Archive of SID

*چشم‌انداز مدیریت صنعتی*
سال هشتم، شماره ۳۰، تابستان ۱۳۹۷
شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵
ص‌ص ۳۰ – ۹

# مدیریت تقاضا با استفاده از مدل‌های سری زمانی خودرگرسیو در بستر خدمات ارزش افزوده تلفن همراه

**محمدحسین واقف‌زاده*، بهروز کریمی****

**چکیده**

ظهور خدمات ارزش افزوده به‌عنوان یکی از خدمات نوین در بستر تلفن همراه نیازمند بازیگرانی از قبیل تأمین‌کنندگان محتوا، شرکت‌های واسطه و اپراتورها است که یک زنجیره تأمین تشکیل می‌دهند. در این بستر، چالش‌هایی از قبیل مدیریت و مدل‌سازی روند تقاضا، رفتار مشتریان و «اثر شلاق چرمی» نمود پیدا می‌کند. پژوهش حاضر قصد دارد تا در حوزه زنجیره تأمین خدمات ارزش افزوده تلفن همراه، بررسی دقیقی پیرامون روند تقاضای وارده به شبکه و اثر شلاقی ناشی از آن، انجام دهد. لذا با توجه به وجود اثر «خودرگرسیو شرطی» در بطن داده‌های تقاضای مشتریان طی دوره زمانی معین، از مدل‌های خانواده ARCH استفاده می‌شود. نتایج مربوط به تأثیر پیش‌بینی تقاضا با استفاده از سه مدل از معروف‌ترین مدل‌های خانواده ARCH بر «اثر شلاق چرمی» نمایانگر این موضوع است که مدل ARMA(1,1)/EGARCH(1,1)، نسبت به مدل‌های GARCH و GJR در تحلیل روند تقاضاهای برتری محسوسی دارد.

**کلیدواژه‌ها: خدمات ارزش افزوده؛ مدیریت زنجیره تأمین خدمات؛ پیش‌بینی تقاضا؛ اثر شلاق چرمی؛ مدل ARCH.**

تاریخ دریافت مقاله:۱۳۹۷/۰۱/۲۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۲۲.

* دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
** استاد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (نویسنده مسئول).
E-mail: b.karimi@aut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

## ۱. مقدمه

بااینکه زمان زیادی از عمر تلفن همراه در جهان نمی‌گذرد، اما در این مدت کم نیز این فناوری با رشد بسیار فزاینده‌ای مواجه بوده است. توسعه فناوری‌های تلفن همراه منافع اجتماعی ـ اقتصادی بی‌شماری را به ارمغان آورده است؛ به‌طوری‌که بین ضریب نفوذ[1] تلفن همراه و رشد اقتصادی رابطه مستقیمی وجود دارد [۲].

«اتحادیه بین‌المللی مخابرات»[2] اعلام کرده است در سال ۲۰۱۶ بیش از ۹۷ درصد جمعیت جهان تحت پوشش تلفن همراه قرار گرفته است که این آمار نشان می‌دهد تعداد مشترکین تلفن همراه به جمعیت کره زمین نزدیک می‌شود [۱۱]؛ از سوی دیگر بر اساس پژوهش‌های حوزه مخابرات از سال ۲۰۱۴ میزان دسترسی مردم به اینترنت از طریق تلفن همراه بیشتر از سایر تجهیزات مخابراتی و تکنولوژیکی است [۱۶] که به‌معنای عمومیت بیشتر و رو به رشد شبکه تلفن همراه نسبت به دستگاه‌های ثابت است.

در گذشته نه‌چندان دور کاربرد اصلی بستر ایجادشده تلفن همراه، ایجاد ارتباط صوتی بین دو فرد در دو منطقه متفاوت بود؛ اما با پیشرفت سریع فناوری و ظرفیت ایجادشده توسط بستر شبکه‌های تلفن همراه، بازیگران این اکوسیستم را بر آن داشت تا با استفاده حداکثری از این ظرفیت، خدمات جانبی فراوانی را به استفاده‌کنندگان ارائه دهند. این خدمات جانبی به «ارزش افزوده تلفن همراه»[3] معروف است که به یکی از حوزه‌های پرطرفدار بین‌المللی در دنیای ارتباطات الکترونیک مبدل شده است [۲۱]. شبکه خدمات ارائه‌شده در حوزه ارزش افزوده در بستر تلفن همراه شامل خدماتی است که بر مبنای ارتباطات سنتی شبکه تلفن همراه (ارتباط صوتی و تبادلات پیامکی بین کاربران) نباشد.

با توجه به اهمیت موضوع، در این قسمت به بررسی مفاهیم اولیه مورداستفاده در پژوهش پیش رو پرداخته می‌شود. «مدیریت زنجیره تأمین شامل برنامه‌ریزی و مدیریت همه فعالیت‌های مربوط به تأمین منابع، تبدیل آن‌ها به محصول و مدیریت پشتیبانی می‌شود» [۱۷]. طبق این تعریف، مدیریت زنجیره تأمین در همه سطوح و جنبه‌های سیستم تسری می‌یابد و در تمام لایه‌های شبکه نمود پیدا می‌کند [۲۰]. بخش «خدمات» در مبانی نظر موضوع زنجیره تأمین، بر خلاف نقش مهم آن در سهم اقتصاد و تولید ناخالص ملی، از اقبال چندانی نداشته است [۱، ۱۸، ۲۲]؛ اما با توجه به رشد روزافزون سهم بخش خدمات در اقتصاد ایران و قابلیت رشد از حدود ۵۰ درصد فعلی به ۸۰ درصد (حد معمول در کشورهای توسعه‌یافته)، لزوم توجه بیش‌ازپیش به این حوزه ضروری خواهد بود. در این راستا هدف

1. Penetration
2. International Telecommunication Union (ITU)
3. Value Added Service (VAS)

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی این پژوهش، به‌کاربردن روش‌های نوین در پیش‌بینی روند تقاضا برای «تصمیم‌سازی» بهتر و مؤثر در امر مدیریت زنجیره تأمین خواهد بود؛ زیرا مهم‌ترین مؤلفه در امر تصمیم‌گیری برای نحوه توسعه یک کسب‌وکار، تشخیص دورنمای تقاضای مشتری در افق‌های بلندمدت و میان‌مدت خواهد بود. خروجی روش‌های مورداستفاده در این پژوهش، افق میان‌مدت توسعه کسب‌وکار را برای مدیریت کسب‌وکار ترسیم می‌کند.

با توجه به اهمیت روزافزون شبکه تلفن همراه و ارزش بازار گسترده‌ای که ایجاد می‌کند، نقش «خدمات ارزش افزوده» در بازار ارتباطات و مخابرات نمایان‌تر می‌شود. با گسترش هرچه بیشتر بازار ذکرشده، فعالیت در عرصه «خدمات ارزش افزوده» بیشتر موردتوجه شرکت‌های مخابراتی قرار گرفته و در جذب مشتریان و همچنین نگهداری آن‌ها رقابت شدیدی به‌وجود آمده است [۲۴]؛ همچنین به‌دلیل وجود رقابت شدید برای به‌دست‌آوردن سهم بیشتر در بازار ارتباطات، این حوزه از خدمات توسط اپراتورها موردتوجه قرار گرفته است [۳، ۲۳].

زنجیره تأمین خدمات ارزش افزوده با توجه به عوامل متعدد و در حضور مؤلفه‌های مختلفی شکل می‌گیرد. این مؤلفه‌ها با توجه به عواملی از قبیل نحوه برقراری ارتباطات، تجمیع عوامل و مؤلفه‌های درگیر، پیچیدگی بستر شبکه تلفن همراه و وسعت شبکه می‌توانند در تعداد سطوح این زنجیره تأمین مؤثر باشند. بازیگران در سطوح مختلف اکوسیستم تأمین و ارائه خدمات ارزش افزوده را می‌توان در قالب زیر بیان کرد:

- اپراتور[1]: نقش اپراتور، ارائه خدمات ارزش افزوده به کسب‌وکارها است. فعالیت اپراتور در این بخش به فراهم‌آوری زیرساخت برای مشتریان بالادستی به‌منظور ارائه خدمات بنگاه‌های تأمین‌کنندگان محتوا به مشتریان نهایی است.
- تجمیع‌کننده[2]: تجمیع‌کننده، فعالیت‌های تأمین‌کنندگان مختلف محتوا هستند.
- تأمین‌کننده محتوا[3]: فراهم‌کننده خدمات محتوایی شبکه‌های اطلاع‌رسانی تأمین‌کنندگان محتوا هستند. این خدمات شامل بسترهای فناورانه و نرم‌افزاری و ارتباطات با مشتریان و تأمین‌کنندگان هستند.
- تأمین‌کننده خدمات[4]: این دسته از بازیگران شامل سازمان‌ها، مؤسسه‌های دولتی، خصوصی یا اشخاص حقیقی هستند که طراحی خدمات پیامکی و تدوین محتوای هر خدمت را بر عهده دارند.
- مالک محتوا[5]: مالکیت، محتوای خدمات را دارا است.

1. Operator (OP)
2. Aggregator (AGG)
3. Content Provider (CP)
4. Service Provider (SP)
5. Content Owner (CO)

www.SID.ir

Archive of SID

در بحث حاضر شبکه‌ای که از اجزای بالا تشکیل شود در حالت کلی «زنجیره تأمین خدمات ارزش افزوده» نامیده می‌شود. جریان ارائه خدمات در زنجیره تأمین پس از تدوین محتوا و جمع‌آوری در نهایت از مبدأ (اپراتور در مدل حاضر)، به مصرف‌کننده نهایی (مشتری) ارائه می‌شود.

مهم‌ترین عامل مؤثر بر رفتار اجزای زنجیره تأمین، تقاضای مشتری برای استفاده از کالا یا خدمات ارائه‌شده در سیستم است. این عامل به رفتار، احساسات، انتظارات و نیازهای مشتری بستگی دارد و یک متغیر برون‌زا در نظر گرفته می‌شود (تأثیرات بازاریابی و تبلیغات در این پژوهش به‌صورت مجرد در نظر گرفته نخواهد شد). دانشِ تحلیل، بررسی، مدل‌سازی و بهینه‌سازی کنش و واکنش‌های اجزای یک زنجیره تأمین، «مدیریت زنجیره تأمین» نامیده می‌شود. زنجیره تأمین بر مبنای ماهیت محصول قابل‌ارائه به مشتری به دو دسته اصلی «زنجیره تأمین صرفاً خدماتی» و «زنجیره تأمین کالا» تقسیم می‌شود [۲۲]. در این پژوهش به بررسی رفتار تقاضا در خدمات ارزش افزوده شبکه تلفن همراه پرداخته می‌شود؛ بنابراین یک زنجیره تأمین صرفاً خدماتی مدنظر خواهد بود.

تقاضا یکی از مهم‌ترین حوزه‌هایی است که در مدیریت زنجیره تأمین به‌عنوان یک متغیر، بررسی و تحلیل می‌شود. از جمله چالش‌هایی که در مدیریت تقاضا نمود پیدا می‌کند «اثر شلاق چرمی»[1] است. تقاضا عاملی است که از رفتار مشتری نهایی سیستم متأثر می‌شود و اطلاعات آن به‌طور مستقیم به تأمین‌کننده انتقال می‌یابد. عامل تقاضا متغیری برون‌زا است و در مدل‌های زنجیره تأمین به‌عنوان عامل مستقل در نظر گرفته می‌شود. متغیر تقاضا رفتاری پویا است و تحلیل آن پیچیدگی‌های خاص خود را دارد. انتقال داده‌های دوره‌ای تقاضا به تأمین‌کننده در تعیین ظرفیت سیستم زنجیره تأمین بسیار مؤثر است. به‌دلیل تغییرات تقاضا، ظرفیت سیستم نیز متناسب با آن تغییر می‌کند؛ اما اثر این تغییرات هنگام انتقال به تأمین‌کننده، تقویت شده و موجب نوسان‌های افزایشی در ظرفیت سیستم زنجیره تأمین می‌شود. این پدیده به فزاینده‌بودن اثر تغییرات رخ‌داده در تقاضای مشتری هنگام عبور داده‌ها از اجزای زنجیره تأمین تا رسیدن به أمین‌کننده اصلی اشاره دارد و نخستین بار توسط چن و همکاران (۲۰۰۰) ارائه شد [۷، ۸]. اثر شلاق چرمی واکنش سیستم به تغییرات تقاضا است و هدف اعضای زنجیره تأمین و پژوهشگران در مواجه با آن، کاهش اثر شلاق چرمی است.

در زنجیره تأمین خدمات ارزش افزوده شبکه تلفن همراه، تقاضای مشتریان هر روز به تأمین‌کننده انتقال می‌یابد و یک سری زمانی روزانه (شبیه آنچه در داده‌های بازارهای مالی رخ می‌دهد)، ایجاد می‌کند. این سری زمانی می‌تواند پایا یا ناپایا باشد. پایایی سیستم در صورتی

1. Bullwhip Effect (BE)

www.SID.ir

Archive of SID

است که میانگین و واریانس سری زمانی در طول زمان تغییرات روندی محسوسی نداشته باشند (طبق آزمون ARCH و Ljung-Box)؛ بنابراین اگر هر کدام از مؤلفه‌های اصلی سری زمانی، یعنی میانگین و واریانس، در طول زمان ثابت نباشد، سری زمانی ناپایا است. سری زمانی تقاضای زنجیره تأمین خدمات ارزش افزوده تلفن همراه به‌دلیل وجود داده‌های روزانه و تغییرات نسبتاً زیاد تقاضا (به سبب روزانه بودن ثبت سفارشات)، عموماً پایایی چندانی ندارند (تعداد بسیار زیاد رصدها یا جملات سری زمانی، یکی از عوامل ناپایایی به‌حساب می‌آید). مواردی که تقاضا در آن‌ها پایا هستند، توسط مدل‌های غیرشرطی تحلیل می‌شوند (مانند نتایج و روش‌های موجود در پژوهش اوانگ و همکاران (۲۰۱۰) و همچنین پژوهش سیریکایمیوک و همکاران (۲۰۱۷) [۱۴، ۱۹].

رویکرد حاضر بر این است تا با بررسی سری زمانی تقاضای خدمات ارزش افزوده، آزمون ناپایایی واریانس و میانگین بررسی شود. مدل ARCH[1] برای بررسی واریانس ناهمسان شرطی در سری‌های زمانی، نخستین بار توسط انگل[2] (۱۹۸۲)، معرفی شد [۱۰]. خانواده مدل‌های ARCHد انواع گوناگونی دارد و سه مورد از معمول‌ترین آن‌ها GARCH، EGARCH و GJR-GARCH است که به‌ترتیب توسط بلرس لو[3] (۱۹۸۶)، نلسون[4] و گلوستون ـ جاناتان ـ رانگل[5] (۲۰۰۳) معرفی شدند [۵، ۱۵].

اثر شلاق چرمی به‌صورت نسبت واریانس سفارش هر دوره به واریانس تقاضای همان دوره تعریف شده است [۷، ۸]. در این پژوهش سعی شده است تا بر اساس ماهیت مدل‌های خانواده ARCH، تغییرات موردنیاز و کاربردی در معیار اثر شلاقی اعمال شود. در ادامه، نتایج تحلیل ریاضی اثر شلاق چرمی در سری‌های زمانی مناسب مدل ARCH بررسی می‌شود و در نمودارهای ترکیبی، مؤلفه‌های مؤثر بر اثر شلاقی، ارزیابی خواهد شد.

مدل کنترل موجودی مورداستفاده در بررسی اثر شلاق چرمی به‌دلیل اجتناب از پیچیدگی بیش از حد مدل آماری، عبارت است از: «مدل موجودی سطح سفارش»[6] [۷، ۸]. در این مدل، طی بازبینی موجودی در دوره‌های ثابت، سفارشی به اندازه مصرف دوره قبل (به‌عبارت‌دیگر تا سقف تعیین‌شده برای موجودی) صادر می‌شود. کمبود موجودی در این پژوهش (با توجه به ماهیت شبکه خدمات ارزش افزوده)، مجاز و به‌صورت پس‌افت جبران می‌شود. تقاضاهای پاسخ‌داده‌نشده توسط سیستم در هر دوره، به دوره بعد منتقل می‌شوند و الزام به برآورده‌شدن وجود دارد؛ همچنین، هزینه کمبود و یا جریمه خاصی در نظر گرفته نشده است. بررسی

1. Auto-Regressive Conditional Heteroskedasticity
2. Engle
3. Bollerslev
4. Nelson
5. Glosten-Jagannathan-Runkle
6. Order Up To Policy

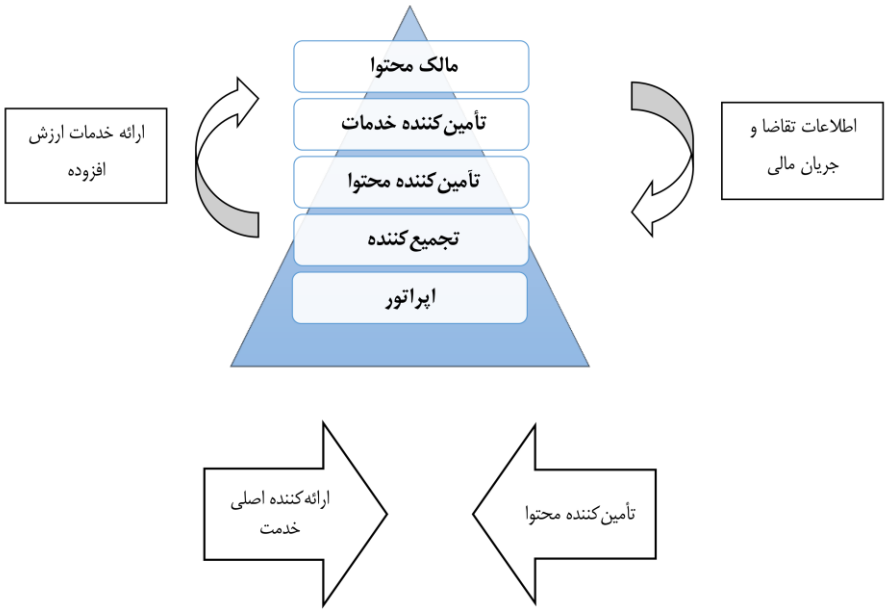
www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت سیستم یا نوع و مقدار جریمه برای موارد کمبود در پژوهش‌های آتی قابل طرح و انجام خواهد بود.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

برای بررسی و تحلیل مدل زنجیره تأمین چندسطحی در مدل حاضر به ساده‌سازی شبکه نیاز است؛ بدون آنکه تأثیر منفی در سیستم به‌وجود آید یا فرضیه‌های ساده‌ساز به تغییر در جواب مدل منجر شود. هر چه پارامترها و مؤلفه‌های درنظرگرفته‌شده برای حل یک مدل ریاضی کمتر باشد، مطلوبیت و مقبولیت مدل بیشتر خواهد بود؛ البته این موضوع به شرط آن است که کاهش پیچیدگی مدل بر کارکرد آن تأثیر منفی نداشته باشد؛بنابراین مدل موردنظر برای تحلیل اثر شلاق چرمی در زنجیره تأمینِ خدمات ارزش افزوده شبکه تلفن همراه، به‌صورت زوجی[1] ساخته می‌شود. مدل اصلی و تقلیل‌یافته در قسمت دوم شکل ۱، قابل‌مشاهده است.




*شکل ۱. مدل اصلی (بالا) و تقلیل‌یافته (پایین)*

1. Binary

www.SID.ir

Archive of SID

تقاضای صادرشده از سوی مشتری توسط اپراتور (بر اساس محتوای تولیدشده از مابقی اجزای زنجیره تأمین) برآورد می‌شود. در مدل تقلیل‌یافته، خرده‌فروش همان «تأمین‌کننده محتوا» است. اپراتور نیز به‌عنوان ارائه‌کننده اصلی خدمت در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین در این مدل به بررسی تغییرات تقاضا (سری زمانی تقاضا) و اثر آن بر زنجیره تأمین خدمات ارزش افزوده پرداخته می‌شود. در بخش مقدمه به سری‌های زمانی ناپایا اشاره شد که در این قسمت به‌تفصیل بررسی خواهند شد. سری زمانی از ثبت مقادیر یک متغیر در بازه زمانی گسسته (یا پیوسته) حاصل می‌شود. تغییرات مقادیر سری زمانی در طول زمان ناشی از اثرات متغیرهای درونی و بیرونی است. در بررسی سری زمانی، دو رویکرد وجود دارد: ۱. تحلیل عوامل بیرونی و درونی در طول زمان؛ ۲. تحلیل مجرد رفتار سری زمانی با فرض تأثیر رفتار گذشته بر روند حرکت سری زمانی در حال و آینده.

در حالت دوم، برآیند اثر متغیرها، رفتار سری زمانی را در آینده مدل‌سازی می‌کند؛ به‌بیان‌دیگر در این رویکرد با تکیه بر داده‌های گذشته، روند حرکت سری زمانی در آینده تحلیل می‌شود. در این تحلیل، در گام نخست، پایابودن سری زمانی از لحاظ میانگین و واریانس، بررسی می‌شود تا مدل‌های مناسب انتخاب شوند.

هرچه تعداد رکوردهای سری زمانی موردبررسی بیشتر و فاصله زمانی بین دو ثبت داده کمتر باشد، احتمال یافتن اثرات ناپایایی بیشتر خواهد بود. برای مثال، در صورت روزانه‌بودن ثبت تغییرات سری زمانی، امکان ناپایابودن سری زمانی بیشتر خواهد بود (به‌دلیل هموارنشدن تغییرات جزئی تقاضا در مقایسه با هفتگی یا ماهانه‌بودن دوره‌ها).

در شرایط ناپایایی، میانگین یا واریانس سری زمانی (و یا هم‌زمان هر دو) به‌صورت شرطی[1] تغییر می‌کنند؛ به‌عبارت‌دیگر روند حرکتی سری زمانی در طول زمان ثابت نیست و از تغییرات گذشته خود تأثیر می‌پذیرد.

شرطی‌بودن واریانس و میانگین با روش‌های گوناگون قابل‌تشخیص است (نمودارهای ACF و PACF، آزمون ARCH، آزمون Ljung-Box و آزمون KPSS). در این پژوهش وجود یا نبود اثرات ناپایایی میانگین با دو روش آزمون Ljung-Box و نمودارهای ACF و PACF سنجیده می‌شود؛ از طرف دیگر وجود اثرات ناپایایی واریانس با دو روش آزمون ARCH و مجدد با نمودارهای ACF و PACF سنجیده می‌شود.

سری‌های زمانی پایا توسط مدل‌های رگرسیونی خانواده ARMA(p,q) که مؤلفه‌های میانگین متحرک (MA) و خودرگرسیو (AR) را به‌صورت هم‌زمان بررسی می‌کنند، تجزیه‌وتحلیل می‌شوند. در صورت ناپایایی میانگین، روش ARIMA(p,D,q) به‌کار می‌رود که

1. Conditional

www.SID.ir

Archive of SID

یکپارچه‌شده مدل ARMA(p,q) است. اگر میانگین یک سری زمانی با روش‌های دیفرنس‌گیری قابلیت پایاشدن داشته باشد و پس از D مرتبه انجام این عمل، سری پایا حاصل شود، آنگاه می‌توان مدل را به‌صورت مستقیم از روش مدل ARIMA(p,D,q) تحلیل کرد؛ در غیر این صورت، مدل تغییریافته پس از D بار دیفرنس گیری (پایا شده)، با ARMA(p,q) قابل مدل‌سازی خواهد بود. قابل‌ذکر است که قابلیت پایاشدن فقط در مورد میانگین برقرار است و واریانس سری زمانی، بدون تغییر متغیر (دیفرنس گیری) موردمطالعه قرار می‌گیرد.

## ۳.روش‌شناسی پژوهش

**مدل موجودی.** مدل موجودی مورداستفاده برای بررسی و تحلیل تقاضا و کنترل موجودی آن، مدل موجودی سطح سفارش[1] یا سفارش تا سطح مشخص در هر بار بازنگری موجودی سیستم خواهد بود. مدل یادشده در رابطه۱، قابل‌مشاهده است [۷].

$$q_t = s_t - s_{t-1} + D_{t-1} \quad (۱)$$

که در آن $q_t$ «مقدار سفارش» در زمان$t$، $s_t$ «موقعیت موجودی» در زمان $t$ و $D_{t-1}$ «مقدار تقاضای» دوره $t-1$ است. در رابطه بالا عبارت $s_t$ از طریق رابطه ۲، محاسبه می‌شود [۷].

$$s_t = D_t^L + z\sigma_t^L \quad (۲)$$

که در آن $D_t^L$ مقدار تقاضا در زمان تحویل $L$ و دوره $t$، $\sigma_t^L$ واریانس مقدار تقاضا در زمان تحویل $L$ و دوره $t$ و $Z$ متغیر دارای توزیع نرمال استاندارد است.

از ویژگی‌های مدل مورد بررسی در این پژوهش می‌توان به درنظرگرفتن تقاضاهای بدون پاسخ به صورت تقاضای پس افت، ثابت‌بودن بازه زمانی تحویل (۱ دوره)، نبود هزینه نگهداری و همچنین نبود جریمه اشاره کرد. استفاده از مدل موجودی بالا، رایج‌ترین شیوه مورداستقبال در مطالعات و مبانی نظری موضوع است.

به بیان ساده‌تر، پیش‌بینی سفارش‌های دوره‌های آتی تقاضا در خلال این مدل‌سازی صورت می‌پذیرد و در صورت برآورده‌نشدن تقاضای مشتری در هر روز، تأمین خدمت طی

1. Order up to Policy

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌های آتی تحقق خواهد یافت؛ بنابراین هدف این پژوهش در این بخش، برقراری سیستم مؤثر سفارش‌های روزانه بر مبنای اطلاعات موجود از تقاضاهای دوره‌های قبل خواهد بود.

**اثر شلاق چرمی.** اثر شلاق چرمی، نخستن بار توسط چن و همکاران (۲۰۰۰) به‌صورت حاصل کسر موجود در رابطه ۳، معرفی شد: نسبت واریانس مقدار نهایی سفارش به واریانس تقاضای مشتری [۷، ۸].

$$BE = \frac{\boldsymbol{var}\,(\boldsymbol{q})}{\boldsymbol{var}\,(\boldsymbol{d})} \qquad (۳)$$

طبق بررسی‌های انجام‌شده در مبانی نظری موضوع، اثر شلاق چرمی پیامدها و هزینه‌های زیادی در ظرفیت زنجیره برای ارائه خدمات به مشتری و همچنین تقاضاهای محقق‌نشده و ذخیره موجودی به‌دنبال دارد. ماهیت این اثر به‌گونه‌ای است که مؤلفه‌های زنجیره تأمین همواره در پی کاهش آن هستند. درصورتی‌که ظرفیت ارائه محصول زنجیره به حدی باشد که سیستم را با ازدیاد همیشگی موجودی همراه نماید، می‌توان BE را تقریباً بی‌اثر کرد؛ اما برقراری چنین حجم بالایی از موجودی محصول در سیستم، غیرمنطقی است و از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست.

معیار معرفی‌شده توسط چن و همکاران (۲۰۰۰)، کمیتی بدون بُعد و به‌صورت مطلق قابل‌تفسیر است؛ به‌عبارت‌دیگر ماهیت و واحد تقاضا، روش پیش‌بینی و مدل مورداستفاده به‌منظور پیش‌بینی تقاضا تأثیری درنتیجه ندارند و خروجی چندین بررسی با یکدیگر قابل‌مقایسه هستند. هدف مدل‌های پیش‌بینی سری زمانی، کاهش دامنه نوسان ظرفیت مدل بر اساس تقاضای وارده از مشتری خواهد بود.

در پژوهش‌های پیشین این حوزه معمولاً این نسبت به واریانس و توزیع تقاضا وابسته نیست (واریانس تقاضا از صورت و مخرج کسر حذف می‌شود). روش‌های موجود در پژوهش‌های پیشین با فرض پایایی سری زمانی تقاضا (ثابت‌بودن واریانس طی دوره‌های مختلف) مورداستفاده قرار گرفته‌اند؛ درحالی‌که در شرایط ناپایا (مانند سری زمانی تقاضای خدمات ارزش افزوده در این پژوهش)، امکان محاسبه مستقیم کسر موجود در معادله ۳، وجود ندارد و معیار BE به تغییراتی نیاز دارد.

در این پژوهش، تغییراتی در نحوه محاسبه معیار BE اعمال شده است تا بررسی و محاسبات واریانس‌های صورت و مخرج کسر مطابق مدل‌های خانواده ARCH قابل‌انجام باشد؛ بنابراین معیار BE به‌صورت رابطه ۴، نوشته خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$BE\ ratio = \frac{var\left(\frac{q_t}{q_{t-1}}\right)}{var\left(\frac{d_t}{d_{t-1}}\right)} \quad (۴)$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، «واریانس بازده سری زمانی» به‌جای «واریانس سری زمانی» در نظر گرفته شده است. با توجه به رفتار سری‌های زمانی ناپایا، انتظار می‌رود رفتار معیار BE در طول زمان ثابت نباشد و نمودار آن شبیه تغییرات واریانس شرطی باشد. با توجه به مفروضات مدل در بخش‌های قبل، محاسبه رابطه ۴، در خصوص مدل GARCH آورده می‌شود. محاسبه واریانس شرطی تقاضا ($d_t$) در ادامه قابل‌مشاهده است:

$$Var(r_t) = Var(d_t/d_{t-1}) + Var(c + \phi r_t - 1 + \varepsilon_t + \theta\,\varepsilon_{t-1}) \quad (۵)$$
$$Var(r_t) = Var(\varepsilon_t|\varepsilon_{t-1}) \quad (۶)$$

خروجی عبارت اخیر، واریانس شرطی مدل است که به‌صورت مستقیم از خروجی نرم‌افزار MATLAB به‌دست می‌آید. محاسبه واریانس شرطی تقاضا ($q_t$) بر اساس مدل موجودی سطح سفارش، به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Var(q_t) = s_t - s_{t-1} + D_{t-1}\ ;\ Where\ s_t = D_t^L + z\sigma_t^L \quad (۷)$$
$$Var(q_t) = (D_t^L + z\sigma_t^L) - (D_{t-1}^L + z\sigma_{t-1}^L) + D_{t-1} \quad (۸)$$
$$Var(q_t) = \left(D_{t+l}^L - D_t^L\right) + z * \sqrt{l} * (\sigma_t^L - \sigma_{t-1}^L) + D_{t-1}) \quad (۹)$$

در خاتمه، فرمول اثر شلاق چرمی، به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$BE\ ratio = \frac{var\left(\frac{\left(D_{t+l}^L - D_t^L\right) + z*\sqrt{l}*(\sigma_t^L - \sigma_{t-1}^L) + D_{t-1}}{\left(D_{t-1+l}^L - D_{t-1}^L\right) + z*\sqrt{l}*(\sigma_{t-1}^L - \sigma_{t-2}^L) + D_{t-2}}\right)}{Var(\varepsilon_t|\varepsilon_{t-1})} \quad (۱۰)$$

## ٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

داده‌های موردبررسی در این پژوهش شامل ثبت سفارش مشتریان شبکه خدمات ارزش افزوده در مدت ۱۲۰۰ روز کاری (تقریباً معادل ۵ سال) است. روند داده‌های یادشده در شکل ۲، قابل‌مشاهده است. ازآنجاکه اخذ سفارش‌ها و ثبت داده‌ها به‌صورت روزانه در سیستم انجام می‌شود، تغییرات زیادی در روند نمودار تقاضا مشاهده خواهد شد. روزانه‌بودن ثبت تقاضا، رفتاری همچون تراکنش بازارهای مالی را تداعی می‌کند و ازآنجاکه سری‌های زمانی بازارهای مالی، ناپایایی محسوسی دارند، حدس اولیه بر اساس وجود اثرات ARCH شکل

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گیرد. بررسی و تحلیل سری زمانی با رسم نمودار داده‌های خام[1] و تفسیر شهودی آن شروع می‌شود. همان‌طور که در نمودار ۲، قابل‌ملاحظه است، روند خاصی برای تغییرات تقاضا متصور نمی‌شود (کاهشی/ افزایشی با نرخ ثابت متغیر، فصلی و نمایی). وجود تغییرات تصادفی نیز با توجه به ماهیت و اصول تحلیل سری زمانی منتفی خواهد بود (وجود دانش «تحلیل سری زمانی» در فضای غیرتصادفی‌بودن رفتار داده‌ها تحقق می‌یابد)؛ اما تغییرات خوشه‌ای[2] و همسو در جهت کاهش یا افزایش قابل‌مشاهده است؛ به‌عبارت‌دیگر افزایش تقاضای دوره‌های خاص، در افزایش تقاضای دوره‌های بعدی تأثیرگذار خواهد بود (همین‌طور در خصوص تغییرات کاهشی). در شکل ۳، «بازده تغییرات روزانه تقاضا» قابل‌مشاهده است. این نمودار با استفاده از رابطه ۱۱، ساخته می‌شود.

$$r_t = \frac{d_t}{d_{t-1}} \qquad (۱۱)$$

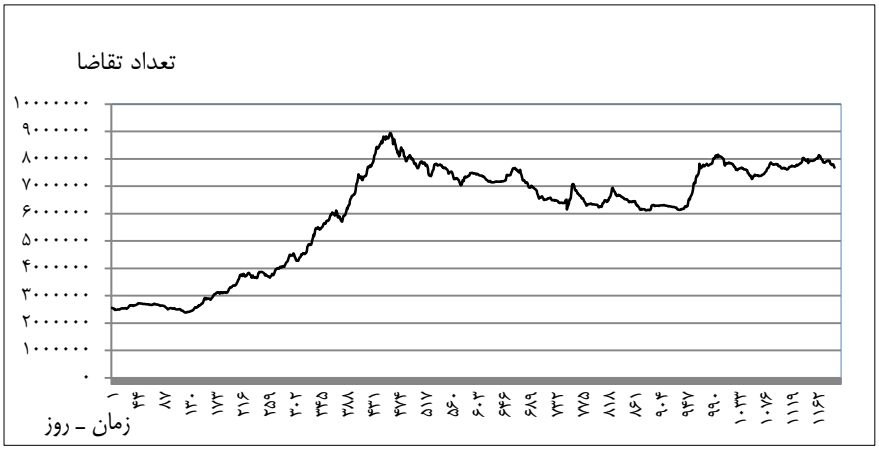
که در آن $d_t$ تقاضای ورودی به سیستم در زمان $t$ و $r_t$ بازده سری زمانی در زمان $t$ خواهد بود [۱۵]. دلیل اصلی استفاده از بازده روزانه به‌جای داده خام روزانه، همسان و استانداردکردن بعد داده‌ها در تحلیل سری زمانی است؛ به‌بیان‌دیگر با ساختن «بازده»، تحلیل انواع داده‌های موجود در سری زمانی بدون درنظرگرفتن ماهیت و مقیاس آن‌ها صورت می‌پذیرد. از سوی دیگر، تحلیل سری زمانی «بازده» به‌جای داده‌های خام، رایج‌ترین نوع تحلیل سری زمانی در مبانی نظری موضوع به‌شمار می‌رود؛ بنابراین در این پژوهش نیز سری زمانی «بازده» ساخته می‌شود و موردتحلیل قرار می‌گیرد.

ضمن بررسی نمودار بازده تغییرات روزانه تقاضا، مشخص می‌شود که تغییرات خوشه‌ای تقاضا نمود بهتری دارد؛ اما برای ادامه بررسی و تحلیل سری زمانی به مستندات منطقی و ریاضی (علاوه بر مستندات شهودی) نیز نیاز است؛ بنابراین آزمون‌های موجود در مبانی نظری موضوع روی این سری زمانی انجام خواهد شد.

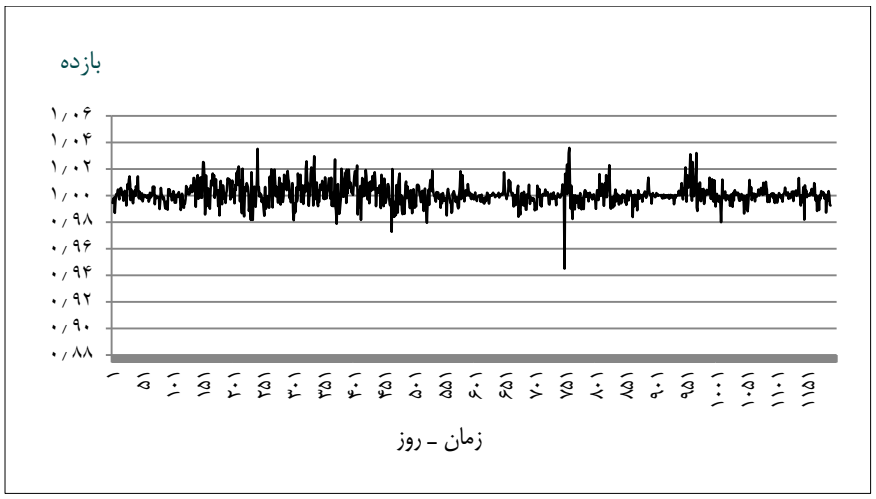
1. Raw Data
2. Clustering

www.SID.ir

Archive of SID




*شکل ۲. تقاضای روزانه (از سمت مصرف‌کننده)*




*شکل ۳. سری زمانی بازده روزانه*[1]

آزمون LJUNG-BOX به‌منظور بررسی شرطی‌بودن میانگین انجام می‌شود و نخستین بار توسط انگل (۱۹۸۷) ارائه و مطرح شد. این آماره با توزیع F سنجیده می‌شود و در این سری زمانی مقدار آماره برابر ۴۱/۶۵ محاسبه شد؛ درحالی‌که حد بحرانی[2] در سطح ۵ درصد، برابر ۶ است؛ بنابراین نبود اثر شرطی در میانگین سری زمانی یادشده، رد می‌شود. معیار دیگری که با آن می‌توان وجود اثر میانگین را در سری‌های زمانی بررسی کرد، مقادیر ACF و PACF است.

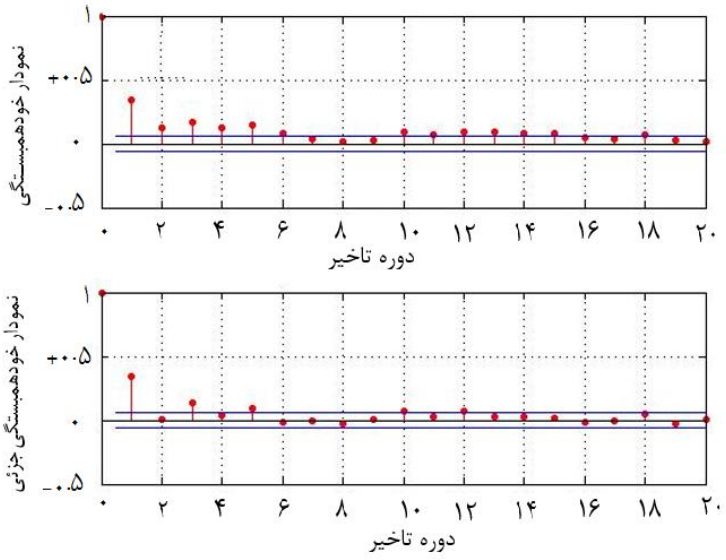
1. Return
2. Critical

www.SID.ir

Archive of SID

در شکل ۴، اثرات برهم‌کنشی و روابط بین مقادیر سری زمانی با چند تأخر زمانی مختلف محاسبه و مقایسه می‌شوند. ابتدا نمودار ACF و PACF برای «سری زمانی مقادیر باقیمانده» محاسبه و ترسیم می‌شود. طبق نمودار یادشده، معیار ACF و PACF بیشترین مقادیر خود را در تأخر زمانی[1] یک دورهای دارند. همچنین مقادیر ذکرشده، خارج از حدود کنترلی قرار می‌گیرند؛ بنابراین وجود اثر ARCH در واریانس سری زمانی مشاهده می‌شود. خروجی این مرحله، مدل ARMA(1,1) برای میانگین سری زمانی خواهد بود (ناپایایی و شرطی‌بودن میانگین سری زمانی). در مبانی نظری موضوع نیز پرکاربردترین تأخیر زمانی مورداستفاده در این مدل توسط پژوهشگر و همچنین پیشنهاد شده توسط پون و گرنجر (۲۰۰۳) بر اساس اصل «پارسیمونی»، تأخیر یک‌دوره‌ای بوده است [۱۳]. این موضوع در خصوص مدل‌های واریانس شرطی که در ادامه شرح داده خواهد شد نیز صادق است.

در مواردی مانند سری زمانی موردبررسی در این پژوهش که در آن ناپایایی میانگین وجود دارد، می‌توان با حذف روند از میانگین به مدلی پایا دست یافت (دیفرنس گیری)؛ اما به‌صورت مستقیم نیز امکان بررسی و تحلیل تقاضا وجود دارد که یکی از بهترین روش‌ها، استفاده از مدل‌های خودرگرسیون و با محاسبات متحرک است.



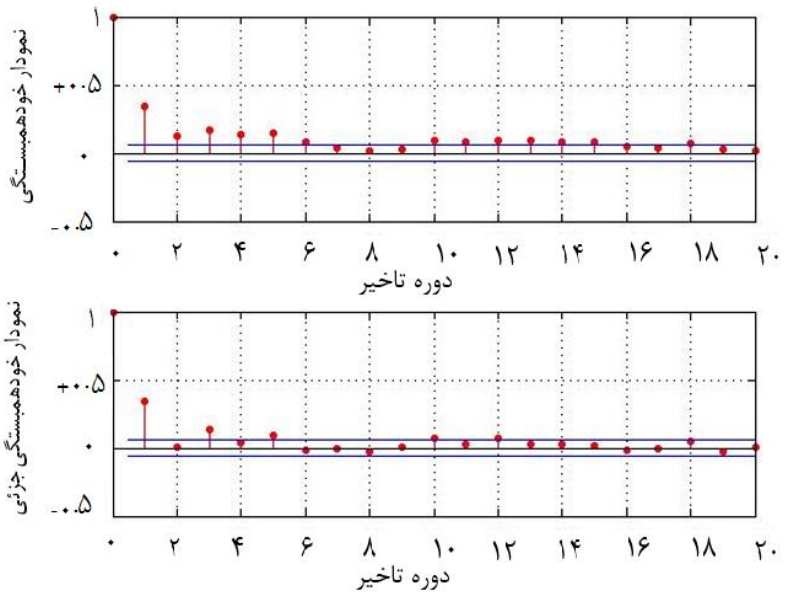

*شکل ۴. رسم نمودارهای خودهمبستگی[2] (ACF) و نمودارهای خودهمبستگی جزئی[3] (PACF) ـ سری زمانی مقادیر باقیمانده[4]*

1. Lag
2. Autocorrelation Function
3. Partial Autocorrelation Function
4. Residual

www.SID.ir

Archive of SID

برای بررسی واریانس سری زمانی نمودارهای ACF و PACF برای سری زمانی «مجذور باقیمانده‌ها» مطابق شکل ۵، رسم می‌شود. خارج‌شدن مقادیر نمودار یادشده از محدوده کنترلی در تأخر زمانی یک‌دوره‌ای، نمایانگر وجود اثرات ARCH در واریانس است. این امر به معنای رد فرض شرطی‌نبودن واریانس سری زمانی است و خروجی این مرحله، مدل ARCH(1,1) (در حالت کلی) برای واریانس سری زمانی خواهد. درواقع تأخیرات اثرات خودرگرسیو و میانگین متحرک، یک دوره در نظر گرفته خواهد شد.




*شکل ۵. رسم نمودارهـای خودهمبسـتگی[1] (ACF) و نمودارهای خودهمبستگی جزئی[2] (PACF) ـ سری زمانی مقادیر باقیمانده[3]*

**تشریح و اجرای مدل‌های خانواده ARCH.** اکنون که شرطی‌بودن واریانس و میانگین سری زمانی با استفاده از آزمون‌های بخش قبل تحقیق شد، مدل ARMA/ARCH در چند حالت بررسی می‌شود. مدل ARMA(1,1) برای مدل‌سازی میانگین هر سه روش، یکسان خواهد بود. ویژگی شرطی‌بودن و همچنین متغیربودن میانگین بازده در دوره‌های مختلف، دلایل انتخاب این مدل برای تحلیل میانگین سری زمانی بازده است.

1. Autocorrelation Function
2. Partial Autocorrelation Function
3. Squared Residual

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های GARCH(p,q)، EGARCH(p,q) و GJR(p,q) هر سه قابلیت مدل‌سازی ناپایایی سری‌های زمانی را دارند و می‌توانند برای بررسی واریانس شرطی سری زمانی به‌کار روند. دلیل انتخاب تأخر زمانی یک‌مرحله‌ای در مدل ARMA و ARCH، وجود مقدار بحرانی در نمودارهای ACF و PACF و همچنین اصل «پارسیمونی» [۱۵] است. در ادامه، نتایج این سه مدل به‌عنوان پرکاربردترین مدل‌های خانواده ARCH، مقایسه خواهد شد و مدلی که کمترین میزان اثر شلاق چرمی را در اثر پیش‌بینی تقاضا، ایجاد کند، برتر خواهد بود.

حل هر سه مدل با استفاده از نرم‌افزار MATLAB-R2012 انجام شده و نتایج آن در شکل‌های ۶، ۷ و ۸، قابل‌مشاهده است. در بخش قبل، بازده تغییرات روزانه تقاضا با رابطه ۱۱، نمایش داده شد. بر اساس مدل ARMA(1,1)، مقدار سری زمانی در هر دوره با رابطه ۱۲، مدل‌سازی می‌شود [۱۵].

$$y_t = \mathrm{C} + \varphi\, y_{t-1} + \varepsilon_t + \Theta\ \varepsilon_{t-1} \qquad (۱۲)$$

که در آن C مقدار ثابت، $Y_t$ مقدار سری زمانی در دوره $t$ ، $\varepsilon_t$ خطای اندازه‌گیری (یا مقدار باقیمانده)[1] در دوره $t$ و $\Phi$ و $\Theta$ نیز به‌ترتیب ضرایب خودرگرسیون (AR) و میانگین متحرک (MA) هستند؛ بنابراین رابطه ۱۲، به‌صورت زیر بازنویسی خواهد شد [۱۵].

$$r_t = \mathrm{C} + \varphi\, r_{t-1} + \varepsilon_t + \Theta\ \varepsilon_{t-1} \qquad (۱۳)$$

در روابط ۱۲ و ۱۳، مقادیر باقیمانده به‌صورت زیر تعریف می‌شود [۱۵].

$$\varepsilon_t = z_t\, \sigma_t \qquad (۱۴)$$

که در آن $Z$ متغیری با توزیع نرمال استاندارد و $\sigma_t$ برابر با واریانس سری زمانی است. در سری‌های زمانی پایا، مقدار $\sigma_t$ در طول زمان ثابت است؛ اما در مدل‌های آماری ناپایا، واریانس به‌صورت شرطی است و مقدار آن در دوره‌های مختلف، یکسان نیست. شرطی‌بودن $\sigma_t$ در مدل‌های مختلف ARCH با روش‌ها و پارامترهای گوناگون مدل‌سازی می‌شود. هر یک از مدل‌های ARCH به‌دلیل تحلیل و بررسی ویژگی خاصی از سری‌های زمانی، بسط و گسترش یافته‌اند.

1. Residual

www.SID.ir

Archive of SID

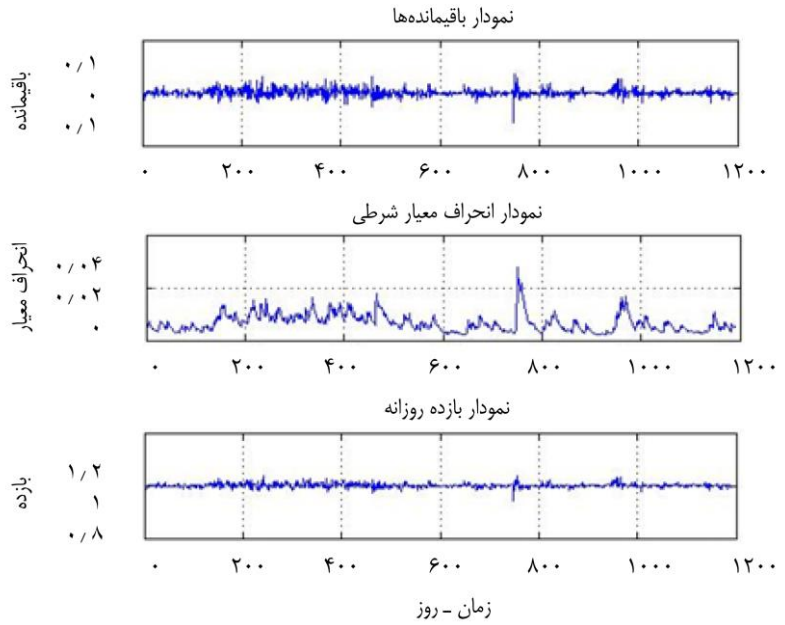
**مدل GARCH(1,1).** مدل GARCH[1]، نخستین بار توسط بلرس لو (۱۹۸۶)، معرفی شد [۷] که این مدل، بسط مدل ARCH به‌شمار می‌رود:

GARCH (1, 1):

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2 \qquad (۱۵)$$

Where ω>0. For finite variance, $\alpha + \beta < 1 \;\; \alpha, \beta > 0$

همه پارامترهای مدل بالا با روش ماکزیمم حداکثر درست‌نمایی (MLE)[2] برآورد خواهند شد. در این مدل، عبارت $\omega$، وجود مقداری ثابت و مثبت را برای واریانس شرطی تضمین می‌کند. همچنین جملات دوم و سوم، به‌ترتیب به‌عنوان جملات ARCH و GARCH شناخته می‌شوند. در مدل پایه‌ی ARCH، جمله دوم وجود ندارد و واریانس شرطی تنها ناشی از مقادیر خطای (باقیمانده) دوره‌های گذشته است. وجود محدودیت‌های ذکرشده در بطن مدل، تضمین‌کننده مثبت و نامتناهی‌بودن مقادیر واریانس شرطی خواهد بود. نمودار خروجی از نرم‌افزار MATLAB شامل سه بخش باقیمانده‌ها، انحراف استاندارد شرطی و بازده خواهد بود که در مورد هر مدل، نمودار مربوطه در همان قسمت قابل‌مشاهده است.




*شکل ۶. نمودار سری زمانی مقادیر انحرافات (بالا)، انحراف معیار شرطی (وسط) و بازده مدل آریما (۱و۱)/گارچ (۱و۱) (پایین) در معیار روز ـ محور افقی*

1. Generalized Auto-Regressive Conditional Heteroskedasticity
2. Maximum Likelihood Estimation

www.SID.ir

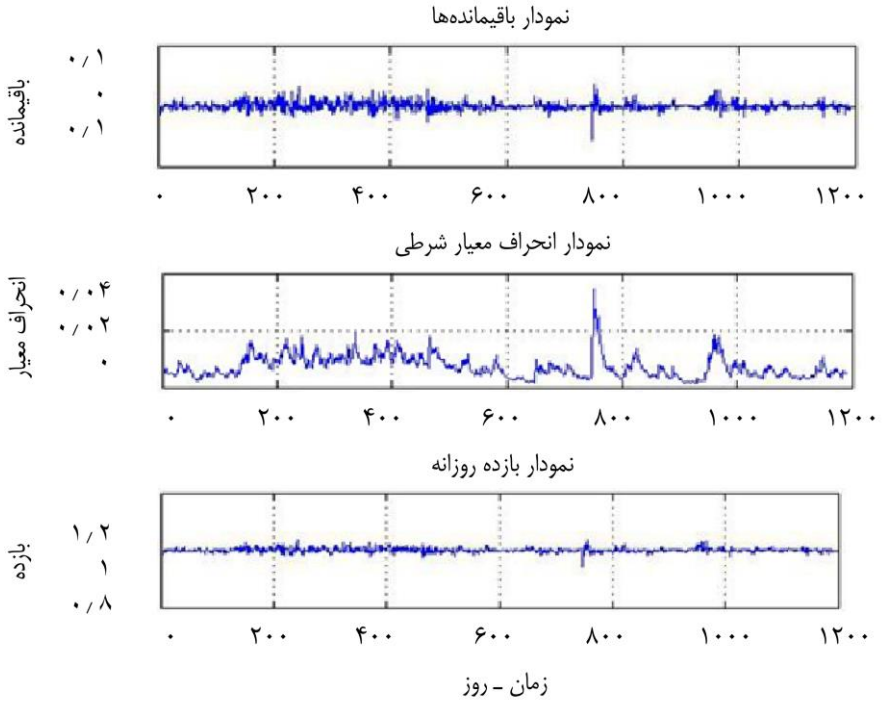
Archive of SID

**مدل EGARCH(1,1).** مدل EGARCH توسط نلسون (۱۹۹۳)، معرفی شد و یک شکل بسط‌داده‌شده از مدل GARCH است [۴].

EGARCH (1, 1):

$$ln\,\sigma_t^2 = \omega + \gamma\, ln\,\sigma_{t-1}^2 + \alpha\left[\frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sigma_{t-1}} - E\left\{\frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sigma_{t-1}}\right\}\right] + \xi\left(\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right) \qquad (۱۶)$$

همه پارامترهای مدل بالا با روش ماکزیمم حداکثر درست‌نمایی برآورد می‌شود. به‌دلیل وجود لگاریتم در این مدل، نیازی به قیدهای تضمین‌کننده در مدل قبلی نیست و خروجی مدل برای برآورد واریانس شرطی، مثبت خواهد بود.




*شکل ۷. نمودار سری زمانی مقادیر انحرافات (بالا)، انحراف معیار شرطی (پایین) و بازده مدل آریما (۱و۱)/ای ـ گارچ (۱و۱) (پایین) در معیار روز ـ محور افقی*

**مدل GJR(1,1).** مدل GJR توسط گلوستون ـ جاناتان ـ رانگل (۱۹۹۳)، معرفی شد و شکل بسط‌داده‌شده دیگری از مدل GARCH است [۵].

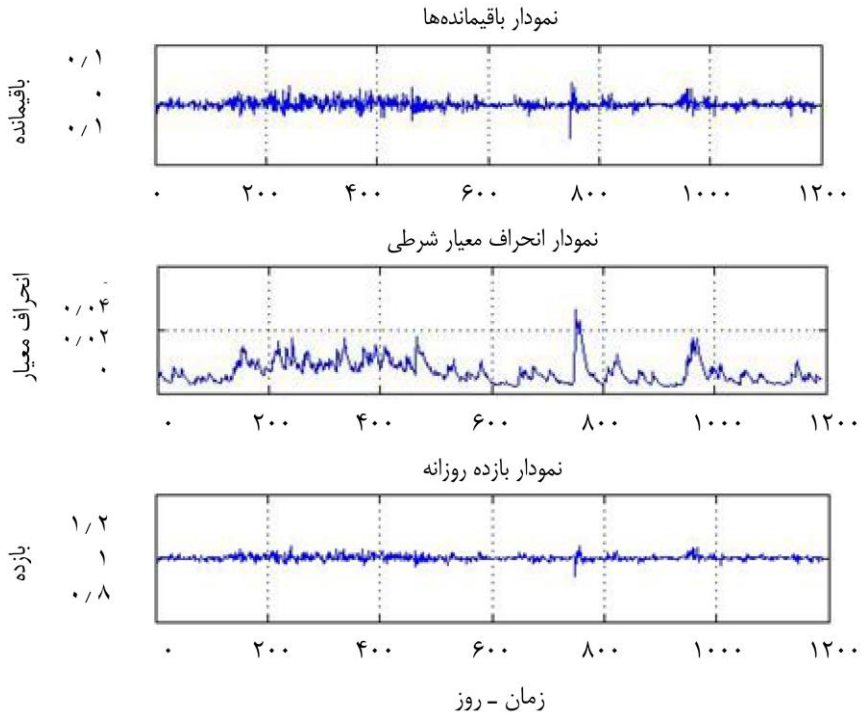
www.SID.ir

Archive of SID

GJR (1, 1):

$$\sigma_t^2 = \omega + \delta\sigma_{t-1}^2 + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1} \quad (۱۷)$$

اگر $\varepsilon_{t-1} \geq 0$ باشد، آنگاه $I_{t-1}$ برابر صفر و در غیر این صورت برابر یک خواهد بود. همه پارامترهای مدل بالا با روش ماکزیمم حداکثر درست‌نمایی برآورد می‌شود.




*شکل ۸. نمودار سری زمانی مقادیر انحرافات (بالا)، انحراف معیار شرطی (وسط) و بازده مدل آریما (۱و۱)/جی ـ جی ـ آر (۱و۱) (پایین) در معیار روز ـ محور افقی*

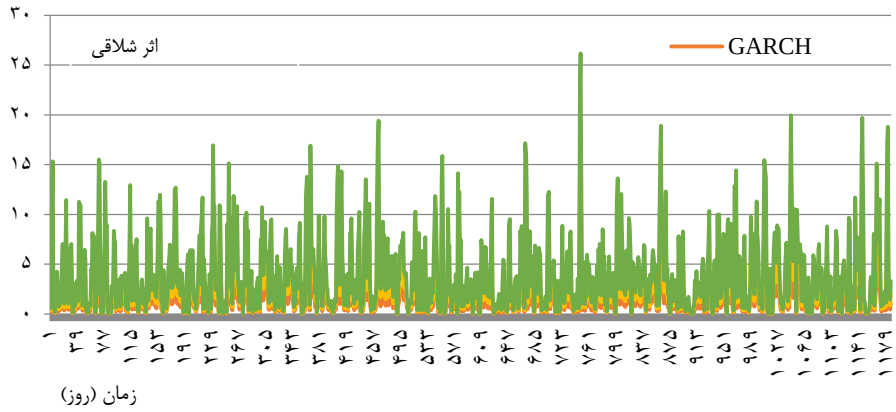
اکنون به‌منظور بررسی اثر شلاق چرمی، سه مدل مجزا برای تفسیر رفتار سری زمانی تقاضا در اختیار است. پیش‌بینی این سه مدل به‌منظور بررسی کارایی و قدرت تخمین تقاضای دوره‌های آتی در معیار تعمیم‌یافته BE (که در این مقاله ارائه می‌شود)، به‌کار می‌رود و نتایج آن در ادامه ارائه می‌شود.

**معیار اثر شلاق چرمی.** برای محاسبه صورت کسر BE در رابطه ۱۰، یک سری زمانی از مقادیر نهایی $q_t$ در هر دوره ساخته می‌شود و واریانس این سری (بسته به نوع مدل انتخابی) با مدل GARCH محاسبه می‌شود. معیار BE مطابق عبارت بالا برای مدل‌های دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

(EGARCH, GJR) نیز محاسبه می‌شود. خروجی این سه مدل برای مقایسه بهتر در نمودار شکل ۹، قابل‌مشاهده است.




*شکل ۹. نمودار مقایسه‌ای نسبت اثر شلاق چرمی در سه مدل مختلف از خانواده آرچ*

همان‌طور که انتظار می‌رفت در سری زمانی تقاضای شبکه ارائه خدمات ارزش افزوده (خاصیت ناپایایی دارد)، نمودار BE نیز حالتی همچون نمودار واریانس شرطی دارد. صرف‌نظر از تغییرات ناگهانی تقاضا که موجب افزایش شدید BE در برخی نقاط شده است، هر سه مدل موردبررسی در این پژوهش نتایج قابل‌قبولی ارائه داده‌اند؛ به‌طوری‌که میانگین BE کمتر از ۱/۵ واحد شده است (جدول ۲). معیار انتخاب مدل برتر برای برازش و تحلیل سری زمانی تقاضای شبکه خدمات ارزش افزوده تلفن همراه، میانگین BE و همچنین معادلات AIC و BIC در نظر گرفته شده و در قسمت نتایج قابل‌مشاهده است. به‌دلیل ماهیت واریانس و اثرات نامطلوب تغییرات سطح موجودی در این مسئله، کمینه میانگین معیار BE هدف مدل‌سازی خواهد بود؛ از طرف دیگر، معیار AIC و BIC به‌دلیل پرهیز از پیچیدگی مدل، به‌صورت کمینه، مطلوب است و کمترین مقدار معیار یادشده، بهترین مدل را انتخاب می‌کند.

*جدول ۱. مقایسه نتایج معیار AIC و BIC در سه مدل انتخابی*

| | GJR | EGARCH | GARCH |
|---|---|---|---|
| AIC | −۸۸۶۳ | −۸۸۷۷ | −۸۵۱۳ |
| BIC | −۸۸۱۹ | −۸۸۳۳ | −۸۴۶۹ |

*جدول ۲. مقایسه نتایج میانگین BE در سه مدل انتخابی*

| | GJR | EGARCH | GARCH |
|---|---|---|---|
| میانگین BE | ۴۰/۱ | ۲۰/۱ | ۴۳/۱ |

www.SID.ir

Archive of SID

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ضمن تغییر معیار موجود برای برآورد اثر شلاق چرمی در زنجیره تأمین که در پژوهش‌های پیشین استفاده شده بود، در این پژوهش سعی شد تا بررسی دقیقی پیرامون مدل‌سازی تقاضاهای ماهیتاً ناپایا صورت پذیرد. سری زمانی موردمطالعه در این پژوهش، تقاضای روزانه‌ی خدمات ارزش افزوده در شبکه تلفن همراه بود و به‌دلیل ناپای‌بودن واریانس و میانگین سری زمانی یادشده از مدل‌های ARMA/ARCH استفاده شد. خروجی مدل‌های آماری مورداستفاده در این مقاله، حاکی از آن است که مدل ARMA(1,1)/ EGARCH(1,1) در تحلیل روند تقاضا بر مدل‌های GARCH و GJR، برتری نسبی دارد. این استنباط بر اساس معیارهای AIC و BIC (جدول ۱) و مقایسه میانگین (جدول ۲) انجام شده است. در هر دو جدول، مدل ARMA(1,1)/ EGARCH(1,1) بهترین عملکرد را داشته است.

به‌دلیل ناپایایی سری زمانی تقاضا در این پژوهش، استفاده از مدل‌های مجرد آماری پایا نظیر میانگین متحرک و یا خودرگرسیون و همچنین برازش توابع آماری، مانند نرمال، کای دو، تی استودنت و یا F روی سری زمانی مجاز نیست.

پیش‌بینی روند تقاضا در موفقیت و پایایی هر سیستم موجودی نقش تعیین‌کننده دارد و اهمیت این امر بر ذی‌نفعان و مدیران تصمیم‌گیرنده زنجیره تأمین پوشیده نیست. خروجی مدل‌سازی و تحلیل تقاضا در این پژوهش به‌عنوان یک بسته تصمیم‌ساز در روند تعیین ظرفیت زنجیره تأمین به‌کار می‌رود. درواقع مدیریت زنجیره تأمین در شبکه خدمات ارزش افزوده تلفن همراه، فرآیندی راهبردی و تعیین‌کننده در رویکرد سیستم طی برنامه‌ریزی میان‌مدت و کوتاه‌مدت است و نقشی حیاتی در استمرار و پایداری شبکه خواهد داشت. چنین تحلیلی در خصوص تقاضا و به‌خصوص اثر شلاقی آن در زنجیره تأمین از مهم‌ترین ابزارآلات تحلیل تکنیکالی در حوزه مدیریت تقاضا خواهد بود. بدون وجود دورنمای روشن از نحوه تغییرات و روند تقاضای وارده به سیستم در آینده، تصمیم‌گیری برای مدیران و همچنین ساختار مدیریت مؤلفه‌های مختلف زنجیره تأمین، به‌سادگی میسر نخواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

## منابع


1. Abbasi, M., Estakhrian, A. R. (2017). Big data applied programming for supply chain management in service and production sectors. *Information technology and computer science national conferences, Islamic Azad Univesity, Sepidan, Iran*.

2. Al-Debei, M. M., & Al-Lozi, E. (2014). Explaining and predicting the adoption intention of mobile data services: A value-based approach. *Computers in Human Behavior, 35,* 326-338.

3. Bing, L. I. U., & TANG, S. L. (2006). Revenue-Sharing Analysis in the Mobile Value-Added Services. *The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 13(4),* 102-105.

4. Bollerslev, T., Engle, R. F., & Nelson, D. B. (1995). *ARCH models, in 'Handbook of Econometrics',* Vol. 4.

5. Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics, 31(3),* 307-327.

6. Buchmeister, B., Friscic, D., & Palcic, I. (2014). Bullwhip effect study in a constrained supply chain. *Procedia Engineering, 69,* 63-71.

7. Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information. *Management science, 46(3),* 436-443.

8. Chen, F., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2000). The impact of exponential smoothing forecasts on the bullwhip effect. *Naval Research Logistics (NRL), 47(4),* 269-286.

9. Dai, J., Peng, S., & Li, S. (2017). Mitigation of Bullwhip Effect in Supply Chain Inventory Management Model. *Procedia engineering, 174,* 1229-1234.

10. Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society, 50(4),* 987-1007.

11. International Telecommunication Union (ITU). Measuring the Information Society Report.http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/ Pages/publications/mis2016, Accessed on Mar 6, 2017.

12. Nemtajela, N., & Mbohwa, C. (2017). Relationship between inventory management and uncertain demand for fast moving consumer goods organisations. *Procedia Manufacturing, 8,* 699-706.

13. Ohyver, M., & Pudjihastuti, H. (2018). Arima Model for Forecasting the Price of Medium Quality Rice to Anticipate Price Fluctuations. *Procedia Computer Science, 135*, 707-711.

14. Ouyang, Y., & Li, X. (2010). The bullwhip effect in supply chain networks. *European Journal of Operational Research, 201(3),* 799-810.

15. Poon, S. H., & Granger, C. W. (2003). Forecasting volatility in financial markets: A review. *Journal of economic literature, 41(2),* 478-539.

16. Qin, M., Tang, C. H. H., Jang, S. S., & Lehto, X. (2017). Mobile app introduction and shareholder returns. *Journal of Hospitality and Tourism Management, 31,* 173-180.

17. Rahimi, SH.H, Sharifi, M. & Shahriari, M.R. (2017). Designing a Supply Chain Resilience Model (Case Study: Iran Welfare Organization). *Journal of Industrial Management Perspective, 27,127*-150 (In Persian).

18. Rezaei, P., Adel Azar, A., Taghavi, A. & Moghbel, A. (2014). Proposing service only supply chain performance evaluation by fuzzy cognitive mapping


www.SID.ir

Archive of SID

approach (Case study: Insurance industry). *Journal of Industrial Management Perspective, 16, 73-95* (In Persian).

19. Sirikasemsuk, K., & Luong, H. T. (2017). Measure of bullwhip effect in supply chains with first-order bivariate vector autoregression time-series demand model. C*omputers & Operations Research, 78,* 59-79.

20. Talebi, D., Airon, F. (2015). Identifying supply chain risks and supplier selection by network analysis processing (Case Study: Automobile Industries). *Journal of Industrial Management Perspective, 17, 31-43* (In Persian).

21. Wang, K. (2015). Determinants of mobile value-added service continuance: The mediating role of service experience. *Information & Management, 52(3),* 261-274.

22. Xu, J., & Yang, T. J. (2015). Telecom value-added Service Supply Chain Implanting Advertising Elements with two Service Providers. *Journal of Interdisciplinary Mathematics, 18(3),* 197-205.

23. Wang, Y., Wallace, S. W., Shen, B., & Choi, T. M. (2015). Service supply chain management: A review of operational models. *European Journal of Operational Research, 247(3), 685*-698.

24. Zhao, L., Lu, Y., Zhang, L., & Chau, P. Y. (2012). Assessing the effects of service quality and justice on customer satisfaction and the continuance intention of mobile value-added services: An empirical test of a multidimensional model. *Decision support systems, 52(3),* 645-656.

www.SID.ir