

پیش‌بینی روند فروش در بازار محصولات یدکی به کمک مدل نوسان تصادفی رژیم سویچینگ

سید مهدی رضوی^۱، علی صبوری شرق^۲، سهیل سلیمی نسب^۳

^۱ کارشناسی ارشد، دانشگاه سبحان نیشابور

^۲ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد نیشابور

^۳ کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و فرهنگ

نویسنده مسئول:

سید مهدی رضوی

چکیده

هدف این مقاله بررسی و پیش‌بینی روند فروش بازار محصولات یدکی شرکت اگزوز خودرو خراسان (سهامی خاص) به کمک مدل نوسان تصادفی رژیم سویچینگ می‌باشد. در این راستا ابتدا به بررسی مدل‌های تصادفی نرخ بهره کوتاه مدت پرداخته و سپس به بررسی مدل‌های عمده در این زمینه مبادرت می‌کنیم. بدین منظور مدل‌های انتشار، نوسان تصادفی، رژیم سویچینگ را مورد بررسی قرار خواهیم داد و مزایا و معایب این مدل‌ها را مورد تاکید قرار می‌دهیم. در ادامه به بررسی جامع مدل رژیم سویچینگ و انواع آن خواهیم پرداخت. پس از بررسی این مدل، داده‌ها را مورد بررسی قرار خواهیم داد و سپس بهترین مدل از بین این سه مدل جهت برآورد داده‌ها را انتخاب می‌نماییم. پس از انتخاب بهترین مدل، پیش‌بینی خود را از وقوع رژیم سوم بیان می‌داریم آنگاه مدلی ترکیبی را جهت برآورد داده‌ها معرفی می‌نماییم.

واژگان کلیدی: مدل رژیم سویچینگ، بازار محصولات یدکی، مدل پیش‌بینی، زنجیره مارکوف

مقدمه

پیش بینی فروش نقش مهمی در موفقیت شرکت ها دارد. بر اساس پژوهش های صورت پذیرفته، شرکت هایی که پیش بینی فروش دقیق و درستی انجام می دهند، احتمال افزایش درآمد این شرکت ها نسبت به مدت مشابه سال قبل ۱۰ درصد بیشتر خواهد بود و احتمال اینکه به سهمیه ی فروش خود دست بیابند نیز ۳۷ درصد بیشتر از سایر شرکت ها است. ولی با وجود مزایای فراوان، پیش بینی فروش بسیاری از راهنمایان فروش چندان به واقعیت نزدیک نیست.

در پیش بینی فروش مشخص می شود که فروشنده، تیم فروش یا شرکت در دوره ی زمانی معین (هفتگی، ماهانه، سه ماهه یا سالانه) چه مقدار فروش خواهد داشت. مدیران با استفاده از پیش بینی فروش هریک از نمایندگی های خود برآورد می کنند که کل تیم آنها چه میزانی از معاملات را به نتیجه رسانده است. آنها همچنین با استفاده از پیش بینی های انجام شده توسط تیم های فروش، میزان فروش کل آن بخش از سازمان را پیش بینی می کنند. معمولاً این گزارش ها در اختیار رهبر شرکت و همچنین اعضای هیئت مدیره و سهام داران قرار می گیرد.

پیش بینی فروش به ما امکان می دهد که مشکلات بالقوه را در زمانی که هنوز می توانیم از آنها اجتناب کنیم یا شدت آنها را کاهش بدهیم، شناسایی کنیم.

پیش بینی فروش در سایر تصمیم گیری ها از استخدام و مدیریت منابع گرفته تا تعیین هدف و بودجه بندی نیز اهمیت دارد. برای مثال فرض کنید که پیش بینی فروش شما افزایش ۲۶ درصدی میزان فرصت های فروش را نشان می دهد. در این شرایط برای همگام شدن با افزایش تقاضا باید نیروی بیشتری استخدام کنید. ولی اگر پیش بینی شود که فرصت های فروش کاهش پیدا می کند، باید استخدام نیروی بیشتر را متوقف کنید و در عین حال به بالا بردن میزان سرمایه گذاری بر بازاریابی و آموزش مشتری یابی برای نمایندگی های خود نیز توجه کنید.

به علاوه، پیش بینی فروش ابزار انگیزشی قدرتمندی نیز به شمار می رود. برای نمونه، هر هفته می توان پیش بینی فروش سه ماهه ی خود را به روز کرد تا متوجه شویم که آیا تیم فروش شما در مسیر درست دستیابی به اهداف خود قرار دارد یا خیر.

یکی از مهم ترین نکاتی که در مورد پیش بینی فروش باید به یاد داشته باشیم این مسئله است که پیش بینی فروش ارزشمند، الزاماً کامل و بی نقص نیست. در حقیقت ما پیش بینی فروش انجام می دهیم و نه پیشگویی فروش. جهت پیش بینی درست به موارد زیر نیاز داریم :

- وجود فرایند فروش مستند و ساختاریافته
- وجود تعاریف استاندارد از فرصت فروش
- مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)

جهت این که پیش بینی دقیقی ارائه نماییم به عوامل زیر می بایست توجه کنیم :

- عوامل درونی
- عوامل بیرونی
- عوامل درونی
- عوامل درونی را می توان به شرح زیر دسته بندی کرد :
- تعداد کارکنان
- سیاست ها و استراتژی های فروش
- توان تکنولوژیکی و توان تولیدی شرکت
- خواسته های ذینفعان داخلی
- عوامل بیرونی را نیز می توان به شرح زیر دسته بندی کرد :

- فضای رقابتی جامعه
- شرایط اقتصادی
- شرایط سیاسی
- تغییرات بازار
- تغییرات صنعت

اهمیت پیش بیش بینی فروش:

امروزه تغییرات شدید در قیمت انواع کالا با توجه به دشواری‌ها اقتصادی امری بهنجار است و ما به دنبال این هستیم که این پرش‌های شدید و تغییر رژیم را مدل کنیم تا با توجه به این مدل‌ها در صدد تشکیل سبد فروش مناسب و پیش‌بینی تغییرات قیمت باشیم. در این راستا نیاز است مدلی پدید آید که این شوک‌ها را در نظر بگیرد. ایجاد چنین مدلی به‌سادگی امکان‌پذیر نیست. هدف کلی ما این است که در مدل ما، نوسان نرخ بهره هم به رژیم اقتصادی و هم به یک تابع از سطح نرخ بهره مدل وابسته باشد. هدف ما در این تحقیق افزون بر بررسی مدل‌هایی که ذکر شد، مقایسه هنگام‌ها و یافتن مدل مناسب می‌باشد. آنگاه به دنبال این هستیم که این مدل را بر روی داده‌های فروش برازش دهیم و سپس به بررسی رفتار آن بپردازیم. سپس این مدل‌ها را با توجه به داده‌های مورد نظر مورد مقایسه قرار دهیم. اکنون می‌توان فرضیه‌ها را به‌صورت زیر مطرح نمود:

- مناسب‌ترین مدل جهت مدل‌سازی این داده‌ها مدل رژیم سوئیچینگ می‌باشد.
- نوسانات آتی این داده‌ها به کمک مدل رژیم سوئیچینگ قابل‌بررسی است.

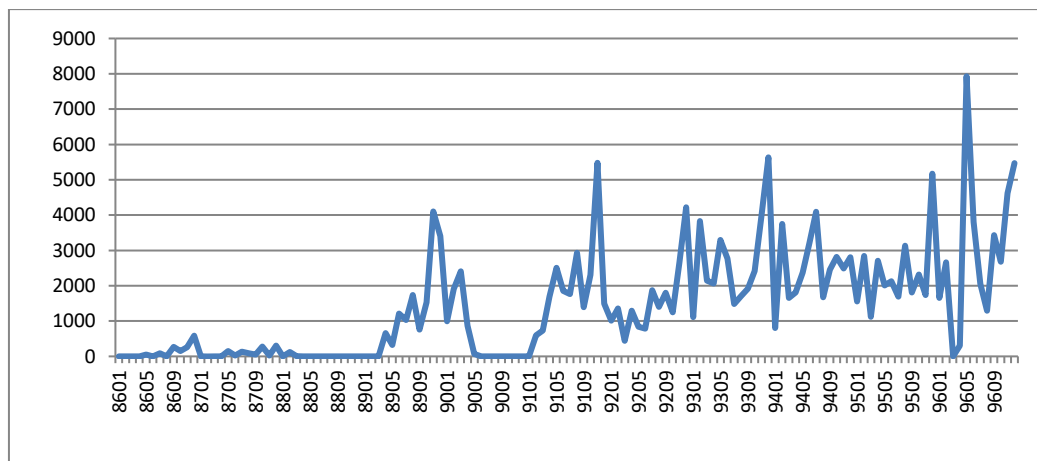
مناسب‌ترین روش جهت بررسی و مقایسه این مدل‌ها استفاده از اماره ریشه خطای میانگین مربعات و اماره میانگین خطای مطلق می‌باشد.

روش تحقیق:

داده‌های که در این مطالعه از آن‌ها استفاده کرده‌ایم داده‌های اخذشده از شرکت آگروز خودرو خراسان می‌باشد و به‌صورت رسمی در دفاتر قانونی آن ثبت و ضبط می‌گردد. این داده‌ها در بازه‌ای ۶ ساله و از ابتدای سال ۱۳۹۰ بررسی و تا تاریخ ۲۹ اسفند ۱۳۹۶ ادامه پیدا خواهد کرد. با توجه به متغیر بودن برخی از نرخ‌ها در طی روز جهت یک محصول از نرخ میانگین در طی آن روز استفاده خواهیم نمود. پس از بررسی داده‌ها مدل‌های مورد نظر را بر این داده‌ها برازش خواهیم کرد و نمونه مناسب را انتخاب خواهیم کرد سپس جهت پیش‌بینی مدل، این مدل را ادامه داده و نتایج حاصل از آن را مشخص می‌نماییم. در این پروژه به‌صورت گسترده از نرم‌افزار متلب استفاده خواهد شد.

نتایج حاصل از پرسشنامه

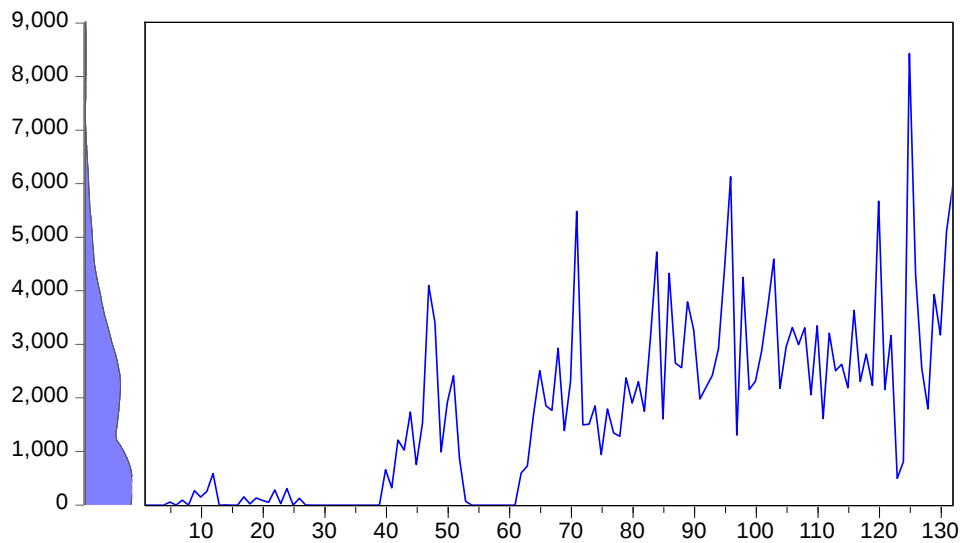
در بخش کامل به بررسی و معرفی مدل‌های رژیم سوئیچینگ مارکوف پرداختیم، در این فصل برانیم با توجه به داده‌های تعداد فروش ۳ محصول پرتیراژ شرکت آگروز خودرو خراسان، این مدل را برآورد کنیم. عمده بررسی‌ها و برآورد‌های ما در این فصل به کمک نرم‌افزار *Excel* و *Eviews* می‌باشد و نمودارهای این فصل به کمک نرم‌افزار *Eviews* رسم شده است. داده‌های که در این مطالعه از آنها استفاده کرده‌ایم داده‌های فروش پرتیراژترین محصول شرکت آگروز خودرو خراسان می‌باشد. محصول فوق، انباره انتهایی پژو ۴۰۵ تایپ ۱ (با پشم فلز) می‌باشد. داده‌های فوق به صورت ماهیانه از فروردین ماه سال ۱۳۸۶ تا اسفند سال ۱۳۹۶ به مدت ۱۰ سال اخذ گردیده است. روند فروش محصولات فوق به شرح زیر می‌باشد:



نمودار ۱: نمودار داده‌های فروش محصول

همان طور که مشاهده می گردد نمودار فروش تعدادی محصولات دارای نوسانات فراوانی در طی بازه ۱۰ ساله مورد بررسی می باشد حال جهت بررسی دقیقتر داده ها ، آنها را مورد آنالیز چگالی قرار می دهیم.

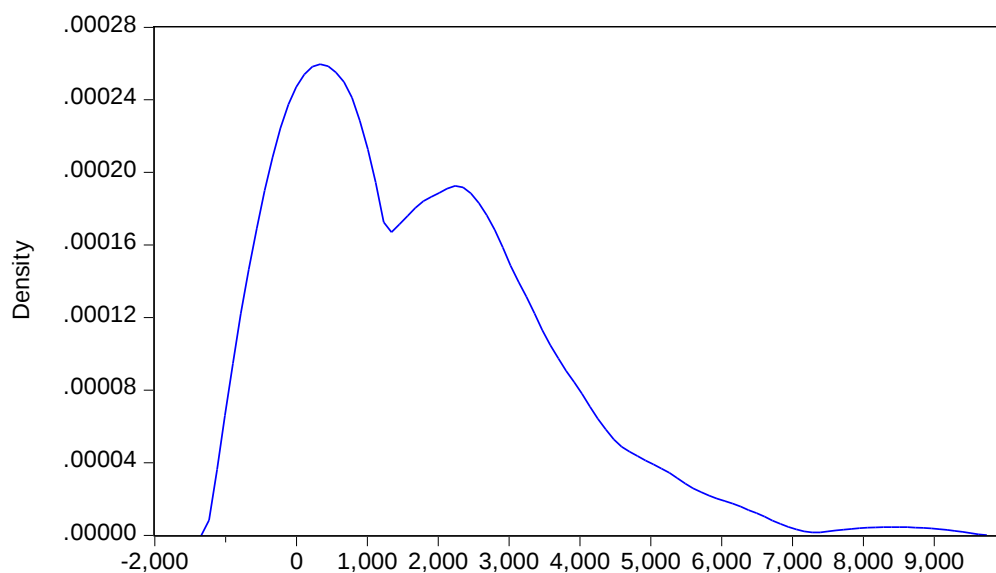
SERIES01



نمودار ۲: نمودار داده های ترکیبی فروش

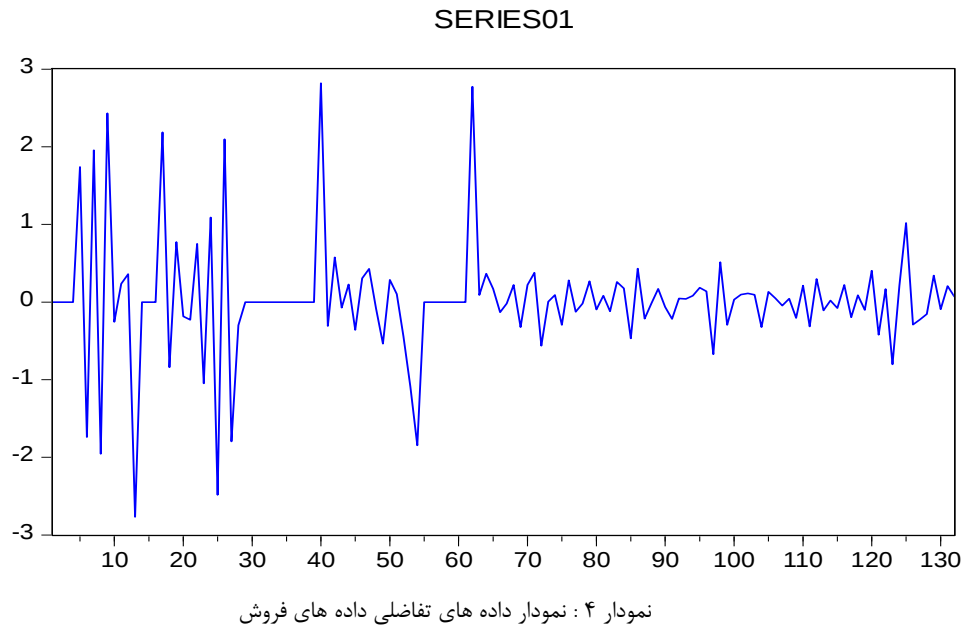
همان گونه که از نمودار به نظر می رسد ما با ۲ رژیم متفاوت و توزیع های خاص آن مواجه هستیم. نمودار چگالی داده های فوق به شرح زیر می باشد :

SERIES01



نمودار ۳: نمودار چگالی داده ها

همان گونه که از نمودار چگالی مشخص است داده ها دارای ۲ توزیع با میانگین و واریانس متفاوت است. این داده ها چون دارای سطح نوسان یکسانی نمی باشند بنابراین با سری نامانا مواجه هستیم. جهت آنالیز دقیقتر می بایست داده ها را مانا نماییم . بهترین راه مانا نمودن داده ها استفاده از روش تفاضل گیری لگاریتم می باشد .



حال می توانیم به توصیف آماری داده های مربوط به سری بازدهی که تعریف نمودیم بپردازیم. توصیف آماری داده های این نمودار در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: داده های مربوط به سری تفاضلی لگاریتم پوند

ازمون J-B	کشیدگی	چولگی	انحراف معیار	مینیمم داده ها	ماکزیمم داده ها	میانگین	تعداد مشاهدات
147	۸/۱۱۷	۰/۳۶	۰/۷۶	-۲/۷۶	۲/۸۱	۰/۰۲۸۶	۱۳۲

ازمون جارك - برا، ازمونی است که برای تست نرمال بودن سری های زمانی به کار می رود و فرض صفر آن این است که داده ها دارای توزیع نرمال هستند. به همین جهت همان طور که توزیع نرمال دارای چولگی و کشیدگی صفر است پس می توان نتیجه گرفت که فرض صفر این ازمون می تواند بدین صورت تعریف گردد که چولگی و کشیدگی صفر است. اماره ازمون فوق دارای توزیع مجانبی کای اسکور X^2 با درجه آزادی ۲ است. همان طور که مشخص است با توجه به داده های جدول ۱-۴ و مقادیر بزرگ کشیدگی و چولگی و نیز ازمون J-B، اماره فوق نرمال نمی باشد.

جدول ۲: نتیجه ازمون های ریشه واحد در سری لگاریتم پوند و سری تفاضلی لگاریتم پوند

ازمون دیکی - فولر			ازمون فیلیپس - پرون		
سطح معنا داری	مقدار بحرانی	اماره ازمون	نتیجه	مقدار بحرانی	اماره ازمون
	-	-۱۸/۰۱	عدم رد	۴۸۰۸۱۸/۳	-۱۸/۰۱
۱٪	۴۸۰۸۱۸/۳	-۱۸/۰۱	عدم رد	۴۸۰۸۱۸/۳	-۱۸/۰۱
۵٪	-	-۱۸/۰۱	فرض صفر و رد وجود ریشه واحد	۸۸۳۵۷۹/۲	-۱۸/۰۱
۱۰٪	۸۸۳۵۷۹/۲	-۱۸/۰۱	رد وجود ریشه واحد	۵۷۸۶۰۱/۲	-۱۸/۰۱
	-	۵۷۸۶۰۱/۲	رد وجود ریشه واحد	۵۷۸۶۰۱/۲	-۱۸/۰۱

حال به ذکر نکاتی در مورد جدول ۲-۴ می پردازیم. همان طور که مشاهده می شود مقادیر آزمون دیکی - فولر و آزمون فیلیپس - پرون در تمام سطوح برابر است. در سری تفاضلی با توجه به نتایج به دست آمده ریشه واحد وجود ندارد که به دلیل عملیات تفاضلی سازی است بنابراین بازار کارا است. ذکر این نکته ضروری است که اگر بازار کارا باشد بدین معنی است که تمام افراد سهم مشترکی در دسترسی به اطلاعات دارند پس کسی نمی تواند تنها با داشتن میانگین اطلاعات سود را محاسبه کند و در این جاست که نوسانات نقش فوق العاده مهمی می یابند و بنابراین تلاطم بازار منعکس کننده سود خواهد بود.

بررسی تجربی مدل رژیم سویچینگ

حال می خواهیم دوباره به بررسی مدل اصلی خود بپردازیم. همان طور که عنوان شد، در مورد مدل های نرخ بهره کوتاه مدت می توانیم چهار مدل عمده را معرفی کنیم که این مدل ها عبارتند از: مدل انتشار، مدل نوسان تصادفی، مدل مارکوف سویچینگ و مدل نوسان تصادفی مارکوف سویچینگ. همان طور که عنوان کردیم مدل مارکوف سویچینگ به صورت زیر است:

$$\Delta r_t = a + br_{t-1} + \sigma_i r'_{t-1} \varepsilon_t \quad (1)$$

و چون به نظر می رسد تنها دو رژیم داشته باشیم پس داریم:

$$i \in \{1,2\}$$

همان طور که می دانیم جمله ای که باعث آشوب در مدل بالا می شود، قسمت انتهایی مدل، $\sigma_i r'_{t-1} \varepsilon_t$ است. در این جمله σ_i ، جمله نوسان نرخ بهره و یا همان واریانس هر رژیم است، r_t نشان دهنده نرخ بهره است و ε_t جمله ای تصادفی است. پارامتر γ نشان دهنده جمله ای انتشاری است بدین صورت که اگر مقدار آن برابر با صفر باشد، مدل غیر انتشاری و اگر مخالف صفر باشد، مدل انتشاری است. ما در نظر داریم پارامتر γ را در سه حالت در نظر بگیریم. این سه حالت بدین صورت است که مقادیر این پارامتر را در سه حالت صفر، ۰/۵ و ۱/۵ و برآورد تعینی مناسبی برای آن است. این مقادیر در حقیقت سه مدل را نمایش می دهند، که به ترتیب معرف مدل های غیر انتشاری، انتشاری حد گذاری شده و مدل انتشاری است.

در نظر بگیرید که مدل مارکوف سویچینگ به صورت یک مدل ساده AR(1) باشد، آنگاه خواهیم داشت:

$$r_t = a + br_{t-1} + e_t \quad (2)$$

در این مدل محاسبه مقدار e_t کار چندان سختی نیست و با توجه به مقادیر جمله $\sigma_i r'_{t-1} \varepsilon_t$ قابل محاسبه است. این مقادیر را برای هر دو رژیم در دو جدول زیر نمایش می دهیم. برای رژیم اول داریم:

جدول ۳: توصیف آماری داده ها برای داده های نرخ ارز در رژیم اول

	r_t
میانگین	393.18
انحراف استاندارد	824.57
چولگی	11.19
کشیدگی	2.83
آزمون $J - B$	248.05
تعداد مشاهدات	۶۰

و برای رژیم دوم نیز داریم:

جدول ۴: توصیف آماری داده ها برای داده های نرخ ارز در رژیم دوم

	r_t
میانگین	2789.761
انحراف استاندارد	1440.61
چولگی	5.29
کشیدگی	1.25
آزمون $J - B$	34.28
تعداد مشاهدات	71

همان طور که می دانیم اگر اطلاعات این دو جدول را بتوانیم در یک جدول خلاصه کنیم انگاه می توانیم دید بهتری نسبت به اطلاعات داده شده داشته باشیم. تنها نکته ای که باعث می شود ما اطلاعات این دو جدول را از هم متمایز کنیم واریانس متفاوتی است که در مورد هر رژیم داریم و در جمله اشوب وارد می شود، برای حل این مشکل ما عبارت زیر را داریم:

$$\sigma_{S_t}^2 = \sigma_1^2(1 - S_t) + \sigma_1^2 S_t \quad (3)$$

پس مقدار واریانس یکی می شود و مشکل حل می شود. میانگین ها را نیز می توان با معدل گیری ساده یکی کرد. حال در جدول زیر ما اطلاعات تلفیقی هر دو رژیم را داریم:

جدول ۵: توصیف اماری داده ها برای داده های نرخ ارز در هر دو رژیم

	r_t
میانگین	1679.23
انحراف استاندارد	1691.93
چولگی	4.04
کشیدگی	1.02
آزمون $J - B$	29.15
تعداد مشاهدات	132

حال نوبت به برآورد مقادیر مناسب برای a و b است. با توجه به مدل ساده $AR(1)$ که معرفی کردیم و با استفاده از نرم افزار متلب می توان این دو مقدار را به راحتی برآورد کرد که البته می دانیم که برای هر رژیم متفاوت است:

جدول ۶: مقادیر برآورد شده برای a و b رژیم ۱

پارامتر	برآورد
a	129.78
b	17.14

جدول ۷: مقادیر برآورد شده برای a و b رژیم ۲

پارامتر	برآورد
a	1847
b	26.18

حال که مقادیر a و b را برآورد کردیم دوباره به فرمول اصلی مدل رژیم مارکوف سویچینگ می پردازیم. براساس این مدل داشتیم:

$$\Delta r_t = a + br_{t-1} + \sigma_i r_{t-1}^\gamma \varepsilon_t \quad (4)$$

می دانیم که برآورد ها را باید برای هر رژیم انجام دهیم تا برآورد های ما مناسب و درست باشد. توجه داشته باشید که ما باید برای ε_t مقادیر تصادفی تعیین کنیم لذا ما می توانیم مسیر های نمونه ای مختلفی را تعیین کنیم. این مسیر ها می تواند به تعداد بی نهایت باشد. ما می بایست مسیر نمونه ای مناسبی را انتخاب کنیم.

مقایسه مدل ها

اولین آزمونی که برای مقایسه مدل های مارکوف سویچینگ و نوسان تصادفی به کار می بریم آزمون نرخ درست نمایی است. بر اساس نتایج بدست آمده در مطالعات دنیل اسمیت نمی توان از آزمون فرض سنتی استفاده کرد. اگر چه می توان از آزمون نرخ درست نمایی وانگ (۱۹۸۹) استفاده کرد اما مشکل اینجاست که این نرخ قابل استفاده در وضعیتی است که دو مدل برای توضیح بعضی پارامتر ها به

عنوان مثال γ مقایسه شوند. وانگ (۱۹۸۹) نشان داد تحت یک سری شرایط معقول متغیر

$$n^{-\frac{1}{2}}LR_n/\hat{\omega}_n \xrightarrow{D} N(0,1) \quad (5)$$

که $L_n^{SV} - L_n^{MS} = LR_n$ و L_n^{SV} لگاریتم درست نمایی از مدل نوسان تصادفی است. L_n^{MS} لگاریتم درست نمایی مدل مارکوف سوپچینگ است و n هم تعداد مشاهدات است و

$$\hat{\omega}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[\log \frac{f_{SV}(y_t)}{f_{MS}(y_t)} \right]^2 - \left[\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \log \frac{f_{SV}(y_t)}{f_{MS}(y_t)} \right]^2 \quad (6)$$

برای تعیین چگونگی خوب بودن مدل های متفاوت که در پیش بینی نوسان نرخ بهره استفاده می شوند از آزمون های مخصوصی استفاده می کنیم. نتایج این آزمون ها در جدول ۴-۲۱ نمایش داده شده است. ۲ آزمون مختلف برای مقایسه قدرت پیش بینی این مدل ها بررسی شده است این دو آزمون عبارتند از:

- میانگین خطای مطلق

- ریشه میانگین مربع خطا

در جدول ۴-۲۱ ما داده ها را در دو دسته کلی تقسیم می کنیم، یک سری از داده ها به صورت کامل بررسی خواهند شد و در قسمت دیگر یک مقدار از داده ها را به صورت نمونه نگه خواهیم داشت. در قسمت اول نیز ما داده ها را براساس دو رژیمی که اتفاق می افتد به دو دسته تقسیم خواهیم کرد سپس سه اماره آزمون را در مورد این داده ها تست خواهیم کرد.

اماره میانگین خطای مطلق، یک اماره برای محاسبه فاصله مقادیر واقعی با مقادیر پیش بینی شده می باشد. این اماره معمولاً در سری های زمانی استفاده می شود اما از آن می توان به صورت گسترده ای در برآورد های آماری استفاده کرد. در حقیقت از این اماره می توان برای هر دو جفت اطلاعات واقعی و پیش بینی شده استفاده کرد. برای محاسبه این اماره به صورت زیر عمل می کنیم:

$$MAE = \frac{SAE}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \hat{x}_i|}{N} \quad (7)$$

که پارامترهای آن به صورت زیر می باشد:

$\{x_i\}$ مقادیر واقعی سری زمانی است

$\{\hat{x}_i\}$ مقادیر برآورد شده و یا پیش بینی شده سری زمانی

SAE نشان دهنده حاصل جمع خطای مطلق می باشد

N تعداد کل داده ها

اماره دیگری که در این قسمت برای تست کردن استفاده می کنیم، اماره ریشه خطای میانگین مربعات است. زمانی که ما یک منحنی را بر داده های خود برازش می کنیم مطمئناً یک سری از داده ها به صورت کامل بر روی نمودار قرار نمی گیرند و از نمودار فاصله دارند. به طور قطع هر چه این فاصله ها کمتر باشد، مناسب تر خواهد بود. در این اماره هم ما به دنبال محاسبه مجذور این فاصله ها و جمع آن ها هستیم که البته واضح است که هر چه این مقدار کمتر باشد مناسب تر خواهد بود.

همان طور که عنوان کردیم تفاوت هایی بین مقادیر واقعی و مقادیر محاسبه شده در نمودار موجود است که به این مقادیر رسوب گفته می شود.

اگر داشته باشیم θ مقدار واقعی و $\hat{\theta}$ مقدار برآورد شده باشد انگاه داریم:

$$RMSE(\hat{\theta}) = \sqrt{E((\theta_1 - \theta_2)^2)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{N}} \quad (8)$$

جدول ۸: مقایسه اماری مدل ها

مدل مارکوف سویچینگ	مدل نوسان تصادفی	مدل انتشار	اماره	
24/7716	14/6772	5666/1603	MAE	میزان فروش در بازه زمانی فروردین ۸۶ الی اسفند ۹۰
5/2706	3/48	75/37	RMSE	
151/6619	98/47	35802/551	MAE	میزان فروش در بازه زمانی فروردین ۹۱ الی اسفند ۹۶
14/8138	12/6152	184/96	RMSE	
219/185	1310/125	66306/132	MAE	میزان فروش در بازه فروردین ۸۶ الی اسفند ۹۶
16/197	150/12	218/53	RMSE	

با مقایسه نتایج بدست آمده در جدول ۸، ما به نتایجی که انتظار آن را داشتیم رسیدیم. بر اساس این نتایج، مناسب ترین مدل، مدل رژیم سویچینگ است که با توجه به بررسی جداگانه هر رژیم و نیز وابسته بودن پارامترها در هر رژیم به رژیم مزبور نتایج مناسب تری حاصل می شود.

مدل پیشنهادی

پس از بررسی ۳ مدل طرح شده در این پژوهش، این نتیجه حاصل می گردد که مدل نوسان تصادفی در بازه رژیم ها موفق عمل می نماید اما با در نظر گرفتن رژیم ها، این مدل کارایی خود را به شده از دست می دهد. ایده ترکیب این مدل و مدل رژیم سویچینگ می تواند نتایج مناسبی را به همراه داشته باشد. این مدل را مدل نوسان تصادفی مارکوف سویچینگ نامگذاری می نماییم. این مدل یک حالت عمومی از مدل نوسان تصادفی و مدل مارکوف سویچینگ است و خواص هر دو را داراست. این مدل برای استفاده در بعضی موارد مفید است:

اول: این مدل قادر به مقایسه بین دو مدل نوسان تصادفی و رژیم سویچینگ است. اگر ما بتوانیم مدل نوسان تصادفی رژیم سویچینگ را در مقابل مدل رژیم سویچینگ رد کنیم اما در مقابل مدل نوسان تصادفی نتوانیم رد کنیم، آنگاه ما می توانیم نتیجه بگیریم که اطلاعات و داده ها، مدل نوسان تصادفی را پشتیبانی می کنند و بر عکس نیز صادق است.

دوم: مزیت دیگر آن است که این مدل کمک می کند تا مشخص کنیم کدام داده ها در آینده مخصوص کدام مدل است. مخصوصا مدل های رژیم سویچینگ و نوسان تصادفی که برآورد های متفاوتی از کشش واریانس γ دارند. برآورد γ مهم است زیرا که اگر $\gamma \geq 1$ آن گاه فرایند نرخ بهره انفجاری است و اگر $\gamma < 1$ آن گاه دیگر این طور نیست. برای تعیین این که کدام مدل نامناسب است می توانیم برآورد های مدل نوسان تصادفی رژیم سویچینگ را با برآورد های مدل های دیگر مقایسه کنیم.

سوم: با توجه به استفاده مشترک از خواص مدل مارکوف سویچینگ و مدل نوسان تصادفی، کارکرد آن در مدل کردن داده ها مناسب تر خواهد بود.

حالت خاص برآورد مدل نوسان تصادفی رژیم سویچینگ به صورت زیر است:

$$y_t = x_t + 2\gamma \log r_{t-1} + \log \varepsilon_t^2 \quad (9)$$

$$x_t = \omega_1 + \phi x_{t-1} + \eta_t \quad (10)$$

که در آن وقتی مدل نوسان تصادفی است، $\omega_1 = \omega_2$ جایگذاری می شود. بنابر این احتمال انتقال p و q (که در مدل رژیم سویچینگ توضیح داده شد) نشان داده نمی شوند. در این مدل زمانی که رژیم سویچینگ باشد، $\sigma_{\eta}^2 = 0$ جایگذاری می شود و نوسان تصادفی خواهد بود اگر این مقدار برابر با صفر نباشد.

در زمینه مدل های نوسان تصادفی رژیم سویچینگ تاکنون پژوهش هایی صورت گرفته است، یک مدل مشابه که در این زمینه توسط سو و همکارانش (۱۹۹۸) معرفی شده است، بر پایه تکنیک محاسباتی اربب بودن از ژاکیر (۱۹۹۴) می باشد و به همه پارامترها در این مدل اجازه داده می شود تا به رژیم وابسته باشند اما ما در این تحقیق در برآورد مدل تنها به نوسان اجازه می دهیم بر اساس وابستگی به رژیم مدل شود (فقط ω_i ها در هر رژیم متفاوت هستند). این به خاطر این است که مدل تا حدی امکان پذیر باشد.

حال به بررسی این مدل و مقایسه آن در مقایسه با سایر مدل ها می پردازیم.

مدل نوسان تصادفی مارکوف سویچینگ	مدل مارکوف سویچینگ	مدل نوسان تصادفی	مدل انتشار	اماره	
14/5486	24/7716	14/6772	5666/1603	MAE	میزان فروش در بازه زمانی فروردین ۸۶ الی اسفند ۹۰
3/302	5/2706	3/48	75/37	RMSE	
96/177	151/6619	98/47	35802/551	MAE	میزان فروش در بازه زمانی فروردین ۹۱ الی اسفند ۹۶
12/111	14/8138	12/6152	184/96	RMSE	
198/125	219/185	1310/125	66306/132	MAE	میزان فروش در بازه فروردین ۸۶ الی اسفند ۹۶
16/158	16/197	150/12	218/53	RMSE	

با توجه به جدول و نمودارهای فوق کاملاً مشاهده می گردد مدلی که از تاثیر همزمان ۲ مدل مارکوف و نوسان تصادفی استفاده می نماید نتایج مناسب تری را نمایش می دهد بنابراین می توان داده ها را بر مبنای مدل فوق مدلسازی نموده و نتایج بهتری را انتظار داشت.

نتیجه گیری

پس از بررسی داده های مورد استفاده در این پژوهش می توان روشی گام به گام جهت پیش بینی و بررسی بازار ارائه نمود. این روش به شرح زیر می باشد:

- ۱- توصیف داده های آماری
- ۲- مانا نمودن داده ها براساس روش تفاضل گیری لگاریتمی
- ۳- بررسی کارایی بازار
- ۴- مشخص نمودن بهترین مدل برازش
- ۵- مشخص نمودن تعداد رژیم ها
- ۶- مشخص نمودن بازه های رژیم ها
- ۷- مشخص نمودن ماتریس انتقال رژیم
- ۸- مشخص نمودن بازه رژیم جدید و احتمال انتقال آن

لازم به ذکر است در این پژوهش تنها به بررسی احتمالات در جهت نوسان داده ها می پردازیم. هدف این پژوهش پیش بینی نوسانات است و نه الزاما پیشگویی در حوزه داده های فروش.

حال پس از بررسی آماری داده ها به بررسی حوزه های هزینه های کیفیت، هزینه های بازاریابی، هزینه های بسته بندی و نیز دوره عمر محصول پرداختیم. پس از بررسی آماری ما تنها به پیش بینی رژیم اقدام نمودیم اما مثبت بودن و یا منفی بودن رژیم مورد بررسی قرار نگرفت. پس از بررسی آیتم های ذکر شده و روند های موجود، از نظر نگارنده ما با رژیم منفی رو به رو خواهیم گشت. تحقق این نکته متأثر از عوامل کلان اقتصادی کشور نیز می باشد اما با ضریب اطمینان بالا می توان این امر را پیش بینی نمود. در این پژوهش به بررسی انواع مدل های نوسان تصادفی پرداختیم. در این زمینه چهار مدل عمده و تاثیر گذار در حوزه مدل های تصادفی را مورد بحث قرار دادیم. این مدل ها عبارتند از:

- مدل نوسان تصادفی
- مدل انتشار
- مدل رژیم سوئیچینگ
- مدل نوسان تصادفی رژیم سوئیچینگ

پس از معرفی مدل ها به بررسی جزئی تر مدل ها پرداختیم و به نمونه ای از این مدل ها اشاره کردیم. در ادامه به طور کامل به بررسی مدل تصادفی رژیم سوئیچینگ پرداختیم. در این راستا دو نوع اساسی این مدل ها را معرفی کردیم که عبارتند از مدل رژیم سوئیچینگ استانه ای و مدل مارکوف سوئیچینگ. در قسمت مدل مارکوف سوئیچینگ ما به بیان سه مدل متفاوت در این مدل ها پرداختیم. این سه مدل مربوط به قسمت انتقال این مدل ها است و بر اساس نوع انتقالات تقسیم می شوند که عبارتند از: مدل مارکوف سوئیچینگ با انتقال ثابت، مدل مارکوف سوئیچینگ با انتقال متغیر و مدل ترکیبی بر اساس دو مدل قبل. پس از بررسی و معرفی مدل های فوق، داده های مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا داده های فوق توصیف آماری گردیده است. پس از معرفی و توصیف داده ها به برازش مدل ها بر این داده ها پرداخته ایم و در نهایت این مدل ها را بر روی داده های فوق مورد مقایسه قرار دادیم. نگاه بهترین مدل جهت داده های فوق انتخاب گردید. پس از انتخاب مدل فوق با توجه به ماتریس انتقال رژیم به بررسی احتمال رخداد رژیم سوم پرداختیم و میزان احتمال انتقال و طول بازه آن رژیم را مشخص نموده ایم. حال پس از بررسی این مدل ها و بررسی رژیم ها این سوال مطرح می شود که در مقابل این رژیم ها چه عکس العملی باید نشان بدهیم؟ آیا تنها عامل عمده در بازار عرضه و تقاضا است؟ مطمئنا تنها عامل نمی تواند این مورد باشد بلکه عوامل مهم دیگری نیز دخیل است که با بررسی بازار و شرایط آن می توان موارد فوق را مشخص کرد. اما ارائه سیاست هاب فروش بلند مدت و تحلیل استراتژیک می تواند اثربخش باشد.

اما نکته ای که حیاتی به نظر می رسد این است که غالبا تغییرات رژیم همان طور که قبلا عنوان کردیم بر اساس مشکلات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی اتفاق افتاده و شوک هایی که در این زمینه وارد می شود بسیار اثر گذار است. پس لازم است اگر می خواهیم شوک ها را کنترل کنیم و یا این شوک ها را در جهت مثبت تغییر دهیم، کنترل استراتژیک بر عوامل داشته باشیم.

فهرست منابع و مآخذ

- Bianchi, F. (2010), "Regime switches, agents' beliefs, and post-World War II US macroeconomic dynamics." Working Paper 12-04, Duke University.
- Bostwick, V. and D. Steigerwald, "Obtaining Critical Values for Test of Markov Regime Switching," Economics Department Discussion
- Doornik, J. (2013), 'A Markov-switching model with component structure for US GNP', Economics Letters 118 (2), 265–268.
- Frühwirth-Schnatter, S.: Finite Mixture and Markov Switching Models. Springer, New York (2006) de Souza, C.P.E., Heckman, N.E.: Switching nonparametric regression models. J. Nonparametric Stat. 26, 617–637 (2014)
- Gassiat, E., Cleyne, A., Robin, S.: Inference in finite state space non parametric Hidden Markov models and applications. Stat. Comput. (2015). Doi Langrock, R., Kneib, T., Sohn, A., DeRuiter, S.L.: Nonparametric inference in hidden Markov models using P-splines. Biometrics 71, 520–528 (2015)
- Guidolin, M. (2011). Markov switching models in empirical finance. Advances in Econometrics, 27:1–86.
- Hamilton, J., "Calling Recessions in Real Time," International Journal
- Kokkala, J. and S. Särkkä (2014, September). Combining Particle MCMC with Rao-Blackwellized Monte Carlo Data Association for Parameter Estimation in Multiple Target Tracking. ArXiv e-prints
- Ghalanos, A. (2018). rugarch: Univariate GARCH models. R package version 1.4-0. of Forecasting , 2011, 27 , 1006-1026. Papers, UC Santa Barbara , 2012
- Pesaran, M. H., Pick, A., and Pranovich, M. (2013). Optimal forecasts in the presence of structural breaks. Journal of Econometrics, 177(2):134–152.
- Rossi, B. and Inoue, A. (2012). Out-of-sample forecast tests robust to
- Song, Y. (2014), 'Modelling regime switching and structural break with an infinite hidden Markov model', Journal of Applied Econometrics the choice of window size. Journal of Business & Economics Statistics
- Ziegel, J. F. (2016). Coherence and elicibility. Mathematical Finance ,
- James D. Hamilton, 2005, Regime-Switching Models
- Yacine Aït-Sahalia Robert Kimmel, 2006, Maximum likelihood estimation of stochastic volatility models
- Andrew Lesniewski, 2008, Short rate models