

## مدل‌بندی و پیش‌بینی قیمت طلا و دلار با استفاده از برآورد

### استوار مبتنی بر شبیه‌سازی

احد رحیم پور\*، مسعود یارمحمدی\*\*، رحیم چینی پرداز\*\*\* و علی

شادرخ\*\*\*\*

تاریخ وصول: ۱۳۹۷/۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۱۸

#### چکیده

اغلب داده‌های سری زمانی چند متغیره با استفاده از مدل اتورگرسیو میانگین متحرک برداری (VARMA) مدل‌بندی می‌شود. ولی وجود نقاط دورافتاده اغلب ناقض فروض مانایی بوده و ممکن است باعث مدل‌سازی اشتباه، اربیبی برآورد پارامترها و پیش‌بینی نادرست شود. بنابراین در این تحقیق، برآورد جدید مبتنی بر شبیه‌سازی استوار برای پارامترهای مدل VARMA معرفی می‌شود. برآورد مبتنی بر شبیه‌سازی نوعی برآورد غیرمستقیم بوده و به جای برآورد مدل پیچیده VARMA از برآورد مدل ساده‌تر اتورگرسیو برداری (VAR) با مرتبه‌ی بالا استفاده می‌کند. برای این کار، ابتدا روی مشاهدات مدل VAR برازش می‌شود سپس داده‌هایی از VARMAهای مختلف شبیه‌سازی شده و روی هر مجموعه داده شبیه‌سازی شده مدل VAR برازش می‌شود. اساس روش مبتنی بر شبیه‌سازی، فاصله بین برآورد مدل VAR روی داده‌های "شبیه‌سازی" و "مشاهدات" است. مقادیری از پارامترها که در شبیه‌سازی از مدل VARMA استفاده کرده و مینیمم این فاصله را ارائه دهد، برآورد پارامترهای مدل VARMA هستند. حال در صورتی که برآورد مدل VAR به صورت استوار باشد انتظار داریم که برآورد مدل VARMA نیز استوار گردد. به همین دلیل برای برآورد مدل VAR، از روش استوار BMM با عملکرد بهتر استفاده شده است. برآوردگر مبتنی بر شبیه‌سازی خواص سازگاری و نرمال بودن مجانبی را دارا است. در ادامه با مطالعات شبیه‌سازی در داده‌های بدون نقاط دورافتاده نشان داده شد که نسبت میانگین توان دوم خطای این برآوردگر به برآوردگر ماکسیمم

\* دانشجوی دکتری گروه آمار دانشگاه پیام نور، ص. پ. ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران.

\*\* دانشیار گروه آمار دانشگاه پیام نور، ص. پ. ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

(masyar@pnu.ac.ir)

\*\*\* استاد گروه آمار دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

\*\*\*\* دانشیار گروه آمار دانشگاه پیام نور، ص. پ. ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران.

درستنمایی شرطی بین  $0/7-0/6$  بوده که برای یک برآوردگر استوار قابل قبول می‌باشد. همچنین وقتی  $0/5$  داده‌ها به نقاط دورافتاده آلوده شود، میانگین توان دوم خطای برآوردگر مبتنی بر شبیه‌سازی استوار نسبت به برآوردگر ماکسیمم درستنمایی شرطی کمتر است.

به عنوان مثال کاربردی، داده‌های مربوط به قیمت طلا و دلار در بازار آزاد تهران در بازه‌ی زمانی  $1392-1397$  به صورت هفتگی جمع‌آوری و بررسی شده است. لازم به ذکر است که قیمت طلا و ارز اغلب، تحت تاثیر بحران‌های اقتصادی، سیاسی، ظهور جنگ و ... قرار گرفته و این بحران‌ها باعث به وجود آمدن نقاط دورافتاده می‌شود. لذا برای کاهش اثرات بد این نقاط دورافتاده و برآورد صحیح مدل از روش استوار استفاده می‌شود. نکته دیگر در مورد قیمت طلا و دلار، وجود همبستگی بالای آن‌ها بوده و برای تعیین اثرات متقابل طلا و دلار در پیش‌بینی از مدل  $VARMA$  می‌توان استفاده نمود. برازش مدل  $VARMA(1,1)$  به این داده‌ها نشان می‌دهد که واریانس خطای مربوط به قیمت طلا در مدل استوار نسبت به ماکسیمم درستنمایی شرطی  $38$  درصد و واریانس خطای مربوط به قیمت دلار در مدل استوار نسبت به ماکسیمم درستنمایی شرطی  $30$  درصد کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر استفاده از این روش، منجر به پیش‌بینی‌های بهتر با واریانس کمتر می‌گردد. با توجه به مدل برداری برازش شده، پیش‌بینی قیمت طلای هر هفته با استفاده از قیمت طلای هفته قبل و نوسانات طلا و دلار هفته قبل بدست می‌آید. همچنین، پیش‌بینی قیمت دلار هر هفته به وسیله قیمت دلار هفته قبل و نوسانات دلار هفته قبل انجام می‌شود.

واژه‌های کلیدی: نقاط دور افتاده، مدل  $VARMA$ ، استوار سازی، برآورد مبتنی بر شبیه‌سازی.  
طبقه بندی  $JEL$ :  $C22$ ،  $E31$ ،  $E37$ ،  $C3$ ،  $C15$ .