



## ارائه الگوی پیش بینی نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی ایران با رویکرد آینده پژوهی و روش گری مارکف

محمد رضا یاورزاده

کандیدای دکتری آینده پژوهی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)  
M.Reza.yavarzadeh@hotmail.com

ابراهیم حاجیانی

دانشیار، عضو هیات علمی پژوهشکده تحقیقات راهبردی مجمع تشخیص مصلحت نظام، تهران، ایران

امیر ناظمی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۱۹

### چکیده

پیش بینی های کاملاً دقیق و با خطای صفر، صرف نظر از حوزه و موضوع مورد نظر، بسیار دشوار و تقریباً غیر ممکن است به ویژه آنکه فرایند پیش بینی، در محیط کاملاً پیچیده و در ابر غلیظی از عدم قطعیت ها و بازیگران و پیشران های متعدد و موثر بر محیط انجام شده و داده ها و اطلاعات مورد استفاده در پیش بینی نیز دارای خصوصیات مبهم و خاکستری باشد. مدارک و شواهد تایید می کند که محیط اقتصاد ایران به شدت غیر خطی و پیچیده بوده و همه ویژگی های یک محیط خاکستری، مبهم و غیر فازی را دارد و با توجه به راهبردی بودن پیش بینی و اطلاع دقیق از روند آینده تورم و رشد اقتصادی کشور، عدم موفقیت در این زمینه سایر تصمیم گیری های کلان و مهم اقتصادی را متاثر می سازد. همچنین بررسی ها موید این نکته است که برخی موسسه های بین المللی، پیش بینی های به مراتب دقیق تری از متغیرهای کلان اقتصادی ج.ا. ایران دارند. در تحقیق حاضر که به روش کمی انجام شده است، تلاش می شود با استفاده از داده های واقعی و با کمک روش اسنادی و تحلیل ثانویه، پیش بینی های چهار موسسه بین المللی بی‌زینس مانیتور، اکونومی واچ، صندوق بین المللی پول و بانک جهانی در قلمرو زمانی بیست سال (۱۳۷۱-۱۳۹۲) تحلیل و با استفاده از روش گری مارکف و ترکیب روش ها، نسبت به معرفی و ارائه مدل و الگوی مناسبی که بر اساس تحلیل های آماری، ثابت می شود که انحراف و خطای پیش بینی به مراتب کمتری نسبت به پیش بینی های مجزای تک تک موسسه های مذکور دارد اقدام شده و در پایان نیز این الگوی بومی و قابل اعتماد، برای استفاده کاربردی و عملیاتی در پیش بینی دقیق تر متغیر های کلان اقتصاد کشور (نرخ رشد اقتصادی و نرخ تورم ایران)، به دو موسسه و نهاد داخلی (مرکز امار ایران و بانک مرکزی ج.ا. ایران) پیشنهاد شود.

**واژه های کلیدی:** نرخ تورم، نرخ رشد اقتصادی، عدم قطعیت، پیش بینی گری مارکف.

## ۱- مقدمه

آینده پژوهی به عنوان یک ابزار پشتیبان برای برنامه ریزی بلندمدت، در بین دولت‌ها و کشورها محبوبیت یافته است (Silva, 2015:794). چون اصل غیر قابل پیش‌بینی بودن آینده بدین معنا نیست که نگران آینده نبوده و تنها به بخت و اقبال تکیه و اعتماد شود تا هر زمان بحران تازه‌ای سر بر آورد بدون طرح و برنامه قبلی اقدام شود. بلکه این اصل حکم می‌کند که نسبت به آینده موضع مناسبتری اتخاذ شود به نحوی که نه در پی تعیین پیش‌گویی‌های آینده بود و نه امور را به سرنوشت واگذار و بدون طرح و برنامه حرکت شود و باید در نظر داشت که آینده احتمالاً از هم کنش چهار مولفه‌ی رویدادها، روندها، تصویرها و اقدام‌ها پدید می‌آیند و می‌توان سه هدف ۱. تصور حوادث ممکن ۲. ارزیابی احتمالات و یافتن حوادث محتمل ۳. تصمیم‌گیری در جهت امور ترجیح داده شده را برای آینده پژوهی نام برد (حاجیان، ۱۳۹۰: ۳۳). از مزایای بالقوه کاربرد آینده پژوهی می‌توان توانایی در شناسایی و تفسیر تغییرات محیطی، ارتقای فرایند برنامه ریزی استراتژیک، رشد قابلیت‌های ابتکاری و اجرای تصمیمات استراتژیک را می‌توان بر شمارد (Konoiuk, Glinska, 2015:245). با افزایش نرخ تغییرات و دگرگونی‌ها، روش‌های برنامه‌ریزی که بر پیش‌بینی آینده استوار است، دیگر جوابگوی نیازها نیست و سایه سنگین عدم قطعیت آینده، چنان وضعی به وجود آورده است که پیش‌بینی آینده غیرممکن به نظر می‌آید (شوارتز: ۱۳۸۸).

با عنایت به مراتب فوق که در آن سعی شد ویژگی‌های محیط همراه با عدم قطعیت و آشوب ناک اقتصاد ایران و وضعیت پیش‌بینی کم‌خطا در آن تبیین شود، وارد بحث اصلی تحقیق حاضر می‌شویم و در این ارتباط لازم به یادآوری است که رشد سرسام آور نرخ تورم در ایران در چند بازه زمانی مشخص (۱۳۷۲-۱۳۷۵) و (۱۳۸۹-۱۳۹۲) بسیار به چشم آمد و اقتصاد کشور و به تناسب، اقتصاد خانواده‌ها را دچار شوک‌های شدید کرد. دورنگری و پیش‌بینی به موقع رویدادهای منتهی به جهش تورمی در کشور می‌توانست آسیب‌های ناشی از افزایش نرخ تورم را کاهش دهد. وجود این محدودیت،

میزان دقت و خطای پیش‌بینی‌ها که توسط نهادها یا موسسه‌های بین‌المللی نظیر بانک جهانی، بی‌زینس مانیتور، اکونومی واچ، صندوق بین‌المللی پول، صورت می‌پذیرد را متغیر و لزوم ارزیابی صحت و خطای آنها را افزایش داده است. همان طور که اشاره شد مرکز آمار و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران رسماً اعلام کرده‌اند که تنها آمار واقعی نرخ تورم و رشد اقتصادی را در اختیار داشته و پیش‌بینی در این زمینه برای ارائه ندارند. لذا در این تحقیق به بررسی تطبیقی و ارزیابی میزان دقت و خطای پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی (نرخ رشد اقتصادی و نرخ تورم) توسط برخی نهادها و موسسه‌های بین‌المللی پیش‌گفته شده در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۹۲، پرداخته و با استفاده از نتایج حاصله تلاش می‌شود روش مناسب و بومی شده‌ای به منظور پیش‌بینی کم‌خطا تر دو متغیر کلان اقتصادی مذکور معرفی شود و به این سوال‌ها پاسخ داده شود که الگوی مناسب پیش‌بینی متغیرهای نرخ رشد اقتصادی و نرخ تورم در ایران چگونه و شامل چه مولفه‌هایی است؟ و چگونه می‌توان با استفاده از پیش‌بینی موسسه‌های معتبر بین‌المللی یا الگوبرداری از روش‌های پیش‌بینی مورد استفاده آنها، پیش‌بینی دقیق‌تر و کم‌خطاتری از متغیرها و پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی در ایران ارائه نمود؟

## ۲- پیشینه پژوهش

بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص پیش‌بینی‌های ترکیبی در مورد مولفه‌های اقتصاد کلان مانند GNP، نرخ رشد اقتصادی و نرخ تورم بوده که کراشور (۲۰۰۲)، فیلدز و استکلر (۲۰۰۲) در تحقیقات خود به این نتایج اشاره کرده‌اند. نتایج تحقیقات آنها نشان دهنده این است که روش‌های فردی پیش‌بینی می‌توانند بر یکدیگر تاثیر بگذارند و این تاثیر موجب کاهش قابل ملاحظه خطای پیش‌بینی خواهد شد. کوزوکی (۲۰۰۲)، فیلدز و استکلر (۲۰۰۲) و الیو (۲۰۰۲) در زمینه به کارگیری روش‌های پیش‌بینی در مباحث اقتصاد کلان، با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی و روش‌های ترکیبی با استفاده از داده‌های واقعی و مقایسه آنها با یکدیگر نتایجی ارائه کرده‌اند (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۲: ۱۰۲).

مقایسه چارچوب ارزیابی پروژه های آینده نگاری و سنتی امکان فراهم ساختن سفارشات برای بهبود چارچوب ارزیابی مطالعات آینده را فراهم می‌سازد. یافته های مطالعه حاکی از آن است که مولفه هایی که می توانند چارچوب ارزیابی پیش بینی ها را غنا بخشند عبارت از: توسعه مدل ارزیابی، بسط استفاده از روش های کمی، دقت در جزئیات مقیاس های ارزیابی، در نظر داشتن شاخص های اقتصادی در ارزیابی و انتشار شفاف نتایج ارزیابی می باشد (Ekaterina A. et al, 2014:78).

مدل پیش‌بینی نرخ تورم و بیکاری (NAIRU) پارامترهای خود را با تاخیر کند به روز می کنند و از آنجایی که تشخیص شکست‌های ساختاری در عمل کار ساده‌ای نیست، ترکیب مدل‌های پیش‌بینی گوناگون با درجه انطباق‌پذیری مختلف، عملکرد پیش‌بینی‌های منفرد را بهبود خواهد بخشید. بهترین مدل ممکن است به گونه‌ای در طی زمان تغییر کند که براساس عملکرد پیش‌بینی گذشته‌اش قابل ردیابی نباشد. ترکیب پیش‌بینی‌ها، راهی برای نیرومندسازی پیش‌بینی‌های منفرد در برابر اشتباهات اندازه‌گیری در مجموعه داده‌ها است. پیش‌بینی‌ها ممکن است بر اساس توابع مختلفی به دست آمده باشند. در این حالت مقایسه عملکرد پیش‌بینی‌ها دشوار و سلیقه‌ای است و ترکیب پیش‌بینی‌ها عملکرد مجموعه پیش‌بینی‌ها را بهبود می‌بخشد. اگر پیش‌بینی منفرد توسط مدلی کمی تولید شده باشد که پارامترهای آن از روش‌های تکراری برآورد می‌شوند آنگاه شکست ناشی از این مسئله رگرسیون با عث شکست وزن‌های ترکیبی خواهد شد. به همین دلیل، پیش‌بینی‌های ترکیبی ساده که همبستگی بین پیش‌بینی‌های اولیه را نادیده می‌گیرند اغلب بهتر از سایر پیش‌بینی‌های ترکیبی عمل می‌کنند (Hansen, 2014:1006).

سومرو آلتاگ و سم اکمالکی (۲۰۱۶) پیش بینی نرخ تورم با استفاده از بررسی انتظارات تورمی مبتنی بر شواهدی از برزیل و ترکیه را ارائه دادند. تحقیق آنها مدل های آماری تورم را که ترکیبی از داده های انتظارات بررسی با نرخ های تورم گزارش شده بانک مرکزی است، فرمولبندی می کند. مدل، روش های پیش بینی تورم را

جولیا پونوماروا و آنا سوکولوا (۲۰۱۵) نیز با هدف توسعه رویکرد جامع برای ارزیابی آینده پژوهی ملی در کشور روسیه در تحقیقی به ارائه " رویکردی جامع برای ارزیابی پیش بینی های ملی " پرداخته و می گوید از آنجایی که نیاز به پیش بینی صحیح برای تصمیم گیری های راهبردی در تمام سطوح دولتی افزایش یافته است، تقاضا برای استفاده از مطالعات آینده نگاری، افزایش یافته و در این منظر تعریف نقاط قوت و ضعف طراحی و پیاده سازی آینده پژوهی، کیفیت خروجی و درجه تاثیر و نیز یادگیری از آن بسیار مهم است و به همین علت ارزیابی دقیق روش های آینده پژوهی که منشاء تصمیم گیری‌ها خواهد بود ضروری است. تحلیل ادبیات حاکی از آن است که تنوع رویکردهای مختلف و معیارها برای ارزیابی آینده نگاری در سطوح ملی وجود دارند، اما اصول پایه‌ای آن هنوز یکسان نشده و برای استفاده پراکنده هستند. خروجی تحقیق مذکور این بود که روش شناسی پیشنهاد شده در آینده نگاری ملی روسیه برای سال ۲۰۳۰ میلادی آزمون شده و نتایج آن تحلیل شده و راه های توسعه بیشتر این رویکرد نیز پیشنهاد گردید (Ponomareva, Julia V. , Sokolova, Anna, 2015:1).

یان میلز (۲۰۱۲) در پژوهشی به ارزیابی پیش بینی های آینده پرداخته و اشاره می کند مهم ترین برنامه های آینده نگاری و پیش بینی آینده تحت شرایط سریالی بدست می آید. یافته های پژوهش حاکی از آن است که یک برنامه آینده نگاری احتمالاً تحت تاثیر فرایند های سیاسی قرار می گیرد و بنابراین برخی پیش بینی های آینده را می توان با گام های مختلف در چرخه های سیاسی مرتبط دانست (Ian Miles, 2012:69).

اکاترینا و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه ای با عنوان " ارزیابی آینده: درس هایی از مدیریت پروژه " راه هایی برای بهبود چارچوب ارزیابی مبانی تحلیلی در زمینه مدیریت پروژه ارائه کردند. این مقاله مبتنی بر مرور ادبیات ارزیابی از آینده پژوهی و مطالعات آینده مربوط به پروژه های سنتی است و به این نکته اشاره دارد که رویکرد ارزیابی پیش بینی‌ها در زمینه مدیریت پروژه، بررسی گام های اصلی فرایند ارزیابی پروژه سنتی است و

داد بانک مرکزی تمایل به افزایش انحراف و عدم توافق در پیش بینی داشته و سایر شاخص‌های گزارش شده توسط بانک مرکزی مثل (نرخ رشد) با نرخ تورم هماهنگی ندارد (Pierre, 2012:218).

### ۳- روش شناسی پژوهش

نظریه سیستم خاکستری در ۱۹۸۲ توسط جولانگ دنگ مطرح شد، روشی جدید که بر مطالعه مسائل نمونه های کوچک با اطلاعات ناقص، متمرکز است. این نظریه با سیستم های غیر قطعی با اطلاعات شناخته شده جزئی، از طریق تولید، کاوش و استخراج اطلاعات مفید از آنچه در دسترس است، مسائل را حل می کند (Sifeng Liu and Yi Lin, 2010:2). مدل پیش بینی خاکستری به عنوان هسته تئوری سیستم خاکستری، مزایای ایجاد یک مدل با داده های کم و غیرقطعی را داشته و ابزاری مناسب برای پیش بینی سیستم های با ساختار پیچیده نامطمئن و نامنظم است (Guo, Daisuke, Masatake, 2006:1474). همچنین در سال های اخیر، تئوری سیستم خاکستری به عنوان یک روش مؤثر برای حل مسائل مختلف مطرح شده است (Wang, Bozidar, 2012:29). در این مطالعه نیز با وجود بازه زمانی ۲۰ ساله، عملاً نمونه مورد پژوهش کوچک است و به دلیل محدودیت داده ها و سری های زمانی مربوط به پیش بینی موسسه های مورد مطالعه، روش گری مارکف می تواند به حل مساله کمک کند. در نتیجه یکی از روش های مورد استفاده در پژوهش حاضر، گری مارکف خواهد بود که جزئیات آن شرح داده شده است.

#### روش پیش بینی خاکستری (گری- مارکف)

با توجه به محدودیت اصلی پژوهش حاضر که بطور مشخص کم و گسسته بودن داده ها است، نمی توان از روش های معمول آماری برای تحلیل داده ها استفاده کرد. هر چند مرکز آمار ایران اطلاعات خود را علاوه بر گزارش سالانه به صورت فصلی نیز گزارش می کند اما موسسه های بین المللی حاضر در این پژوهش پیش بینی مربوط به نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی را به صورت سالانه گزارش می کنند و در نتیجه پژوهش حاضر با

که در ردیف انتظارات بررسی قرار دارند تولید می کند، بعلاوه آنها تابع تورم را با مجوزهای مالی به منظور امتحان اثر بخشی سیاست های پولی در شکل دادن انتظارات تورمی یکی کردند و نتایج نشان داد که قدرت پیش بینی چارچوب پیشنهادی برای مدل های بدون انتظارات تورمی و نیز مواردی مثل منحنی فیلیپس و قوانین پیش بینی بومی عالی عمل می کنند (Sumru Altug, akmakl, 2016,138).

باربار راسی و تاتویک سخپوسیان (۲۰۱۴) ارزیابی تراکم های پیش بینی رشد تولید و تورم ایالات متحده در یک مجموعه بزرگ آمار اقتصاد کلان را ارائه دادند. این مقاله به ارزیابی پیش بینی های شرطی برای نرخ رشد و تورم پرداخته و در آن مطالعه چگالی پیش بینی کننده های شرطی را مبتنی بر برآزش های واقعی فرض نرمال ارزیابی می کند. یافته های مطالعه حاکی از آن است که برای بسیاری از مدل ها فرض نرمالیتی، دست کم برای یکی از آزمون های مورد استفاده، برقرار نیست اما جالب است که ترکیبی از چگالی های پیش بینی بدرستی با توزیع نرمال تقریب می شوند: هنگام محاسبه پیش بینی رشد، میانگین ساده؛ و میانگین مدل بیزی هنگام پیش بینی نرخ تورم (Barbara Rossi, Tatevik Sekhposyan, 2014:662).

داناند لیو و ژولی اسمیت (۲۰۱۳) در تحقیقی با عنوان پیش بینی تورم به این سوال پرداختند که روند تورم در آینده کجاست؟ این تحقیق از مدل قدم زدن تصادفی تورم به عنوان محکی برای آزمون مقایسه عملکرد پیش بینی برخی شاخص ها مثل بررسی پیش بینی های حرفه ای بررسی های رسانه، نرخ رشد، میانگین پیراسته تورم شاخص قیمت مصرف کننده، استفاده می کند. یافته های پژوهش حاکی از آن است که پیش بینی های حرفه ای تورم و اندازه تورم مرکزی ممکن است شامل اطلاعات بیشتری نسبت به مدل قدم زدن تصادفی باشد (Dandan, Julie, 2013:1).

همچنین پیراسکیلو (۲۰۱۲) در کانادا به بررسی منبع اختلافات در پیش بینی تورم پرداخت و عدم توافق موجود در پیش بینی را برای ۹ اقتصاد در بازه زمانی ۱۹۹۹-۲۰۰۹ برآورد کرد و یافته های پژوهش او نشان

### مدل پیش بینی

#### مدل پیش بینی خاکستری

اگر نرخ های گزارش شده موسسه ها بصورت  $x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$  بعنوان دنباله ای از داده های خام در نظر گرفته شود، دنباله تولید شده  $x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$  تجمعی توسط نشان داده می شود. آنگاه خواهیم داشت:

$$x^{(0)}(k) = ax^{(1)}(k) = b$$

که این مدل به عنوان مدل اصلی GM(1,1) (مدل خاکستری مرتبه اول) شناخته شده است و اگر  $Z^{(1)} = \{Z^{(1)}(2), Z^{(1)}(3), \dots, Z^{(1)}(n)\}$  دنباله ای تولید شده از سری داده های خام مورد مطالعه باشند یعنی:

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

مدل پایه ای GM(1,1) بدست می آید (Sifeng Liu, Yi Lin, 2010:106)

#### مدل خاکستری

پیش از توضیح مدل خاکستری مروری بر واژه های مورد استفاده در این بخش ارائه شده است. بسیاری از سیستم های اجتماعی، اقتصادی، کشاورزی، صنعتی، اکولوژی، بیولوژی با توجه به در نظر گرفتن مولفه های طبقه بندی اهداف پژوهش نامگذاری شده اند، در حالیکه سیستم گری با استفاده از رنگ سیستم در نظر گرفته شده، نامگذاری شده است. در نظریه کنترل، مردم اغلب از رنگ ها برای توصیف درجه وضوح اطلاعات در دسترس استفاده می کنند، آسبی از موضوعاتی با اطلاعات داخلی مجهول بعنوان جعبه سیاه یاد می کند. این واژه شناسی در بسیاری از مجامع علمی پذیرفته شده است. در سیستم گری از کلمه "سیاه" برای نشان دادن اطلاعات ناشناخته، "سفید" اطلاعات کامل شناخته شده و "خاکستری" اطلاعات تاحدی ناشناخته و تاحدی شناخته استفاده شده است. بر این اساس سیستمی با اطلاعات کامل "سفید"، با اطلاعات کاملاً ناشناخته

محدودیت دسترسی به داده های کافی در قلمرو زمانی ۲۰ ساله در نظر گرفته شده مواجه است. یکی از روش های پیشنهاد شده برای حل چنین محدودیتی استفاده از تئوری گری-مارکف<sup>۱</sup> است. تئوری سیستم خاکستری که برای اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط Dang ارائه شد روش بسیار مؤثری برای حل مسائل نامعلوم با اطلاعات ناقص و داده های گسسته است. در سال های اخیر چندین پژوهش، مدل های خاکستری را برای انجام پیش بینی ها توسعه داده اند (Diyar & Mehmet, 2006). Min (huang, et al, 2007). در سال ۲۰۰۱، ژانگ و هی مدل پیش بینی زنجیره مارکف خاکستری را برای پیش بینی مصرف برق در بخش کشاورزی در شهر شانگهای فرمول بندی کردند (Zhang & Hey, 2001). آکای و آنگ در سال ۲۰۰۶ مدل پیش بینی خاکستری را برای تخمین تقاضای برق در کشور ترکیه توسعه دادند. در سال ۲۰۰۷، هی و کن یک مدل پیش بینی مارکف خاکستری را ارائه و نشان دادند. در مقایسه با مدل های باکس - جنکینز و تکنیک های هوش مصنوعی که به تلاش و وقت زیادی برای مشخص کردن پارامترها و مدلسازی مراحل مختلف نیاز دارد، مدل های پیش بینی خاکستری بسیار کاربردی و ساده تر هستند. مدل پیش بینی خاکستری با استفاده از یک معادله دیفرانسیل برای توصیف سیستم نامشخص با داده های اندک استفاده و بیشتر برای هموارسازی داده های ایستا مناسب است و نه داده هایی که تغییرات تصادفی زیادی دارند. از طرف دیگر مدل های پیش بینی زنجیره مارکف برای پیش بینی سیستم های پویای تصادفی مناسب هستند (Min huang, et al, 2007). با عنایت به مراتب فوق در پژوهش حاضر امکان استفاده از روش های معمول آماری وجود نداشته و مناسب ترین روش برای حل مساله گری-مارکف است که با کمک ترکیبی از روش های پنل خبرگان، پرسشنامه دلفی و تاپسیس فازی به کار گرفته خواهد شد. در ادامه این بخش ابتدا به بررسی مدل پیش بینی خاکستری و بعد نیز به معرفی و نحوه محاسبه مارکف خاکستری پرداخته شده است.

و د) اطلاعات رفتار سیستم کامل نیست. عدم کامل بودن اطلاعات مفهوم اصلی خاکستری از زوایای مختلف و موقعیت های مختلف است که این مفهوم قابل بسط دادن است. در جدول ۳-۵ جزئیات بسط این مفهوم ارائه شده است (Sifeng Liu , Yi Lin, 2010:15):

"سیاه" و با اطلاعاتی تاحدی مجهول و تاحدی معلوم "خاکستری" در نظر گرفته می شود. بر این اساس، موقعیت اطلاعات سیستم ناکامل می تواند در موارد زیر وجود داشته باشد:

الف) اطلاعات در مورد مولفه ها (پارامترها) کامل نیست؛ ب) اطلاعات در مورد ساختار سیستم کامل نیست؛ ج) اطلاعات در مورد مرزهای سیستم کامل نیست

جدول ۲- بسط مفهوم خاکستری

موقعیت / مفهوم	سیاه	خاکستری	سفید
از اطلاعات	ناشناخته	ناقص	کاملاً شناخته شده
از وضوح	تاریک	مات	واضح
از فرایند	نو	تغییر پذیر	قدیمی
از خواص	آشوب	چندمتغیره	ترتیبی
از روش	خنثی	تغییر برای بهتر شدن	تاییدی
از نگرش	اجازه دهید برود	آزاد	سخت گیرانه
از پیشامد	بدون راه حل	چند راه حل	راه حل منحصر بفرد

$$Z = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ n \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

در نتیجه:

$$X_n = A\beta$$

که در آن  $\beta = \frac{a}{1+0.5a}$  و  $\beta = \frac{b}{1+0.5a}$  (Sifeng Liu , Yi Lin, 2010:109)

#### محاسبه مقادیر پیش بینی شده

پس از تقسیم سری های خطا به  $r$  مرحله،  $r$  بردار سطری احتمال انتقال خواهیم داشت. امکان ورود به یک مرحله از خطا در گام بعدی با استفاده از احتمالات بردارهای سطری  $r$  به دست می آید. بدین ترتیب مقادیر پیش بینی نرخ تورم و رشد اقتصادی با استفاده از معادلات زیر قابل محاسبه است:

$$\hat{x}^{(0)}(T+1) = \hat{x}^{(0)}(T+1) + \sum_{i=1}^r a_i(T)v_i$$

بنابراین مدل خاکستری با استفاده از معادله دیفرانسیل خاکستری درجه ۱ زیر تشکیل داده می شود:

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

معادله سفید شده رابطه بالا به صورت زیر است:

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

$$z^{(1)} = \frac{1}{2}(x^{(1)}(i) + x^{(1)}(i+1))$$

این روش هیچ اثبات ریاضی ندارد و آن را روش سفیدسازی می نامند. در اینجا  $i$  یک نقطه زمانی است،  $a$  را ضریب بهبود و  $b$  را ضریب کنترل خاکستری می گویند (Hsu, Wang, 2014:24) که با استفاده از روش حداقل مربعات به صورت زیر قابل محاسبه هستند.

$$A = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & \vdots \\ \vdots & 1 \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}$$

#### ۴- یافته‌ها

##### ارائه مدل پیش بینی مبتنی بر گری مارکف

با توجه به حجم کم داده های در دسترس (۲۰ ساله) و بدلیلی پدید آمدن مساله ی هم خطی عملاً استفاده از روشهای رگرسیونی قابلیت اعتماد و اعتبار ندارد. در نتیجه برای ارائه مدل با استفاده از روش گری مارکف اقدام به پیش بینی نرخ های رشد اقتصادی و نرخ تورم شده است. پیش بینی های حاصل از مدل گری مارکف را برای بازه زمانی بلند مدت نرخ تورم (از ۱۳۱۵ تا ۱۳۹۲) و در بازه زمانی مطالعه (۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲) به شرح جدول ۳ و نمودارهای ۱ و ۲ ارائه شده است:

در اینجا  $v_i (i = 1, 2, \dots, r)$  ها مراکز مراحل  $r$  را نمایندگی می کنند و داریم:

$$a^{(T)} = [a_1(T), a_2(T), \dots, a_r(T)] = a^{(T-1)R(m)}$$

$$\begin{cases} a^{(T+1)} = a^{(T)R(m)} \\ a^{(T+2)} = a^{(T+1)R(m)} \\ \vdots \\ a^{(T+k)} = a^{(T+k-1)R(m)} \end{cases}$$

در اینجا  $m=1$  است.

پیش از ارائه مدل مربوط به پیش بینی های نرخ شد اقتصادی و تورم، مقادیر پیش بینی نرخ تورم و رشد اقتصادی موسسه های مورد مطالعه همراه با مقادیر خطا ارائه شده است.

جدول ۱- مقادیر پیش بینی و خطای موسسه ها در سال های مطالعه مربوط به نرخ تورم

سال	بانک جهانی	خطا (error)	صندوق بین المللی پول	خطا (error)	اکنونومی واچ	خطا (error)	بیزنس مانیاتور	خطا (error)
۱۳۷۱	۲۵,۸۱	-1.57251	24.40	.32600	24.39	.05617	31.29	-.98797
۱۳۷۲	۲۱,۲۰	1.61440	22.90	.41434	22.55	.40337	30.25	-1.77372
۱۳۷۳	۳۱,۴۵	3.49340	35.20	-.31008	35.20	.00391	28.25	11.89982
۱۳۷۴	۴۹,۶۶	-.82038	49.40	-1.14640	49.11	.23952	57.12	6.27269
۱۳۷۵	۲۸,۹۴	-5.95472	23.20	.39667	23.02	.23153	29.15	-.71827
۱۳۷۶	۱۷,۳۵	-.07138	16.90	1.16771	17.42	-.04657	28.11	-5.90403
۱۳۷۷	۱۷,۸۷	.19995	22.00	-3.43265	18.13	.04065	28.45	-5.33753
۱۳۷۸	۲۰,۰۷	-.03675	20.40	.26158	20.00	.16334	21.00	1.77892
۱۳۷۹	۱۴,۴۸	-1.85350	12.60	1.02097	12.79	-.09847	21.21	-5.86530
۱۳۸۰	۱۱,۲۷	.21005	16.00	-3.77928	11.34	.15720	15.24	-2.96526
۱۳۸۱	۱۴,۳۴	1.48884	15.00	1.67962	15.74	.14000	21.25	-2.69277
۱۳۸۲	۱۶,۴۷	-.87670	18.00	-1.69707	15.60	.08054	20.15	-2.13732
۱۳۸۳	۱۴,۷۶	.46183	15.60	.44428	15.34	-.05844	20.36	-2.68154
۱۳۸۴	۱۳,۴۳	-2.98598	18.50	-7.42652	10.40	.10087	18.57	-6.25222
۱۳۸۵	۱۱,۹۴	.02888	14.00	-1.16149	11.87	.12513	15.24	-2.46526
۱۳۸۶	۱۷,۲۱	1.17096	19.00	.04403	18.39	.07963	24.25	-2.15309
۱۳۸۷	۲۵,۵۵	-.30817	26.00	-.36824	25.37	.07234	10.90	14.01533
۱۳۸۸	۱۳,۵۰	-2.65715	12.00	-.14370	10.76	.13947	12.30	-1.54615
۱۳۸۹	۱۰,۱۴	2.35890	9.50	4.10354	27.20	-14.76481	21.60	-6.33314
۱۳۹۰	۲۰,۶۳	.79391	22.50	-.56210	21.48	.07755	40.00	-9.86976
۱۳۹۱	۲۷,۳۴	5.67197	25.20	8.27888	30.60	2.62189	33.00	6.63765
۱۳۹۲	۳۷,۴۰	-.35586	35.20	1.88992	27.20	10.23519	21.00	19.07892
2.4		خطای کلی	3.44	خطای کلی	۴,۰۶	خطای کلی	7.45	خطای کلی

جدول ۲- مقادیر پیش بینی و خطای موسسه ها در سال های مطالعه مربوط به نرخ رشد اقتصادی

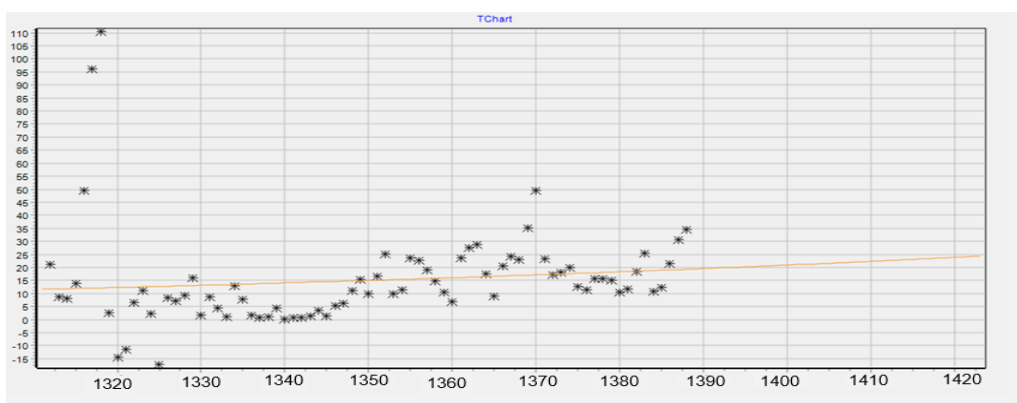
سال	بانک جهانی	خطا (error)	صندوق بین المللی پول	خطا (error)	اکنونومی واچ	خطا (error)	بیزنس مانیاتور	خطا (error)
۱۳۷۱	4.25	-1.07589	2.54	.65761	4.25	-.92823	1.24	.84073
۱۳۷۲	-1.58	2.86083	-1.48	2.60249	-1.58	2.50034	3.24	-2.99782
۱۳۷۳	-.35	-.62839	-.24	-.82180	-.35	-.88168	-2.50	.83981
۱۳۷۴	2.65	.07107	1.54	1.16430	2.65	.07926	1.23	.45142
۱۳۷۵	7.10	-1.53140	8.50	-2.44623	7.10	-1.13534	2.45	1.84691
۱۳۷۶	3.38	-2.53473	3.20	-2.24080	3.39	-2.47170	-.20	.08048
۱۳۷۷	2.74	-.51595	1.70	.51923	2.74	-.49991	.24	1.01000
۱۳۷۸	1.93	-.23280	2.50	-.70612	1.93	-.28736	-.05	.82009
۱۳۷۹	5.14	.66362	5.80	.30182	5.14	.88885	2.35	2.25383
۱۳۸۰	3.67	-1.51512	5.00	-2.57283	3.67	-1.41802	1.20	-.11650
۱۳۸۱	7.52	.76252	5.80	2.70182	8.16	.63219	4.21	2.66499
۱۳۸۲	7.11	1.45893	6.10	2.72982	8.06	1.02016	6.25	.78367
۱۳۸۳	5.08	-.37837	6.60	-1.52353	6.07	-1.02926	7.25	-4.08561
۱۳۸۴	4.62	1.76638	5.70	.99249	4.66	1.91109	4.25	.82221
۱۳۸۵	5.80	.42550	5.40	1.06450	6.21	.34758	4.26	.61152
۱۳۸۶	5.00	2.79898	6.00	2.12049	6.37	1.80683	4.23	2.24360
۱۳۸۷	5.60	-4.88113	5.50	-4.52617	.58	-.19978	2.50	-3.00656
۱۳۸۸	1.00	.26637	1.50	-.19943	3.95	-2.46433	4.20	-4.12432
۱۳۸۹	1.00	5.46637	1.60	4.90990	-1.25	7.31004	2.10	3.32115
۱۳۹۰	2.00	2.29952	2.50	1.89388	3.03	1.34498	2.80	.37266
۱۳۹۱	-1.90	-5.02978	-.90	-6.12339	-1.88	-5.43576	-3.40	-4.09784
۱۳۹۲	-1.50	-.51651	-1.70	-.49804	-1.25	-1.08996	-2.15	-.53443
2.25		خطای کلی	2.62	خطای کلی	2.25	خطای کلی	2.30	خطای کلی

جدول ۳- مقادیر پیش بینی و خطای مدل گری مارکف

سال	مقدار واقعی	پیش بینی	خطا
۱۳۷۱	24.4	29.5998271880948	-5.19982718809477
۱۳۷۲	22.9	28.4723946872564	-5.57239468725638
۱۳۷۳	35.2	27.3879051413165	7.81209485868347
۱۳۷۴	49.4	26.3447228892724	23.0552771107276
۱۳۷۵	23.2	25.3412745710709	-2.14127457107093
۱۳۷۶	17.3	24.3760467546198	-7.07604675461978
۱۳۷۷	18.1	23.4475836531809	-5.34758365318091
۱۳۷۸	20.1	22.5544849297074	-2.45448492970743
۱۳۷۹	12.6	21.6954035848121	-9.09540358481208
۱۳۸۰	11.4	20.8690439251798	-9.46904392517977
۱۳۸۱	15.8	20.0741596093643	-4.2741596093643
۱۳۸۲	15.6	19.3095517680146	-3.70955176801456
۱۳۸۳	15.2	18.5740671957046	-3.37406719570463
۱۳۸۴	10.4	17.8665966116326	-7.46659661163264

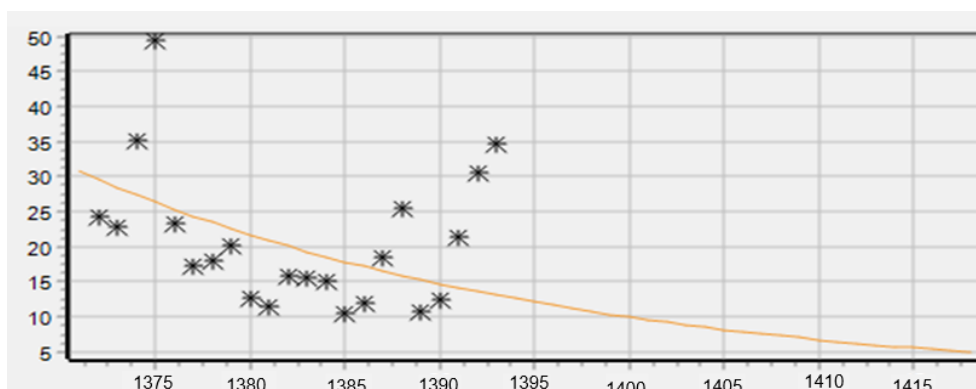


سال	مقدار واقعی	پیش بینی	خطا
۱۳۸۵	11.9	17.1860729865682	-5.28607298656821
۱۳۸۶	18.4	16.5314699335264	1.86853006647359
۱۳۸۷	25.4	15.9018001597384	9.4981998402616
۱۳۸۸	10.8	15.2961139775861	-4.49611397758612
۱۳۸۹	12.4	14.7134978722531	-2.31349787225307
۱۳۹۰	21.5	14.1530731239333	7.34692687606668
۱۳۹۱	30.5	13.6139944825188	16.8860055174812
۱۳۹۲	34.7	13.0954488927662	21.6045511072338



نمودار ۱: پیش بینی های نرخ تورم حاصل از مدل گری - مارکف مبتنی بر نرخ های تورم ۱۳۱۵-۱۳۹۲

و نمودار حاصل از اجرای مدل گری مارکف و پیش بینی های نرخ تورم ایران در ۲۵ سال آینده مبتنی بر داده های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲



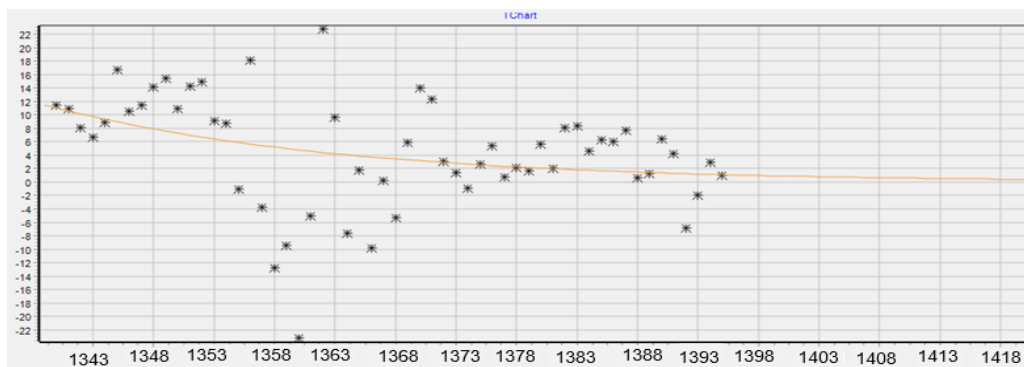
نمودار ۲: پیش بینی های نرخ تورم حاصل از مدل گری - مارکف مبتنی بر نرخ های تورم در سال های مطالعه

شکستن بازه مطالعاتی و کم کردن آن روند صعودی نمایش داده شده در نمودار ۱ به روندی نزولی در نمودار ۲ تبدیل شده است. در ادامه پیش بینی های مربوط به نرخ رشد اقتصادی در دو بازه بلند مدت (۱۳۳۹ تا ۱۳۹۲) و بازه مطالعه (۱۳۷۲-۱۳۹۲) ارائه شده است.

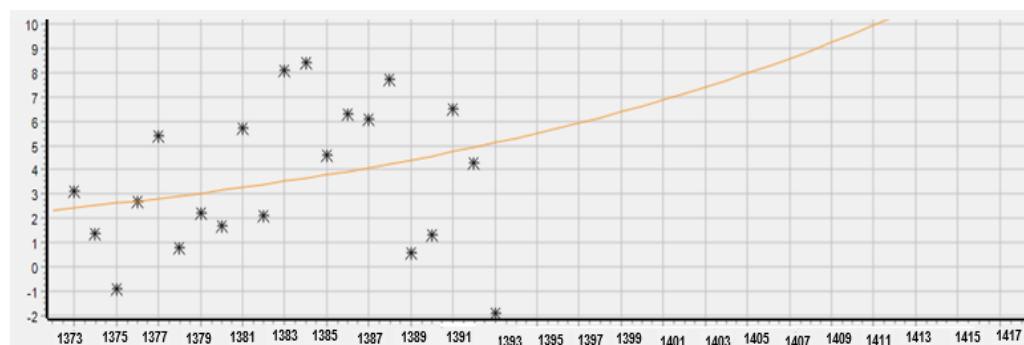
می دانیم هر چه مقدار خطا به صفر نزدیکتر باشد، نشان دهنده برازش کامل مدل به داده ها و دقت بالای پیش بینی است، لیکن مشاهده می شود که مدل گری مارکف پیش بینی دقیقی برای نرخ تورم ارائه نمی دهد و همان طور که از مقایسه دو نمودار ۱ و ۲ برمی آید با

جدول ۴- پیش بینی نرخ رشد اقتصادی مدل گری مارکف

سال	مقدار واقعی	پیش بینی	خطا
۱۳۷۱	3.1	2.91439536643702	0.18560463356298
۱۳۷۲	1.4	2.79552048873632	-1.39552048873632
۱۳۷۳	-0.9	2.68149438231464	-3.58149438231464
۱۳۷۴	2.7	2.57211927129723	0.127880728702775
۱۳۷۵	5.4	2.46720544686275	2.93279455313725
۱۳۷۶	0.8	2.3665709381973	-1.5665709381973
۱۳۷۷	2.2	2.27004119686984	-0.0700411968698402
۱۳۷۸	1.7	2.17744879408156	-0.47744879408156
۱۳۷۹	5.7	2.08863313026433	3.61136686973567
۱۳۸۰	2.1	2.00344015652405	0.09655984347595
۱۳۸۱	8.1	1.92172210744596	6.17827789255404
۱۳۸۲	8.4	1.84333724479893	6.55666275520107
۱۳۸۳	4.6	1.76814961169325	2.83185038830675
۱۳۸۴	6.3	1.6960287967664	4.6039712032336
۱۳۸۵	6.1	1.62684970798719	4.47315029201281
۱۳۸۶	7.7	1.56049235568642	6.13950764431358
۱۳۸۷	0.6	1.49684164443724	-0.896841644437239
۱۳۸۸	1.3	1.43578717342453	-0.135787173424529
۱۳۸۹	6.5	1.37722304495705	5.12277695504295
۱۳۹۰	4.3	1.32104768079017	2.97895231920983
۱۳۹۱	-6.8	1.26716364594057	-8.06716364594057
۱۳۹۲	-1.9	1.21547747968711	-3.11547747968711



نمودار ۳: پیش بینی های نرخ رشد حاصل از مدل گری - مارکف مبتنی بر نرخ های رشد ۱۳۳۹-۱۳۹۲



نمودار ۴: پیش بینی های نرخ رشد حاصل از مدل گری - مارکف مبتنی بر نرخ های رشد سال های مطالعه

**جدول ۷- مقادیر ضریب همبستگی و ضریب تعیین**

ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	دوربین- واتسون
.98	/977	/967	2/250

پیش فرض های رگرسیون از جمله نرمال بودن خطا، استقلال خطاها و بررسی خطی بودن کنترل و با توجه به برقرار بودن پیش فرض های رگرسیون بعد از حذف متغیرهایی که در مدل معنی دار نیامدند مدل ارائه شده به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{پیش بینی نرخ تورم} = (-1.453) + 0.744 * \text{پیش بینی تورم صندوق بین المللی پول} + 0.327 * \text{بیزنس مانیتور}$$

**پیش بینی نرخ رشد اقتصادی**

معادله پیشنهادی برای نرخ رشد اقتصادی به این صورت است:

$$\text{پیش بینی نرخ رشد اقتصادی} = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{پیش بینی نرخ رشد اقتصادی اکونومی واچ} + \alpha_2 * \text{پیش بینی نرخ رشد اقتصادی بیزنس مانیتور} + \alpha_3 * \text{پیش بینی نرخ رشد اقتصادی بانک جهانی} + \alpha_4 * \text{پیش بینی نرخ رشد اقتصادی صندوق بین المللی پول} + \alpha_5 * \text{پیش بینی نرخ رشد اقتصادی مدل گری مارکف}$$

**جدول ۸- ANOVA حاصل از معادله پیش بینی نرخ تورم**

نتیجه معادله	Sig	df	F
تایید مدل پیش بینی	.000	(5,15)	10.509

**جدول ۹- مقادیر ضرایب و سطوح معنی داری**

متغیر	ضریب B	t	sig	حضور متغیر در مدل
ثابت	1.350	1.437	.171	رد
پیش بینی بانک جهانی	.363	.678	.508	رد
پیش بینی صندوق پول	-.068	-.147	.885	رد
پیش بینی اکونومی واچ	.090	.290	.776	رد
پیش بینی بیزنس مانیتور	.669	2.962	.010	تایید
پیش بینی مدل گری	-.196	-2.181	.046	تایید

مشابه مدل پیش بینی نرخ تورم، ملاحظه می شود که مدل گری مارکف در پیش بینی نرخ رشد اقتصادی نیز با شکستن بازه زمانی روند متفاوتی را نشان می دهد. همان طور که در نمودار ۳ ملاحظه می شود نرخ رشد اقتصادی نزولی و در نمودار ۴ نرخ رشد اقتصادی صعودی نمایش داده می شود. با توجه به اینکه مدل گری مارکف روند یکنواختی را نشان می دهد، و الگوی مشخص و قابل اعتمادی ارائه نمی دهد در ادامه به بررسی ارائه مدلی مبتنی بر ترکیب پیش بینی های چهار موسسه بین المللی و پیش بینی های حاصل از مدل گری مارکف پرداخته شده است.

معادله پیشنهادی برای نرخ تورم به صورت زیر است:

$$\text{پیش بینی نرخ تورم} = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{پیش بینی تورم اکونومی واچ} + \alpha_2 * \text{پیش بینی تورم بیزنس مانیتور} + \alpha_3 * \text{پیش بینی تورم بانک جهانی} + \alpha_4 * \text{پیش بینی تورم صندوق بین المللی پول} + \alpha_5 * \text{پیش بینی تورم مدل گری مارکف}$$

نتایج حاصل از اجرای تحلیل رگرسیون در ادامه ارائه شده است:

**جدول ۵- ANOVA حاصل از معادله پیش بینی نرخ تورم**

نتیجه معادله	Sig	df	F
تایید مدل پیش بینی	.000	(5,10)	94/490

**جدول ۶- جدول ضرایب و سطوح معنی داری**

متغیر	ضریب (β)	t	sig	حضور متغیر در مدل
ثابت	-4.825	-2.843	.017	تایید
پیش بینی بانک جهانی	.041	.108	.916	رد
پیش بینی صندوق پول	.922	4.313	.002	تایید
پیش بینی اکونومی واچ	.007	.039	.969	رد
پیش بینی بیزنس مانیتور	.269	2.648	.024	تایید
پیش بینی مدل گری	.062	1.101	.297	رد

## جدول ۱۰- مقادیر ضریب همبستگی و ضریب تعیین

ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	دوربین-واتسون
.882	.778	.704	1.99

بعد از حذف متغیرهایی که در مدل معنی دار نیامدند معادله پیشنهادی به صورت زیر خواهد بود:  
پیش بینی نرخ رشد اقتصادی =  $2.408 + 0.886 * \text{پیش بینی بیزینس مانیتور} - 0.255$ .  
پیش بینی گری مارکف

بررسی میزان خطای موسسه های بین المللی و مدل ترکیبی نیز در جداول ۱۱ و ۱۲ ارائه شده است:

## جدول ۱۱- خطاهای پیش بینی تورم موسسه ها و مدل ترکیبی

موسسه	بانک جهانی	صندوق بین المللی پول	اکنونومی واچ	بیزینس مانیتور	مدل ترکیبی
خطا	2.4	3.44	4.06	7.45	1.92
رتبه	2	3	4	5	1

## جدول ۱۲: خطاهای بلندمدت پیش بینی رشد اقتصادی موسسه ها و مدل ترکیبی

موسسه	بانک جهانی	صندوق بین المللی پول	اکنونومی واچ	بیزینس مانیتور	مدل ترکیبی
خطا	2.25	2.62	2.25	2.30	1.95
رتبه	2.5	4	2.5	5	1

همان طور که مشاهده می شود خطای ارائه شده در مدل ترکیبی به نسبت خطای سایر موسسه ها کمتر بوده که حاکی از برآزش خوب مدل ترکیبی است.

## ۵- نتیجه گیری

در تلاش برای یافتن الگویی برای پیش بینی متغیرهای کلان اقتصادی از روش گری مارکف استفاده شد. همان طور که در نمودارهای حاصل از اجرای گری

مارکف مشاهده شد، بعد از شکستن بازه زمانی مورد نظر، روند پیش بینی ها تفاوت فاحشی را نشان می دهد، با این حال برای برخی سال ها پیش بینی گری مارکف بسیار خوب عمل کرده و برای برخی سال ها نیز نتایج امیدوارکننده ای را نشان نداد، در نتیجه برای ارائه الگویی مطمئن تر برای متغیرهای کلان اقتصادی ایران، مدلی مبتنی بر پیش بینی های حاصل از گری مارکف و پیش بینی موسسه های بین المللی مورد آزمون قرار گرفت. نتایج حاصل از معادله رگرسیونی نرخ تورم نشان می دهد که این متغیر تابعی است از پیش بینی تورم صندوق بین المللی پول و پیش بینی تورم بیزینس مانیتور، و ضریب تعیین ارتباط بین نرخ تورم و این دو پیش بینی بیش از ۹۰ درصد می باشد که رقم قابل ملاحظه ای است. بر اساس ضرایب به دست آمده، پیش بینی تورم صندوق بین المللی پول ۷۴ درصد و پیش بینی نرخ تورم بیزینس مانیتور تا ۳۲ درصد در پیش بینی نرخ تورم در مدل پیشنهادی نقش دارد که حاکی از سهم بیشتر پیش بینی تورم صندوق بین المللی پول در این معادله است. از سوی دیگر نتایج تحلیل از معادله رگرسیونی پیش بینی نرخ رشد اقتصادی نشان داد این متغیر تابعی است از پیش بینی بیزینس مانیتور و پیش بینی گری مارکف و ضریب تعیین نشان می دهد پیش بینی نرخ رشد اقتصادی تا ۷۷ درصد وابسته به این دو متغیر است و ضرایب تعیین تایید می کنند، پیش بینی بیزینس مانیتور تا ۸۸ درصد و پیش بینی با روش گری مارکف تا ۲۵ درصد در پیش بینی نرخ رشد اقتصادی ایران سهم دارند. نتایج حاکی از آن است که به جای استفاده تک بعدی از گری مارکف توجه به ترکیبی از روشها نتایج بهتری فراهم می سازد (خطای کمتر مدل ترکیبی که در جداول ۱۱ و ۱۲ نشان داده شد)، لذا بانک مرکزی و مرکز آمار می توانند از نتایج این روش ترکیبی استفاده کنند.

## فهرست منابع

- ۱) آذر، عادل و علی، رجب زاده. (۱۳۸۲). ارزیابی روشهای پیش بینی ترکیبی: با رویکردهای شبکه های عصبی-کلاسیک در حوزه اقتصاد، مجله تحقیقات اقتصادی، ش. ۶۳، ص. ۱۰۲.

- 14) Konoiuik & Glinska.(2015) " Foresight in a Small Enterprise. A Case Study " Bialystok University of Technology, 45 Wiejska Street, 15-531 Poland.pp.245.
- 15) Min Huang, Yong He, Haiyan Cen (2007). Predictive analysis on electric-power supply and demand in China, *Renewable Energy*; 1165-1174.
- 16) Pierre L. Siklos (2012) " Sources of disagreement in inflation forecasts: An international empirical investigation" Department of Economics, Wilfrid Laurier University, Waterloo, ON, Canada N2L 3C5.pp.218.
- 17) Ponomareva, Julia V. and Sokolova, Anna(2015), The Identification of Weak Signals and Wild Cards in Foresight Methodology: Stages and Methods (September 3, 2015). Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 46/STI/2015. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2655520> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2655520>
- 18) Schubert Erich, Alexander Koos, Tobias Emrich Andreas Z'ufle, Klaus Arthur Schmid, Arthur Zimek (2015)" A Framework for Clustering Uncertain Data" LudwigMaximiliansUniversit' at M'unchen Oettingenstr. 67, 80538 Munich, Germany <http://www.dbs.ifi.lmu.de> fschube, koos, emrich, zuefle, schmid, zimekg@dbs.ifi.lmu.de. Proceedings of the VLDB Endowment, Vol. 8, No. 12 Copyright VLDB Endowment 21508097/15/08.pp.1997.
- 19) Sifeng Liu and Yi Lin (2010)"Grey Systems Theory and Applications" Library of Congress Control Number: 2010937345. \_c 2010 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.pp.15.28,106.109.
- 20) Silva, M. (2015).A Systematic review of Foresight in Project Management Literature, Conferece on enterprise Information system/ Internatinal conferece on Project Management, *Procedia Computer Science* 64, pp.792.
- 21) Sumru Altug and Cem C, akmakl (2016) " Forecasting Inflation using Survey Expectations and Target Inflation: Evidence for Brazil and Turkey" Department of Economics, Ko,c University CEPR, Department of Quantitative Economics, University of Amsterdam.pp.138.
- 22) Zhang SJ, He Y (2001). A Grey–Markov forecasting model for forecasting the total power requirement of agricultural machinery in Shangxi Province. *J Shanxi Agric Univ (Nat Sci Edi)*;
- ۲) حاجیانی، ابراهیم. (۱۳۹۲) " مبانی، اصول و روش‌های آینده پژوهی " ناشر، دانشگاه امام صادق (ع)،ص.۲۴.
- ۳) شوارتز، پ. (۱۳۸۸). هنر دورنگری، برنامه‌ریزی برای آینده در دنیای با عدم قطعیت. (ع. علیزاده، مترجم) تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی، ص.خ.
- 4) Barbara Rossi , Tatevik Sekhposyan (2014) "Evaluating predictive densities of U.S. output growth and inflation in a large macroeconomic data set" Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra.pp.602.
- 5) Bozidar Soldo (2012). Forecasting natural gas consumption, *Applied Energy*; 92.pp.26-37.
- 6) Dandan Liu,Julie K. Smith, (2013) " Inflation forecasts and core inflation measures: Where is the information on future inflation?" a Department of Economics, 478 Business Administration Building, Kent State University, Kent, OH 44242, United States.pp.1.
- 7) Dandan Liu,Julie K. Smith, (2013) " Inflation forecasts and core inflation measures: Where is the information on future inflation?" a Department of Economics, 478 Business Administration Building, Kent State University, Kent, OH 44242, United States
- 8) Diyar Akay, Mehmet Atak (2006). Grey prediction with rolling mechanism for electricity demand forecasting of Turkey, *Energy*.
- 9) Ekaterina A. Makarova , Anna Sokolova , (2015) "Foresight evaluation: lessons from project management", *Foresight*, Vol. 16 Iss: 1.pp.78.
- 10) Guo -Dong Li, Daisuke Yamaguchi, Masatake Nagai (2006). A GM (1, 1)–Markov chain combined model with an application to predict the number of Chinese international airlines, *Technological Forecasting & Social Change*.
- 11) Hsu, Li-Chang, Wang, Chao-Hung (2014)" Building exploration and exploitation in the high-tech industry: The role of relationship learning " Full-text available . Article *Technological Forecasting and Social Change*.
- 12) Hansen Lars Peter, (2014)" Uncertainty Outside and Inside Economic Models" Prize Lecture, University of Chicago, Chicago, IL, USA.p.3.pp.1006.
- 13) Ian Miles, (2012) "Dynamic foresight evaluation", *Foresight*, Vol. 14 Iss: 1, pp.69 – 81

## یادداشت‌ها

---

<sup>1</sup> Grey  
<sup>2</sup> Ashby

## **Model forecasts for inflation and economic growth rate futures approach and Gray Markov method**

**Mohammad Reza Yavarzadeh**

Ph.D. Student in Futures Studies, Humanities and Social Science Institute, Tehran, Iran  
(Corresponding Author)  
M.Reza.yavarzadeh@hotmail.com

**Ebrahim Hajiani**

Center for Strategic Research, Iran, Tehran,

**Amir Nazmi**

Assistant Professor, Futures studies Dept., National Research Institute for Science Policy (NRISP)

### **Abstract**

Accurate forecasts with zero error, regardless of the considered area and topics, are very difficult and almost impossible especially in forecasting process, in a very complex environment and through the thick cloud of uncertainties and several driving forces who affected the environment, and data and information used in forecasting have ambiguous and grey characteristics. The studies also confirmed that some international institutes have provided more accurate forecasts of macroeconomic variables of Islamic Republic of Iran. In the present study which was conducted by quantitative study, trying by using real data, secondary analysis and documents methods the error of forecasting four international institutes such as The Business Monitor, The Economy Watch, The International Monetary Fund and The World Bank in the time span of 20 years (1993-2013) has been calculated. And also by using the Gary Markov Method and combined methods presented a new model which has based on statistical analysis it is proven that this model has less deviation and forecast error than the separated forecasts of each mentioned international institute. Finally, it suggests a native and reliable model for the functional and operational use in providing more accurate forecast of Iran macroeconomic variables (economic growth rate and Iran's inflation rate) by two national institutes (Iran Statistical Center and IRI Central Bank).

**Keywords:** Inflation Rate, Economic Growth Rate Uncertainty, Gary Markov Forecast