایسه توابع رابط پیشنهادی و لجیت در مواقعی که پارمتر $\beta_1$ تغییر می کند. ..... ۱۱۵
جدول ۴-۳۴- عملکرد شبیه سازی ARL بروی نمودارهای کنترلی $DR$ و $R$ در تغییرات افزایشی پارامترهای مدل ۱۱۶
جدول ۴-۳۵- عملکرد شبیه سازی ARL بروی نمودارهای کنترلی $DR$ و $R$ در تغییرات کاهشی پارامترهای مدل ۱۱۶
جدول ۴-۳۶- داده های مثال نقص رنگزنی ..... ۱۱۹
جدول ۴-۳۷- نتایج شبیه سازی تحت تغییر $\beta_0$ به $\beta_0 \pm \lambda$ ..... ۱۲۵
جدول ۴-۳۸- نتایج شبیه سازی تحت تغییر $\beta_1$ به $\beta_1 \pm \gamma$ ..... ۱۲۶
جدول ۴-۳۹- نتایج شبیه سازی برای تغییر $\mathrm{E}(X)$ به $\mathrm{E}(X) \pm \nu$ ..... ۱۲۷

# فصل اول

# کلیات