

## پیش‌بینی میزان بهینه وجه‌گذاری در دستگاه‌های خودپرداز: رویکرد ARMA

دکتر محمد حسین پورکازمی،\* دکتر الدار صداقت‌پرست،\*\* مجتبی امینی\*\*\*

### چکیده

توسعه خدمات بانکداری الکترونیکی به منظور تسهیل مبادلات پولی توسط بانک‌های کشور نیازمند مدیریت علمی و مناسبی است. دستگاه‌های خودپرداز که اغلب در شعب بانک‌ها استقرار دارند و تحت نظارت مستقیم مسئولان شعب هستند، به صورت بهینه وجه‌گذاری نمی‌شوند. این شیوه مدیریتی نقدینگی دستگاه‌های خودپرداز نه تنها در بازار شبه رقابتی به نام تجاری بانک‌ها آسیب می‌زند، بلکه موجب مدیریت نادرست نقدینگی به موجب وجه‌گذاری بیش از نیاز روزانه در این دستگاه‌ها می‌شود. در این مطالعه با استفاده از داده‌های سری زمانی روزانه برداشت وجه از دستگاه‌های خودپرداز و با روش مدل‌سازی ARMA به پیش‌بینی میزان بهینه تزریق وجوه در دستگاه‌ها پرداخته شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که با وجود مشکلات در داده‌های آماری ناشی از خرابی دستگاه‌ها، نقص شبکه شتاب یا تأخیر در تزریق وجه، خطاهای پیش‌بینی پایینی در حدود ۱ درصد نیز قابل دستیابی است. در نتیجه، استفاده از روش پیشنهادی پیش‌بینی این مطالعه برای تعیین میزان بهینه وجه‌گذاری در دستگاه‌های خودپرداز -با در نظر گرفتن وجود منابع انسانی و ملاحظات امنیتی لازم- توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: دستگاه‌های خودپرداز، روش ARMA، شبکه بانکی، بانکداری الکترونیکی.

طبقه‌بندی JEL: L64, G21, C53

h\_pourkazemi@yahoo.com.au

e.sedaghatparast@ibi.ac.ir

mojtabaaminiomam@yahoo.com

\*دانشیار دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی

\*\*عضو هیئت علمی موسسه عالی آموزش بانکداری ایران

\*\*\*دانشجوی دکتری برق دانشگاه شهید بهشتی

## ۱. مقدمه

ارائه خدمات کارت‌های بانکی از وظایف بانک‌های هر کشور به شمار می‌آید. کارت‌های بانکی که اطلاعات فرد و حساب او را در خود دارند، می‌توانند برای برداشت وجه از باجه‌هایی به نام دستگاه‌های خودپرداز (ATM)<sup>۱</sup> مورد استفاده قرار گیرند. بر اساس «آیین‌نامه گسترش بهره‌برداری از خدمات پول الکترونیکی» بانک‌ها موظف هستند نسبت به صدور انواع کارت پول الکترونیکی (اعتباری و پیش پرداخت) و نصب تجهیزات مربوط از قبیل دستگاه‌های خودپرداز (ATM) و پایانه فروش (POS)<sup>۲</sup> و پرداخت اینترنتی برای استفاده فرآیند خرید و فروش کالا و خدمات در کشور اقدام نمایند.<sup>۳</sup> برای این منظور باید در دستگاه‌های خودپرداز وجه نقد قابل ملاحظه‌ای تزریق شود تا پاسخگوی نیاز مشتریان باشد؛ اما تأکید بر این رویه ممکن است سبب رسوب پول در دستگاه‌ها شده و زیان‌های اقتصادی برای بانک به همراه داشته باشد. بنابراین، بانک‌ها همان‌طور که به مدیریت نقدینگی در شعب می‌پردازند، باید با توجه به شرایط زمانی، مکانی و اقتصادی به مدیریت نقدینگی دستگاه‌های خودپرداز نیز پردازند. مهم‌ترین گام در این راستا تشخیص میزان تقاضای وجه نقد مشتریان است.

پُر نگه داشتن دائم دستگاه‌های ATM به‌رغم اینکه ممکن است به حفظ رضایت مشتریان بیانجامد، اما به دلیل فشار هزینه و انباشته شدن وجوه می‌تواند هزینه‌های مستقیم و هزینه‌های فرصت را به بانک تحمیل نماید. بدیهی است افزایش هزینه‌های بانک، در بلندمدت موجب کاهش کیفیت خدمات ارائه شده از سوی بانک به مشتری می‌شود. از سوی دیگر، خالی بودن دستگاه ATM در هنگام مراجعه مشتری نیز نه تنها بانک‌ها را مشمول جرایم سنگینی در صورت تداوم مشکلات ارائه خدمات می‌کند،<sup>۴</sup> می‌تواند تأثیرات منفی بر نام تجاری بانک‌ها در شرایط رقابتی داشته باشد.

دستگاه‌های خودپرداز در حال حاضر، دارای ۴ کاست و در مواردی دارای ۶ کاست با ظرفیت دو هزار برگ اسکناس در هر کاست هستند. در صورتی که این کاست‌ها با اسکناس‌های ۲ هزار تومانی

---

1. Automated Teller Machine (ATM)

2. Point of Sale (POS)

۳. آیین‌نامه گسترش بهره‌برداری از خدمات پول الکترونیکی، مصوبه هیأت وزیران، ۱۳۸۴/۵/۱۰.

۴. بخشنامه شماره ن/پ/م/۱۳۰۴ مورخ ۸۷/۷/۷: دریافت کارمزد از تراکنش‌های ناموفق بانک‌ها، بانک مرکزی.

پُرشوند، یک دستگاه می‌تواند تا ۱۶ میلیون تومان پول نقد را در خود نگه دارند؛ این در حالی است که پُرکردن این دستگاه‌ها با اسکناس‌های ۵ هزار تومانی ظرفیت نقدی این دستگاه‌ها را به ۴۰ میلیون تومان و در صورتی که این دستگاه‌ها با چک پول‌های ۵۰ هزار تومانی پُرشود، ظرفیت نگهداری نقدینگی این دستگاه‌ها را به ۴۰۰ میلیون تومان افزایش می‌یابد. حال، اگر بانکی به تعداد ۱۰۰۰ دستگاه ATM داشته باشد، نبود مدیریت مناسب وجه‌گذاری می‌تواند هزینه‌های سنگینی برای بانک به همراه داشته باشد. این موضوع، صرف نظر از هزینه استهلاک، بیمه، نیروی انسانی و تعمیر و نگهداری دستگاه‌های ATM است. چنانچه از بُعد ملی نیز به این مسأله نگاه شود، با وجود ۳۴۹۹۹ خودپرداز در کشور (آمار رسمی بانک مرکزی تا تیرماه ۱۳۹۳) و پرداختی متوسط ماهانه ۱,۵ میلیارد تومان هر دستگاه،<sup>۱</sup> میزان رسوب پول در دستگاه‌ها با روش‌های رایج که حداقل ۵۰ درصد خطا دارد،<sup>۲</sup> رقمی حدود ۲۶۰۰ میلیارد تومان در ماه خواهد بود ( $2600 = 0.5 \times 1/5 \times 34999$ ). حال، چنانچه بتوان میزان خطا را به نصف کاهش داد، ۱۳۰۰ میلیارد تومان ماهانه نقدینگی آزاد می‌تواند در اختیار شبکه بانکی کشور باشد.

در این مطالعه پس از بررسی اهمیت خودپردازها و جایگاه آنها در نظام پرداخت‌ها و تسهیل مبادلات، به مرور ادبیات تجربی موجود در این زمینه پرداخته و روش‌هایی برای پیش‌بینی تقاضای وجه (برداشت وجه) از خودپردازها را که مبتنی بر اطلاعات روزانه سری زمانی یکی از بانک‌های کشور است،<sup>۳</sup> ارائه خواهد شد. در بخش پایانی، خلاصه مطالعه و یافته‌های پژوهش به همراه پیشنهادهایی برای مطالعات آتی ارائه شده است.

۱. اداره نظام‌های پرداخت، بانک مرکزی، شهریور ۱۳۹۳.

۲. این اطلاع نه تنها توسط مسئولان شعبی که مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند به دست آمده، بلکه مطالعه گل احمر (۱۳۸۸) میزان خطای وجه‌گذاری را بالای ۳۷۰ درصد نیز محاسبه کرده است. نکته مهم در مصاحبه با مسئولان شعب بانک‌های مختلف نسبت به وجه‌گذاری بیش از مصرف روزانه دستگاه‌های خودپرداز، نبود نیروی انسانی کافی در شعب و کمبود زمان برای آماده‌سازی وجوه و بارگذاری دستگاه عنوان شده است.

۳. اطلاعات نمونه‌های مورد استفاده با همکاری بانک سپه جمع‌آوری شده و برای رعایت امانت و نکات امنیتی از ذکر نام شعب خودداری شده است.

## ۲. دستگاه‌های خودپرداز و تحول در نظام‌های پرداخت

حرکت به سمت الکترونیکی کردن دریافت‌ها و پرداخت‌های بانکی، حذف روش‌های سنتی و وقت‌گیر و ارتباط مستقیم مشتریان با کارکنان بانک‌ها سیاستی است که می‌تواند به دلیل تسریع در روند انجام امور بانکی، هم به رضایت بیشتر مشتریان بانک‌ها بیانجامد و هم به دلیل کاهش فشار تقاضای خدمات بانکی در درون شعبه بانک‌ها، باعث شود شرایط کاری کارمندان و متصدیان امور بانکی با استرس و فشار کمتری همراه باشد.<sup>۱</sup> صدور کارت‌های بانکی و گسترش شبکه دستگاه‌های خودپرداز و سامانه‌های فروش از گام‌های مهمی است که در این راستا در چند سال گذشته در کشور ما تجربه شده است. البته، هنوز تا دستیابی به هدف نهایی الکترونیکی کردن کامل معاملات فاصله زیادی وجود دارد.

پس از ارائه نخستین دستگاه‌های خودپرداز در دهه ۱۹۶۰ و تکمیل آن در سال‌های متمادی، در سال ۱۹۷۳ در انگلستان دستگاهی به نام C.I.T.<sup>۲</sup> به بازار آمد که با پرداخت نقدی به مشتریان بلافاصله از حساب آنها کسر می‌شد. با توجه به پیشرفت امروزی، بیشتر خودپردازها به شبکه‌های بین بانکی متصل بوده و افراد را قادر می‌سازند از دستگاه‌های خودپرداز متعلق به بانک‌های دیگر نیز پول برداشت نمایند. تکامل دستگاه‌های خودپرداز به صورت شبکه اصلی عرضه خدمات و کاهش هزینه هر تراکنش در آنها در مقایسه با شعبه از طرف مؤسسات مالی مورد استقبال قرار گرفته و استفاده از آنها رشد روزافزونی پیدا نموده است که به نصب این دستگاه‌ها در فروشگاه‌ها و خارج از شعب نیز منجر شد.

خودپردازها از طریق سویچ بانکی به پردازشگر میزبان بانک متصل است. این امکان هست که سویچی مشترک بین خودپردازهای بانک‌های مختلف عمل ارتباط بین خودپردازهای بانک‌های گوناگون را میسر سازد. در ایران این امکان از سال ۱۳۸۱ در قالب طرح شتاب (شبکه تبادل اطلاعات بین بانکی) اجرا می‌شود. مهم‌ترین خدماتی که از طریق دستگاه‌های خودپرداز در ایران قابل ارائه بوده و صرفه‌های مالی، زمانی و مکانی برای مشتریان و بانک فراهم می‌کند، عبارتند از پرداخت وجه نقد،

۱. گودرزی و زبیدی، (۱۳۸۷).

اعلام موجودی، نمایش و چاپ ۱۰ گردش آخر حساب، تغییر رمز دوم حساب و ارائه رمز CVV2، انتقال آنی وجه به حساب‌های متمرکز و کارت‌های عضو شتاب، فروش شارژ سیم‌کارت تلفن همراه و پرداخت تمام قبوض.

علاوه بر تسهیل عملیات بانکی و کاهش هزینه‌های مبادلاتی در فضای کسب و کار، با استفاده از خودپردازها آثار مثبتی مانند افزایش تجارت در مؤسسات و مجتمع‌های تجاری که در آنها خودپرداز نصب شده، ایجاد و گسترش زمینه‌های جدید تجارت (برای مثال با تبلیغاتی که در صفحه نمایش خودپرداز قرار داده می‌شود)، کاهش ریسک ناشی از حمل پول نقد و چک‌های برگشتی، کاهش دفعات مراجعه به بانک و در نتیجه، کاهش ترافیک و آلودگی هوا، صرفه‌جویی در هزینه‌های چاپ اسکناس را برشمرد.<sup>۱</sup> در مقابل، با افزایش استفاده از خودپردازها احتمال خرابی دستگاه‌ها، متصل نبودن به شبکه شتاب در ساعات شب، تمام شدن وجه نقد خودپردازها به دلیل برداشت‌های مکرر و نبود اسکناس‌های درشت در شبکه بانکی از جمله مشکلاتی است که می‌تواند باعث ایجاد نارضایتی مشتریان شود.<sup>۲</sup>

بهره‌برداری از دستگاه‌های خودپرداز و شبکه‌های از خودپردازها برای بانک‌ها متضمن کارکردهای جداگانه بسیار زیادی است که در مجموع هزینه‌های زیادی را نیز به بانک‌ها تحمیل می‌نماید. این کارکردها عبارتند از خرید و نصب خودپردازها، پردازش تراکنش، تمیز کردن ازدحام‌های کاغذی، تعمیر قطعات شکسته، برداشت و پردازش سپرده‌ها و نیز تأمین نقدینگی. شیوه مدیریت این کارکردها، هزینه عملیاتی و راندمان عملیاتی را تعیین می‌کند که با کاهش حاشیه‌های سود خودپرداز بسیار مهم شده‌اند. هزینه‌های (عملیاتی) خودپردازها عمدتاً در دو دسته قرار می‌گیرند؛ هزینه‌های مرتبط با نقدینگی مانند بارگذاری بار دیگر پول نقد، هزینه‌های وجوه و هزینه‌های عملیات اداری. هزینه‌های نامرتبط به نقدینگی مانند سرویس و نگهداری خط اول، سرویس و نگهداری خط دوم، ارتباطات از راه دور، سربار شرکت، اجاره، استهلاک و جزاینها. بزرگترین هزینه، هزینه استهلاک دستگاه‌های نصب شده است. هر چه تعداد تراکنش‌ها بیشتر باشد، هزینه کمتری به ازای هر تراکنش اتفاق می‌افتد.

۱. گودرزی و زبیدی. (۱۳۸۷).

۲. بامداد و رفیعی. (۱۳۸۷).

هزینه‌های غیرمرتبط با نقدینگی ماهیتی نسبتاً ثابت داشته و مستقل از استراتژی عرضه نقدینگی هستند.

در ایران نخستین دستگاه خودپرداز در بانک سپه، در سال ۱۳۷۱ نصب شده است. پس از بانک سپه، در سال ۱۳۷۷ بانک ملی و پس از آن بانک‌های ملت و صادرات تقریباً به طور همزمان اقدام به نصب دستگاه‌های خودپرداز در شعب خود نمودند؛ اما حدود ۱۳ سال بعد در ماده یک آیین‌نامه گسترش بهره‌برداری از خدمات پول الکترونیکی مصوب هیأت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۴/۵/۵ صدور انواع کارت پول الکترونیکی (اعتباری و پیش‌پرداخت) و نصب تجهیزات مربوط مانند دستگاه‌های خودپرداز (ATM)، پایانه فروش (POS) و پرداخت اینترنتی توسط بانک‌ها اجباری شد.

در چند سالی که از صدور این مصوبه می‌گذرد، عملکرد نظام بانکی کشور با توجه به آمار منتشرشده توسط بانک مرکزی (جدول ۱) چندان مطلوب به نظر نمی‌رسد. با وجود میزان پایین مبالغی که به واسطه دستگاه‌ها نسبت به شعب جابه‌جا می‌شود، ولی تعداد این تراکنش‌ها بسیار فراوان است که اگر هزینه‌های انجام خدمات مربوط به این تراکنش‌ها در نظر گرفته شود، می‌توان مزایای اقتصادی دستگاه‌ها را برای بانک‌ها و نیز اقتصاد کشور مورد ملاحظه قرار داد.

جدول ۱. متوسط تعداد تراکنش‌های خود پرداز، پایانه فروش و پایانه شعب

ردیف	خودپرداز			پایانه فروش			پایانه شعب		
	متوسط پرداختی هر دستگاه در ماه (ریال)	متوسط مبلغ هر تراکنش دستگاه (ریال)	متوسط تعداد تراکنش‌های هر دستگاه در ماه	متوسط مبلغ خرید هر دستگاه در ماه (ریال)	متوسط مبلغ هر تراکنش دستگاه (ریال)	متوسط تعداد تراکنش‌های هر دستگاه در ماه	متوسط مبلغ هر تراکنش هر دستگاه در ماه (ریال)	متوسط مبلغ هر تراکنش هر دستگاه در ماه (ریال)	متوسط تعداد تراکنش‌های هر دستگاه در ماه
اسفند ۸۸	۴,۳۵۹,۹۰۷,۷۹۵	۵۱۳,۰۸۱	۸,۴۹۸	۲۰,۷۷۴,۷۴۹	۶۸۲,۲۱۴	۳۰	۲,۸۳۵,۴۸۸,۱۳۶	۵,۷۸۳,۸۴۹	۴۹۰
اسفند ۸۹	۷,۲۰۹,۵۰۸,۷۱۲	۶۷۶,۷۰۴	۱۰,۶۵۴	۶۰,۵۰۱,۱۹۵	۱,۰۷۰,۴۰۹	۵۷	۳,۰۷۵,۸۱۶,۴۷۵	۸,۲۹۷,۵۸۷	۳۷۱
اسفند ۹۰	۱۲,۷۴۵,۴۸۸,۹۱۲	۱,۱۲۳,۱۷۱	۱۱,۳۴۸	۱۷۱,۳۰۹,۹۷۰	۲,۱۶۹,۲۷۲	۷۹	۳,۷۰۵,۶۳۲,۶۰۱	۱۲,۵۰۵,۹۷۵	۲۹۶
اسفند ۹۱	-	۱,۵۲۶,۷۹۲	۱۲,۰۷۲	-	-	-	۶۶۳,۰۶۱۴,۷۴۷	۲,۰۶۳۷,۱۶۴	۳۲۱
اسفند ۹۲	-	۲,۳۴۴,۶۰۶	۱۲,۲۲۸	-	-	-	۷,۲۵۴,۵۶۰,۹۰۲	۲۰,۳۴۹,۲۶۰	۳۵۷

مأخذ: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

در این پنج سال، رشد دستگاه‌های خودپرداز در کشور حدود ۹۹ درصد و رشد صدور تعداد کارت‌ها حدود ۲۱۹ درصد بوده که این امر نشان از تغییر نگرش مدیران بانکی و گسترش استفاده از ابزارهای الکترونیکی و تغییر بانک از کاربر به سرمایه‌بر و تسلط بر سهم عمده‌ای از بازار الکترونیک است. آمارهای بانک مرکزی نشان می‌دهد در حالی که تعداد کارت‌های بانکی صادر شده تا پایان تیر ماه سال ۱۳۹۳ به رقمی بیش از ۲۹۰ میلیون کارت رسیده است، هنوز توسعه عابر بانک‌ها هیچ تناسبی با تعداد این کارت‌ها نداشته و این امر لزوم رشد سخت‌افزاری را در این عرصه نمایان می‌سازد. بر اساس آمار منتهی به تیرماه ۱۳۹۳ تنها ۳۴۹۹۹ پایانه ATM در کشور فعال بوده که این رقم در مقایسه با انواع کارت بانک‌های صادر شده نشان از این دارد که به ازای هر ۸۲۹۷ کارت بانک صادر شده، یک پایانه عابر بانک در کشور فعال است.<sup>۱</sup> این ناهمگونی به صف‌های طولانی در زمان‌های خاص از جمله زمان دریافت یارانه‌های نقدی، روزهای پایان ماه (واریز حقوق)، آغاز سال تحصیلی (شهریور و اوایل مهر ماه) یا اسفند ماه (نزدیک ایام نوروز) منجر می‌شود.

سرویس‌دهی به دستگاه‌های خودپرداز کاری پُرهزینه از جهت مدیریت نقدینگی و هزینه‌های عملیاتی است. با بالابودن قیمت تمام‌شده پول در ایران و اهمیت یافتن کارایی عملیاتی، بیشتر بانک‌ها کارایی خود را معطوف به چگونگی مدیریت وجوه نقد در دستگاه‌های خودپرداز نموده‌اند. بدین معنا که چه میزان در دستگاه‌ها پول نگهدارند تا دچار مازاد یا کمبود نقدینگی نشوند. تزریق بیش از اندازه وجه به خودپردازها موجب تحمیل هزینه اضافی به بانک و کمبود وجه در دستگاه‌ها موجب نارضایتی مشتریان و به خطر افتادن برند<sup>۲</sup> بانک خواهد شد.

### ۳. ادبیات موضوع

دستیابی به روشی بهینه برای وجه‌گذاری در دستگاه‌های خودپرداز هم سودآوری بانک‌ها را بهبود می‌بخشد و هم مشتریان بانک از خدمات نوینی که دریافت می‌کنند، احساس رضایت خواهند داشت که بدون شک این رضایت‌مندی بر سودآوری بانک‌ها نیز تأثیر مثبتی دارد. لئونارد و اسپنسر<sup>۳</sup> (۱۹۹۱)

۱. اداره نظام‌های پرداخت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

2. Brand

3. Leonard & Spencer

نشان دادند که گروه زیادی از مشتریان بانک‌ها کیفیت خدمات ATM را متناظر با کیفیت خدمات بانکی می‌شناسند. بر اساس پژوهشی که هاوکرافت<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) انجام داده است، یکی از مهم‌ترین دلایل نبود رضایت مشتریان بانک‌ها از خدمات ATM خارج از سرویس بودن آنهاست؛ اما جلب رضایت بیشتر مشتریان نیز برای بانک‌ها متضمن هزینه است. شناسایی توازنی میان این نوع هزینه‌ها و ارتقای شاخص‌های جلب رضایت مشتریان می‌تواند یکی از تصمیمات مهم مدیران بانک‌هاست. البته، داویس<sup>۲</sup> و همکاران (۱۹۹۶) با گروه‌بندی مشتریان بانک که از خدمات دستگاه‌های خودپرداز بهره می‌گیرند، نشان می‌دهند که بانک‌ها باید با هدف‌گذاری مشتریان نسبت به جلب رضایت هر یک از گروه‌ها برنامه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری ویژه‌ای ترتیب دهند. ماتینهو و برونلای (۱۹۸۹) در پژوهش‌های خود دریافتند که رضایت مشتریان رابطه مستقیمی با مکان و دسترسی به خودپردازها دارد. در پژوهش آن دو نشان داده شد که مشتریان رضایت متوسطی از خودپردازها دارند و خرابی دستگاه‌ها و صف‌های طولانی در برابر خودپردازها باعث ناراضی مشتریان می‌شود.

سیموتیس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) با استفاده از روش شبکه‌های عصبی و در نظر گرفتن هزینه‌های وجوه (نرخ بهره)، هزینه بارگذاری وجوه و هزینه خدمات روزانه به پیش‌بینی میزان بهینه مدیریت نقدینگی دستگاه‌های خودپرداز پرداخته و نشان دادند که در صورت بالابودن نرخ‌های بهره و پایین بودن هزینه‌های بارگذاری، روش بهینه‌یابی کاهش هزینه‌های نگهداری را در حدود ۱۵-۲۰ درصد کاهش می‌دهد. مقایسه عواملی که این پژوهشگران برای تصریح توابع مورد استفاده در روش شبکه‌های عصبی به کار گرفته‌اند، با وضعیت موجود شعب و مقررات بانکی کشور نشان می‌دهد که هزینه‌های بارگذاری در کشور به دلیل کمبود کارکنان و شلوغی شعب بسیار بالاست که همین امر موجب شده بسیاری از مسئولان تصمیم به پُرکردن کاست‌های دستگاه‌ها و هزینه‌های بهره‌ای را به بانک تحمیل نمایند.

انوری نیا (۱۳۷۹) تأثیر استفاده از دستگاه‌های خودپرداز را بر جذب سپرده توسط بانک سپه بررسی کرده است. نکته مهم در بررسی وی، زمان انجام آن است؛ چرا که مدت کوتاهی از ورود

---

1. Howcroft  
2. Davies  
3. Simutis, et al



دستگاه‌های ATM به کشور سپری شده بود. از آنجا که بانک سپه از پیشگامان استفاده از این دستگاه‌ها بود، در آن زمان یکی از مهم‌ترین مزایای بهره‌برداری از خودپردازها همین افزایش توان جذب سپرده‌های افراد بود. نتایج کار نیز نشان می‌داد که از بدو ورود دستگاه‌ها به سیستم بانک سپه و توسعه آنها، سپرده‌ها رشد فراوانی را داشته‌اند. رشد سپرده‌های عابر بانک به طور متوسط ۳۰ درصد بیشتر از رشد سپرده‌های کوتاه‌مدت بوده و البته نتایج دیگر این پژوهش بر این نکته تأکید دارد که هزینه جذب سپرده توسط عابر بانک‌ها در آن دوره بیشتر از هزینه جذب سپرده کوتاه‌مدت بوده است.

آقامحمدی (۱۳۸۵) در مطالعه خود به دنبال یافتن هزینه واقعی استفاده از دستگاه‌های خودپرداز بوده است. وی از طریق پرسشنامه‌هایی که توسط کارشناسان مختلف بانک صادرات به عنوان نمونه پُر شده است، چهار دسته هزینه سخت‌افزاری، نرم‌افزاری، نیروی انسانی و هزینه‌های دیگر را شناسایی نموده است. برای نمونه، وی هزینه‌های مختص دستگاه ATM در تیر ماه ۱۳۸۴ را در حدود شانزده میلیون ریال برآورد می‌کند. این در حالی است که تعداد تراکنش‌ها در طول این ماه ۱۱۸۰۳ بوده و هزینه هر تراکنش حدود دو هزار و ۵۰۰ ریال برآورد شده است. بر اساس اطلاعاتی که در این مطالعه به‌دست آمده، هزینه خرید و نصب هر دستگاه ATM در سال ۱۳۸۴ برابر ۱۵۸ میلیون ریال بوده است.

گل‌احمر (۱۳۸۸) در پژوهش خود از دو روش شبکه‌های عصبی و رگرسیون بردار پشتیبان برای پیش‌بینی تقاضای وجوه مورد نیاز دستگاه‌های خودپرداز بانک صادرات استفاده می‌کند. ویژگی‌های مورد استفاده وی برای استفاده در شبکه‌های عصبی روز هفته، روز ماه، ماه سال، تعطیلات و متوسط تقاضا در هفته گذشته بوده است. از یافته‌های قابل توجه مطالعه وی، دامنه متوسط قدرمطلق درصد خطا بوده که برای خودپردازهای بیست شعبه بین ۱۶ تا ۳۵ درصد بوده است. روش رقیب بردار پشتیبان نیز در محدوده ۱۴ تا ۳۵ درصد خطا داشت. همچنین، وی نشان می‌دهد که روش‌های مورد استفاده، هر دو بسیار بهتر از روش جاری هستند؛ چرا که رسوب پول در شرایطی که تنها مبتنی بر برآورد کارمندان و مدیران شعب در دستگاه‌ها پول است، بسیار بالا و خطای چنین روشی بین ۷۶ تا ۳۵۰ درصد است.

#### ۴. داده‌ها و روش پژوهش

در این پژوهش از داده‌های سری زمانی مربوط به برداشت روزانه از دستگاه‌های خودپرداز شعب مختلف بانک سپه در مناطق مختلف شهر تهران و با توجه به تنوع مکانی محل استقرار شعبه استفاده شده است. در این دوره (اول فروردین ۱۳۸۹ تا آخر بهمن ۱۳۸۹) به راحتی می‌توان رویدادهای تأثیرگذار بر روند برداشت از دستگاه‌های خودپرداز از جمله اواخر هر ماه، روزهای اول هر هفته، تعطیلات نوروز و اعیاد دیگر را مشاهده کرد. شعب مختلفی که به عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفتند از نقاط مختلف جغرافیایی در شهر تهران انتخاب شده و در این راستا به تنوع شرایط از نظر محل استقرار دستگاه‌ها نیز توجه شده است. برای نمونه اطلاعات یکی از خودپردازها ارائه شده است.

جدول ۲. میزان برداشت (میلیون ریال) و تعداد تراکنش دستگاه خودپرداز در یک شعبه نمونه

۹۱۰۷۵	مجموع تراکنش	۶۰۷۸۳	مجموع برداشت
۲۷۲	متوسط تراکنش	۱۸۱	متوسط برداشت
۵۰۷	حداکثر تراکنش (۸۹/۱۰/۰۱)	۴۷۳	حداکثر برداشت (۸۹/۱۰/۰۱)
۸	حداقل تراکنش (۸۹/۹/۲۵)	۰/۴	حداقل برداشت (۸۹/۹/۲۵)

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مجموع برداشت از خودپرداز این شعبه در طول دوره ۱۱ ماهه نزدیک به ۶۱ میلیارد ریال و متوسط برداشت روزانه ۱۸۱ میلیون ریال بوده که خود حاکی از اهمیت دستگاه‌ها در تسهیل تراکنش‌هاست. در حالی که حداکثر برداشت در یکی از روزهای آخر (یا اول) ماه اتفاق افتاده و این نتیجه در بازه‌های یک ماهه و در بین شعب مختلف نیز مشاهده شده است، با این وجود حداقل برداشت‌ها اغلب نه به دلیل رفتار مراجعه‌کنندگان، بلکه به سبب خرابی دستگاه‌ها یا اختلال در شبکه شتاب بوده و گرنه برداشت ۴۰ هزار تومان در یک روز چندان منطقی به نظر نمی‌رسد.

بررسی روند زمانی میزان برداشت‌ها در دوره نیز نشان‌دهنده واقعیات جالبی است که مهم‌ترین

آنها روند ملایم صعودی برداشت‌ها و تکرار نقاط حداکثری برداشت‌ها در روزهای آخر ماه است.<sup>۱</sup>

۱. از آنجا که تا یک سال پس از واریز یارانه‌ها دوره واریز آخر ماه بوده، تأثیری بر رفتار کلی و نتایج نداشته است؛ اما از زمانی که واریزها نامنظم شده می‌توان انتظار داشت که تغییراتی در الگوها اتفاق افتد که در صورت وجود اطلاعات می‌توان به سادگی این وضعیت را بررسی کرد.

واقعیت دیگری که با تجزیه و تحلیل نمودارهای سری زمانی روزانه برداشت از خودپردازهای شعب مختلف مشاهده شد، تکرار رفتارها در روزهای مشابه هفته بود. برای مثال، بیشتر در روزهای جمعه و یا در ایام تعطیل رسمی برداشت‌ها کم و بلافاصله برداشت‌ها در ایام هفته افزایش می‌یابد. همچنین، به‌روشنی معلوم بود که در برخی روزها میزان برداشت‌ها به شدت کاهش می‌یابد که با توجه به متوسط برداشت‌ها در روزهای نزدیک و مشابه، نشان‌دهنده اتفاقاتی مانند خرابی دستگاه، نقص شبکه مخابراتی شتاب و یا تأخیر در تزریق پول بوده که با عنوان روزهای خاص از آنها یاد می‌شود. برای حل این موارد، نمونه‌هایی بررسی شده که رفتار واقعی مراجعه‌کنندگان و نه خرابی دستگاه یا شبکه را منعکس کنند و در مواردی جزئی که اطلاعات روز خاصی در اختیار نبوده از میانگین دو روز پیشین و بعدی استفاده شده است.

## ۵. روش برآورد مدل

به دنبال انتقادات وارد بر روش‌های سنتی اقتصادسنجی در پیش‌بینی روند متغیرهایی که در طول دوره بررسی با شکست‌های ساختاری مواجه بودند،<sup>۱</sup> باکس و جنکینز<sup>۲</sup> گروه جدیدی از ابزارهای پیش‌بینی را معرفی کردند که بعدها روش‌شناسی باکس-جنکینز (BJM) نام گرفت و از نظر تکنیکی به روش‌شناسی ARIMA (خودرگرسیون جمعی میانگین متحرک)<sup>۳</sup> شهرت یافت. تأکید این روش پیش‌بینی بر اساس مدل‌های تک معادله‌ای و معادلات همزمان علت و معلولی نیست، بلکه بر تجزیه و تحلیل احتمالی سری‌های زمانی تأکید دارد. برخلاف مدل‌های رگرسیونی که در آنها  $Y_t$  (متغیر وابسته) با استفاده از متغیر توضیحی  $X_t$  توضیح داده می‌شود، در مدل‌های سری زمانی تحت BJM متغیر  $Y_t$  با استفاده از مقادیر گذشته از متغیر  $Y$  و جملات خطای تصادفی توضیح داده می‌شود. به همین دلیل، مدل‌های ARIMA گاهی مدل‌های غیرنظری نامیده می‌شوند، زیرا آنها را نمی‌توان از هیچ نظریه اقتصادی استنتاج کرد.<sup>۴</sup>

۱. گجراتی (۱۳۷۸).

2. Box & Jenkinz

3. Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)

۴. گجراتی (۱۳۷۸).

چنانچه متغیر تصادفی  $Y$  که پس از  $d$  بار تفاضل‌گیری پایا شده باشد، از یک الگوی خودتوضیح مرتبه  $p$  و میانگین متحرک مرتبه  $q$  یا  $ARIMA(p,d,q)$  تبعیت کند، در ساده‌ترین شکل خود که هم خاصیت خودتوضیحی، هم میانگین متحرک و هم ناپایایی را داشته باشد، به صورت زیر خواهد بود:

$$\hat{Y}(t) = \mu + Y(t-1) + \phi(Y(t-1) - Y(t-2)) - \theta e(t-1)$$

که در آن،  $\mu$  جمله ثابت،  $\theta$  ضریب جمله خودتوضیح مرتبه اول و  $\phi$  ضریب جمله میانگین متحرک مرتبه نخست است که این الگو را  $ARIMA(1,1,1)$  می‌نامند. هدف  $BJM$  شناسایی و تعیین یک مدل آماری است که می‌توان آن را مدل تولیدکننده داده‌های نمونه واقعی از فرایند تصادفی تعبیر کرد. این روش پیش‌بینی که توسط باکس و جنکینز در ظرف بیش از ۱۵ سال بسط داده شده و در واقع، برازش یکی الگوی  $ARIMA$  مناسب به مجموعه داده‌ها و به‌دست آوردن امید ریاضی‌های شرطی است، به طوری که کمترین خطای پیش‌بینی را داشته باشد؛<sup>۱</sup> اما شرط لازم برای ساختن یک مدل  $ARIMA$  پایایی<sup>۲</sup> است. مهم‌ترین مشخصه‌های یک سری زمانی پایا ثبات میانگین و واریانس در طول زمان است. هنگامی که سری زمانی مورد مشاهده دارای روند و یا ناهمسانی واریانس باشد، معمولاً برای رفع این مسأله از تفاضل‌گیری<sup>۳</sup> استفاده می‌شود.<sup>۴</sup>

روش شناسی باکس-جنکینز شامل چهار مرحله است. ابتدا سری مورد نظر را به لحاظ پایایی و سپس با استفاده از معیارهای آکائیک و شوارتز و یا نمودار همبستگی و همبستگی جزئی مورد بررسی قرار می‌دهند تا مشخص شود کدام جمله از رده فرایندهای  $ARIMA$  مناسب‌ترین است.<sup>۵</sup> پس از مرحله تشخیص، پارامترهای مدل برآورد می‌شود. در بیشتر مواقع برای برآورد پارامترها از روش حداقل مربعات  $OLS$  استفاده می‌شود.<sup>۶</sup> سپس، باید بررسی کرد که آیا مدل انتخابی داده‌ها را به‌خوبی

۱. چتفیلد (۱۳۷۲).

2. Stationary

3. Differencing

4. Zhang.(2003).

۵. چتفیلد (۱۳۷۲).

۶. گجراتی (۱۳۷۸).

برازش می‌کند؟ یک آزمون ساده برای بررسی این نکته آن است که باید جملات اخلاص نوفه سفید<sup>۱</sup> باشند، در این صورت مدل انتخاب شده را به‌عنوان یک برازش مناسب پذیرفته و در غیر این صورت آن را رد کرده و مدل دیگری برآورد می‌شود. بدین ترتیب روش‌شناسی BJ یک فرایند تکراری است. سرانجام پس از انتخاب مدل مناسب به پیش‌بینی سری زمانی مورد نظر پرداخته می‌شود.<sup>۲</sup>

## ۶. مدل‌سازی و پیش‌بینی

اطلاعات موجود برداشت‌های روزانه از خودپردازهای تمام شعب بانک از ابتدای سال ۱۳۸۹ تا پایان بهمن ماه همان سال (۳۳۰ روز) را در بر می‌گرفت. با کنار گذاشتن ماه بهمن برای بررسی قدرت مدل در برون‌یابی دوره زمانی مدل‌سازی شامل ۱۰ ماه از سال ۱۳۸۹ شد که حدود ۳۰۰ داده را شامل می‌شود. در بررسی اولیه داده‌ها نیز مشخص شد که تعداد روزهایی که شبکه شتاب با مشکل مواجه بوده، دستگاه‌ها خرابی داشته‌اند و یا به سبب تعطیلات رسمی و برگزاری مراسم‌های ملی-مذهبی برداشت‌ها روندهای نامنظمی را بروز داشته‌اند، قابل توجه بوده است که بر نتایج پیش‌بینی مسلماً تأثیرگذار خواهد بود.

نکته دیگر که در بخش پیشین نیز اشاره شد، وجود نظم خاص در ایام مشابه هفته و روزهای پایانی هر ماه بود. بنابراین، سه روش برای کنترل این ویژگی‌ها در نظر گرفته شد. راه نخست، توجه‌نکردن به این روندها بود که در مقابل دو روش دیگر به لحاظ نتایج پیش‌بینی کارایی لازم را نداشت و از همان ابتدا کنار گذاشته شد. راه دوم، فیلترکردن داده‌ها بود، به‌طوری که تنها روزهای مشابه هفته را در برگیرند و مدل‌سازی روی داده‌های فیلترشده انجام گرفت (برای مثال، مدلی برای شنبه‌ها تنظیم شد)؛ اما این روش به‌رغم آنکه نتایج را بسیار بهبود بخشید، ولی مستلزم هزینه زیاد طراحی مدل برای روزهای مختلف و شعب مختلف بود، ضمن آنکه درجه آزادی زیادی نیز از دست می‌رفت. راه سوم، استفاده از متغیرهای مجازی بود که مشکلات پیش‌گفته را حل کرد، اما به سبب

1. White Noise

۲. همان مأخذ.

برونزا بودن اطلاعات این قبیل متغیرها لازم بود برنامه جانبی برای تولید اطلاعات آنها نوشته شود تا پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای به درستی انجام پذیرد.

ملاحظه مهم دیگر، داشتن مدل واحدی برای پیش‌بینی بود تا قابل استفاده برای شعب مختلف باشد. درحالی که مدل‌سازی بر اساس اطلاعات یک خودپرداز انجام می‌گرفت، ولی مدل طراحی شده تاحدی با مدلی که برای خودپرداز دیگر طراحی می‌شد، متفاوت بود. با توجه به وجود شعب متعدد و متنوع، لزوم تدوین مدلی واحد که بتواند در همه‌جا عمل پیش‌بینی را به خوبی انجام دهد، روشن بود، چرا که تدوین مدلی برای هر یک از شعب بسیار زمان‌بر و پرهزینه بود. در نتیجه، پس از طی یک فرایند تکراری مناسب‌ترین مدل واحدی که برای تمام خودپردازهای نمونه بتوان از آن استفاده کرد، انتخاب شد. برای تدوین هر مدل مراحل BJM به دقت پیاده شدند و تعدیلات یافتن مدل واحد در جاهایی که امکان آن وجود داشت (تعیین مرتبه جملات پس از ملاحظه معیارهای آکائیک و شوارتز) انجام گرفت. در ادامه، در رابطه با مراحل BJM که طی کار انجام شدند تا مدل واحد استخراج شود، توضیحاتی ارائه می‌شود:

- **تعیین مرتبه جملات:** تمامی نمونه‌های مورد بررسی دارای سری‌های زمانی جمعی از مرتبه صفر بودند، بنابراین، الگوی برآورد از ARIMA به ARMA تبدیل شد. به منظور تعیین مرتبه جملات AR و MA از دو روش استفاده شد. نخست نمودارهای همبستگی‌نگار بررسی شدند. این نمودارها نشان دادند که در تمامی نمونه‌ها روند نوسانی نسبتاً مشخصی وجود دارد و در حالی که همبستگی‌های جزئی نزولی هستند، ولی این نزول به‌طور نامشخص در برخی دوره‌ها افزایش و کاهش می‌یابد. بنابراین، در بیشتر برآوردها می‌توان انتظار داشت مرتبه AR تا  $p=۳۲$  که نشان‌دهنده دوره یک ماهه است، ادامه یابد. همچنین، مرتبه MA نیز تا  $q=۳۲$  می‌تواند افزایش یابد. روش دوم که استفاده از معیارهای آکائیک (AIC) و شوارتز-بیزین (SCI) بود نیز این واقعیت را تأیید نمود. جدول ۳ نتایج بررسی آزمون ADF را برای تعیین مرتبه جمع نمونه‌ها با وجود عرض از مبدأ، نشان می‌دهد.

## جدول ۳. نتایج آزمون ADF برای تعیین مرتبه جمع نمونه‌ها

مقادیر بحرانی	آماره آزمون ADF	نمونه
-۲/۸۷۱	-۵/۹۲	۱
-۲/۸۷۱	-۱۵/۲۰	۲
-۲/۸۷۱	-۳/۷۰	۳
-۲/۸۷۱	-۱۱/۴۹	۴

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

- برآورد الگوی ARMA: همان‌طور که ذکر شد، مرتبه جملات ARMA اولیه بسیار بالا بود و با توجه به کاهش درجه آزادی و پایین آمدن قدرت توضیح‌دهندگی تعدیل شده  $\bar{R}^2$  و همچنین بی‌معنابودن ضرایب جملات میانی، دو رویکرد نسبت به برآورد الگوی واحد نهایی در نظر گرفته شد. در رویکرد نخست رگرسیون مقیدی برآورد شد که برخی از جملات AR و MA میانی آن با توجه به ملاحظات پیش‌گفته حذف شده بودند. در رویکرد دوم، الگویی با مراتب کمینه و با استفاده از متغیرهای مجازی برای روزهای مشابه هفته برآورد شد. این روش نسبت به روش استفاده از داده‌های فیلترشده مزایایی مانند افزایش درجه آزادی و اجتناب از قضاوت‌های شخصی برای مقیدکردن مدل ARMA را دارد.<sup>۱</sup>

در رابطه با داده‌های مورد استفاده ابتدا این الگو برای یک نمونه برازش شد و با توجه به نوسانات شدیدی که در نمودار جملات اخلال مشاهده شد و نیز قدرت توضیح‌دهندگی ضعیف مدل از متغیرهای مجازی مختلف که شامل روزهای هفته و تعطیلات رسمی و نیز روزهای آخر ماه می‌شدند، استفاده شد.

بررسی جملات پسماند برآوردها بر روی نمونه‌های مختلف با استفاده از هر دو روش نشان‌دهنده نبود خودهمبستگی پیاپی (مشکل رایج در داده‌های سری زمانی) و واریانس ناهمسانی بود. دو مدل ARMA واحد که با دو رویکرد مختلف پس از گذراندن آزمون‌های مختلف به لحاظ قدرت برازش و پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفتند، به قرار زیر هستند:

۱. با توجه به آنکه ارتباطی بین AR و MA به صورت زیر وجود دارد، انتظار می‌رود بتوان بیشتر سری‌های زمانی را با  $ARMA(1,1)$

$$AR(1) = \sum_{i=1}^{\infty} MA(i) \quad MA(1) = \sum_{j=1}^{\infty} AR(j)$$

## ۱. مدل گسترده ARMA

$$\begin{aligned} \text{ATM - Sample} = & C(1)\text{AR}(1) + C(2)\text{AR}(2) + C(3)\text{AR}(7) + C(4)\text{AR}(13) + C(5)\text{AR}(14) \\ & + C(6)\text{AR}(15) + C(7)\text{AR}(20) + C(8)\text{AR}(21) + C(9)\text{AR}(28) \\ & + C(10)\text{AR}(29) + C(11)\text{MA}(1) + C(12)\text{MA}(2) + C(13)\text{MA}(4) \\ & + C(14)\text{MA}(5) + C(15)\text{MA}(12) + C(16)\text{MA}(14) + C(17)\text{MA}(21) \\ & + C(18)\text{MA}(30) \end{aligned}$$

## ۲. مدل ARMA با متغیرهای مجازی

$$\begin{aligned} \text{ATM - Sample} = & C(1) * \text{SHANBE} + C(2) * \text{YEK} + C(3) * \text{DO} + C(4) * \text{SE} + C(5) \\ & * \text{CHAR} + C(6) * \text{PANJ} + C(7) * \text{MAH} + C(8) + [\text{AR}(1) \\ & = C(9), \text{MA}(1) = C(10)] \end{aligned}$$

متغیر وابسته در این مدل‌ها نشان‌دهنده میزان برداشت از دستگاه‌های خودپرداز نمونه است. در مدل با متغیرهای مجازی متغیرهای سمت راست شامل متغیرهای مجازی برای روزهای مشابه هفته (برای مثال در متغیر SAHANBE شبیه‌ها عدد یک و باقی روزها عدد صفر) و یک متغیر MAH که مقدار آن برای سه روز آخر ماه و سه روز اول ماه بعد ۱ و برای باقی روزها صفر است، هستند.

خلاصه نتایج برآورد برای نمونه‌های گزارش شده در این مقاله در جدول‌های پیوست (۷ و ۸) قابل مشاهده است. همان‌طور که ذکر شد، به سبب لزوم استفاده از یک نوع تصریح برای تمام نمونه‌ها قدرت توضیح‌دهندگی مدل‌ها در سطح پایینی قرار دارد که در صورت امکان تصریح یک مدل برای هر نمونه خوبی برآزش تا ۹۹ درصد نیز قابل ارتقا است؛ اما هدف این پژوهش ارائه روشی جامع برای تمامی دستگاه‌ها بوده که این محدودیت سبب شده تا پس از بررسی تمامی مدل‌های ARMA یک مدل مشترک انتخاب شود.

پیش‌بینی: مرحله پایانی در روش باکس جنکینز پیش‌بینی است. برای بررسی قدرت مدل‌ها و مقایسه آنها با یکدیگر، از داده‌های جدید موجود که شامل اطلاعات سال ۱۳۸۹ بود، استفاده شد. به منظور سنجش قدرت پیش‌بینی برون نمونه‌ای اطلاعات ماه بهمن در برآورد ضرایب لحاظ نشد و پس از تولید داده‌های پیش‌بینی برای ۳۰ دوره بعد (بهمن ۱۳۸۹)، با اطلاعات واقعی موجود مقایسه شد. با توجه به



تعدد مقادیر پیش‌بینی و لزوم استفاده از روش معتبری برای مقایسه نتایج دو روش از میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE)<sup>۱</sup> برای ارزیابی استفاده شد:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|$$

که در آن،  $N$  تعداد پیش‌بینی‌ها،  $Y$  مقدار واقعی و  $e$  خطای پیش‌بینی است. خلاصه نتایج اولیه را برای پیش‌بینی برون نمونه‌ای با استفاده از آمارهای سال ۱۳۸۹ (ابتدای سال تا آخر دی ماه) برای ماه بهمن در ۴ نمونه نشان می‌دهد. در نگاه نخست، با وجود روزهای خاصی در ماه بهمن ۱۳۸۹ و در نظر گرفتن مشکلات آماری، خطاهای پیش‌بینی هر دو روش در سطح مطلوبی قرار دارند، هر چند روش ARMA با متغیر مجازی که سادگی و جامعیت بالایی نیز دارد، نتایج بهتری را به دست می‌دهد.

جدول ۴. خلاصه نتایج اولیه پیش‌بینی برون نمونه‌ای با استفاده از آمارهای روزانه فروردین تا دی ماه ۱۳۸۹

نام شعبه	MAPE ARMA	MAPE DUMM
نمونه ۱	٪۴۹/۱۵	٪۳۴/۵۹
نمونه ۲	٪۴۱/۱۳	٪۳۳/۷۵
نمونه ۳	٪۵۵/۹۰	٪۲۸/۳۸
نمونه ۴	٪۲۷/۲۶	٪۲۲/۳۴

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، متوسط قدرمطلق درصد خطاها در هر دو روش به غیر از برخی نمونه‌ها در سطحی قرار دارد که بنا به اظهارات مسئولان شعب بانک‌های مختلف در کشور و مطالعات انجام شده، بسیار مطلوب است.<sup>۲</sup> بدین‌رو، برای آنکه قدرت واقعی روش‌ها بدون مداخله عوامل بیرونی نشان داده شود، اطلاعات روزهایی که مشاهدات دورافتاده در آنها مشاهده شده، کنار گذاشته

#### 1. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

۲. پیشتر در مطالعات اشاره شد که با صلاح‌دید مسئولان شعب و کارمندان مسئول دستگاه‌ها به دستگاه‌های خودپرداز وجه تزریق می‌شد که در بسیاری از ایام هفته بیش از میزان تقاضای آن روز بوده، به طوری که گاه تا ۳۰۰ درصد خطا نیز مشاهده شده است.

شد. روش شناسایی این داده‌ها چندان دشوار نیست. در بیشتر روزهایی که پیش‌بینی با خطای بیش از ۵۰ درصد مواجه شده، دفعات برداشت از خودپرداز مربوطه پایین بوده است که نشان می‌دهد کاهش فراوانی برداشت‌ها نه به سبب تقاضای پایین برای برداشت، بلکه به سبب مشکلات بیرونی که پیشتر بدان اشاره شد، است و گرنه در روزهای مشابه نیز باید چنین مشاهده‌ای به چشم می‌خورد. برای مقایسه بهتر جدول ۵ خلاصه نتایج یادشده را با حذف این روزها که خطای بالای پیش‌بینی در آنها مشاهده می‌شود، ارائه شده است. بهبود شدید نتایج حاکی از وجود مشکلاتی در داده‌هاست که نشان می‌دهد در صورت کنترل آنها هر دو روش به خوبی می‌توانند با خطای پایینی به پیش‌بینی بپردازند، هر چند روش ARMA با متغیرهای مجازی عملکرد بهتری را نشان می‌دهد.

**جدول ۵. خلاصه نتایج اصلاح شده پیش‌بینی برون نمونه‌ای با استفاده از آمارهای روزانه فروردین تا دی ماه ۱۳۸۹**

نام شعبه	MAPE ARMA	MAPE DUMM
نمونه ۱	٪۲۴،۵۳	٪۲۷،۷۸
نمونه ۲	٪۲۸،۳۷	٪۱۸،۴۹
نمونه ۳	٪۳۰،۴۴	٪۱۹،۸۷
نمونه ۴	٪۲۱،۱۲	٪۱۶،۱۱

ماخذ: محاسبات این پژوهش.

برای بررسی دقیق‌تر یک نمونه از پیش‌بینی‌های برون نمونه‌ای با تفصیل بیشتری بررسی شده است. بدین منظور جدولی تهیه شده که در آن ایام هفته، مناسبت‌هایی که در غیر روز جمعه بوده‌اند، تعداد برداشت‌ها، میزان برداشت‌ها و پیش‌بینی‌های دو روش مورد استفاده برای روزهای بهمن سال ۱۳۸۹ گنجانده شده‌اند. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، میانگین تعداد برداشت در این ماه ۲۸۰ مرتبه بوده، یعنی دفعات برداشت زیر ۲۰۰ مرتبه (حدود یک انحراف معیار) می‌تواند حاکی از وضعیتی نامتعارف باشد. انتظار می‌رود خطای روش‌ها نیز متمرکز در این روزهای خاص باشد و جالب آنکه برداشت بیش از ۳۵۰ مرتبه قابل پیش‌بینی‌تر از برداشت‌های کمتر از ۲۰۰ مرتبه است؛ چرا که برداشت‌های کمتر از یک انحراف معیار نه به سبب تقاضای پایین عادی بلکه به موجب اتفاقاتی مانند تعطیلی وسط هفته، خرابی دستگاه و یا مشکل در شبکه شتاب رخ می‌دهد. تمرکز خطاهای بالا در

جدول برای دو روش نیز دقیقاً این موضوع را تأیید می‌کند. جالب آنکه قدرت پیش‌بینی در ۱۰ روز از دوره یک ماهه کمتر از ۱۰ درصد - و در برخی مواقع کمتر از یک درصد- را نشان می‌دهد که بسیار قابل توجه است.

این نتایج در نمونه‌های دیگر نیز به طور نسبتاً مشابهی تکرار شده است. برای مثال، نتایج پیش‌بینی دوره پنجم که مصادف با اربعین حسینی بوده و در بیشتر نمونه‌ها، به ویژه خودپردازهای مناطق مرکزی شهر که بیشتر حجم برداشت‌ها از این دستگاه‌ها بالاست، با خطای بالایی همراه بوده است. با وجود آن که تعداد این قبیل خطاها در دوره‌های پیش‌بینی محدود است، ولی آثار نامطلوبی بر افزایش میانگین خطا می‌گذارد. همچنین، باید به خاطر داشت که روش صلاح‌دیدی مورد استفاده در حال حاضر با خطاهای بسیار بالاتری همراه است و به تحمیل هزینه‌های سنگین به بانک‌ها منجر می‌شود.

جدول ۶. نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای یک نمونه منتخب

روز	ایام هفته و مناسبت‌ها	برداشت واقعی	پیش‌بینی آرما	MAPE	پیش‌بینی آرما با متغیر مجازی	MAPE
۱۳۸۹۱۱۰۱	جمعه	۱۸۴۷۳,۴۰	۱۷۴۳۶,۶۸	%۵,۶۱	۱۳۰۵۱,۸۵	%۲۹,۳۵
۱۳۸۹۱۱۰۲	شنبه	۲۸۰۹۲,۳۰	۲۰۶۹۷,۸۴	%۲۶,۳۲	۲۳۵۸۷,۶۴	%۱۶,۰۴
۱۳۸۹۱۱۰۳	یک‌شنبه	۲۷۳۵۸,۴۲	۱۷۰۵۶,۰۷	%۳۷,۶۶	۲۳۱۵۸,۲۰	%۱۵,۳۵
۱۳۸۹۱۱۰۴	دو‌شنبه	۲۲۷۸۰,۶۰	۱۹۲۶۰,۴۵	%۱۵,۴۵	۱۸۸۱۹,۸۳	%۱۷,۳۹
۱۳۸۹۱۱۰۵	سه‌شنبه (اربعین حسینی)	۱۰۵۳۶,۲۰	۱۸۱۷۳,۸۶	%۲۲,۶۵	۱۱۱۸۳,۳۰	%۶,۲۴
۱۳۸۹۱۱۰۶	چهارشنبه	۲۱۳۸۸,۷۰	۱۹۳۵۷,۶۵	%۹,۵۰	۱۹۵۳۸,۷۲	%۸,۶۵
۱۳۸۹۱۱۰۷	پنج‌شنبه	۱۹۹۳۷,۵۰	۱۸۳۷۶,۷۲	%۷,۸۳	۱۹۲۴۹,۱۶	%۳,۴۵
۱۳۸۹۱۱۰۸	جمعه	۱۳۰۵۱,۵۰	۱۷۴۷۵,۱۹	%۴۵,۰۰	۹۷۶۷,۲۱	%۱۸,۹۵
۱۳۸۹۱۱۰۹	شنبه	۳۸۹۵۰,۴۰	۲۰۶۵۹,۳۶	%۲۸,۶۴	۲۰۳۰۳,۰۰	%۲۹,۸۷
۱۳۸۹۱۱۱۰	یک‌شنبه	۲۴۰۳۳,۵۰	۱۷۰۵۳,۵۲	%۲۹,۰۴	۱۹۸۷۳,۵۶	%۱۷,۳۱
۱۳۸۹۱۱۱۱	دو‌شنبه	۲۶۸۷۶,۱۰	۱۹۲۸۳,۶۴	%۲۸,۲۵	۱۸۸۱۹,۸۳	%۲۹,۹۸
۱۳۸۹۱۱۱۲	سه‌شنبه	۱۸۹۸۸,۱۰	۱۸۱۷۸,۷۴	%۴,۲۶	۱۸۳۷۶,۶۹	%۳,۲۲
۱۳۸۹۱۱۱۳	چهارشنبه (رحلت پیامبر)	۱۵۱۱۴,۷۳	۱۹۳۲۶,۱۶	%۲۷,۸۶	۱۲۳۴۵,۳۳	%۱۸,۳۲
۱۳۸۹۱۱۱۴	پنج‌شنبه	۳۵۶۲۱,۲۰	۱۸۳۸۹,۰۲	%۲۸,۲۳	۱۹۲۴۹,۱۶	%۲۴,۸۷
۱۳۸۹۱۱۱۵	جمعه	۱۲۸۸۵,۲۰	۱۷۵۱۱,۷۹	%۳۵,۹۱	۲۵۷۳,۸۲	%۸۰,۰۲
۱۳۸۹۱۱۱۶	شنبه	۲۰۸۰۰,۷۰	۲۰۶۲۲,۵۳	%۰,۸۶	۲۰۳۰۳,۰۰	%۲,۳۹
۱۳۸۹۱۱۱۷	یک‌شنبه	۲۵۳۰۷,۶۰	۱۷۰۴۷,۸۹	%۳۲,۶۴	۱۹۸۷۳,۵۶	%۲۱,۴۷
۱۳۸۹۱۱۱۸	دو‌شنبه	۳۰۵۲۲,۹۰	۱۹۳۱۱,۴۳	%۳۶,۷۳	۱۸۸۱۹,۸۳	%۳۸,۳۴
۱۳۸۹۱۱۱۹	سه‌شنبه	۱۸۷۸۲,۱۰	۱۸۱۸۰,۸۱	%۳,۲۰	۱۸۳۷۶,۶۹	%۲,۱۶
۱۳۸۹۱۱۲۰	چهارشنبه	۲۱۴۰۰,۸۰	۱۹۲۹۳,۴۰	%۹,۸۵	۱۹۵۳۸,۷۲	%۸,۷۰
۱۳۸۹۱۱۲۱	پنج‌شنبه	۱۰۴۳۵,۷۰	۱۸۴۰۴,۰۹	%۷,۶۳	۱۹۲۴۹,۱۶	%۸۴,۴۵
۱۳۸۹۱۱۲۲	جمعه	۸۸۴۲,۸۰	۱۷۵۴۶,۰۵	%۹۸,۴۲	۲۵۷۳,۸۲	%۷۰,۸۹
۱۳۸۹۱۱۲۳	شنبه	۲۱۲۱۶,۴۰	۲۰۵۸۵,۱۴	%۲,۹۸	۲۰۳۰۳,۰۰	%۴,۳۱
۱۳۸۹۱۱۲۴	یک‌شنبه	۲۱۴۱۱,۴۰	۱۷۰۴۷,۳۱	%۲۰,۳۸	۱۹۸۷۳,۵۶	%۷,۱۸
۱۳۸۹۱۱۲۵	دو‌شنبه	۱۸۷۸۱,۹۰	۱۹۳۳۳,۲۹	%۲,۹۴	۱۸۸۱۹,۸۳	%۰,۲۰
۱۳۸۹۱۱۲۶	سه‌شنبه	۲۰۰۱۸,۳۰	۱۸۱۸۳,۵۶	%۹,۱۷	۱۸۳۷۶,۶۹	%۸,۲۰
۱۳۸۹۱۱۲۷	چهارشنبه	۲۶۰۱۷,۹۸	۱۹۳۶۴,۳۹	%۲۵,۹۶	۱۹۵۳۸,۷۲	%۲۴,۹۰
۱۳۸۹۱۱۲۸	پنج‌شنبه	۲۹۲۰۴,۵۰	۱۸۴۱۶,۷۳	%۳۶,۹۴	۲۲۵۳۳,۸۱	%۲۲,۸۴
۱۳۸۹۱۱۲۹	جمعه	۱۵۶۳۶,۰۰	۱۷۵۷۸,۶۵	%۱۲,۵۰	۱۳۰۵۱,۸۵	%۱۶,۴۷
۱۳۸۹۱۱۳۰	شنبه	۳۸۵۳۸,۶۰	۲۰۵۴۹,۲۸	%۴۶,۶۸	۲۳۵۸۷,۶۴	%۳۸,۷۹
میانگین‌ها		۲۱۳۳۲,۸۵	۱۸۶۵۳,۳۷	%۲۷,۲۶	۱۷۴۹۰,۵۷	%۲۲,۳۴

مأخذ: محاسبات این پژوهش

نکته مهم در نتایج جدول ۶، کم‌تر بودن میانگین پیش‌بینی‌ها از مقادیر برداشت واقعی است. با توجه به اینکه این خطای پیش‌بینی بیشتر در روزهای عادی (با رنگ روشن) رخ داده و این اطلاع در دست است، بنابراین، می‌توان از روش پیشنهادی با لحاظ کردن این خطا استفاده کرد. یعنی در

روزهای عادی با آگاهی از اینکه روش ARMA حدود ۲۰ درصد کمتر از واقعیت را پیش‌بینی می‌کند، متصدی دستگاه می‌تواند ۲۰ درصد به پیش‌بینی روش اضافه نماید و کاست‌های دستگاه را وجه‌گذاری کند؛ اما برای روزهای خاص مانند تعطیلات، روزهای خرابی دستگاه، مشکل در شبکه شتاب و تعطیلی غیر آخر هفته که به سختی با روش‌های موجود قابل کنترل هستند، می‌توان از روش ترکیبی انسانی-ماشینی استفاده کرد، به این صورت که مسئول دستگاه با استفاده از تجربه خود خطا را تعدیل نماید.

### ۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

حرکت به سمت الکترونیکی کردن دریافت‌ها و پرداخت‌ها و حذف روش‌های سنتی و وقت‌گیر و ارتباط مستقیم مشتریان با کارکنان بانک‌های کشور، سیاستی است که می‌تواند به دلیل تسریع در روند انجام امور بانکی، هم به رضایت بیشتر مشتریان بانک‌ها بیانجامد و هم از سوی دیگر، به دلیل کاهش فشار تقاضای خدمات بانکی در درون شعبه بانک‌ها باعث شود، شرایط کاری کارمندان و متصدیان امور بانکی با استرس و فشار کمتری پیگیری شود. صدور کارت‌های بانکی و گسترش شبکه دستگاه‌های خودپرداز و سامانه‌های فروش یکی از گام‌های مهمی است که در این راستا، در چند سال گذشته تجربه شده است.

خدماتی که دستگاه‌های خودپرداز ارائه می‌دهند، یکی از مهم‌ترین خدمات بانکداری الکترونیکی بوده که نیازمند مدیریت مناسب و پشتیبانی دائمی است. بانک‌ها موظفند بر این باجه‌ها نظارت کافی داشته و آنها را همیشه آماده ارائه خدمات نگه دارند. برای این منظور باید در دستگاه‌های خودپرداز وجه نقد قابل ملاحظه‌ای تزریق شود تا پاسخگوی نیاز مشتریان باشد؛ اما مشاهده شده که این کار ممکن است سبب رسوب میزان زیادی پول در دستگاه‌ها شده و زیان‌های اقتصادی برای بانک به همراه داشته باشد. از سوی دیگر، خالی بودن دستگاه ATM در هنگام مراجعه مشتری نیز هم از جهت جرایمی که به موجب مقررات بانکی متوجه بانک‌ها می‌شود و هم از جهت تأثیرات منفی که می‌تواند بر نام (برند) بانک در شرایط رقابتی داشته باشد، مطلوب نخواهد بود.

بنابراین، بانک‌ها همان‌طور که به مدیریت نقدینگی در شعب می‌پردازند، باید با توجه به شرایط زمانی، مکانی و اقتصادی به مدیریت نقدینگی دستگاه‌های خودپرداز نیز توجه نمایند. مهم‌ترین گام در

این راستا تشخیص میزان تقاضای وجه نقد مشتریان است. البته، مصاحبه‌های تفصیلی که در طول مطالعه با مسئولان شعب صورت گرفت، نشان داد که مسائل بسیاری مانند مدت زمان لازم برای آماده‌سازی وجوه برای بارگذاری در دستگاه، نبود نیروی انسانی و زمان کافی برای انجام این بارگذاری به صورت روزانه به‌رغم فشارهایی که از جانب مدیریت بانک به شعب اعمال می‌شود، مدیریت بهینه دستگاه‌های خودپرداز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بدین‌روی، برخی بانک‌ها مدیریت این دستگاه‌ها را برون‌سپاری و این مسئولیت را از شعب خود سلب کرده‌اند که با توجه به خارج از شعبه بودن تعداد زیادی از خودپردازها که مسائل امنیتی را نیز وارد ملاحظات می‌کند، تصمیم منطقی و مؤثری است که در این شرایط استفاده از روش پیشنهادی این مطالعه می‌تواند مؤثرتر باشد.

از بُعد ملی نیز با در نظر گرفتن بانه‌های ATM تمامی بانک‌های کشور، این مسأله می‌تواند به یک مشکل جدی نظام بانکی در آینده نزدیک تبدیل شود و بانک مرکزی را مجبور به انتشار اسکناس بیشتری برای حفظ تعادل در جریان مبادلات نقدی نماید. بنابراین، در این مطالعه با روش باکس جنکینز و با استفاده از اطلاعات روزانه سری زمانی دستگاه‌های خودپرداز بانک سپه، مدل‌هایی برای پیش‌بینی میزان برداشت از دستگاه‌ها به صورت روزانه ساخته شد. دو مشکل اصلی در ساخت مدل‌ها وجود داشت؛ مشکل نخست تعدد شعب بود که تدوین مدلی واحد برای تمام نمونه‌ها را ایجاب می‌کرد تا با صرف هزینه زمانی کمتر امکان کنترل مدیریتی متمرکز نیز سهل‌تر شود؛ اما اتخاذ این روش سبب افزایش خطاهای پیش‌بینی شد، چرا که اگر برای هر نمونه مدل جداگانه‌ای تدوین می‌شد با نتایج بهتری روبه‌رو شده بود؛ اما مشکل دوم به رفتار داده‌ها مربوط است. در برخی روزها عملکرد واقعی با میانگین فاصله بسیار زیادی داشت که وقتی این فاصله به سمت کاهش تعداد تراکنش بود، می‌توانست علامت اتفاق غیرمنتظره‌ای مانند خرابی دستگاه، نقص در شبکه شتاب یا تأخیر در تزریق وجه باشد. بدون توجه به این موارد خطاهای پیش‌بینی حتی به زیر یک درصد نیز می‌رسید و به طور میانگین حدود ۲۲ درصد برای روش ARMA با متغیر مجازی و ۲۷ درصد برای روش ARMA بدون متغیر مجازی در یکی از نمونه‌ها مشاهده شد. همچنین، در تمامی بررسی‌ها استفاده از روش ARMA با متغیر مجازی و بدون بسط جملات AR و MA مناسب‌تر ارزیابی شد.

در پایان، پیشنهاد می‌شود شعب بانک‌ها در صورت امکان با استفاده از روش‌های علمی پیش‌بینی برای تزریق میزان بهینه وجه به دستگاه‌ها به جای روش صلاح‌دیدنی اقدام نمایند و بدین ترتیب گامی مهم در جهت مدیریت نقدینگی شعب بردارند. البته، این پیشنهاد منوط به حمایت ستادهای مرکزی بانک‌ها و کاهش مشکلات شعب و در صورت امکان برون‌سپاری مدیریت نقدینگی دستگاه‌هاست.

## منابع

- ۱- آیین‌نامه گسترش بهره‌برداری از خدمات پول الکترونیکی. (۱۳۸۴). وزارت امور اقتصادی و دارایی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۲- آقامحمدی، علی. (۱۳۸۵). بررسی نحوه محاسبه بهای تمام شده خدمات ارائه شده توسط دستگاه‌های خودپرداز شبکه بانکی (تراکنش‌های ATM) مطالعه موردی بانک صادرات ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه عالی بانکداری.
- ۳- بامداد، ناصر و رفیعی مهرآبادی، نگار. (۱۳۸۷). بررسی رضایت مشتریان از کیفیت خدمات خودپرداز بانک‌ها. پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی مدیریت. سال هشتم شماره ۴.
- ۴- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. اطلاعات سری زمانی شبکه بانکی.
- ۵- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. اطلاعات آماری اداره نظام‌های پرداخت.
- ۶- بخشنامه شماره ن‌پ/م/۱۳۰۴ مورخ ۸۷/۷/۷: دریافت کارمزد از تراکنش‌های ناموفق بانک‌ها. بانک مرکزی.
- ۷- چتفیلد، سی. (۱۳۷۲). مقدمه‌ای بر تحلیل سری‌های زمانی. ترجمه حسینعلی نیرومند و ابوالقاسم بزرگ‌نیا. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۸- گجراتی، دامودار. (۱۳۸۲). مبانی اقتصاد سنجی - جلد اول و دوم. ترجمه حمید ابریشمی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۹- گودرزی، آتوسا و زبیدی، حیدر. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر گسترش بانکداری الکترونیکی بر سودآوری بانک‌های تجاری ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران. سال دهم، شماره ۳۵.
- ۱۰- گل احمر، ناصر. (۱۳۸۸). کاربرد روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون بردار پشتیبان در پیش‌بینی تقاضای وجه مورد نیاز دستگاه‌های خودپرداز (مورد مطالعه بانک صادرات ایران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه عالی بانکداری.
- 11- Davies, Fiona, Luiz Moutinho and Bruce Curry. (1996). ATM User Attitudes: A Neural Network Analysis, Marketing Intelligence and Planning 14/2. pp,26-32.



- 12- Eviews 5 User's Guide .(2004). Printed In The United States Of America.
- 13- Harvey, Andrew. (1990). The Econometric Analysis of Time Series. 2nd Edition, Philip Allan.
- 14- Howcroft, B. (1991). Customer Service in Selected Branches of a UK Clearing Bank: A Pilot Study, in the Service-Manufacturing Divide: Synergies and Dilemmas. Proceedings of the Service Industries Management Research Unit Conference, Cardiff Business School, University of Wales College of Cardiff.
- 15- Leonard, M and Spencer, A. (1991). The Importance of Image as a Competitive Strategy: An Exploratory Study in Commercial Banks. International Journal Of Bank Marketing, 9 (4).
- 16- Moutinho, L., D.T. Brownlie .(1989). Customer Satisfaction with Bank Services: A Multidimensional Space Analysis. International Journal of Bank Marketing, 7:5.
- 17- Matlab Software User's Guide
- 18- Simutis, R, D. Dilijonas, L. Bastina, J. Friman and P. Drobinov .(2007). Optimization Of Cash Management for ATM Network, Information Technology And Control, Vol.36, No.1a
- 19- Transoft International .(2007). Software Is Key to Managing the Currency Supply Chain. Automating ATM and Branch Cash Management Yields Significant Savings, A White Paper from Transoft International.
- 20- Wikipedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Automated\\_teller\\_machine](http://en.wikipedia.org/wiki/Automated_teller_machine)

## پیوست

جدول ۷. نتایج برآورد مدل برای نمونه‌ها با روش نخست ARMA

				Dependent Variable: SAMPLE2			
Variable	Coef	Std. E	t-Stat	Variable	Coef	Std. E	t-Stat
C	1.3E+08	9.1E+06	1.4E+01	C	7.5E+07	1.9E+07	3.9E+00
AR(1)	0.54	0.10	5.18	AR(1)	0.20	0.07	2.95
AR(2)	0.00	0.10	0.05	AR(2)	-0.02	0.03	-0.71
AR(7)	0.10	0.04	2.37	AR(7)	-0.07	0.06	-1.09
AR(13)	-0.05	0.06	-0.89	AR(13)	-0.01	0.04	-0.22
AR(14)	-0.17	0.11	-1.52	AR(14)	0.81	0.07	10.78
AR(15)	-0.20	0.07	-3.05	AR(15)	-0.20	0.08	-2.32
AR(20)	-0.04	0.06	-0.61	AR(20)	0.00	0.04	0.04
AR(21)	0.40	0.08	4.83	AR(21)	0.11	0.07	1.66
AR(28)	0.20	0.08	2.53	AR(28)	0.08	0.07	1.15
AR(29)	-0.20	0.07	-2.85	AR(29)	0.00	0.07	0.03
MA(1)	-0.51	0.10	-4.93	MA(1)	-0.01	0.03	-0.31
MA(2)	-0.08	0.09	-0.85	MA(2)	0.08	0.06	1.52
MA(4)	-0.06	0.05	-1.12	MA(4)	-0.03	0.03	-1.00
MA(5)	0.04	0.05	0.77	MA(5)	-0.09	0.04	-2.49
MA(12)	0.02	0.04	0.60	MA(12)	-0.06	0.03	-1.59
MA(14)	0.72	0.10	6.91	MA(14)	-0.83	0.04	-20.86
MA(21)	-0.36	0.07	-5.23	MA(21)	-0.07	0.04	-1.76
MA(30)	0.10	0.06	1.72	MA(30)	0.07	0.05	1.31
R-squared	0.39	D.W.	1.96	R-squared	0.42	D.W.	1.98

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

ادامه جدول ۷. نتایج برآورد مدل برای نمونه‌ها با روش نخست ARMA

Dependent Variable: SAMPLE3				Dependent Variable: SAMPLE4			
Variable	Coef	Std. E	t-Stat	Variable	Coef	Std. E	t-Stat
C	1.3E+08	1.3E+07	1.0E+01	C	2.0E+08	2.3E+07	8.4E+00
AR(1)	-0.23	0.09	-2.67	AR(1)	0.52	0.17	3.03
AR(2)	-0.08	0.04	-1.75	AR(2)	0.22	0.17	1.33
AR(7)	0.08	0.07	1.21	AR(7)	0.08	0.05	1.83
AR(13)	0.00	0.05	-0.01	AR(13)	0.07	0.07	1.14
AR(14)	0.25	0.12	2.05	AR(14)	-0.31	0.09	-3.41
AR(15)	0.06	0.06	0.96	AR(15)	-0.04	0.07	-0.60
AR(20)	-0.01	0.05	-0.16	AR(20)	-0.11	0.06	-1.80
AR(21)	0.63	0.12	5.36	AR(21)	0.32	0.09	3.69
AR(28)	-0.03	0.07	-0.48	AR(28)	0.21	0.07	3.04
AR(29)	0.03	0.06	0.49	AR(29)	-0.14	0.06	-2.10
MA(1)	0.33	0.09	3.73	MA(1)	-0.37	0.17	-2.13
MA(2)	0.17	0.07	2.46	MA(2)	-0.18	0.15	-1.22
MA(4)	-0.02	0.05	-0.46	MA(4)	-0.09	0.06	-1.53
MA(5)	0.02	0.05	0.42	MA(5)	-0.04	0.06	-0.67
MA(12)	0.01	0.05	0.30	MA(12)	-0.12	0.05	-2.27
MA(14)	-0.12	0.10	-1.13	MA(14)	0.56	0.08	6.69
MA(21)	-0.63	0.10	-6.22	MA(21)	-0.10	0.08	-1.19
MA(30)	-0.03	0.05	-0.65	MA(30)	0.00	0.06	-0.04
R-squared	0.23	D.W.	1.95	R-squared	0.35	D.W.	1.96

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

## جدول ۸. نتایج برآورد مدل برای نمونه‌ها با روش دوم ARMA (با متغیرهای مجازی برای روزهای هفته و آخر ماه)

Dependent Variable: SAMPLE1			Dependent Variable: SAMPLE2			Dependent Variable: SAMPLE3			Dependent Variable: SAMPLE4		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	1.50E+08	9.15	C	1.27E+08	13.38	C	1.51E+08	14.29	C	2.26E+08	11.60
MAH(2)	-2.04E+07	-2.21	MAH(4)	-1.70E+07	-2.22	MAH(-7)	2.23E+07	2.55	MAH(2)	-5.05E+07	-3.14
SHANBE	2.54E+07	1.85	SHANBE	1.24E+07	1.45	SHANBE	-1.16E+07	-1.03	SHANBE	1.18E+06	0.08
YEK	1.88E+06	0.14	YEK	7.77E+06	0.88	YEK	-1.74E+07	-1.53	YEK	-1.89E+07	-1.19
DO	1.26E+07	0.92	DO	3.74E+06	0.42	DO	-9.64E+06	-0.85	DO	-2.15E+07	-1.32
SE	1.08E+07	0.79	SE	-9.13E+06	-1.03	SE	-1.85E+07	-1.62	SE	-1.43E+07	-0.88
CHAR	-2.65E+07	-1.93	CHAR	-1.47E+07	-1.68	CHAR	-3.52E+07	-3.08	CHAR	-3.90E+07	-2.44
PANJ	-1.07E+08	-7.83	PANJ	-9.05E+07	-10.50	PANJ	-1.07E+08	-9.41	PANJ	-1.24E+08	-8.06
AR(1)	0.97	68.43	AR(1)	0.89	20.64	AR(1)	0.90	19.54	AR(1)	0.87	19.48
MA(1)	-0.92	-29.70	MA(1)	-0.70	-9.59	MA(1)	-0.79	-11.19	MA(1)	-0.57	-7.37
R-squared	0.39413		R-squared	0.467111		R-squared	0.363478		R-squared	0.430231	
D.W.	1.94		D.W.	1.96		D.W.	1.97		D.W.	2.03	

مأخذ: محاسبات این پژوهش.