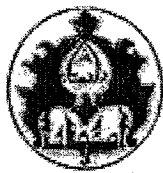


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه آمار

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی آمار گرایش اقتصادی- اجتماعی

مطالعه‌ی در نمودارهای کنترل میانگین موزون متحرک نمایی چند متغیره

استاد راهنما:
دکتر منوچهر خردمند نیا

استاد مشاور:
دکتر مجید اسدی

پژوهشگر:
سیما گیوچی

آذرماه ۱۳۸۷

کتابخانه اطلاع‌رسانی مرکز علمی پژوهشی
شمسیه درآرک

۱۳۸۸ / ۴ / ۶

۱۱۵۰۲۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات ، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه آمار

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی آمار گرایش اقتصادی_اجتماعی

خانم سیما گیوچی

تحت عنوان

مطالعه ای در چارت های کنترل کیفیت چند متغیره میانگین موزون متحرک نمائی

در تاریخ ۱۶/۹/۸۷ توسط هیأت داوران زیر بررسی با نمره ۱۸/۵۷ با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر منوچهر خردمند نیا با مرتبه علمی استادیار

۲- استاد مشاور دکتر مجید اسدی با مرتبه علمی دانشیار

۲- استاد داور داخل گروه دکتر محمد حسین علامت ساز با مرتبه علمی استاد

۳- استاد داور خارج از گروه دکتر مسعود یار محمدی با مرتبه علمی استادیار

امضاء

امضاء

امضاء

امضاء

امضای مدیر گروه

سپاسگزاری

با حمد و سپاس بی حد از خداوند متعال و آرزوی فرج وجود مقدس بقیه الله اعظم (عج) که به من توفیق اتمام این مقطع تحصیل را عطا کرد و مرا یاری نمود تا در این عرصه‌ی پهناور به درجانی هر چند ناچیز برسیم، بدین وسیله از کلیه‌ی اساتید، مسئولین و عزیزانی که از ابتدای تحصیلاتم زحماتی را متحمل شده‌اند و در این عرصه، تلاش و کوشش مستمر داشته‌اند بالاخص جناب آقای دکتر منوچهر خرد مند نیا، استاد راهنما، و جناب آقای دکتر مجید اسدی، استاد مشاور، همچنین جناب آقای دکتر محمد حسین علامت ساز و جناب آقای دکتر مسعود یار محمدی، داوران پایان نامه، اعضای محترم گروه آمار دانشگاه اصفهان، خانواده‌ی عزیز و مهربانم و در یک کلام کلیه‌ی عزیزانی که به هر نوعی همراهی و همکاری نموده‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را داشته و برای آنان در کلیه‌ی مراحل زندگی توفیق روز افزون از ایزد منان خواهانم.

برای آنان که

وقتی واژه شکل گرفت و اولین قدمم به دومین رسید،
من از لبخندشان زاده شدم.

صدای کلماتم به بلندای محبتشان نمی رسد
و قدمهایم تا اوج به محبتم به آنان می افزاید
زیرا هر اوجی نشانی از بودن آنان در کنار من است.

چکیده

موضوع این پایان نامه، مطالعه ای در نمودارهای کنترل میانگین موزون متحرک نمایی ($EWMA$) چند متغیره است. ویژگی بارز نمودارهای کنترل $EWMA$ قابلیت شناسایی تغییرات کوچک علاوه بر شناسایی تغییرات بزرگ می باشد. نمودارهای کنترل نوع شوهارت نظیر نمودار کنترل T^2 ی هتلینگ و $|S|$ فقط اطلاعات موجود در نمونه‌ی جدید را به کار می برند و لذا در مقابل تغییرات کوچک یا متوسط نسبتاً غیر حساس هستند. نمودارهای کنترل نوع $EWMA$ نه تنها اطلاعات موجود در نمونه‌ی جدید، بلکه اطلاعات موجود در نمونه‌های قبلی را نیز به نحوی مورد استفاده قرار می دهند و لذا در مقابل تغییرات کوچک دارای حساسیت بیشتری هستند.

هدف این پایان نامه معرفی برخی از جدیدترین نمودارهای کنترل $EWMA$ ، تشریح زیر بنای نظری این نمودارها، برخی قابلیت‌ها و نحوه‌ی عملکرد آنها با استفاده از مثال شبیه سازی شده است.

در فصل اول روش‌ها و مفاهیم مقدماتی که برای فصل‌های بعدی مورد نیازند، ارائه شده است. در فصل دوم نظریه‌های نرمال چند متغیره که پایه‌ی اصلی نمودارهای کنترل مورد بررسی در فصول ۳ و ۴ را تشکیل می دهند معرفی شده است. در فصل سوم مروری بر جدیدترین نمودارهای کنترل میانگین موزون متحرک نمایی چند متغیره انجام شده و عملکرد هر نمودار کنترل توسط یک مثال شبیه سازی نشان داده شده است.

در فصل چهارم نمودارهای کنترل چند متغیره‌ی $EWMA$ که بر اساس ایده‌ی تبدیل انتگرال احتمال هستند بررسی می شوند. ویژگی جالب توجه این نوع نمودارها این است که همه دارای حدود کنترل یکسان هستند و لذا امکان رسم نمودار کنترل بردار میانگین و ماتریس کوواریانس روی یک نمودار واحد وجود دارد. در فصل آخر مطالعات موردی و مباحث تکمیلی روی تمام نمودارهای کنترل معرفی شده، ارائه می شود. در این پایان نامه مثالهای شبیه سازی متعددی ارائه شده است. برای شبیه سازی داده‌ها از نرم افزار $MINITAB$ و $MATLAB$ استفاده کردیم ولی نمودارهای کنترل فقط بر اساس برنامه‌هایی که با $MATLAB$ نوشته ایم رسم شده اند.

کلید واژه‌ها: میانگین موزون متحرک نمایی، تبدیل انتگرال احتمال، کنترل توأم بردار میانگین و ماتریس کوواریانس، پیگیری تغییرات ماتریس کوواریانس، نمودار واحد

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول روش ها و مفاهیم مقدماتی

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	موضوع و هدف تحقیق	۲
۳-۱	اهمیت و کاربرد موضوع	۲
۴-۱	زمینه و تاریخچه‌ی موضوع	۲
۵-۱	گزیده‌ای از جبر ماتریس ها	۳
۱-۵-۱	ماتریس متعامد	۳
۲-۵-۱	ماتریس همعامل	۴
۳-۵-۱	معکوس ماتریس	۴
۴-۵-۱	دتر مینان	۵
۵-۵-۱	ترانهاده	۶
۶-۵-۱	اثر یک ماتریس	۶
۷-۵-۱	مقادیر ویژه و بردار های ویژه	۶
۸-۵-۱	قضیه تجزیه طیفی	۷
۹-۵-۱	حاصلضرب کرونکر	۷
۱۰-۵-۱	رتبه ماتریس	۸
۱۱-۵-۱	عملگرهای vec و $vech$	۸
۱۲-۵-۱	فرم های درجه‌ی دوم	۹
۶-۱	خواص پایه ای بردارها و ماتریس های تصادفی	۹
۷-۱	مفاهیم و روشهای اساسی در کنترل کیفیت آماری چند متغیره	۱۱
۱-۷-۱	نمودار کنترل خی دو	۱۲

۱۴	۲-۷-۱ نمودار کنترل T^2 ی هتلینگ
۱۶	۳-۷-۱ نمودار کنترل $ S $

فصل دوم نظریه های نرمال چند متغیره

۱۹	۱-۲ مقدمه
۲۰	۲-۲ توزیع نرمال چند متغیره
۲۱	۳-۲ ماتریس داده های نرمال
۲۱	۱-۳-۲ تبدیل AXB ماتریس تصادفی داده های نرمال
۲۳	۴-۲ توزیع ویشارت
۲۴	۱-۴-۲ استقلال ماتریس های ویشارت
۲۶	۵-۲ ماتریس های ویشارت افراز شده
۳۳	۶-۲ واریانس تعمیم یافته
۳۳	۱-۶-۲ توزیع دقیق $ S_U $
۳۵	۲-۶-۲ توزیع مجانبی $\ln S_U $
۳۶	۷-۲ توزیع T^2 ی هتلینگ
۳۸	۸-۲ نسبت درستنمایی برای آزمون فرض برابری ماتریس کوواریانس دو جامعه
۳۹	۹-۲ توزیع تبدیل انتگرال احتمال
۳۹	۱۰-۲ مباحث تکمیلی

فصل سوم مروری بر نمودار های کنترل $EWMA$ چند متغیره

۴۱	۱-۳ مقدمه
۴۲	۲-۳ نمودار کنترل $EWMA$ چند متغیره برای کنترل بردار میانگین (نمودار $MEWMA$)

۴۲	معرفی نمودار کنترل	۱-۲-۳
۴۴	مبانی نظری	۲-۲-۳
۴۴	مثال شبیه سازی	۳-۲-۳
۴۸	نمودار کنترل $EWMA$ چند متغیره مبتنی بر نسبت درست‌نمایی (نمودار $EWMLR$)	۳-۳
۴۹	معرفی نمودار کنترل	۱-۳-۳
۵۲	مبانی نظری	۲-۳-۳
۵۴	مثال شبیه سازی	۳-۳-۳
۵۸	نمودار کنترل $EWMA$ چند متغیره مبتنی بر فواصل اقلیدسی (نمودار $Max MEWMV$)	۴-۳
۵۸	معرفی نمودار کنترل	۱-۴-۳
۶۱	مبانی نظری	۲-۴-۳
۶۵	مثال شبیه سازی	۳-۴-۳

فصل چهارم نمودار های کنترل $EWMA$ مبتنی بر تبدیل انتگرال احتمال (PIT)

۷۰	مقدمه	۱-۴
۷۱	نمودار های کنترل فرایند میانگین یک متغیره مبتنی بر PIT	۲-۴
۷۲	نمودار های کنترل فرایند واریانس یک متغیره مبتنی بر PIT	۳-۴
۷۴	نمودار های کنترل فرایند میانگین چند متغیره مبتنی بر PIT	۴-۴
۷۵	نمودار های کنترل فرایند واریانس چند متغیره مبتنی بر PIT	۵-۴
۷۶	نمودار های کنترل نوع PIT مبتنی بر لگاریتم واریانس تعمیم یافته	۶-۴
۷۷	حدود کنترل نمودار های نوع PIT	۷-۴
۷۸	افزایش حساسیت نمودار های کنترل نوع PIT از طریق $EWMA$	۸-۴
۷۸	نمودار کنترل $EWMA$ فرایند میانگین یک متغیره مبتنی بر PIT	۱-۸-۴
۷۸	نمودار کنترل $EWMA$ فرایند واریانس یک متغیره مبتنی بر PIT	۲-۸-۴
۷۹	نمودار کنترل $EWMA$ فرایند میانگین چند متغیره مبتنی بر PIT (نمودار M)	۳-۸-۴
۷۹	نمودار کنترل $EWMA$ فرایند واریانس چند متغیره مبتنی بر PIT (نمودار V)	۴-۸-۴

۹-۴	حدود کنترل نمودار های کنترل $EWMA$ مبتنی بر PIT	۷۹
۱۰-۴	مبانی نظری	۸۱
۱۱-۴	جنبه های محاسباتی با $MATLAB$	۸۹
۱-۱۱-۴	تغییر در فرایند	۸۹
۲-۱۱-۴	مثال شبیه سازی نمودار کنترل M	۹۰
۳-۱۱-۴	مثال شبیه سازی نمودار کنترل V	۹۴
۴-۱۱-۴	کنترل توأم بردار میانگین و ماتریس کوواریانس روی یک نمودار واحد	۹۹

فصل پنجم مطالعات موردی و مباحث تکمیلی

۱-۵	مقدمه	۱۰۱
۲-۵	بررسی نمودار های کنترل بردار میانگین (نمودار M و نمودار $MEWMA$)	۱۰۲
۱-۲-۵	بررسی نمودار های کنترل بردار میانگین بر اساس مثال مونتگمری	۱۰۲
۲-۲-۵	بررسی نمودار های کنترل بردار میانگین بر اساس داده های آلت	۱۰۹
۳-۵	بررسی نمودار های کنترل ماتریس کوواریانس با یک تکرار شبیه سازی	۱۱۴
۱-۳-۵	بررسی نمودار کنترل $EWMLR$ برای داده های تولید شده	۱۲۳
۲-۳-۵	بررسی نمودار کنترل V برای داده های تولید شده	۱۲۴
۳-۳-۵	بررسی نمودار کنترل $ S $ برای داده های تولید شده	۱۲۵
۴-۳-۵	بررسی نمودار کنترل $MaxMEWMV$ برای داده های تولید شده	۱۲۶
۴-۵	بررسی نمودار های کنترل ماتریس کوواریانس با صد تکرار شبیه سازی	۱۲۷
۱-۴-۵	بررسی نوع آلودگی در نمودار کنترل $EWMLR$	۱۲۷
۲-۴-۵	بررسی نوع آلودگی در نمودار کنترل V	۱۲۸
۳-۴-۵	بررسی نوع آلودگی در نمودار کنترل $ S $	۱۲۹
۴-۴-۵	بررسی نوع آلودگی در نمودار کنترل $MaxMEWMV$	۱۳۰
۵-۵	بررسی تغییر تعداد زیر نمونه در برخی نمودار های کنترل ماتریس کوواریانس	۱۳۱

۱-۵-۵	بررسی تغییر تعداد زیر نمونه در نمودار کنترل $EWMLR$	۱۳۲
۲-۵-۵	بررسی تغییر تعداد زیر نمونه در نمودار کنترل V	۱۳۲
۳-۵-۵	بررسی تغییر تعداد زیر نمونه در نمودار کنترل $ S $	۱۳۳
۶-۵	بررسی تغییر ثابت هموارسازی در نمودار کنترل $MaxMEWMV$	۱۳۴
۷-۵	تجارب مقایسه نمودار های کنترل	۱۳۶
۸-۵	نتایج شبیه سازی منتخب	۱۳۷
۱-۸-۵	ارزیابی عملکرد نمودار کنترل $EWMLR$ از دید گاه یه و همکاران (۲۰۰۴)	۱۳۷
۲-۸-۵	ارزیابی عملکرد نمودار کنترل $MaxMEWMV$ از دید گاه یه و همکاران (۲۰۰۵)	۱۴۲
۱۵۰	منابع و مآخذ	

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان	
۴۵	نمودار کنترل $MEWMA$ و میانگین زیر نمونه های ۴ تایی دو متغیره	شکل ۱-۳
۴۶	۱۰۰ تکرار و میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MEWMA$	شکل ۲-۳
۵۵	نمودار کنترل $EWMLR$ و میانگین زیر نمونه های ۴ تایی دو متغیره	شکل ۳-۳
۵۵	۱۰۰ تکرار و میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $EWMLR$	شکل ۴-۳
۶۶	نمودار کنترل $MaxMEWMV$ و میانگین زیر نمونه های ۱ تایی دو متغیره	شکل ۵-۳
۶۶	۱۰۰ تکرار و میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MaxMEWMV$	شکل ۶-۳
۹۱	نمودار کنترل M و میانگین زیر نمونه های ۴ تایی دو متغیره	شکل ۱-۴
۹۱	۱۰۰ تکرار و میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل M	شکل ۲-۴
۹۶	نمودار کنترل V و میانگین زیر نمونه های ۴ تایی دو متغیره	شکل ۳-۴
۹۶	۱۰۰ تکرار و میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل V	شکل ۴-۴
۹۹	نمودار های کنترل M و V روی یک نمودار واحد	شکل ۵-۴
۱۰۰	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار های کنترل M و V روی یک نمودار واحد	شکل ۶-۴
۱۰۴	نمودار کنترل $MEWMA$ بر اساس مثال مونتگمری	شکل ۱-۵
۱۰۴	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MEWMA$ بر اساس مثال مونتگمری	شکل ۲-۵
۱۰۵	نمودار کنترل M بر اساس مثال مونتگمری	شکل ۳-۵
۱۰۵	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل M بر اساس مثال مونتگمری	شکل ۴-۵
۱۱۱	نمودار کنترل $MEWMA$ برای داده های آلت	شکل ۵-۵
۱۱۱	نمودار کنترل M برای داده های آلت	شکل ۶-۵
۱۱۷	نمودار میانگین گروه های ۴ تایی برای داده های جدول ۵-۵	شکل ۷-۵
۱۱۸	نمودار میانگین گروه های ۴ تایی برای داده های جدول ۶-۵	شکل ۸-۵
۱۱۹	نمودار میانگین گروه های ۴ تایی برای داده های جدول ۷-۵	شکل ۹-۵
۱۲۰	نمودار میانگین گروه های ۴ تایی برای داده های جدول ۸-۵	شکل ۱۰-۵
۱۲۱	نمودار میانگین گروه های ۴ تایی برای داده های جدول ۹-۵	شکل ۱۱-۵
۱۲۲	نمودار میانگین گروه های ۴ تایی برای داده های جدول ۱۰-۵	شکل ۱۲-۵

شکل ۵-۱۳	نمودار های کنترل $EWMLR$ بر اساس ۶ نوع داده	۱۲۳
شکل ۵-۱۴	نمودار های کنترل V بر اساس ۶ نوع داده	۱۲۴
شکل ۵-۱۵	نمودار های کنترل $ S $ بر اساس ۶ نوع داده	۱۲۵
شکل ۵-۱۶	نمودار های کنترل $MaxMEWMV$ بر اساس ۶ نوع داده	۱۲۶
شکل ۵-۱۷	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $EWMLR$ بر اساس ۶ نوع آلودگی	۱۲۷
شکل ۵-۱۸	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل V بر اساس ۶ نوع آلودگی	۱۲۸
شکل ۵-۱۹	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $ S $ بر اساس ۶ نوع آلودگی	۱۲۹
شکل ۵-۲۰	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $ S $ بدون حدود کنترل بر اساس آلودگی نوع (۲)	۱۳۰
شکل ۵-۲۱	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MaxMEWMV$ بر اساس ۶ نوع آلودگی	۱۳۱
شکل ۵-۲۲	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $EWMLR$ بر اساس تعداد زیر نمونه‌ی مختلف	۱۳۲
شکل ۵-۲۳	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل V بر اساس تعداد زیر نمونه‌ی مختلف	۱۳۳
شکل ۵-۲۴	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $ S $ بر اساس تعداد زیر نمونه‌ی مختلف	۱۳۴
شکل ۵-۲۵	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MaxMEWMV$ بر اساس ثابت های هموارسازی مختلف	۱۳۵

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۴۶	جدول ۱-۳ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی داخل کنترل (<i>MEWMA</i>)
۴۷	جدول ۲-۳ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی خارج کنترل (<i>MEWMA</i>)
۵۲	جدول ۳-۳ حد بالای کنترل نمودار کنترل <i>EWMLR</i>
۵۶	جدول ۴-۳ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی داخل کنترل (<i>EWMLR</i>)
۵۶	جدول ۵-۳ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی خارج کنترل (<i>EWMLR</i>)
۶۱	جدول ۶-۳ حد بالای کنترل نمودار کنترل <i>MaxMEWMV</i>
۶۷	جدول ۷-۳ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۱ تایی داخل کنترل (<i>MaxMEWMV</i>)
۶۷	جدول ۸-۳ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۱ تایی خارج کنترل (<i>MaxMEWMV</i>)
۸۰	جدول ۱-۴ مقادیر شبیه سازی شده‌ی L
۹۲	جدول ۲-۴ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی داخل کنترل (M)
۹۲	جدول ۳-۴ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی خارج کنترل (M)
۹۷	جدول ۴-۴ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی داخل کنترل (V)
۹۷	جدول ۵-۴ داده های ۱۵ زیر نمونه‌ی ۴ تایی خارج کنترل (V)
۱۰۶	جدول ۱-۵ داده های میانگین ۳۰ زیر نمونه‌ی ۷ تایی ۶ متغیره‌ی داخل کنترل
۱۰۶	جدول ۲-۵ داده های میانگین ۱۰ زیر نمونه‌ی ۷ تایی ۶ متغیره‌ی خارج کنترل
۱۱۰	جدول ۳-۵ خلاصه داده های شبیه سازی شده آلت و همکاران (۱۹۸۲)
۱۱۶	جدول ۴-۵ داده های ۳۰ زیر نمونه‌ی ۴ تایی (<i>phase I</i>)
۱۱۷	جدول ۵-۵ داده های تولید شده با آلودگی نوع (۱)
۱۱۸	جدول ۶-۵ داده های تولید شده با آلودگی نوع (۲)
۱۱۹	جدول ۷-۵ داده های تولید شده با آلودگی نوع (۳)
۱۲۰	جدول ۸-۵ داده های تولید شده با آلودگی نوع (۴)
۱۲۱	جدول ۹-۵ داده های تولید شده با آلودگی نوع (۵)
۱۲۲	جدول ۱۰-۵ داده های تولید شده با آلودگی نوع (۶)

جدول ۵-۱۱	مقادیر (ARL_1) در تجارب مقایسه نمودار های کنترل ماتریس کوواریانس	۱۳۶
جدول ۵-۱۲	مقادیر (ARL_1) در حالت افزایش واریانس اولین متغیر $(EWMLR)$	۱۳۸
جدول ۵-۱۳	مقادیر (ARL_1) در حالت افزایش واریانس هر دو متغیر $(EWMLR)$	۱۳۹
جدول ۵-۱۴	مقادیر (ARL_1) در حالت کاهش واریانس اولین متغیر $(EWMLR)$	۱۴۰
جدول ۵-۱۵	مقادیر (ARL_1) در حالت کاهش واریانس هر دو متغیر $(EWMLR)$	۱۴۱
جدول ۵-۱۶	مقادیر (ARL_1) در حالت ثابت بودن واریانس هر دو متغیر $(EWMLR)$	۱۴۲
جدول ۵-۱۷	مقادیر (ARL_1) در حالت افزایش واریانس یکی یا هر دو متغیر و $\rho = 0$ $(MaxMEWMV)$	۱۴۳
جدول ۵-۱۸	مقادیر (ARL_1) در حالت کاهش واریانس یکی یا هر دو متغیر به 0.75 و $\rho = 0$ $(MaxMEWMV)$	۱۴۴
جدول ۵-۱۹	مقادیر (ARL_1) در حالت افزایش ضریب همبستگی و ثابت بودن واریانس دو متغیر $(MaxMEWMV)$	۱۴۴
جدول ۵-۲۰	مقادیر (ARL_1) در حالت افزایش واریانس یکی یا هر دو متغیر و افزایش ضریب همبستگی $(MaxMEWMV)$	۱۴۶
جدول ۵-۲۱	مقادیر (ARL_1) در حالت کاهش واریانس یکی یا هر دو متغیر و افزایش ضریب همبستگی $(MaxMEWMV)$	۱۴۷
جدول ۵-۲۲	مقادیر (ARL_1) در حالت تغییر در بردار میانگین و ثابت بودن ماتریس کوواریانس $(MaxMEWMV)$	۱۴۷
جدول ۵-۲۳	مقادیر (ARL_1) در حالت تغییر در بردار میانگین و ماتریس کوواریانس $(MaxMEWMV)$	۱۴۸

فهرست بر نامه ها

صفحه	عنوان	
۴۷	نمودار کنترل $MEWMA$	برنامه ۱-۳
۴۸	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MEWMA$	برنامه ۲-۳
۵۷	نمودار کنترل $EWMLR$	برنامه ۳-۳
۵۸	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $EWMLR$	برنامه ۴-۳
۶۸	نمودار کنترل $MaxMEWMV$	برنامه ۵-۳
۶۸	تابع محاسبه و استاندارد سازی مربع فاصله‌ی ماهالانویس درایه های قطری	برنامه ۶-۳
۶۹	تابع محاسبه و استاندارد سازی مربع فاصله‌ی ماهالانویس درایه های غیرقطری	برنامه ۷-۳
۶۹	تابع شبیه سازی ماتریس داده های نرمال p متغیره	برنامه ۸-۳
۶۹	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل $MaxMEWMV$	برنامه ۹-۳
۹۳	نمودار کنترل M	برنامه ۱-۴
۹۴	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل M	برنامه ۲-۴
۹۸	نمودار کنترل V	برنامه ۳-۴
۹۹	میانگین ۱۰۰ تکرار از نمودار کنترل V	برنامه ۴-۴
۱۰۰	نمودار های کنترل M و V روی یک نمودار واحد	برنامه ۵-۴
۱۰۰	میانگین ۱۰۰ تکرار نمودار های کنترل M و V روی یک نمودار واحد	برنامه ۶-۴
۱۰۷	نمودار کنترل $MEWMA$ بر اساس مثال مونتگمری	برنامه ۱-۵
۱۰۸	میانگین ۱۰۰ تکرار نمودار کنترل $MEWMA$ بر اساس مثال مونتگمری	برنامه ۲-۵
۱۰۸	نمودار کنترل M بر اساس مثال مونتگمری	برنامه ۳-۵
۱۰۹	میانگین ۱۰۰ تکرار نمودار کنترل M بر اساس مثال مونتگمری	برنامه ۴-۵
۱۱۲	نمودار کنترل $MEWMA$ برای داده های آلت	برنامه ۵-۵
۱۱۳	نمودار کنترل M برای داده های آلت	برنامه ۶-۵

فصل اول

روش ها و مفاهیم مقدماتی

۱-۱ مقدمه

در این فصل موضوع و هدف تحقیق، اهمیت و کاربرد موضوع، زمینه و تاریخچه‌ی موضوع تحقیق، گزیده‌ای از جبر ماتریس‌ها، خواص پایه‌ای بردارها و ماتریس‌های تصادفی، مفاهیم و روشهای اساسی در کنترل کیفیت آماری چند متغیره و برخی نمودارهای کنترل چند متغیره‌ی استاندارد نوع شوهارت که در فصل‌های بعدی به آنها اشاره شده را ارائه می‌کنیم. از حروف بزرگ لاتین برای نمایش متغیر تصادفی و از بولد کردن حروف برای نمایش بردار استفاده کرده ایم.

۲-۱ موضوع و هدف تحقیق

موضوع این پایان نامه مطالعه ای در نمودار های کنترل میانگین موزون متحرک نمایی چند متغیره است. در این پایان نامه سعی شده است روش های جدید مرتبط با موضوع تحقیق مورد بحث قرار گیرند. هدف از این تحقیق، معرفی راهکار های جدیدی در شناسایی تغییرات کوچک (و نیز بزرگ) در بردار میانگین و ماتریس کوواریانس است که بعضاً می توانند نسبت به روش های قبلی مفید تر باشند. تأکید پایان نامه معرفی روش جدیدی مبتنی بر استفاده از تبدیل انتگرال احتمال می باشد.

۳-۱ اهمیت و کاربرد موضوع

این پایان نامه شامل مجموعه ای جامع از ایده های کلیدی مرتبط با نمودار های کنترل میانگین موزون متحرک نمایی^۱ (*EWMA*) چند متغیره است که می تواند کاربرد وسیعی در صنعت و بخش های کنترل کیفیت داشته باشد.

در بحث کیفیت صاحب نظران معتقدند که نمی توان کیفیت را صرفاً بوسیله ای انجام فعالیت های بازرسی و آزمون در محصول نهایی تضمین نمود. محصول از ابتدا باید درست تولید شود. این بدان معناست که فرایند تولید باید از ثبات مناسبی برخوردار باشد و کلیه ای افرادی که به گونه ای با فرایند تولید سروکار دارند (نظیر اپراتورها، مهندسان، پرسنل تضمین کیفیت و مدیریت) باید به طور مستمر سعی بر بهبود عملکرد فرایند و کاهش تغییر پذیری در پارامتر های کلیدی داشته باشند. کنترل فرایند آماری حین تولید، ابزار اصلی مورد نیاز جهت دست یافتن به چنین هدفی می باشد. نمودار های کنترل از ساده ترین روشهای کنترل فرایند آماری^۲ (*SPC*) در حین تولید هستند. در این میان شناسایی تغییرات کوچک در کنترل یک فرایند از اهمیت خاصی برخوردار است که توسط نمودار های کنترل نوع شوهارت امکان پذیر نیست. در این پایان نامه نمودار های کنترلی را معرفی می کنیم که در شناخت این نوع تغییرات مؤثرند.

۴-۱ زمینه و تاریخچه موضوع تحقیق

کار بر روی نمودار های کنترل چند متغیره توسط هتلینگ (۱۹۴۷) شروع شد و سپس آلت (۱۹۸۴)، جکسون (۱۹۸۵)، ویردا (۱۹۹۴) و لوری و مونتگمری (۱۹۹۵) به ترتیب هر کدام با گسترش موضوع سبب ارتقای آن

^۱ - Exponentially Weighted Moving Average

^۲ - Statistical Process Control

شدند. در دو دهه‌ی اخیر کاربرد وسیع نمودارهای کنترل چند متغیره به وضوح قابل مشاهده است. از جمله نمودارهای کنترل مشهور چند متغیره در فرایند میانگین می توان به نمودار T^2 ی هتلینگک اشاره کرد و برای فرایند تغییر پذیری می توان به نمودار کنترل $(|S|)$ مونتگمری (۲۰۰۵) اشاره نمود. این نمودارها نسبت به تغییرات کوچک حساسیت ندارند. اما برای شناسایی تغییرات کوچک در فرایندهای چند متغیره می توان به نمودار مجموع تجمعی^۱ (*CUSUM*) اشاره نمود که توسط وودال و کوب (۱۹۸۵)، هیلی (۱۹۸۷)، کروزر (۱۹۸۸)، پیگناتیلو و رانجر (۱۹۹۰) و هاوکینز (۱۹۹۱) گسترش یافت و همچنین می توان به نمودار کنترل میانگین موزون متحرک نمایی اشاره کرد که در حالت چند متغیره توسط لوری و همکاران (۱۹۹۲) معرفی شد. اخیراً یه همکاران (۲۰۰۳) نمودار کنترل میانگین موزون متحرک نمایی چند متغیره ی جدیدی برای شناسایی تغییرات کوچک هم در فرایند میانگین و هم در فرایند تغییر پذیری معرفی کردند که مبتنی بر ایده‌ی تبدیل انتگرال احتمال^۲ می باشد. نمودارهای پیشنهادی آنها علاوه بر دارا بودن ویژگیهای مهم نمودارهای کنترل *EWMA* دارای این ویژگی اضافی و جالب است که هر دو نمودار کنترل بردار میانگین و ماتریس کوواریانس دارای حدود کنترل یکسان هستند و لذا هر دو را می توان روی یک نمودار واحد رسم نمود.

۱-۵ گزیده ای از جبر ماتریس ها

در این بخش گزیده ای از جبر ماتریس های مورد استفاده در این پایان نامه را ارائه می دهیم. در تهیهی مطالب این بخش خود را فقط محدود به موضوعاتی کرده ایم که به نحوی به نمودارهای کنترل معرفی شده مربوط هستند. برای توضیحات بیشتر به مراجع سیرل (۱۹۸۲)، ماردیا (۱۹۷۹) و اندرسن (۲۰۰۳) مراجعه کنید.

۱-۵-۱ ماتریس متعامد

ماتریس مربعی $A_{n \times n}$ را متعامد گوئیم اگر $AA^T = I$. برای ماتریس متعامد A خواص زیر برقرارند

$$A^{-1} = A^T$$

$$a_i^T a_j = 0 \quad i \neq j, \quad a_i^T a_i = 1, \quad a_{(i)}^T a_{(j)} = 0 \quad i \neq j, \quad a_{(i)}^T a_{(i)} = 1$$

که در آن a_i^T سطر i ام A و $a(j)$ ستون j ام A می باشد.

¹- Cumulative Sum

²- Probability Integral Transformation