

## پیش‌بینی جریان گردشگری ایران براساس مدل خاکستری بهبودیافته GM(1,1)

عبدالمجید آهنگری<sup>۱\*</sup>

نسیم قباشی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۰۶

### چکیده

امروزه گردشگری و توریسم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌ها و شاخص‌های توسعه محسوب می‌شود به طوری که اکثر کشورها سرمایه‌گذاری ویژه‌ای در این بخش انجام می‌دهند. کشور ایران نیز با توجه به وضعیت اقلیمی و تاریخی و طبیعی، زمینه بالقوه مناسبی برای رشد تقاضای توریسم خارجی دارد. از جمله ضرورت‌های برنامه‌ریزی در راستای بهبود شرایط و درآمدزایی از توریسم خارجی، پیش‌بینی تقاضای توریسم خارجی در سال‌های آینده است. در این مقاله با استفاده از مدل خاکستری بهبودیافته GM(1,1) سعی شده است، پیش‌بینی مناسبی از تقاضای گردشگری خارجی در آینده برای کشور ایران انجام شود. از ویژگی ممتاز مدل خاکستری بهبودیافته GM(1,1) این است که با داده‌های اندک، قادر به پیش‌بینی با خطای پایینی است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تقاضای توریسم روندی افزایشی دارد و تا سال ۲۰۲۲ میزان تقاضای توریسم خارجی به حدود ۱۵,۲ میلیون نفر در سال خواهد رسید. همچنین مقایسه نتایج مدل GM(1,1) با روش ARIMA بیانگر خطای کمتر مدل GM(1,1) در پیش‌بینی تعداد گردشگران خارجی است.

**کلید واژه‌ها:** پیش‌بینی، گردشگری خارجی، مدل خاکستری بهبودیافته، GM(1,1).

طبقه‌بندی JEL: O11, C53, L83.

**Email:** a\_m\_ahangari@yahoo.com

**Email:** nasimghobashi@yahoo.com

۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز (\*نویسنده مسئول)

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز

## ۱. مقدمه

نوع نگرشی که امروزه از صنعت توریسم وجود دارد، پدیده‌ای نو و برخاسته از تمدن درخشان صنعتی معاصر است که بسیاری از جوانب زندگی کشورها، جوامع و افراد را تحت تأثیر خود قرار داده است. صنعت گردشگری جهانی که به دلیل سود سرشار، بسیاری از کشورها در آن سرمایه‌گذاری کرده‌اند، می‌تواند جایگزینی برای صادرات مواد خام کشورها باشد. این صنعت از آنجا که ارتباط تنگاتنگی با صنایع دیگری مانند هتلداری، حمل‌ونقل، آژانس‌های مسافرتی، صنایع‌دستی، رستوران‌داری دارد، می‌تواند دارای اثرات توسعه‌ای مختلفی مانند کسب درآمد ارزی، توزیع مجدد درآمدها، ایجاد اشتغال و رونق اقتصادی باشد (اربابیان و همکاران، ۱۳۹۲). در سال ۲۰۱۴ درآمد حاصل از گردشگری جهانی رقمی معادل یک هزار و ۲۴۵ میلیارد دلار بوده است. در این سال درآمد گردشگری خارجی ایران نسبت به سال ۲۰۱۳ رشد ۱۴/۵ درصدی داشته درحالی که رشد تعداد گردشگران حدود ۴/۱ درصد بوده است (سازمان جهانی گردشگری، ۲۰۱۵). کشور ایران از لحاظ جاذبه‌های گردشگری، جزء ۱۰ کشور اول جهان شناخته شده است (زیرک باشی و همکاران، ۱۳۸۵)، لذا با توجه به روند رو به رشد گردشگری در سطح جهانی، می‌توان انتظار داشت تقاضای گردشگری در ایران نیز رو به رشد باشد. به‌منظور برنامه‌ریزی و آمادگی کافی برای تقاضای توریسم خارجی، لازم است برآورد مناسبی از تقاضای مذکور در آینده صورت گیرد. هدف اصلی پژوهش حاضر، پیش‌بینی جریان گردشگری ایران تا سال ۲۰۲۲ با استفاده منظور از مدل خاکستری بهبودیافته  $GM(1,1)$  است. از مهم‌ترین ویژگی‌هایی مدل مذکور این است که می‌تواند براساس داده‌های بسیار کم، پیش‌بینی با خطای پایین را انجام دهد. در تحقیق حاضر، برای نشان دادن خطای کمتر مدل مذکور، نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از روش ARIMA که یک روش متداول برای پیش‌بینی متغیرها می‌باشد، مقایسه خواهد شد.

این پژوهش از پنج قسمت تشکیل شده است. بعد از مقدمه ادبیات پژوهش ارائه می‌شود. در قسمت سوم مدل خاکستری بهبودیافته معرفی می‌شود. قسمت چهارم به تجزیه و تحلیل داده‌ها و قسمت پنجم به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص دارد.

## ۲. ادبیات تحقیق

امروزه سازمان‌ها و شرکت‌های فعال در کسب‌وکار با یک محیط رقابتی مواجه هستند که همواره نسبت به گذشته در حال نوسان است و این عامل، افراد و سازمان‌ها را با موقعیت‌های تصمیم‌گیری زیادی در این محیط روبه‌رو می‌کند. یکی از این موقعیت‌های تصمیم‌گیری، نیازسنجی یا پیش‌بینی تقاضا است. پیش‌بینی، فرایند برآورد موقعیت‌های ناشناخته است (آرمسترانگ، ۲۰۰۱). از این رو سازمان‌های فعال

1. World Tourism Organization (UNWTO)
2. Armstrong

در کسب و کار برای مدیریت کارآمدتر، رمز موفقیت خود را در پیش‌بینی هر چه دقیق‌تر تقاضا می‌دانند (آبراهام<sup>۱</sup>، ۱۹۸۳).

از سوی دیگر، پیش‌بینی بهتر، ریسک ناشی از اشتباهات در گسترش سرمایه‌گذاری برای رشد و توسعه فعالیت‌های اقتصادی را کاهش می‌دهد (داگلاس<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). در صنعت گردشگری نیز برای برآورد و تأمین خواسته‌ها و نیازهای گردشگر، پیش‌بینی میزان گردشگران اهمیت دارد (براون<sup>۳</sup>، ۱۹۹۳). لیو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۴)، عوامل مؤثر بر رشد صنعت گردشگری را به‌طور عمده شامل منابع گردشگری، شرایط حمل و نقل و ترافیک، فصل‌ها، آب و هوا، وضعیت کشورهای رقیب و درآمد قابل تصرف می‌دانند. در زمینه نقش حمل‌ونقل، دووان<sup>۵</sup> و همکارانش، با انجام تحقیقاتی از جمله در کشور یونان به این نتیجه دست یافتند که گسترش و بهبود حمل‌ونقل ریلی نقش قابل‌توجهی در رضایت گردشگران و تقاضای گردشگری دارد (دووان، ۲۰۱۱). تأثیر و اهمیت درآمد قابل‌تصرف از دو جهت قابل‌توجه است. از یک سو، درآمد قابل‌تصرف وضعیت مادی است که قضاوت می‌کند که آیا افراد در کشورهای مبدأ، دارای پتانسیل تبدیل شدن به یک توریست را دارند یا خیر؟ از سوی دیگر، وضعیت مادی ساکنان کشورهای میزبان در توانایی کشور در جذب گردشگران تأثیر دارد (لیو و همکاران، ۲۰۰۴). در جهان امروز، رویکرد حاکم بر پدیده گردشگری، رویکرد اقتصادی است. صنعت گردشگری با اتکا به ویژگی‌ها و تأثیرات اقتصادی خود می‌تواند به‌گونه‌ای کاملاً مؤثر در تحرک و پویایی بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله در جوامع محلی و روستایی نقش عمده‌ای ایفا کند (یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). از طرف دیگر، گردشگری مانند دیگر بخش‌های اقتصادی می‌تواند نقش اساسی در حصول دستیابی به توازن بین مصرف، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری ایفا کند و نیز منبع خوبی برای درآمدهای دولت است. علاوه بر درآمدهای مالیاتی عادی، گردشگری می‌تواند از طریق وضع مالیات‌هایی نظیر مالیات اقامت و مالیات‌های فرودگاهی، درآمد ایجاد کند (داس‌ویل، ۱۳۸۴). اگرچه صنعت گردشگری ایجادکننده ارزش افزوده، رشد اقتصادی و ایجاد اشتغال است ولی از طرف دیگر بخشی است که در برابر انواع عوامل اقتصادی، محیط‌زیست، جغرافیایی، هواشناسی و سیاسی آسیب‌پذیر است و اعتماد بیش از اندازه به آن می‌تواند برای یک کشور پرمخاطره باشد. بر همین اساس فعالیت‌های گردشگری را نمی‌توان پایه اقتصاد ملی قرار داد اما با توجه به آنکه منبع درآمدزایی بسیار چشمگیری است باید بسیار مورد توجه قرار گیرد (یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

در مورد پیش‌بینی تقاضای گردشگری مطالعات متعددی با روش‌های مختلف صورت گرفته است. لیو و همکاران (۲۰۰۴ و ۲۰۱۴)، در پی تحقیقات نظری و تجربی در مورد پیش‌بینی گردشگران خارجی

1. Abraham
2. Douglas
3. Brown
4. Liu
5. Duan

در چین، بر برتری مدل  $GM(1,1)$ ، نسبت به روش‌های فازی و  $ARIMA$  به دلیل خطای پایین تأکید نمود. محققین دیگری مانند جونوپولوس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) برای یونان، کیم و اتاناسپلو<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) برای هنگ‌کنگ و استرالیا با استفاده از مدل‌های  $ARIM$  و چن<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰) برای تایوان با استفاده از روش فازی، اقدام به پیش‌بینی گردشگری خارجی نموده‌اند. بریدو و ریسو<sup>۴</sup> (۲۰۰۹) نیز به تخمین تقاضا برای گردشگری خارجی آلمان به ایتالیا طی سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۷ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای هزینه زندگی و قیمت‌های نسبی تأثیر منفی و معنی‌دار بر تقاضا برای گردشگری خارجی کشور آلمان داشته‌اند.

در تحقیقات داخلی، فرزین و همکاران (۱۳۹۲) و قهرمان‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از روش  $ARIMA$  و شبکه‌های عصبی فازی، اقدام به پیش‌بینی تقاضای گردشگری در ایران نموده‌اند. مطالعات دیگر عمدتاً پیرامون عوامل مؤثر بر تقاضای گردشگری بوده‌اند محمد زاده و همکاران (۱۳۸۹)، صیامی و همکاران (۱۳۸۹)، رسولی (۱۳۸۱)، مراسلی (۱۳۷۴) و نوری (۱۳۷۵) اقدام به شناسایی عوامل مؤثر بر گردشگری در ایران نموده‌اند. نتایج این مطالعات نشان داده‌اند که متغیرهای درآمد سرانه جهانی، نرخ ارز و قیمت‌های نسبی و نیز عوامل سیاسی و امنیتی بر تقاضای گردشگری خارجی تأثیر گذارند.

### ۳. روش تحقیق

#### ۳-۱. مدل گری $GM(1,1)$

در مدل‌های پیش‌بینی خاکستری، مقادیر آینده برای سری‌های زمانی که در بازه‌های زمانی یکسان اندازه‌گیری شده‌اند، پیش‌بینی می‌شود و تمامی داده‌های مورد استفاده برای پیش‌بینی دارای مقادیری مثبت‌اند. وظیفه اصلی نظریه دستگاه‌های خاکستری استخراج قانون حاکم بر سیستم، با استفاده از دنباله سری داده‌های موجود است. این فرآیند به‌عنوان تولید دنباله خاکستری شناخته شده است (کایکان<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰). در نظریه دستگاه‌های خاکستری، مدل  $GM(n,m)$ ، به‌عنوان مدل پیش‌بینی خاکستری مشخص می‌شود که در آن  $n$  بیانگر درجه معادله دیفرانسیل استفاده شده در مدل و  $m$  بیانگر تعداد متغیرهای موجود در مدل است. مدل  $GM(1,1)$  اساس مدل کلاسیک پیش‌بینی خاکستری، مدل نمایی است. در واقع مدل کلاسیک  $GM(1,1)$  اساساً یک مدل نمایی است (شانگ<sup>۶</sup>، ۲۰۱۲). از مهم‌ترین دلایل استفاده از مدل  $GM(1,1)$  برای پیش‌بینی تقاضای توریسم می‌توان به سادگی مدل‌سازی، اجرای مدل و همچنین استفاده از تعداد داده‌های زمانی کمتر اشاره کرد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود به‌منظور

1. Gounopoulos
2. Kim & Athanasopoulos
3. Chen
4. Brida & Risso
5. Kayacan
6. Shang

مدل‌سازی مدل  $GM(1,1)$  از سری زمانی استفاده شده است، از این رو، متغیر  $m$  که بیانگر تعداد متغیرهای موجود در مدل است برابر 1 در نظر گرفته شده است. محققان از پیش‌بینی خاکستری به منظور مدل‌سازی از معادله دیفرانسیل با درجه ۱ بیشتر استفاده می‌نمایند، زیرا آنان مدل  $GM(1,1)$  را به عنوان اصلی‌ترین مدل پیش‌بینی در نظریه خاکستری معرفی می‌نمایند (لیو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴ و ۲۰۰۴). در سال ۱۹۸۲، دنگ<sup>۲</sup> از دانشگاه علوم و تکنولوژی هازمونگ چین اولین مقاله تحقیقی خود را در ارتباط با مفاهیم نظریه خاکستری در مجله بین‌المللی تحت عنوان مسائل کنترل سیستم‌های خاکستری به چاپ رسانید (دنگ، ۱۹۸۹). دنگ بر روی پیش‌بینی و کنترل سیستم‌های اقتصادی و سیستم‌های فازی مطالعات فراوانی داشت و با سیستم‌های با عدم قطعیت بالا مواجه بود. شاخص‌های این سیستم‌ها به سختی با ریاضیات فازی و یا آمار و احتمالات توصیف می‌شد. ریاضیات فازی به‌طور کلی با مسائلی مواجه است که عدم قطعیت توسط خبرگان به‌وسیله توابع عضویت گسسته-پیوسته قابل بیان است. آمار و احتمالات نیز به توابع توزیع و نمونه‌گیری بالا جهت رسیدن به روایی لازم نیاز دارد (سیفنگلین<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶). هر دوی این روش‌ها نیاز به حجم داده‌های فراوان دارد. مزیت اصلی نظریه سیستم‌های خاکستری نیاز به حجم داده‌های کم است. در واقع نظریه سیستم‌های خاکستری به عنوان یک روش بسیار مؤثر برای حل مسائل با داده‌های گسسته و اطلاعات ناقص مطرح شده است. این تئوری شامل پنج بخش اصلی است که عبارت‌اند از: پیش‌بینی خاکستری، رابطه خاکستری، تصمیم خاکستری، برنامه‌ریزی خاکستری و کنترل خاکستری. اکثر روش‌های پیش‌بینی نیازمند تعداد زیادی داده‌های تاریخی هستند و برای بررسی خصوصیات سیستم از روش آماری استفاده می‌شود. علاوه بر این به دلیل آشفتگی ناشی از بیرون و روابط متقابل پیچیده بین سیستم و یا بین سیستم و محیطش، بررسی سیستم بسیار مشکل خواهد بود. مدل پیش‌بینی خاکستری به عنوان هسته تئوری سیستم خاکستری، مزایای ایجاد یک مدل با داده‌های کم و غیرقطعی را داشته و ابزاری مناسب برای پیش‌بینی سیستم‌های با ساختار پیچیده، نامطمئن و نامنظم است. مزیت نظریه خاکستری بر نظریه فازی در این است که نظریه خاکستری شرایط فازی بودن را دربر می‌گیرد. به عبارت بهتر نظریه خاکستری می‌تواند به‌خوبی در شرایط فازی عمل کند (دنگ، ۱۹۸۹). علاوه بر این به کارگیری نظریه فازی مستلزم تشخیص تابع عضویت مربوطه براساس تجربه خبرگان است؛ اما نظریه خاکستری بدون در نظر داشتن تابع عضویت و براساس محدوده اطلاعات در دسترس نیز به‌خوبی عمل می‌کند (سیفنگلین، ۲۰۰۶). در مقایسه با مدل‌های باکس - جنکینز و تکنیک‌های هوش مصنوعی که به تلاش و وقت زیادی برای مشخص کردن پارامترها و مدل‌سازی مراحل مختلف نیاز دارد، مدل‌های پیش‌بینی خاکستری بسیار کاربردی و ساده‌تر هستند. مدل پیش‌بینی خاکستری با استفاده از یک معادله دیفرانسیل برای توصیف یک سیستم نامشخص با داده‌های اندک استفاده می‌شود.

1. Liu
2. Deng
3. Sifenglin

این مدل بیشتر برای هموارسازی داده‌های ایستا مناسب است و نه داده‌هایی که تغییرات تصادفی زیاد دارند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۰).

مدل پیش‌بینی خاکستری سه عملگر اصلی دارد، شامل: اپراتور جمع‌کننده، اپراتور معکوس جمع و مدل خاکستری. بر این اساس مراحل اجرای یک مدل پیش‌بینی خاکستری به شرح زیر است (دنگ، ۱۹۸۹):

### ۳-۲. اپراتور جمع

سری زمانی اولیه  $x^{(0)}$ ،  $n$  نمونه را در نظر بگیرید:

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$$

با استفاده از اپراتور جمع، سری نامنظم  $x^{(0)}$  به صورت یکنواخت افزایشی به سری زمانی زیر تبدیل می‌شود:

$$x^{(0)}(j) = \sum_{i=1}^j x^{(0)}(i) \quad x^{(1)} = \{\sum_{i=1}^1 x^{(0)}(i), \sum_{i=1}^2 x^{(0)}(i), \dots, \sum_{i=1}^n x^{(0)}(i)\}$$

### ۳-۳. اپراتور معکوس جمع

با استفاده از اپراتور معکوس جمع،  $x^{(0)}$  به راحتی قابل محاسبه است:

$$x^{(0)}(j) = x^{(1)}(j) - x^{(1)}(j-1) \quad x^{(0)}(1) = x^{(1)}(1) \quad \text{و} \quad x^{(1)}(i) \in x^{(1)}$$

### ۳-۴. مدل خاکستری

مدل خاکستری با استفاده از معادله دیفرانسیل خاکستری درجه ۱ زیر تشکیل داده می‌شود:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$$

معادله سفید شده معادله فوق به صورت زیر است:

$$x^{(0)}(i) + az^{(1)}(i) = b$$

$$z^{(1)}(i) = X^{(1)}(K) + \frac{X^{(0)}(K)}{\ln X^{(0)}(K) - \ln X^{(0)}(K-1)} - \frac{[X^{(0)}(K)]^2}{[X^{(0)}(K) - X^{(0)}(K-1)]}$$

در اینجا  $i$  یک نقطه زمانی است.  $a$  را ضریب بهبود و  $b$  را ضریب کنترل خاکستری گویند که با

استفاده از روش حداقل مربعات به صورت زیر قابل محاسبه هستند:

$$B = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad X_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(1) & 1 \\ -z^{(1)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}$$

با استفاده از روش حداقل مربعات:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n e_i^2 &= e'e = (X_n - AB)'(X_n - AB) = X_n'X_n - X_n'AB - B'A'X_n + B'A'AB \\ &= X_n'X' - 2'A'X_n + B'A'AB \\ \frac{\partial(e'e)}{\partial B} &= -2 A'X_n + 2 A'AB = 0 \quad B = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (A'A)^{-1} A'X_n \end{aligned}$$

پس از محاسبه ضرایب  $a$  و  $b$  معادله پیش‌بینی خاکستری به ترتیب زیر به دست می‌آید:  
چنانچه از معادله بالا تبدیل لاپلاس بگیریم، معادله زیر را خواهیم داشت:

$$sX^{(1)}(s) - u(0) + ax^{(1)}(s) = \frac{b}{s}$$

و چنانچه از معادله فوق معکوس تبدیل لاپلاس بگیریم:

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{s}\right)e^{-ai} + \frac{b}{s}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = \hat{x}^{(1)}(i+1) - \hat{x}^{(1)}(i) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})(1e^a)e^{-ai}$$

بدین ترتیب سری داده‌های  $\{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$  سری هموار شده و سری داده‌های  $\{\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n+k)\}$  سری پیش‌بینی خواهند بود.

## ۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

### ۴-۱. شبیه‌سازی مدل

در سال‌های اخیر، صنعت گردشگری در ایران رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. جدول ۱، داده‌های رو به رشد ورود تعداد توریست‌های خارجی را که در این تحقیق برای تولید انباشته به کار می‌رود نشان می‌دهد.

جدول ۱: جریان توریست خارجی به ایران (واحد: نفر)

| سال    | ۲۰۰۹    | ۲۰۱۰    | ۲۰۱۱    | ۲۰۱۲    | ۲۰۱۳    | ۲۰۱۴    |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| توریست | ۲۱۱۶۰۰۰ | ۲۹۳۸۰۰۰ | ۳۳۵۴۰۰۰ | ۳۸۳۴۰۰۰ | ۴۷۶۹۰۰۰ | ۴۹۶۷۰۰۰ |

مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها به شرح ذیل است:

### (۱) دنباله‌ای از اعداد گردشگری ایران از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴

$$X^{(0)} = (2116000, 2938000, 3354000, 3834000, 4769000, 4967000)$$

**(۲) تولید انباشته**

با توجه به معادله فوق، سری  $X^{(1)}(K)$  به صورت زیر می‌شود:

$$X^{(1)}(K) = (2116000, 5054000, 8408000, 12242000, 17011000, 21978000)$$

**(۳) محاسبه a**

ساخت یک برداری از  $Y$  و ماتریس داده جایگزین شده:

$$Y = [2938000.3354000.3834000.4769000.496700]$$

$$B = \begin{bmatrix} -3504789.207 & 1 \\ -6693998.142 & 1 \\ -10282278.02 & 1 \\ -14539841.32 & 1 \\ -19477662.58 & 1 \end{bmatrix}$$

بر این اساس ضریب توسعه و خاکستری ورودی به ترتیب برابر  $a = -0.1364$  و  $b = 2485719.166$

می‌شود.

**(۴) ایجاد مدل**

با جایگزینی ارزش‌های خاص  $a$  و  $b$ ، می‌توان معادله زمان پاسخ بهبودیافته مدل را به صورت زیر بیان کرد:

$$\widehat{x^{(1)}}(k+1) = 273239.54739e^{-0.1364(k-6)} - 105910.74739$$

با توجه به رابطه به دست آمده، می‌توان داده‌های مربوط به میزان پیش‌بینی ورود گردشگران خارجی

به ایران را بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ به دست آورد که نتایج آن به صورت زیر است:

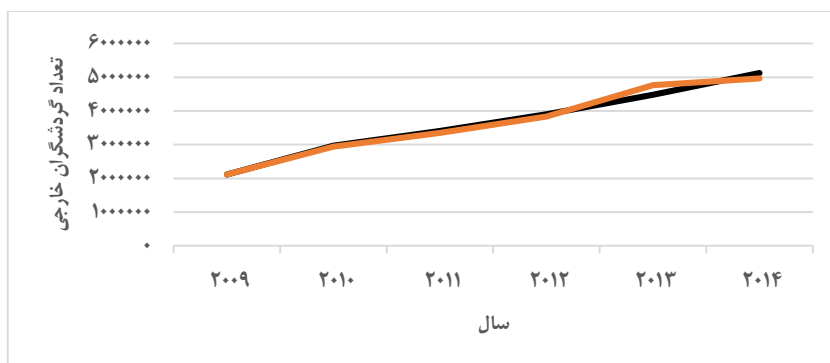
$$\widehat{x^{(0)}}(1) = 2116000, \widehat{x^{(0)}}(2) = 2970481, \widehat{x^{(0)}}(3) = 3404575, \widehat{x^{(0)}}(4) = 3902106 \\ \widehat{x^{(0)}}(5) = 4472344, \widehat{x^{(0)}}(6) = 5125915$$

با اتکاء به تخمین مذکور، در نمودار ۱، روند میزان واقعی و پیش‌بینی شده گردشگران خارجی در

سال‌های مورد نظر نشان داده شده است. نمودار حاکی از خطای اندک به خصوص در سال‌های ۲۰۰۹

الی ۲۰۱۲ است.





نمودار ۱: منحنی توریسم خارجی، ارزش واقعی و ارزش پیش‌بینی

#### ۴-۲. ارزیابی مدل

در این قسمت پس از برآورد پیش‌بینی میزان گردشگران خارجی در سال‌های ۲۰۰۹ الی ۲۰۱۴ و ارائه نتایج آن به صورت نموداری با استفاده از آزمون باقی‌مانده به ارزیابی مدل و یا در واقع تعیین میزان خطای پیش‌بینی پرداخته می‌شود.

محاسبه باقیمانده و دنباله باقی‌مانده  $\hat{x}^{(0)}(i)$

$$\begin{cases} E = (e(1).e(2). \dots e(n) = x^{(0)} - \hat{x}^{(0)} \\ e(i) = x^{(0)}(i) - \hat{x}^{(0)}(i), i = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

$\delta$  نشان دهنده خطای نسبی بین ارزش واقعی  $x^{(0)}(i)$  ارزش‌های مدل  $\hat{x}^{(0)}(i)$

$$\delta(i) = \left| \frac{x^{(0)}(i) - \hat{x}^{(0)}(i)}{x^{(0)}(i)} * 100\% \right|$$

مطابق اعداد به دست آمده برای انحرافات درصدی در جدول ۲، میانگین انحرافات پیش‌بینی، حدود ۲,۳ درصد است. قابل ذکر است این نتیجه با مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۴) که برای پیش‌بینی ورود گردشگران خارجی به کشور چین با روش مدل خاکستری بهبود یافته صورت گرفته است تا حدود زیادی مطابقت دارد.

جدول ۲: نتایج مدل GM

| سال  | داده‌های واقعی | داده‌های تخمینی | انحراف     | قدر مطلق درصد خطا |
|------|----------------|-----------------|------------|-------------------|
| ۲۰۰۹ | ۲۱۱۶۰۰۰        | ۲۱۱۶۰۰۰         | ۰          | ۰                 |
| ۲۰۱۰ | ۲۹۳۸۰۰۰        | ۲۹۷۲۴۴۲         | ۳۴۴۴۲      | ۱,۱۷              |
| ۲۰۱۱ | ۳۳۵۴۰۰۰        | ۳۴۰۶۸۲۳         | ۵۲۸۲۲/۹    | ۱,۵۷              |
| ۲۰۱۲ | ۳۸۳۴۰۰۰        | ۳۹۰۴۶۸۳         | ۷۰۶۸۲/۵    | ۱,۸۴              |
| ۲۰۱۳ | ۴۷۶۹۰۰۰        | ۴۴۷۵۲۹۷         | -۲۹۳۷۰۲/۶۶ | ۶,۱۵              |
| ۲۰۱۴ | ۴۹۶۷۰۰۰        | ۵۱۲۹۳۰۰         | ۱۶۲۲۹۹/۵۵  | ۳,۲۶              |

### ۳-۴. مقایسه پیش‌بینی مدل GM با مدل ARIMA

یک از ویژگی‌های مثبت و برتر مدل GM که از طرف محققین بر آن تأکید شده است (دنگ، ۱۹۸۹ و ليو ۲۰۱۴ و ۲۰۰۴)، پایین بودن خطای پیش‌بینی در این روش است. لذا، در این قسمت مجدداً برآورد پیش‌بینی را با استفاده از روش ARIMA که یک روش معمول و متداول برای پیش‌بینی متغیرها است انجام داده و نتایج آن با مدل GM مقایسه می‌شود. نتایج برآورد پیش‌بینی میزان گردشگری خارجی با روش ARIMA در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۳: نتایج مدل ARIMA

| سال  | داده‌های واقعی | داده‌های تخمینی | انحراف  | قدر مطلق درصد خطا |
|------|----------------|-----------------|---------|-------------------|
| ۲۰۰۹ | ۲۱۱۶۰۰۰        | ۲۳۷۳۷۲۱         | ۰       | ۰                 |
| ۲۰۱۰ | ۲۹۳۸۰۰۰        | ۳۴۶۹۴۱۷         | ۵۳۱۱۴۷  | ۱۸,۰۸۷۷           |
| ۲۰۱۱ | ۳۳۵۴۰۰۰        | ۳۴۲۸۷۰۸         | ۷۴۷۰۸   | ۲,۲۲۷۴۳           |
| ۲۰۱۲ | ۳۸۳۴۰۰۰        | ۳۹۱۴۱۸۹         | ۸۰۱۸۹   | ۲,۰۹۱۵۲           |
| ۲۰۱۳ | ۴۷۶۹۰۰۰        | ۴۴۷۴۳۵۹         | -۲۹۴۶۴۱ | ۶,۱۷۸۲۵۵          |
| ۲۰۱۴ | ۴۹۶۷۰۰۰        | ۵۵۶۵۵۲۳         | ۵۹۸۵۲۳  | ۱۲,۰۵             |

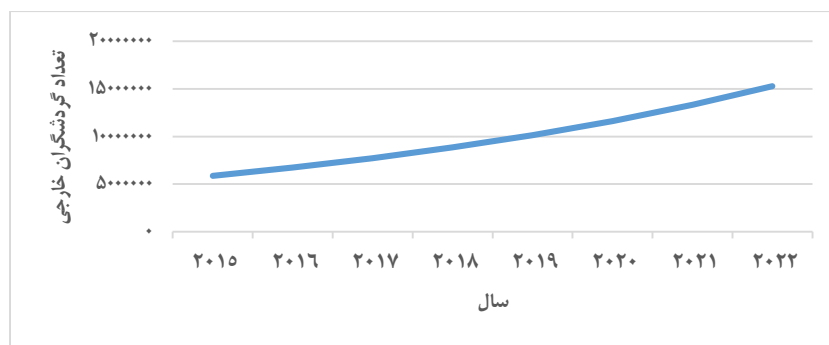
مطابق اعداد به دست آمده برای انحرافات درصدی در جدول ۳، میانگین انحرافات پیش‌بینی ARIMA، حدود ۸,۱ درصد است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، برای تمام سال‌ها، پیش‌بینی با روش GM به نسبت روش ARIMA از خطای کمتری برخوردار است و از این نظر بر آن برتری دارد.

### ۴-۴. پیش‌بینی میزان ورود گردشگران خارجی به ایران

با تکیه بر مدل ایجاد شده، تعداد گردشگران خارجی بین سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۲ بر اساس روش GM به شرح زیر برآورد می‌شود:

$$\begin{aligned} \widehat{x^{(0)}}(7) &= 5878875, \widehat{x^{(0)}}(8) = 6737991, \widehat{x^{(0)}}(9) = 7722654, \widehat{x^{(0)}}(10) = 8851212 \\ \widehat{x^{(0)}}(11) &= 10144693, \widehat{x^{(0)}}(12) = 11627198, \widehat{x^{(0)}}(12) = 13326351, \\ \widehat{x^{(0)}}(12) &= 15273811 \end{aligned}$$



نمودار ۲: پیش‌بینی (۲۰۲۲-۲۰۱۵)، براساس مدل خاکستری بهبودیافته

نمودار ۲ نشان می‌دهد که میزان گردشگران خارجی ایران در ۲۰۱۵-۲۰۲۲ به تدریج رو به افزایش است و در سال ۲۰۲۲ تعداد آن‌ها به ۱۵,۲ میلیون نفر در سال می‌رسد.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی از ابزارهای اصلی سیاست‌گذاران اقتصادی به‌شمار می‌رود. با توجه به این‌که الگوهای متنوعی برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرد انتخاب روش مناسب از بین این روش‌ها موضوعی مهم به نظر می‌رسد. بعضی محققین براساس مطالعات نظری و تجربی الگوی خاکستری بهبود یافته را به دلیل ویژگی‌های مثبت از جمله خطای پایین و استفاده از داده‌های اندک برای پیش‌بینی متغیرها الگویی مناسب معرفی کرده‌اند. در مطالعه‌ی حاضر با هدف پیش‌بینی ورود گردشگران خارجی به ایران تا سال ۲۰۲۲، از الگوی مذکور استفاده گردید و با روش ARIMA مقایسه گردید. مطابق داده‌های پیش‌بینی‌شده، میزان ورود گردشگران خارجی تا سال ۲۰۲۲ به ۱۵,۲ میلیون نفر در سال می‌رسد. همچنین، نتایج پژوهش نشان داد که الگوی پیش‌بینی خاکستری بهبود یافته  $GM(1,1)$  نسبت به روش ARIMA به دلیل خطای کمتر از کارایی بالاتری برخوردار است. با توجه به اهمیت پیش‌بینی میزان تقاضای گردشگری در برنامه‌ریزی و ویژگی‌های مثبت و برتر الگوی  $GM(1,1)$ ، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران ضمن توجه به نتایج تحقیق حاضر در برنامه‌ریزی برای گردشگری کشور، با استفاده از روش مذکور نسبت به انجام تحقیقات دیگری پیرامون پیش‌بینی میزان ورود گردشگران خارجی از کشورها و یا مناطق مختلف جهان به‌طور جداگانه اقدام نمایند. از آنجایی‌که گردشگران مناطق مختلف دارای فرهنگ و خواسته‌های متفاوتی می‌باشند، مطالعات جداگانه می‌تواند در برنامه‌ریزی دقیق‌تر و کارا تر مفید واقع شود.

## منابع

- اربابیان، شیرین رفعت، بتول و اشرفیان‌پور، مریم. (۱۳۹۲). «بررسی رابطه توریسم و رشد اقتصادی (مطالعه موردی: کشورهای منتخب عضو سازمان کنفرانس اسلامی)». *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۴(۱۳)، ۹۷-۱۱۶.
- داس‌ویل، راجر. (۱۳۸۴). *مدیریت جهانگردی: مبانی، راهبردها و آثار*، ترجمه اعرابی، تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی، چاپ سوم.
- رسولی، اسماعیل. (۱۳۸۱). تخمین تابع تقاضای جهانگرد ورودی به ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- زیرک باشی، دیبا؛ زنگی‌آبادی، علی و محمدی، جمال. (۱۳۸۵). «تحلیل بازار گردشگری داخلی شهر اصفهان». *جغرافیا و توسعه*، ۴(۸)، ۱۵۳-۱۳۱.
- صیامی، علی؛ زمانی، اکبر و تالارومی، ژاله. (۱۳۸۹). *تخمین تابع تقاضای توریسم در ایران*. همایش منطقه‌ای توریسم و توسعه، یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج.
- فرجی سبکبار، حسنعلی. (۱۳۹۳). «پیش‌بینی ماهانه تقاضای گردشگر برای مجموعه تاریخی تخت جمشید». *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۴۶(۱)، ۸۴-۶۹.
- فرزین، محمدرضا؛ افسر، امیر؛ اکبرپور، تقی و اکبرپور، علی. (۱۳۹۲). «مدل‌سازی پیش‌بینی گردشگری ورودی به ایران با استفاده از روش‌های ARIMA و شبکه‌های عصبی فازی»، *مطالعات مدیریت گردشگری*، ۸(۲۴)، ۱-۳۳.
- قهرمان‌زاده، محمد؛ محمودی، هاشم و جاودان، ابراهیم. (۱۳۹۲). «پیش‌بینی تقاضای فصلی توریسم در ایران (کاربرد الگوها سری زمانی فصلی)»، *برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری*، ۲(۷)، ۶۶-۸۱.
- کاظمی، عالییه؛ مدرس، محمد؛ مهرگان، محمدرضا و فروفی اصل، امیر. (۱۳۸۹). «پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری»، *مدیریت صنعتی*، ۳(۷)، ۱۱۷-۱۳۳.
- محمدمزاده، پرویز؛ بهبودی، داود؛ فشاری، مجید و ممی‌پور، سیاب. (۱۳۸۹). «تخمین تابع تقاضای خارجی کل گردشگری ایران (رهیافت TVP)»، *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۱(۱)، ۱۳۱-۱۰۷.
- مراسلی، عزیز. (۱۳۷۴). *تخمین توابع عرضه و تقاضای توریسم خارجی در ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.
- نوری، مهناز. (۱۳۷۵). *برآورد تابع تقاضای گردشگری در ایران ۱۳۷۲-۱۳۶۸*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اقتصادی و اجتماعی دانشگاه تهران.
- یعقوب‌زاده، رحیم؛ شفاعتی، اسماعیل و حاتمی، علیرضا. (۱۳۹۳). *تحلیل رشد رقابت‌پذیری اقتصاد گردشگری در ایران و پیش‌بینی آن تا سال ۱۴۰۰*، اولین همایش بین‌المللی علمی-راهبردی توسعه گردشگری جمهوری اسلامی ایران.
- Abraham, B. & Ledolter, J. (1983). *Statistical Methods for Forecasting*, John Wiley & Sons, New York.
- Armstrong, J. S. (2001). *Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners* (Vol. 30): Springer Science & Business Media
- Brida, J. G. & Risso, W.A. (2009). "A Dynamic Panel Data Study of the German Demand for Tourism in South Tyrol". *School of Economics and Management - Free University of Bolzano*, 1-11.

- Brown, L. (1993). *The New Shorter Oxford English Dictionary on Historical Principles*, Oxford University.
- Chen, M. S., Ying, L. C. and Pan, M. C. (2010). "Forecasting tourist arrivals by using the adaptive network-based fuzzy inference system". *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1185-1191.
- Deng, J. L. (1989). "Introduction to grey system theory". *Journal of Grey system*, 1(1), 1-24.
- Douglas, C. F. (2001). "Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies, Linacre House". *Jordan Hill*, 4(2), 72-90.
- Duan, L. Z., He, M., He, B. H. & Zhang, L. L. (2011). *Competition between Road and Railway of Tour and Public Transportation Corridors*.
- Ellram, L. M. (1991). *Supply Chain Management: The Industrial Organization Perspective*, International.
- Gounopoulos, D., Petmezas, D. and Santamaria, D. (2012). "Forecasting tourist arrivals in Greece and the impact of macroeconomic shocks from the countries of tourists". *Origin, Annals of Tourism Research*, 39(2), 641-666.
- Kayacan, E., Ulutas, B. & Kayanak, O. (2010). "Grey system theory-based models in time series prediction". *Expert Systems with Applications*, 36, 1784-1789
- Kim, H., Wong, K., Athanasopoulos, G., Liud, S. (2011). "Beyond Point Forecasting: Evaluation of Alternative Prediction Intervals for Tourist Trivals". *International Journal of Forecasting*, 27(3), 887-901.
- Liu, S. F., Dang, Y. G. & Fang, Z.G. (2004). "Grey system Theory and its application. Third ed". *Science press, Beijing*, 3, 28-36.
- Liu, S. F., Dang, Y. G. (2014). *Grey system theory and its applications*. 7th ed. Beijing: Science Press.
- Shang-Lingou (2012). "Forecasting agricultural output with an improved grey forecasting model based on the genetic algorithm". *Computers and Electronics in agriculture*, 85, 33-39.
- Sifenglin, Y. (2006). *Grey Information Theory and Practical Applications*. Springer-Verlag London Limited.
- World Tourism Organization. Report of year 2015.



### Forecasting of Iran Tourism Flow Using the Improved Gray Model, GM (1,1)

Ahangari, A.<sup>1\*</sup>, Ghobashi, N.<sup>2</sup>

#### Abstract

The global tourism industry, which has invested in many countries for its profits, can be a substitute for countries exporting raw materials. This industry can have various developmental effects, such as currency earnings, re-distribution of income, job creation and economic prosperity and since it is closely related to other industries such as hoteliers, transportation, travel agencies, craftsmen, and restaurateurs. Today tourism is considered as one of the most important components and development indicators, as most countries make special investments in this sector. Due to its historical and natural status, Iran has a good basis for foreign tourism expansion. Issues that will help government officials and planners to maximize their productivity and profitability from foreign tourism is predicting tourist demand for years to come. In this regard, this paper, using the improved Gray Model GM (1, 1), seeks to provide a good prediction of the future tourist demand for Iran. The privileged feature of the GM's (1, 1) improved gray model is that it can be predicted with a very low number of data and in addition has a very low error. The results of the research show that tourism demand is increasing and by 2022 the demand for foreign tourism will reach 17.5 million per year. Also, comparing the results of GM (1, 1) model with ARIMA method indicates a lower error of GM (1, 1) model in predicting the number of foreign tourists. Considering the importance of predicting the tourism demand in planning and the characteristics of the GM model (1, 1) it will be useful, carrying out separate researches on the demand of foreign tourists from different countries. Since tourists in different regions have different cultures and desires, separate studies can be useful in more accurate planning.

**Keywords:** Tourism Prediction, Tourism, Improved Grey Model, GM model

**JEL Classification:** L83 ,C53 ,O11

---

1. Associate Professor of Shahid Chamran University of Ahvaz      **Email:** a\_m\_ahangari@yahoo.com

2. PhD student of Economics, Shahid Chamran University of Ahvaz      **Email:** nasimghobashi@yahoo.com