



## Designing a Financial Condition Index to Predict Macroeconomic Variables Using Dynamic Time-varying Models

**Paria Karimi** 

Ph.D. Candidate., Department of Finance and Accounting, Faculty of Management and Accounting, Farabi College, University of Tehran, Qom, Iran. E-mail: pariakarimi@ut.ac.ir

**Alireza Saranj**\* 

\*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Finance and Accounting, Faculty of Management and Accounting, Farabi College, University of Tehran, Qom, Iran. E-mail: alisaranj@ut.ac.ir

**Mohammad Nadiri** 

Assistant Prof., Department of Finance and Accounting, Faculty of Management and Accounting, Farabi College, University of Tehran, Qom, Iran. E-mail: m.nadiri@ut.ac.ir

**Mohammad Reza Mehrabanpour** 

Assistant Prof., Department of Finance and Accounting, Faculty of Management and Accounting, Farabi College, University of Tehran, Qom, Iran. E-mail: mehrabanpour@ut.ac.ir

### Abstract

**Objective:** Since financial developments that are not driven by fundamental factors of monetary policy may have a large impact on the economy, policymakers have placed significant emphasis on the financial conditions index over the past recent years. Policymakers must maintain a vigilant watch over financial conditions, as their significance becomes increasingly significant. The construction and use of the financial condition index include three issues, which are: a) the selection of financial variables to enter the financial index, b) weights used to relate financial variables to the index, and finally c) the relationship between this index and the macroeconomy. There are many reasons for the changeability of these three cases over time, which can be discussed about the reasons for their occurrence and effect on the results. Many changes affect the way a financial index is made. Therefore, in this research, the goal is to design an index of financial conditions using time-varying dynamic models to improve the forecasting of macroeconomic variables.

**Methods:** The process of implementing the conceptual model can be explained in the following steps. First, extracting the desired variables to be used in the desired models (for this purpose, we have used monthly data during the years 2001 to 2021 for 19 financial variables and 5 macroeconomic variables). It should be noted that since all the variables must be in the form of rates - if necessary, all the variables were converted into growth rates. Also, all the variables were examined from the dimension of stationary, and the problem of their stationary has been solved. Second, the desired models were calculated to predict macroeconomic variables. Using time-varying models, dynamic averaging models, and dynamic selection models, the financial condition index was constructed in such a way that this index could include various variables to adopt different coefficients from its previous and subsequent periods and challenge constant parameter and variable models. Third, the predictive power of each of the proposed models in the estimation of macroeconomic variables (sum of squares of prediction error) was analyzed and estimated. Fourth, financial index extraction was done based on the model selected in the third step.

**Results:** The findings suggest that employing models that solely consider variability in the coefficients (without accounting for variability in the variables) leads to enhanced predictions of the unemployment rate compared to vector autoregression models and vector autoregression models incorporating the basic component. In addition, by moving from the generalized factor vector autoregression models and the time-varying generalized factor vector autoregression and the generalized factor time-varying vector autoregression, in which only the variability in the parameters is included (without considering the variability in the variables) towards the models that consider the variability in the parameters both in a Bayesian and dynamic way, a reduction will occur in the forecast error in the variables of the consumer price index, liquidity, monetary base, and gross domestic product. However, the amount of improvement in each of the variables is different from each other.

**Conclusion:** This study employed time-varying models to derive the financial condition index, aiming to provide the most accurate estimation of macroeconomic variables. The findings demonstrate that the utilization of these models outperforms other approaches in forecasting a majority of the macroeconomic variables.

**Keywords:** Financial condition index, Macroeconomic variables, Dynamic time-varying models.

**Citation:** Karimi, Paria; Saranj, Alireza; Nadiri, Mohammad & Mehrabanpour, Mohammad Reza (2023). Designing a Financial Condition Index to Predict Macroeconomic Variables Using Dynamic Time-varying Models. *Financial Research Journal*, 25(2), 180-204. <https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.344847.1007353> (in Persian)



## طراحی شاخص شرایط مالی به منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان با استفاده از مدل‌های پویای متغیر در زمان

پریا کریمی

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی و حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه: pariakarimi@ut.ac.ir

علیرضا سارنج\*

\* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت مالی و حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه: alisananj@ut.ac.ir

محمد ندیری

استادیار، گروه مدیریت مالی و حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه: m.nadiri@ut.ac.ir

محمد رضا مهربان پور

استادیار، گروه مدیریت مالی و حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه: mehrabanpour@ut.ac.ir

### چکیده

**هدف:** شاخص شرایط مالی در سال‌های اخیر، در کانون توجه سیاست‌گذاران قرار گرفته است. این موضوع از این فرض نشئت می‌گیرد که تحولات مالی که از طریق عوامل اساسی سیاست پولی هدایت نمی‌شوند، ممکن است بر اقتصاد تأثیر زیادی داشته باشد. بنابراین نیاز سیاست‌گذاران به نظارت دقیق شرایط مالی بسیار اهمیت می‌یابد. هدف پژوهش حاضر طراحی شاخص شرایط مالی با استفاده از مدل‌های پویای متغیر در زمان، به منظور بهبود پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی است.

**روش:** در این پژوهش با استفاده از مدل‌های خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با ضرایب متغیر در زمان و نوسان‌های تصادفی، به طراحی شاخص شرایط مالی پرداخته شده و دقت مدل پیشنهادی، در پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی بررسی شده است. بدین منظور، از داده‌های ماهانه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۹ برای ۱۹ متغیر مالی و ۵ متغیر کلان اقتصادی استفاده شده است.

**یافته‌ها:** به کارگیری مدل‌های متغیر در زمان، توانست به کاهش خطای پیش‌بینی در متغیرهای شاخص قیمت مصرف‌کننده، نقدینگی، پایه پولی و تولید ناخالص داخلی بینجامد؛ ولی در پیش‌بینی نرخ بیکاری، نتوانست عملکرد بهتری از سایر روش‌های پیش‌بینی داشته باشد.

**نتیجه‌گیری:** در این پژوهش از مدل‌های متغیر در زمان، برای استخراج شاخص شرایط مالی به‌گونه‌ای استفاده شد که بتواند بهترین برآورد را از متغیرهای کلان اقتصادی داشته باشد. نتایج حکایت دارد از اینکه به کارگیری این گونه مدل‌ها، می‌تواند در پیش‌بینی برخی از متغیرهای کلان اقتصادی عملکرد بهتری نسبت به سایر مدل‌ها داشته باشد.

**کلیدواژه‌ها:** انتخاب پویا، شاخص شرایط مالی، متغیرهای کلان اقتصادی، مدل‌های متغیر در زمان، میانگین‌گیری پویا.

**استناد:** کریمی، پریا؛ سارنج، علیرضا؛ ندیری، محمد و مهربان پور، محمد رضا (۱۴۰۲). طراحی شاخص شرایط مالی به‌منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان با استفاده از مدل‌های پویای متغیر در زمان. *تحقیقات مالی*، ۲۵(۲)، ۱۸۰-۲۰۴.

## مقدمه

بحران مالی سال ۲۰۰۸ اقتصاد جهانی را درگیر خود کرد و علاوه بر آن بحران بدهی در منطقه یورو، نیاز به ارزیابی مجدد رابطه بین شرایط مالی و فعالیت‌های واقعی اقتصاد را بیش از پیش کرد. وقایع اخیر این درس مهم را به ما می‌آموزد که تحولات مالی‌ای که لزوماً ناشی از اقدامات سیاست‌های پولی نیست نیز، ممکن است تأثیر زیادی بر اقتصاد داشته باشد. نیاز سیاست‌گذاران برای نظارت دقیق بر وضعیت مالی کاملاً روشن است. در پاسخ به این نیاز، ادبیات موضوعی اخیر چندین روش اقتصادسنجی تجربی، برای ساخت شاخص‌های شرایط مالی<sup>۱</sup> ایجاد کرده است.

از آنجایی که استفاده از یک شاخص ترکیبی از متغیرهای مهم بخش مالی تصویری واقعی‌تر از وضعیت این بخش ارائه می‌دهد، تدوین و استفاده از شاخص وضعیت مالی توجیه پیدا کرد. در این راستا، نخست شاخص وضعیت پولی<sup>۲</sup> برای اقتصاد مطرح شد. شاخص مذکور، در شکل‌های اولیه عمدتاً با استفاده از متغیرهایی نظیر نرخ ارز و نرخ بهره ساخته شد و معیاری برای تشخیص وضعیت سیاست پولی و چگونگی اثرگذاری آن بر اقتصاد بود. در سال‌های بعد، تلاش برای گسترش شاخص فوق و شناسایی متغیرهای مؤثر و ارائه کانال‌های انتقال سیاست پولی منجر به استخراج شاخص‌های جدیدی شد. محققانی نظیر گودهارت و هافمن<sup>۳</sup> (۲۰۰۱)، مایز و وین<sup>۴</sup> (۲۰۰۱)، با افزودن متغیرهای دیگری از بخش مالی (مثل قیمت دارایی‌ها)، شاخص وضعیت مالی را تدوین کردند. به این ترتیب با توجه به بحث‌های زیاد مطرح‌شده درباره نقش قیمت دارایی‌ها و سایر متغیرهای بخش مالی در سازوکار انتقال پولی (از طریق کانال مصرف، ترازنامه و اعتبارات)، بسیاری از بانک‌های مرکزی و نهادهای مالی (نظیر گلدمن سامس<sup>۵</sup>، بلومبرگ<sup>۶</sup> و دویچه بانک<sup>۷</sup>) به توسعه شاخص شرایط پولی پرداخته و به شاخص جدیدی به نام شاخص وضعیت مالی رسیدند. نهادهای مذکور با استفاده از این شاخص به‌طور پیوسته بخش مالی و تحولات آن را رصد می‌کنند؛ از این رو در ادبیات موضوع شاخص وضعیت مالی به‌عنوان معیاری جامع مطرح است که بر اساس ترکیبی از متغیرهای مهم این بخش ساخته می‌شوند.

ساخت و استفاده از شاخص شرایط مالی، سه موضوع را پوشش می‌دهد:

الف) انتخاب متغیرهای مالی برای ورود به شاخص مالی؛

ب) وزن‌های به‌کاربرده شده برای مرتبط کردن متغیرهای مالی به شاخص؛

ج) ارتباط بین این شاخص و اقتصاد کلان.

دلایل متعددی برای تغییرپذیری این موارد سه‌گانه در طول زمان وجود دارد که می‌توان در مورد دلایل وقوع و اثر آن بر نتایج، بحث‌های متعددی را مطرح نمود. تغییرات بسیاری روی نحوه ساخت یک شاخص مالی اثرگذار است، مانند تغییر در ساختار صنعت مالی، تغییر در اثر سیاست‌های پولی روی متغیرهای مالی و تغییر اثر متغیرهای مالی روی اقتصاد

1. Financial Condition Index (FCI)
2. Monetary Condition Index (MCI)
3. Goodhart and Hoffman
4. Mayes and Virén
5. Goldman Sachs
6. Bloomberg
7. Deutsche Bank

و بسیاری از دلایل دیگر. با وجود چنین دغدغه‌هایی در خصوص تغییرات زمانی، در ادبیات کنونی، در زمینه مدل‌سازی این مبحث کارهای بسیار کمی دیده می‌شود.

بر این اساس در این پژوهش برآنیم که با استفاده از مدل‌های متغیر در زمان<sup>۱</sup>، مدل‌های میانگین‌گیری پویا<sup>۲</sup> و مدل‌های انتخاب پویا<sup>۳</sup>، به ساخت شاخص شرایط مالی اقدام کنیم؛ به‌گونه‌ای که این شاخص در هر بازه بتواند متغیرهای متنوعی با ضرایب متفاوت از دوره قبل و بعد خود اختیار کند و مدل‌های پارامتر و متغیر ثابت را به چالش بکشد.

### پیشینه نظری

قبل از ساخت شاخص شرایط مالی، تعدادی از بانک‌های مرکزی از یک شاخص شرایط پولی ساده استفاده می‌نمودند؛ به‌گونه‌ای که این شاخص معمولاً میانگین تغییرات نرخ بهره کوتاه مدت و نرخ ارز نسبت به یک دوره پایه با وزن‌های حاصل شده از اثرات نسبی متغیرهای مذکور بر تقاضای کل ایجاد شده بودند. در ابتدا فریدمن<sup>۴</sup> (۱۹۹۴) چنین شاخصی را با استناد به نیاز در نظر گرفتن تغییرات نرخ ارز هنگام ارزیابی سیاست پولی مطرح کرد. شاخص‌های شرایط پولی در اواخر دهه ۱۹۹۰ محبوب شدند؛ اگرچه استفاده از آن‌ها به‌عنوان یک هدف میانی تنها به تعداد معدودی از کشورها (مانند کانادا و نیوزلند) محدود شده بود. استفاده از این شاخص‌ها در راستای ارزیابی چگونگی تعدیل نرخ‌های بهره به‌منظور پوشش نوسانات نرخ ارز، در نهایت در این کشورها به‌دلیل مشکلات مرتبط با شناسایی نادرست شوک‌های کلان اقتصادی، نادیده گرفته شد. شاخص‌های شرایط مالی به‌عنوان یک شاخص ساده از وضعیت سیاست پولی استفاده گسترده‌ای داشت و متعاقباً تلاش‌هایی برای افزودن تعداد بیشتری از متغیرها به‌منظور تطبیق کانال‌های انتقال بیشتر، به استخراج شاخص‌هایی که شرایط مالی گسترده‌تری را خلاصه می‌کنند، منجر شد. کسانی که در ادبیات به‌عنوان پیشگامان ساخت شاخص شرایط مالی معرفی شدند عبارت‌اند از: گروه مشاوران اقتصاد کلان<sup>۵</sup> (۱۹۹۸)، یک شرکت تحقیقاتی خصوصی، دادلی و هاتزیوس<sup>۶</sup> (۲۰۰۰) که وزن متغیرهای مالی را بر اساس مدل‌های کلان اقتصادی در مقیاس بزرگ قرار می‌دهند. شاخص شرایط مالی را می‌توان به‌عنوان وضعیت فعلی متغیرهای مالی تعریف کرد که بر رفتار اقتصادی و وضعیت آتی اقتصاد تأثیر می‌گذارند. به بیان دیگر، یک شاخص شرایط مالی بیانگر وضعیت اقتصاد در آینده است که در متغیرهای مالی جاری نمایان می‌شود (هتزیوس و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۰). شاخص شرایط مالی، شاخص خلاصه شده‌ای از متغیرهای جاری مالی است که تا حدی قادر است که وضعیت آینده فعالیت‌های اقتصادی یک کشور را پیش‌بینی کند (گنزالس و باتیستا<sup>۸</sup>، ۲۰۱۳).

1. Time Varying Parameter (TVP) Models
2. Dynamic Model Averaging (DMA)
3. Dynamic Model Selection (DMS)
4. Freedman
5. Macroeconomic Advisors
6. Dudley and Hatzius
7. Hatzius, Hooper, Mishkin, Schoenholtz and Watson
8. Gonzales and Bautista

یک شاخص شرایط مالی، اطلاعات موجود در متغیرهای فعلی مالی در خصوص شرایط آتی اقتصاد را، خلاصه می‌کند. در حالت ایدئال یک شاخص شرایط مالی، باید شوک‌های مالی (تغییر بیرونی در شرایط مالی) که روی فعالیت‌های اقتصادی اثر می‌گذارد و یا پیش‌بینی می‌کند را اندازه‌گیری کند. شوک‌های واقعی باید از عکس‌العمل و بازتاب‌های درونی تمایز پیدا کند.

اگر تنها اطلاعات موجود در متغیرهای مالی در مورد فعالیت اقتصادی آینده مربوط به همان تغییرات درونی باشد، دلیلی برای ساخت شاخص شرایط مالی وجود نخواهد داشت. گذشته و داده‌های تاریخی خود به تنهایی شامل تمام اطلاعات مرتبط برای پیش‌بینی خواهد بود.

ادبیات گسترده در سازوکار انتقال پولی شروعی مناسب برای درک شاخص شرایط مالی است. براساس ادبیات موضوعی، سیاست پولی با تغییر در شرایط مالی روی رفتار اقتصادی اثر می‌گذارد و اقتصاد را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ساختار سیستم مالی، تعیین‌کننده کلیدی در مورد اهمیت کانال‌های متنوع انتقال است. برای مثال، بازار گسترده اوراق مشارکت و توسعه آن در طی زمان در آمریکا بیانگر تأثیر بالای قیمت این اوراق روی اقتصاد آمریکا نسبت به کشورهای دیگری نظیر ژاپن و آلمان است. شرایط اقتصادی همچنین در ساخت شاخص شرایط مالی اهمیت دارد. شاخص شرایط مالی که روی سرمایه‌گذاری اثر می‌گذارد ممکن است در زمان افزایش میزان سرمایه اهمیت کمتری داشته باشد.

بووین، کیلی و میشکین<sup>۱</sup> (۲۰۱۰)، سازوکار انتقال پول را به دو نوع اصلی تقسیم نموده است: کانال‌های نئوکلاسیک که در آن بازارهای مالی کامل است و کانال‌های غیرنئوکلاسیک که شامل بازارهای مالی ناقص است. دسته اول (کانال‌های نئوکلاسیک)، شامل کانال‌های سنتی سرمایه‌گذاری، مصرف و کانال‌های مبتنی بر تجارت است. کانال سرمایه‌گذاری شامل تأثیر نرخ بهره بلندمدت بر هزینه کاربر و تأثیر قیمت دارایی بر تقاضای سرمایه فیزیکی جدید است. کانال مصرف شامل هر دو اثر جانشینی و ثروت است. کانال‌های سرمایه‌گذاری و مصرف ممکن است تحت تأثیر تغییرات در درک ریسک و تحمل ریسک باشند که ریسک بازار را تغییر می‌دهد. در نهایت، کانال تجاری تأثیر نرخ ارز واقعی روی صادرات خالص را ثبت می‌کند.

دسته دوم (کانال‌های غیرنئوکلاسیک)، در واقع، موارد دیگر را دربرمی‌گیرد. در میان این دسته، نواقصی در تأمین اعتبار ناشی از دخالت دولت، از محدودیت‌های نهادی بر واسطه‌ها و محدودیت‌های ترازنامه وام‌گیرندگان وجود دارد. البته هیچ چیز در مورد سیاست‌های پولی یا برآوردهای آن ساده نیست:

اول آنکه ارتباط بین شرایط مالی و فعالیت‌های اقتصادی در طول زمان تغییر می‌کند. تغییرات در سازوکارهای مالی به این معناست که شاخص‌هایی که برای تشریح شرایط مالی نیاز است نیز در طول زمان تغییر می‌کند.

دوم آنکه اهمیت عواملی غیر از سیاست‌های پولی روی شرایط مالی در طول زمان تغییر می‌کند. در دوره‌های خوش بینی و یا بدبینی، ممکن است باعث ایجاد حباب‌های قیمتی و یا کاهش در قیمت‌ها شوند، حتی در زمان‌هایی که ابزارهای سیاست پولی به وضعیت بلندمدت خود نزدیک‌اند. در سال‌های اخیر، اثرات سیاست‌های غیرپولی روی شرایط مالی به‌طور غیرمعمولی افزایش یافته است.

سوم، عکس‌العمل شرایط مالی به تغییرات سیاست‌ها (حتی بدون در نظر گرفتن تغییرات ناشی از عوامل غیرسیاست‌گذاری شده) ممکن است تغییر کند. چهارم اینکه، عوامل دیگری غیر از شرایط مالی، عملکرد واقعی اقتصاد را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مانند تغییرات بهره‌وری، قیمت کالاها و مدیران کسب و کار. در حالی که برای تمام آن‌ها اثرهای مالی وجود دارند، فرضیه‌ای قوی در خصوص ارتباط بدون واسطه آن‌ها به شاخص مالی نیز وجود دارد.



شکل ۱. سازوکارهای انتقال پولی

باتوجه به مسائل بالا، سیاست‌گذاران نمی‌توانند بدانند که تا چه حد تغییر در یک سیاست، یک شاخص شرایط مالی را تغییر خواهد داد و یا تا چه حد تغییر در یک شاخص شرایط مالی حاکی از تغییر در اقتصاد است. با این حال یک شاخص شرایط مالی مؤثر امکان داشتن یک راهنمای مفید را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد. به خصوص در زمان‌هایی که ارتباط بین سیاست‌ها و شرایط مالی ضعیف به نظر می‌رسد. یا زمانی که ابزارهای سیاست‌گذاری مورد استفاده در ورای حد نرمال خود قرار دارند.

برای تدوین شاخص وضعیت مالی، محققان با استفاده از حداکثر داده‌های در دسترس و مقتضیات هر کشور، متغیرهای بخش مالی را برای شاخص‌گزینی می‌کنند. این متغیرها دربردارنده اطلاعات کانال‌های اثرگذاری سیاست پولی (توسط متغیرهای نرخ بهره، نرخ ارز، کانال وام دهی و ترازنامه)، دارایی‌های مالی (شاخص‌های مربوط به قیمت مسکن، بازار سهام و اوراق قرضه و...) می‌باشند. اخیراً، در برخی تحقیقات (به‌طور مثال، گاکلیانوف و آرتوسا، ۲۰۱۶؛ ما و ژانگ، ۲۰۱۶)، از متغیرهایی نظیر پاداش ریسک و اسپرد بانکی به‌منظور لحاظ ریسک‌های موجود در بخش مالی که سایر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند، نیز استفاده شده‌است.

شاخص‌های شرایط مالی برای بسیاری از کشورها با استفاده از روش‌های متنوعی ساخته شده و برای مقاصد مختلفی به کار می‌روند. مهم‌ترین این موارد عبارت‌اند از:

۱. پیش‌بینی متغیرهای اقتصاد کلان نظیر تولید و تورم، شاخص سهام و ...
  ۲. بررسی ارتباط بخش مالی با سیاست پولی در چارچوب قواعد پولی از شاخص وضعیت مالی استفاده کرده‌اند
  ۳. طراحی سیستم هشدار پیش از موعد در بخش مالی
  ۴. ارتباط بین ادوار مالی و ادوار تجاری و سایر متغیرهای مهم اقتصاد کلان
- چگونگی ترکیب متغیرها برای تدوین شاخص شرایط مالی یکی از مسائل مهم در این زمینه محسوب می‌شود. محققان برای وزن‌دهی از روش‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. به‌طور کلی، در ساخت شاخص شرایط مالی سه جنبه باید در نظر گرفته شود: انتخاب متغیرها، مدل ساخت، تعیین اوزان تشکیل‌دهنده شاخص شرایط مالی.
- الف) انتخاب متغیرها؛ در واقع طیف متغیرهای مالی که می‌توان از آن‌ها در شاخص شرایط مالی استفاده کرد بسیار گسترده است. برای مثال، کانال‌های انتقال نئوکلاسیک که در آن فهرست بلندی از معیارهای قیمتی وجود دارد که روی هزینه سرمایه استفاده‌کنندگان تأثیر می‌گذارد. این نرخ‌ها شامل نرخ بهره‌ای است که بنگاه‌ها برای وام‌گیری و تأمین سرمایه باید بپردازند. جای تعجب نیست که قیمت سهام، منحنی بازدهی و مقیاس‌های اندازه‌گیری ریسک برای سال‌های طولانی به‌عنوان نماگرهای مالی برای فعالیت‌های آتی اقتصاد و اجزا متداول در شاخص‌های شرایط مالی هستند. به‌طور مشابه قیمت‌هایی که روی ثروت صاحب‌خانه‌ها اثر می‌گذارد (شامل سهام و املاک) یا نرخ بهره مصرف‌کنندگان که تعیین‌کننده توازن بین مصرف امروز و آینده هستند، جزء اصلی‌ترین کاندیدها برای ورود به شاخص شرایط مالی هستند. کانال‌های غیرنئوکلاسیک یا اعتباری اشاره به طیف گسترده‌تری از اجزا برای شاخص‌های شرایط مالی دارد که شامل مقیاس‌های نقدینگی، ریسک وام‌گیری، تمایل و توانایی واسطه برای دادن اعتبار می‌شود. با وجود تقارن اطلاعاتی، ارزش وثایق اغلب، در تعیین اینکه آیا وام‌گیرندگان می‌توانند از اعتبار استفاده کنند، ضروری است. پس قیمت‌داری‌های وثیقه‌ای در تعیین شاخص‌های شرایط مالی مفید است. عدم اطمینان در خصوص ارزش وثایق، می‌تواند به‌عنوان مانعی برای دریافت اعتبار باشد. از این نوسان‌ها در قیمت این‌داری‌ها نیز می‌تواند در شاخص شرایط مالی به‌کار رود. در نهایت وضعیت نقدینگی (توانایی پرداخت بدهی و یا سهولت در فروش‌داری‌ها) و همچنین شرایط سرمایه این شرکت‌ها روی واسطه‌ها برای وام‌دهی به آن‌ها مؤثر خواهد بود. برای برخی از این نماگرهای مرتبط با واسطه‌ها، مانند بالا بودن نرخ وام‌گیری بین بانکی نسبت به نرخ مورد انتظار سیاست‌گذاری شده، تمایز قائل شدن بین اجزای نقدینگی از اجزا ریسک‌وام‌گیرنده، هر دو برای کانال‌های اعتباری انتقال اهمیت دارد.

بررسی متغیرهای مورد استفاده در سایر کشورها به‌منظور ساخت شاخص شرایط مالی، می‌توان دریافت که طیف بسیار گسترده‌ای از متغیرهای مالی در سایر کشورها به‌منظور استفاده در شاخص شرایط مالی وجود دارد که متأسفانه با توجه به نوظهور بودن بازارهای مالی در کشور ما، این حجم از داده‌ها موجود نیست و علاوه‌براین موضوع عدم دسترسی به اطلاعات تاریخی در خصوص داده‌های مالی همواره به‌عنوان چالشی در حوزه پژوهش مطرح بوده است.



ب) انتخاب مدل‌ها؛ انواع روش‌های ساخت شاخص در طول زمان توسعه یافته‌اند و به دو دسته کلی تقسیم شده‌اند: یک رویکرد مجموع وزنی و یک رویکرد مؤلفه‌های اصلی. در روش مجموع وزنی، وزن‌های هر متغیر مالی براساس برآورد اثرات نسبی تغییرات در متغیرهای تولید ناخالص داخلی واقعی تعیین می‌شوند. این برآوردها یا وزن‌ها در انواع مختلفی از جمله شبیه‌سازی با مدل‌های اقتصاد کلان مقیاس بزرگ، مدل‌های خودرگرسیون برداری<sup>۱</sup>، و یا معادلات تقاضا به شکل کاهش یافته<sup>۲</sup> تولید شده‌اند.

در ادامه به بررسی تعدادی از شاخص‌های شرایط مالی شناخته شده می‌پردازیم:

**شاخص وضعیت مالی بلومبرگ<sup>۳</sup>:** این شاخص برای کسانی که در بازارهای مالی هستند به راحتی به صورت روزانه قابل دسترس و یک معیار مناسب برای پیگیری شرایط مالی است. این شاخص از وزن دهی برابر به سه زیر شاخص: شاخص‌های بازار پول (وزن یک سوم)، شاخص‌های بازار اوراق قرضه (وزن یک سوم) و شاخص‌های بازار سرمایه (یک سوم وزن) محاسبه می‌شود. سپس هر زیر شاخص اصلی از مجموعه‌ای از شاخص‌های اساسی تشکیل می‌شود که وزن یکسانی در آن زیر شاخص دریافت می‌کنند. این شاخص در مجموع از ۱۰ متغیر تشکیل شده است که تاریخچه آن از سال ۱۹۹۱ موجود است.

**شاخص شرایط مالی سیتی<sup>۴</sup>:** یک مجموع وزنی از شش متغیر مالی است که در آن اوزان با توجه به شکل کاهش یافته معادلات پیش‌بینی شاخص‌های هیئت کنفرانس<sup>۵</sup> (تغییر شش ماهه در شاخص هم‌زمانی) تعیین می‌شوند. متغیرهای این شاخص شامل شکاف شرکتی، عرضه پول، ارزش سهام، نرخ وام مسکن، معاملات وزنی دلار<sup>۶</sup> و قیمت‌های انرژی است که تمام متغیرهای اسمی به واقعی تبدیل می‌شوند. این شاخص با توجه به آنچه حرکات شاخص هم‌زمانی را در افق تقریباً شش ماهه پیش‌بینی می‌کند، از تغییرات و تأخیرهای مختلف شاخص‌ها استفاده می‌کند. این شاخص از سال ۱۹۸۳ موجود است.

**شاخص شرایط مالی بانک دوپچه<sup>۷</sup>:** از روش مؤلفه‌های اصلی در این شاخص شرایط مالی استفاده می‌شود. اولین مؤلفه اصلی برگرفته از هفت متغیر مالی استاندارد است که شامل نرخ ارز، اوراق قرضه، سهام و شاخص‌های بازار مسکن هستند. سپس شرایط مالی بر مبنای مجموع وزنی این مؤلفه‌های اصلی و نرخ وجوه فدرال هدف تعیین می‌شود. شاخص دوپچه بانک از سال ۱۹۸۳ در دسترس است. سطح شاخص را می‌توان به ترتیب به‌عنوان کاهش یا افزایش درصد تولید ناخالص داخلی از شرایط مالی در یک زمان مشخص تفسیر کرد، به ترتیب به منفی یا مثبت بودن شاخص بستگی دارد.

1. Vector Auto Regression
2. Reduced-form demand equations
3. Bloomberg Financial Conditions Index
4. Citi Financial Conditions Index
5. The Conference Board's index
6. Trade-weighted dollar
7. Deutsche Bank Financial Conditions Index

**شاخص شرایط مالی گلدمن ساکس<sup>۱</sup>:** این شاخص یک جمع وزنی از بازده اوراق کوتاه مدت، بازده بلند مدت شرکت، نرخ ارز و متغیر بازار سهام است. برای تعیین وزن‌ها از مدل اقتصاد کلان هیئت مدیره فدرال رزرو، همراه با مدل گلدمن ساکس استفاده شد. افزایش شاخص شرایط مالی گلدمن ساکس نشانگر تشدید شرایط مالی و کاهش نشان‌دهنده کاهش است. برخلاف سایر شاخص‌ها، شاخص گلدمن ساکس روند نزولی را محسوس نشان می‌دهد؛ زیرا از سطوح متغیرهای مالی در مقابل استفاده از اسپرد یا استفاده از تغییرات در متغیرها مانند بسیاری دیگر از شاخص‌ها استفاده می‌کند.

**شاخص استرس مالی بانک فدرال رزرو کانزاس سیتی<sup>۲</sup>:** این شاخص در اوایل سال ۲۰۰۹ توسعه یافت و مؤلفه اصلی ۱۱ شاخص مالی استاندارد شده بود. متغیرهای مالی انتخاب شده توسط بانک فدرال رزرو کانزاس را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: شکاف بازده و رفتار قیمت دارایی. یک مقدار شاخص مثبت نشان می‌دهد که استرس مالی بالاتر از میانگین بلند مدت آن است و برای یک مقدار منفی بالعکس. این مجموعه به روز شده و تاریخ از سال ۱۹۹۰ در دسترس است.

**مشاوران اقتصاد کلان شاخص شرایط مالی و پولی<sup>۳</sup>:** مشاوران اقتصاد کلان در اواخر دهه ۱۹۹۰ شاخص شرایط مالی و پولی خود را به منظور بررسی تأثیرهای پویای متغیرهای مالی بر تولید ناخالص داخلی را در طول زمان ایجاد کردند. آن‌ها یک روش واکنش حسی سطحی<sup>۴</sup> را برای پنج متغیر مالی موجود در شاخص شرایط مالی، شامل: نرخ واقعی، نرخ سود سهام، نرخ ارز واقعی و سرمایه‌گذاری واقعی در بازار سهام<sup>۵</sup> ایجاد نمودند. این شاخص شامل ۳۸ متغیر مالی به صورت فصلی است و از سال ۱۹۸۲ در دسترس است.

### پیشینه تجربی پژوهش

هارتیگان و رایت<sup>۶</sup> (۲۰۲۱) شاخص شرایط مالی را برای تخمین ریسک نامطلوب برای متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان در استرالیا به کار بردند. به این ترتیب، راهی برای تعیین هزینه‌های اقتصادی ناشی از بی‌ثباتی مالی فراهم نمودند. به منظور اجرای این مفهوم، یک شاخص شرایط مالی جدید برای استرالیا ایجاد شد و نشان داده شد که ارتباط نزدیکی با دوره‌های قبلی بی‌ثباتی مالی دارد.

تودورو و جرجیوا (۲۰۲۰) شاخص شرایط مالی را برای یازده اقتصاد اروپایی ایجاد نمود. هدف این پژوهش نشان دادن حساسیت شاخص‌های شرایط مالی ایجاد شده، به پویایی شرایط مالی جهانی و بررسی و ایجاد وابستگی بین شاخص‌های شرایط مالی ساخته شده و ایالات متحده و آلمان است. در این مقاله نشان داده شد که شاخص‌های شرایط

1. Goldman Sachs Financial Conditions Index
2. Federal Reserve Bank of Kansas City Financial Stress Index
3. Macroeconomic Advisers Monetary and Financial Conditions Index
4. Surface impulse response
5. Real stock market capitalization
6. Hartigan and Wrigh

مالی نسبت به شوک‌های آتی ایالات متحده و آلمان حساس و شرایط آمریکا به‌طور قابل توجهی قوی‌تر است. همچنین نشان داده شد که شرایط مالی محلی، تأثیری سریع‌تر و قوی‌تر از شوک‌های مالی جهانی را نسبت به تغییرات در نرخ‌های سیاست داخلی دارد.

کابوندی و مبیلو<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) از ۳۹ متغیر بازارهای مالی به صورت سری زمانی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰ برای تخمین شاخص شرایط مالی برای آفریقای جنوبی استفاده نمودند. تکنیک تجربی مورد استفاده یک مدل عاملی پویا با عامل متغیر با زمان که بر اساس تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی و هموارکننده کالمن پیشنهاد شده است. نتایج نشان‌دهنده توانایی شاخص شرایط مالی برآورد شده، به‌منظور پیش‌بینی ریسک‌های موجود در بازار مالی است که هم از بازار داخلی و هم از بازار جهانی ناشی می‌شود. علاوه بر این، مدل خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با پارامترهای متغیر در زمان از مدل خودرگرسیون بردار افزایش یافته با ضرایب ثابت و مدل خودرگرسیون بردار سنتی در پیش‌بینی خارج از نمونه نرخ تورم و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی واقعی بهتر عمل می‌کند. نکته مهم این است که پاسخ‌های متغیرهای کلان اقتصادی نامتقارن است و در طول زمان متفاوت است.

جاینم و قورش<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) برای ایجاد یک شاخص وضعیت مالی برای پاکستان از طیف وسیعی از متغیرهای مالی و اقتصادی برای بازه زمانی ۲۰۱۶-۱۹۶۹ استفاده نمودند. در این مقاله از مدل‌های متنوعی از خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با واریانس‌های ناهمسان بهره برده شد. این روش نه تنها شاخص را می‌سازد، بلکه متغیرهای کلان اقتصادی را نیز پیش‌بینی می‌کند. یافته‌ها حاکی از آن است که دوره‌های مهم رشد اقتصادی و بحران در تاریخ مالی به خوبی توسط شاخص ثبت شده و نمودار پیش‌بینی‌ها به دقت شرایط مالی را دنبال می‌کند و نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های مالی به درستی متغیرهای کلان اقتصادی را پیش‌بینی می‌کند. پیشنهاد می‌شود که شاخص شرایط مالی ساخته شده ساخته شده می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری، عمل کند.

جوهر و آیکه<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) یک شاخص شرایط مالی فصلی به‌منظور بررسی اثرات سیاست پولی بر شرایط مالی در اندونزی طراحی نمودند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که شاخص تدوین شده، شرایط مالی را به خوبی دنبال کرده و رویدادهای مالی کلیدی (بحران مالی آسیا ۱۹۹۷-۱۹۹۸، بحران بانکی اندونزی، و بحران مالی جهانی و پیامدهای آن) را به تصویر می‌کشد.

این و برایان<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) به طراحی یک شاخص شرایط مالی از ترکیب چندین متغیر مالی داخلی و خارجی برای کشور مالت برای سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۶ اقدام نمودند. متغیرهای ارائه شده در شاخص مذکور در این پژوهش در چهار دسته نرخ بهره، ترازنامه بانکی، قیمت دارایی‌ها و متغیرهای خارجی طبقه‌بندی شدند. وزن‌ها با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی به‌دست آمده و با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بیانگر این واقعیت بود که شاخص مورد نظر ظرفیت پیش‌بینی بالقوه را برای دوره‌های کوتاه مدت دارد.

1. Kabundi and Mbelu
2. Jabeenm and Qureshi
3. Juhro and Iyke
4. Ian and Brian

کاپتونیز، پرایس و ویانگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) به تدوین شاخص شرایط مالی برای انگلستان اقدام نمودند. در تحقیق مذکور که با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی، مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر شاخص وضعیت مالی تعیین شد. سپس براساس مدل خودرگرسیون برداری ساختاری<sup>۲</sup> اقدام به شناسایی چگونگی اثرگذاری متغیرهای منتخب بر تولید و تورم و بازار سرمایه نموده‌اند. نتایج بیانگر این واقعیت بود که استفاده از شاخص وضعیت مالی در پیش‌بینی متغیرهای منتخب موجب افزایش دقت در پیش‌بینی شده‌است.

گویلامین و والت<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به ایجاد یک شاخص وضعیت پولی و مالی به‌منظور پیش‌بینی تورم برای کشور سوئیس اقدام نموده‌است. وزن‌های شاخص از دو روش استخراج می‌شود: معادله تقاضای کل، و تابع واکنش آنی تورم به شوک‌های مالی از مدل‌های خودرگرسیون برداری. در این پژوهش از چندین روش پیش‌بینی استفاده شده است که نتایج حاکی از آن است که صرف نظر از مدل مورد استفاده، مدل‌هایی که از شاخصی که دربرگیرنده قیمت‌های مالی استفاده می‌نماید، می‌تواند در بهبود هدایت سیاست پولی در سوئیس مفید باشد.

زارعی (۱۳۹۵) در تحقیقی تحت عنوان «ارزیابی شاخص شرایط مالی در ایران» با استفاده از رویکرد براون (۱۹۹۳)؛ که توسط هوناندل و همکارانش (۲۰۰۴)، تکامل یافته، برای ارزیابی شرایط مالی دولت ایران در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۶۹ استفاده شده‌است. در محاسبه این شاخص چهار بعد اصلی درآمد، مخارج، تراز بودجه و بدهی بخش عمومی مورد بررسی قرار گرفته که دارای هفت زیربخش نسبت درآمدهای نفتی به کل درآمدهای دولت، نسبت درآمدهای غیرنفتی به تولید ناخالص داخلی، نسبت مخارج کل به تولید ناخالص داخلی، نسبت مخارج عمرانی به کل مخارج، نسبت تراز بودجه به تولید ناخالص داخلی، نسبت تراز غیرنفتی بودجه به تولید ناخالص داخلی غیرنفتی و نسبت بدهی بخش عمومی به تولید ناخالص داخلی بوده‌است. ارزیابی رفتار کوتاه‌مدت نسبت‌های مالی مذکور در چرخه‌های تجاری نشان می‌دهد این نسبت‌ها رفتار موافق چرخه‌ای داشته‌اند. نتایج بررسی شاخص شرایط مالی نشان می‌دهد این شاخص نوسانات زیادی داشته‌است، به طوری که در دولت هفتم و هشتم نوسانات بالایی داشته و در عین حال در دولت مذکور این شاخص میانگین بالاتری را به خود اختصاص داده‌است. به عبارتی شرایط مالی در این دوره مناسب‌تر از سایر دولت‌ها بوده‌است. بررسی همبستگی این شاخص با قیمت‌های نفت نیز نشان می‌دهد که قیمت نفت، متغیری پیشرو نسبت به شرایط مالی دولت‌ها بوده‌است. به طوری که ارزیابی سالیانه شاخص شرایط مالی نشان می‌دهد در سال‌های ۲۰۰۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ دولت ایران از سلامت مالی برخوردار بوده‌است؛ اما در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۲ با وجود ادامه روند افزایشی قیمت نفت، شرایط فشار مالی را تجربه نموده که تحریم‌های بین‌المللی یک جانبه علیه ایران از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ایجاد این شرایط بوده‌اند.

عطرکار روشن و محبوبی (۱۳۹۵) در پژوهشی اقدام به استخراج شاخص وضعیت مالی نمودند. شاخص مذکور به گونه‌ای طراحی شده است که در بردارنده کلیه سازوکارهای مهم انتقال پولی باشد. داده‌های پژوهش به صورت فصلی و دوره مورد مطالعه سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۱ است. در این پژوهش، ابتدا با تخمین توابع عرضه کل و تقاضای کل

1. Kapetanios, Price and Younger

2. SVAR

3. Guillaumin and Vallet

گذشته‌نگر، وزن‌های متغیرها به‌دست آمده است؛ سپس میانگین وزنی این متغیرهای مؤثر در انتقال پولی شامل نرخ ارز، نرخ سود بانکی، حجم اعتبارات، شاخص قیمت سهام و شاخص قیمت مسکن، به‌منظور استخراج شاخص مذکور محاسبه شده است. در ادامه، با توجه به اهمیت ثبات قیمت‌ها برای بانک مرکزی و به‌منظور آزمون اعتبار شاخص به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون‌های غیرآشیا‌نای و ریشه میانگین مربعات خطا، به بررسی قدرت پیش‌بینی شاخص فوق از نرخ تورم، پرداخته شد. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که در طول دوره مورد مطالعه، متغیر قیمت مسکن (متغیر قیمت دارایی‌ها) در شاخص موردنظر وزن بالاتری نسبت به سایر متغیرها دارد و از اهمیت بیشتری برخوردار است. از سوی دیگر اثر ضریب شاخص سهام در هیچ یک از وقفه‌های خود روی شکاف تولید ملی با اهمیت نبوده است. یافته‌های تحقیق همچنین حاکی از آن است که شاخص مورد نظر دارای قدرت پیش‌بینی تورم در اقتصاد ایران می‌باشد.

تقی‌زاده، زمانیان و هراتی (۱۳۹۵) در پژوهشی اقدام به تدوین شاخص شرایط پولی و مالی نمودند. در تدوین شاخص پولی از داده‌های دوره ۱۳۵۲-۱۳۹۱ و شاخص شرایط مالی با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۷۷-۱۳۹۱ بهره گرفتند. در این پژوهش، روش تحلیل مؤلفه‌های اساسی استفاده شد. کانال‌های نرخ ارز، نرخ بهره و کانال اعتباری در محاسبه شاخص شرایط پولی از کانال‌های تأثیرگذار بوده و همچنین کانال دارایی‌ها در محاسبه شاخص شرایط مالی افزون بر کانال‌های مهم استخراج شده در محاسبه شاخص شرایط پولی نیز تأثیر دارد. کمترین وزن متعلق به کانال نرخ بهره و کانال اعتباری بیشترین وزن را در هر دو شاخص شرایط مالی و پولی دارد. بر این اساس کانال‌های اعتباری از دیگر کانال‌ها در تعیین سطح تولید در ایران مهم تر است.

در مقاله همتی و بوستانی (۱۳۹۴) به‌منظور ارائه تصویری کلی از وضعیت سیاست پولی در ایران، یک شاخص شرایط پولی جدید پیشنهاد می‌شود که دارای سه ویژگی است. اول، در این مقاله از الگوی خودرگرسیون برداری با متغیرهای برون‌زا برای برآورد اهمیت نسبی هر یک از کانال‌های انتقال پولی استفاده شده است. دوم، با توجه به اهمیت کانال قیمت دارایی (بالاخص قیمت مسکن) در انتقال شوک‌های پولی در اقتصاد ایران، این کانال نیز در کنار دو کانال نرخ ارز و اعتبار در تعریف شاخص مدنظر قرار گرفته است. سوم، به‌منظور ارزیابی پویایی‌های کوتاه مدت سیاست پولی، شاخص شرایط پولی با استفاده از داده‌های فصلی برای دوره زمانی ۱۳۷۰-۱۳۹۲ محاسبه شده است. نتایج حاصل از برآورد شاخص شرایط پولی نشان می‌دهد که در ۷۲ درصد از فصل‌های مورد بررسی، شرایط پولی در مقایسه با فصل اول سال ۱۳۸۳ (به‌عنوان دوره مبنا) انبساطی بوده است. همچنین بررسی همبستگی متقاطع شاخص شرایط پولی و نرخ تورم دلالت بر این دارد که این شاخص می‌تواند به‌عنوان شاخص جلونگر تورم مورد استفاده قرار گیرد.

پوستچی (۱۳۹۲) در پژوهشی به برآورد شاخص شرایط پولی برای ایران اقدام نمود. از داده‌های سال‌های ۱۳۵۲-۱۳۸۷ بهره گرفته شد و با استفاده از روش هم‌انباشتگی جوهانسون شاخص مذکور محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد که بین تولید ناخالص داخلی حقیقی و عوامل مؤثر بر آن یعنی نرخ بهره، نرخ ارز و حجم اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی هم‌انباشتگی وجود دارد و این سه کانال از کانال‌های مهم در سازوکار انتقالی به شمار می‌روند. همچنین با لحاظ اثرات برنامه‌های ۵ ساله توسعه، شاخص شرایط پولی مجدداً مورد محاسبه و با شاخص شرایط پولی قبلی مورد

مقایسه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که در اغلب سال‌های دوره مورد بررسی، هر دو شاخص، سیاست یکسانی پیشنهاد می‌کنند و به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین میانگین دو شاخص وجود ندارد. همان گونه که در بالا بر طبق مطالعات مورد بررسی قرار گرفته به آن اشاره شد، در طی سال‌های اخیر، برخی از تحقیقات در سایر کشورها از مدل‌های تکامل یافته متغیر در زمان بهره گرفته شده است. در تحقیقات مذکور همچنین از تعداد زیادی از متغیرها که قابلیت پوشش دهی و شناسایی تمام ابعاد مساله مورد استفاده را دارا باشد، به کار گرفته شد. در همین راستا نیز به منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی از متغیرهای متعددی به منظور طراحی شاخص شرایط مالی استفاده شده است. اما در ایران در خصوص به کارگیری این مدل‌ها و همچنین توسعه دامنه متغیرهای به کار گرفته شده، مطالعات چندانی صورت نپذیرفته است.

### مدل مفهومی

ضرایب مدل مورد استفاده در این مقاله می‌توانند در طول زمان تغییر کنند و از این جنبه با مدل‌های استفاده شده در مطالعات تجربی ذکر شده در بخش قبل متفاوت است. مدل خود رگرسیون برداری عاملی تعمیم یافته با پارامترهای متغیر در زمان، مورد استفاده در این تحقیق، ضعف مدل‌های خطی در شرایط شکست‌های ساختاری و تغییرات سیکلی در سری‌های زمانی را برطرف کرده و امکان بررسی دقیق‌تر روابط بین متغیرهای مدل را فراهم می‌کند (استوک و واتسون، ۲۰۰۸).

فرض کنید  $x_t$  به ازای  $t=1, \dots, T$  یک بردار  $n \times 1$  از متغیرهای مالی به منظور استخراج شاخص شرایط مالی در مدل باشد. به علاوه  $y_t$  یک بردار  $s \times 1$  از متغیرهای کلان اقتصاد مدنظر محقق در مدل باشد. مدل خود رگرسیون برداری عاملی تعمیم یافته با پارامترهای متغیر در زمان با وقفه  $p$  به صورت رابطه زیر است:

$$x_t = \lambda_t^y y_t + \lambda_t^f f_t + u_t \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه فوق،  $\lambda_t^y$  ضرایب رگرسیون،  $\lambda_t^f$  ضریب متغیر فاکتور<sup>۱</sup> و  $f_t$  متغیر فاکتور پنهان<sup>۲</sup> است که ما از آن تحت عنوان شاخص شرایط مالی نام می‌بریم.  $(B_{t,1}, \dots, B_{t,p})$  ضرایب خود رگرسیون برداری<sup>۳</sup> است.  $u_t$  و  $\varepsilon_t$  پسماندهای مدل هستند که دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و دارای کوواریانس متغیر در زمان به ترتیب  $V_t$  و  $Q_t$  هستند.

این مدل یک مدل انعطاف پذیر است؛ زیرا به تمامی متغیرها اجازه می‌دهد وزن‌های متفاوتی را در زمان‌های مختلف در هر  $T$  به خود اختصاص دهند. این فرض مهمی است؛ چون دلایل بسیاری برای تغییرپذیری در ضرایب و کوواریانس‌های مدل‌های فاکتور وجود دارد. بر این اساس مدل ما در رابطه ۱ از دو زیر معادله تشکیل شده است: اول معادله‌ای که شاخص شرایط مالی را از متغیرهای  $x_t$  استخراج می‌کند و دوم معادله‌ای که اجازه مدل سازی پویا روابط

1. Factor loadings  
2. Latent factor  
3. VAR

بین شاخص شرایط مالی و متغیرهای کلان اقتصادی  $y_t$  را می‌دهد. به منظور تکمیل مدل خود نیاز داریم تا چگونگی تغییرات زمانی پارامترها را تعیین کنیم. ضرایب  $\lambda_t = \left( (\lambda_t^x)', (\lambda_t^y)' \right)'$  و ضرایب مدل خودرگرسیون برداری،  $\beta_t = \left( c_t', \text{vec}(B_{t,1})', \dots, \text{vec}(B_{t,p})' \right)$  بر طبق یک فرایند گام تصادفی متغیر روی زمان استخراج می‌شوند:

$$\begin{aligned} \lambda_t &= \lambda_{t-1} + v_t \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + \eta_t \end{aligned} \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن  $v_t \sim N(0, W_t)$  و  $\eta_t \sim N(0, R_t)$  است. همه خطاها در رابطه ۲ با یکدیگر و روی زمان ناهمبسته‌اند، بنابراین ساختاری به صورت زیر دارند:

$$\begin{pmatrix} u_t \\ \varepsilon_t \\ v_t \\ \eta_t \end{pmatrix} = N \left( 0, \begin{bmatrix} V_t & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Q_t & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W_t & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_t \end{bmatrix} \right) \quad \text{رابطه ۳}$$

روابط ۱ و ۲ را مدل خود رگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با پارامترهای متغیر در زمان می‌گویند. توجه داشته باشید که خود رگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در زمان اجازه می‌دهد تا ماتریس‌های کوواریانس خطا- در طول زمان متغیر باشند. در این مقاله از روش‌های میانگین متحرک نمایی<sup>۱</sup> استفاده شده است. تخمین‌های میانگین متحرک نمایی به طور گسترده‌ای برای مدل‌سازی نوسان‌ها در بسیاری از برنامه‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با اعمال چندین محدودیت، مدل‌های دیگری نیز از مدل فوق استخراج می‌شوند که به شرح زیر است:

جدول ۱. مدل‌های به کار رفته در پژوهش

نام مدل	اصطلاح علمی	شرح مدل
خودرگرسیون برداری پارامتر متغیر زمانی عاملی تعمیم‌یافته	FA-TVP-VAR	ضرایب معادله اول در رابطه ۱ ( $\lambda_t$ ) در همه دوره‌های زمانی ثابت و $W_t = 0$ باشد
خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته	FAVAR	$\lambda_t$ و $\beta_t$ در طول زمان ثابت باشند ( $W_t = R_t = 0$ )
خودرگرسیون برداری پارامتر متغیر زمانی	TVP-VAR	تعداد فاکتورهای مدل صفر باشد (یعنی $f_t = 0$ )
خودرگرسیون برداری	VAR	تعداد فاکتورها صفر بوده و $\lambda_t$ و $\beta_t$ در طول زمان ثابت باشد

تخمین بیزی<sup>۲</sup> مدل‌های خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته (و به صورت مشابه خود رگرسیون برداری) با پارامترهای متغیر در زمان عموماً با استفاده از روش‌های مونت کارلو زنجیر مارکوف<sup>۳</sup> انجام می‌شود. چنین روش‌های شبیه‌سازی بیزی، حتی اگر محقق یک مدل خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با پارامترهای متغیر در زمان منفرد را تخمین بزند، از لحاظ محاسباتی سنگین هستند. هنگام مواجهه با خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با پارامترهای

1. EWMA  
2. Bayesian  
3. Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

متغیر در زمان چندگانه و هنگام محاسبه پیش‌بینی‌های بازگشتی<sup>۱</sup> (نیازمند اجرای مکرر روش‌های مونت‌کارلو زنجیره مارکوف روی یک محدوده گسترده از داده‌هاست) استفاده از روش‌های مونت‌کارلو زنجیره مارکوف، به‌علت مدت زمان زیاد اجرای تخمین، بازدارنده هستند (خضری و همکاران، ۱۳۹۴).

در این پژوهش از روش تخمین دو مرحله‌ای سریع‌تر و نسبتاً مشابهی استفاده شده است که حجم محاسبات را به‌صورت گسترده‌ای کاهش داده و محاسبه شاخص شرایط مالی را به‌طور چشمگیری ساده‌تر می‌کند.

مشابه با مطالعه کوپ و کروبلیس (۲۰۱۳) در این مقاله ایده روش‌های تنزیل واریانس<sup>۲</sup> با فیلتر کالمن<sup>۳</sup> ترکیب شده است تا نتایج تحلیلی برای پسین‌های متغیر حالت ( $f_t$ ) و همچنین پارامترهای متغیر در زمان  $\theta_t = (\lambda_t, \beta_t)$  حاصل شود. توجه داشته باشید که هم فاکتور  $f_t$  و هم پارامترهای  $\lambda_t$  موجود در تابع اندازه‌گیری غیرقابل مشاهده بوده و در این حالت استفاده از فیلتر کالمن امکان‌پذیر نیست. در نتیجه در این مقاله با استفاده از ایده روش تخمین دو مرحله‌ای دوز، جیانون و ریچلین<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) و ادبیات مدل‌های فضا - حالت و توسعه یک الگوریتم دوگانه فیلترگذاری / هموارسازی<sup>۵</sup> خطی شرطی که امکان تخمین متغیر غیرقابل مشاهده حالت  $f_t$  و پارامترهای  $\theta_t = (\lambda_t, \beta_t)$  فراهم شده است.

ایده استفاده از فیلتر کالمن خطی دوگانه ساده است: اول پارامترهای  $\theta_t$  با مقدار تخمینی از  $f_t$  به‌روزرسانی و متعاقب آن عامل بر اساس تخمینی از  $\theta_t$  مجدداً به‌روزرسانی می‌شود. چنین شرایطی امکان استفاده متمایز از دو فیلترکننده یا هموارکننده‌های کالمن خطی را برای  $\theta_t$  و هم برای  $f_t$  فراهم می‌کند. مقادیر تخمین زده شده  $f_t$  یعنی  $\hat{f}_t$  که با استفاده از تخمین مؤلفه‌های اصلی<sup>۶</sup> مبتنی بر اساس داده‌های  $x_{1:t}$  است، برای تخمین  $\theta_t$  استفاده می‌شود.

ماتریس‌های کوواریانس خطا در مدل‌های سری زمانی چند متغیره که با داده‌های اقتصادی کلان به‌کار برده می‌شوند با مدل نوسانات تصادفی چند متغیر مدل‌سازی می‌شوند که تخمین چنین مدل‌هایی مستلزم محاسبات سنگینی است. به‌منظور جلوگیری از چنین میزان بالایی از این محاسبات، مقادیر  $(V_t, Q_t, W_t, R_t)$  با استفاده از روش‌های بازگشتی بدون شبیه‌سازی تنزیل ماتریس واریانس تخمین زده شده است. برای  $V_t$  و  $Q_t$  از روش‌های میانگین متحرک وزنی<sup>۷</sup> نمای استفاده شده است که مقدار آن به فاکتورهای تنزیل<sup>۸</sup>  $\kappa_1$  و  $\kappa_2$  وابسته است. چنین روش‌های تخمین بازگشتی از نظر محاسباتی ساده است. تخمین میانگین متحرک وزنی<sup>۹</sup> نمای به‌صورت گسترده‌ای به‌منظور مدل‌سازی بی‌ثباتی در کاربردهای مالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین ماتریس کوواریانس  $W_t$  و  $R_t$  با استفاده از روش‌های فاکتور فراموش شده<sup>۹</sup> تخمین زده می‌شود. روش مذکور نیز به فاکتورهای  $\kappa_3$  و  $\kappa_4$  وابسته است. فاکتورهای تنزیل و فراموش شده تفاسیر بسیار مشابهی دارند؛ به‌طوری‌که مقدار پایین آن‌ها دلالت بر این دارد که مشاهدات جدید  $t-1$  و مجذور خطایش، در مقایسه با مشاهدات قدیمی‌تر وزن بالایی را در تخمین برای  $V_t$  و  $Q_t$  می‌گیرند.

1. Recursive
2. Variance Discounting
3. Kalman filter
4. Doz, Giannone and Reichlin
5. Filtering/Smoothing Algorithm
6. Principle component
7. Exponentially Weighted Moving Average
8. Decay factor
9. Forgetting Factor



روش میانگین متحرک وزنی نمایی دلالت بر این دارد که تعداد مؤثر  $1 - (\kappa_2/2 - 1) - \kappa_1/2$  از مشاهدات به منظور تخمین  $V_t$  و  $Q_t$  استفاده می‌شود، این در حالی است که روش فاکتور فراموش شده دلالت بر این دارد که تعداد مؤثر  $1/(1 - \kappa_3)(1/(1 - \kappa_4))$  از مشاهدات برای تخمین  $W_t$  و  $R_t$  استفاده می‌شود. انتخاب فاکتورهای تنزیل و فراموش شده می‌تواند بر اساس میزان مورد انتظار از تغییرات در پارامترها تنظیم شود. توجه شود که اگر  $\kappa_1 = \kappa_2 = 1$  انتخاب شود، دلالت بر این دارد که  $V_t$  و  $Q_t$  ثابت است، درحالی‌که  $\kappa_3 = \kappa_4 = 1$  دلالت بر این دارد که  $W_t = R_t = 0$  و مقادیر  $\lambda_t$  و  $\beta_t$  ثابت هستند. رابطه‌های ۱ و ۲ را می‌توان به فرمت زیر نیز مطرح کرد:

$$x_t = z_t \lambda_t + u_t \quad u_t \sim N(0, V_t) \quad \text{رابطه ۴}$$

$$z_t = z_{t-1} \beta_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, Q_t) \quad \text{رابطه ۵}$$

$$\lambda_t = \lambda_{t-1} + v_t \quad v_t \sim N(0, W_t) \quad \text{رابطه ۶}$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \eta_t \quad \eta_t \sim N(0, R_t) \quad \text{رابطه ۷}$$

در اینجا  $\lambda_t = ((\lambda_t^y)', (\lambda_t^f)')'$  و  $z_t = \begin{bmatrix} y_t \\ f_t \end{bmatrix}$  است. توجه شود که  $\tilde{f}_t$  تخمین مؤلفه‌های اصلی<sup>۱</sup> از  $f_t$  بر اساس داده‌های  $x_t$  (داده‌های تا زمان  $t$ ) و  $\tilde{z}_t = \begin{bmatrix} y_t \\ \tilde{f}_t \end{bmatrix}$  است. الگوریتم مورد استفاده نیازمند تعیین مقادیر توزیع پیشین<sup>۲</sup> را برای وضعیت‌های اولیه است که به شرح ذیل برای‌شان تبیین می‌شود:

$$f_0 \sim N\left(0, \sum_{0|0}^f\right) \quad \text{رابطه ۸}$$

$$\lambda_0 \sim N\left(0, \sum_{0|0}^\lambda\right) \quad \text{رابطه ۹}$$

$$\beta_0 \sim N\left(0, \sum_{0|0}^\beta\right) \quad \text{رابطه ۱۰}$$

برای تخمین ماتریس کواریانس خطای پیش‌بینی مقادیر اولیه آن‌ها برابر با رابطه‌های ۱۱ و ۱۲ در نظر گرفته شده است.

$$V_0 \equiv 1 \times I_n \quad \text{رابطه ۱۱}$$

$$Q_0 \equiv 1 \times I_{s+1} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

الگوریتم این پژوهش شامل دو مرحله اصلی است:

**مرحله یک:** مشروط به مقادیر  $\hat{f}_t$ ، مقادیر پارامترها را در مدل خود رگرسیون برداری عاملی تعمیم یافته با پارامترهای متغیر در زمان تخمین می‌زند.  
الف) بر اساس فیلتر کالمن داریم:

$$\lambda_t | Data_{1:t-1} \sim N\left(\lambda_{t|t-1}, \sum_{t|t-1}^{\lambda}\right) \quad \text{رابطه ۱۳}$$

$$\beta_t | Data_{1:t-1} \sim N\left(\beta_{t|t-1}, \sum_{t|t-1}^{\beta}\right) \quad \text{رابطه ۱۴}$$

بدین ترتیب که  $\lambda_{t|t-1} = \lambda_{t-1|t-1}$  و  $\beta_{t|t-1} = \beta_{t-1|t-1}$  و  $\sum_{t|t-1}^{\lambda} = \sum_{t-1|t-1}^{\lambda} + \hat{W}_T$  و  $\sum_{t|t-1}^{\beta} = \sum_{t-1|t-1}^{\beta} + \hat{R}$  به شرح ذیل محاسبه می‌شوند.

$$\hat{W}_t = (1 - \kappa_3^{-1}) \sum_{t-1|t-1}^{\lambda} \quad \text{رابطه ۱۵}$$

$$\hat{R}_t = (1 - \kappa_4^{-1}) \sum_{t-1|t-1}^{\beta} \quad \text{رابطه ۱۶}$$

ب) تخمین ماتریس کوواریانس خطای تابع اندازه‌گیری، یعنی  $V_t$  و  $Q_t$  با استفاده از روش میانگین متحرک وزنی نمایی:

$$\hat{V}_{i,t} = \kappa_1 \hat{V}_{i,t-1|t-1} + (1 - \kappa_1) \hat{u}_{i,t} \hat{u}'_{i,t} \quad \text{رابطه ۱۷}$$

$$\hat{Q}_t = \kappa_2 \hat{Q}_{t-1|t-1} + (1 - \kappa_2) \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}'_t \quad \text{رابطه ۱۸}$$

در حالی که  $\hat{u}_{i,t} = x_{i,t} - \hat{\lambda}_{i,t|t-1}$  برای  $i = 1, \dots, n$  و  $\hat{\varepsilon}_t = \hat{z}_t - \hat{z}_{t-1} \beta_{t|t-1}$

ج) به روز رسانی  $\lambda_{i,t}$  برای هر کدام از مقادیر  $i = 1, \dots, n$  برای:

$$\lambda_{i,t} | Data_{1:t} \sim N\left(\lambda_{i,t|t}, \sum_{ii,t|t}^{\lambda}\right) \quad \text{رابطه ۱۹}$$

از طریق رابطه زیر:

$$\lambda_{i,t|t} = \lambda_{i,t|t-1} + \sum_{ii,t|t-1}^{\lambda} \tilde{z}'_t \left( \hat{V}_{ii,t} + \tilde{z}_t \sum_{ii,t|t-1}^{\lambda} \tilde{z}'_t \right)^{-1} (x_t - \tilde{z}_t \lambda_{t|t-1}) \quad \text{رابطه ۲۰}$$

$$\sum_{ii,t|t}^{\lambda} = \sum_{ii,t|t-1}^{\lambda} - \sum_{ii,t|t-1}^{\lambda} \tilde{z}'_t \left( \hat{V}_t + \tilde{z}_t \sum_{ii,t|t-1}^{\lambda} \tilde{z}'_t \right)^{-1} \tilde{z}_t \sum_{ii,t|t-1}^{\lambda} \quad \text{رابطه ۲۱}$$

(د) به روز رسانی  $\beta_t$ :

$$\beta_t | Data_{1:t} \sim N\left(\beta_{t|t}, \sum_{t|t}^{\beta}\right) \quad \text{رابطه ۲۲}$$

از طریق رابطه زیر:

$$\beta_{t|t} = \beta_{t|t-1} + \sum_{t|t-1}^{\beta} \tilde{z}'_{t-1} \left( \hat{Q}_t + \tilde{z}_{t-1} \sum_{t|t-1}^{\beta} \tilde{z}'_{t-1} \right)^{-1} (\tilde{z}_{t,t} - \tilde{z}_{t-1} \hat{\beta}_{t|t-1}) \quad \text{رابطه ۲۳}$$

$$\sum_{t|t}^{\beta} = \sum_{t|t-1}^{\beta} - \sum_{t|t-1}^{\beta} \tilde{z}'_{t-1} \left( \hat{Q}_t + \tilde{z}_{t-1} \sum_{t|t-1}^{\beta} \tilde{z}'_{t-1} \right)^{-1} \tilde{z}_{t-1} \sum_{t|t-1}^{\beta} \quad \text{رابطه ۲۴}$$

(ه) به‌روزرسانی  $V_t$  و  $Q_t$  بر اساس اطلاعات در زمان  $t$  با استفاده از روش میانگین متحرک وزنی نمایی:

$$V_{i,t|t} = \kappa_1 V_{i,t-1|t-1} + (1 - \kappa_1) \hat{u}_{i,t|t} \hat{u}'_{i,t|t} \quad \text{رابطه ۲۵}$$

$$Q_{t|t} = \kappa_2 Q_{t-1|t-1} + (1 - \kappa_2) \hat{\varepsilon}_{t|t} \hat{\varepsilon}'_{t|t} \quad \text{رابطه ۲۶}$$

در حالی که  $\hat{u}_{i,t} = x_{i,t} - \tilde{z}_{t-1} \lambda_{i,t|t-1}$  برای  $i = 1, \dots, n$  و  $\hat{\varepsilon}_t = \tilde{z}_t - \tilde{z}_{t-1} \beta_{t|t-1}$  در مرحله دو: مشروط به مقادیر ضرایب تخمینی مدل خود رگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته با پارامترهای متغیر در زمان در مرحله یک، از فیلتر کالمن به‌منظور تخمین  $f_t$  که معرف شاخص شرایط مالی در تحقیق استفاده می‌کند.

## روش شناسی پژوهش

### ساختار و مدل بررسی شده در پژوهش

فرایند اجرای مدل مفهومی که در بخش قبل مورد بررسی قرار گرفت به شرح مراحل ذیل قابل تبیین است:

گام نخست: استخراج متغیرهای موردنظر به‌منظور استفاده در مدل‌های مد نظر (جدول ۲).

گام دوم: محاسبه مدل‌های مورد نظر به‌منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی (جدول ۳).

گام سوم: تحلیل و برآورد قدرت پیش‌بینی هریک از مدل‌های پیشنهادی در برآورد متغیرهای کلان اقتصادی.

گام چهارم: استخراج شاخص مالی بر اساس مدل انتخاب شده در گام سوم.

### داده‌های استفاده شده

در این پژوهش برای استخراج شاخص شرایط مالی از داده‌های ماهانه طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۹، تعداد ۱۹ متغیر به‌عنوان متغیرهای مالی و ۵ متغیر به‌عنوان متغیر کلان اقتصادی استفاده شده است. شایان ذکر است از آنجا که تمام متغیر می‌بایست به‌صورت نرخ باشند، در صورت لزوم تمام متغیرها به نرخ رشد تبدیل شده است. همچنین تمام متغیرها از بعد مانایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و مشکل نامانایی آن‌ها مرتفع شده است.

جدول ۲. متغیرهای مورد استفاده در پژوهش

متغیرهای مالی				
نرخ ارز آزاد	تفاوت بین نرخ ارز دولتی و آزاد	نوسانات نرخ ارز	تسهیلات بخش خصوصی	قیمت مسکن تهران
شاخص قیمت زمین	سکه بهار آزادی	شاخص بورس	ارزش بازار سهام	نوسانات ارزش بازار سهام
انس طلای جهانی	لایبور ۹ ماهه	اسناد خزانه ۶ ماهه	قیمت نفت برنت	شاخص کرایه مسکن اجاره‌ای
صادرات نفتی	خالص دارایی‌های خارجی	بدهی بخش غیردولتی به بانک‌ها	بدهی دولت به سیستم بانکی	
متغیرهای کلان اقتصادی				
نقدینگی	پایه پولی	تولید ناخالص داخلی حقیقی	نرخ بیکاری	شاخص قیمت مصرف‌کننده

### معیارهای ارزیابی عملکرد

کیفیت یک مدل با بررسی میزان خطای پیش‌بینی  $(\hat{x}_t - x_t)$  قابل ارزیابی است. بر این اساس چون یکی دیگر از اهداف این تحقیق مقایسه عملکرد روش‌هایی است که برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه از مجموع مربعات خطای پیش‌بینی<sup>۱</sup> استفاده می‌شود که به شکل زیر مطرح می‌شود.

$$MSFE = \frac{\sum_{\tau=\tau_0}^T [y_{\tau} - E(y_{\tau}|Data_{\tau-h})]^2}{T - \tau_0 + 1} \quad \text{رابطه ۲۷}$$

که در آن  $Data_{\tau-h}$  اطلاعات به دست آمده از دوره  $\tau - h$  هستند که همان افق زمانی پیش‌بینی است

و  $(y_{\tau}|Data_{\tau-h})$  نیز پیش‌بینی نقطه‌ای<sup>۲</sup>  $y_{\tau}$  است.

### یافته‌های پژوهش

در این مقاله عملکرد بسیار زیادی از مدل‌های خانواده خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته را به منظور استخراج شاخص شرایط مالی در راستای پیش‌بینی ۵ متغیر کلان اقتصادی ارزیابی کردیم و پیش‌بینی برای ۱ تا ۴ دوره جلوتر لحاظ شده است. همان گونه که پیش‌تر به آن اشاره شد، به منظور بررسی عملکرد مدل‌های مورد استفاده در این مقاله از شاخص استاندارد مجموع مربعات خطای پیش‌بینی استفاده شده است؛ اما به منظور سهولت در مقایسه مدل‌های استفاده شده در این مقاله، مقدار مربوط به مجموع مربعات خطای پیش‌بینی در هر مدل را به مقدار به دست آمده از مجموع مربعات خطای پیش‌بینی در مدل خودرگرسیون برداری پارامتر متغیر زمانی تقسیم می‌کنیم و مدلی که عدد حاصله از آن کمتر باشد، عملکرد بهتری در پیش‌بینی خواهد داشت.

1. Mean Squared Forecast Error (MSFE)

2. Point Forecast

جدول ۳. مدل‌های به کار رفته در پژوهش

نام مدل	ویژگی‌های مدل
TVP-VAR	تمام متغیرهای کلان مورد بررسی در این مقاله به تنهایی و بدون در نظر گرفتن FCI در یک مدل خود رگرسیون برداری با متغیرها و پارامترهای متغیر
VAR+PC	یک خود رگرسیون برداری با استفاده از مؤلفه‌های اصلی
FAVAR	تمام ۱۹ متغیر مالی بدون هیچ گونه تغییرپذیری در ساخت شاخص شرایط مالی به کار گرفته می‌شوند
FAVAR-BMA FAVAR-BMS	استفاده از مدل‌های بیزین به عبارتی $\alpha = 1$
FAVAR-BMA FAVAR-BMS	انواع مدل‌های خود رگرسیون برداری با عامل افزوده تعمیم‌یافته

برای آنکه درک بهتر از چگونگی کارکرد مدل‌های میانگین‌گیری پویا، شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. شکل ۲ تعداد متغیرهای مورد انتظار را، در هر مقطع زمانی برای ساخت شاخص شرایط مالی محاسبه می‌کند؛ بدین صورت که اگر  $n_j$  تعداد متغیرهایی باشد که در شاخص شرایط مالی تحت مدل  $M_j$  به کار برده می‌شود، تعداد متغیرهای مورد انتظار در هر مقطع زمانی که در ساخت این شاخص انتظار می‌رود مشارکت داشته باشند، از طریق رابطه ۲۸ محاسبه می‌شود:

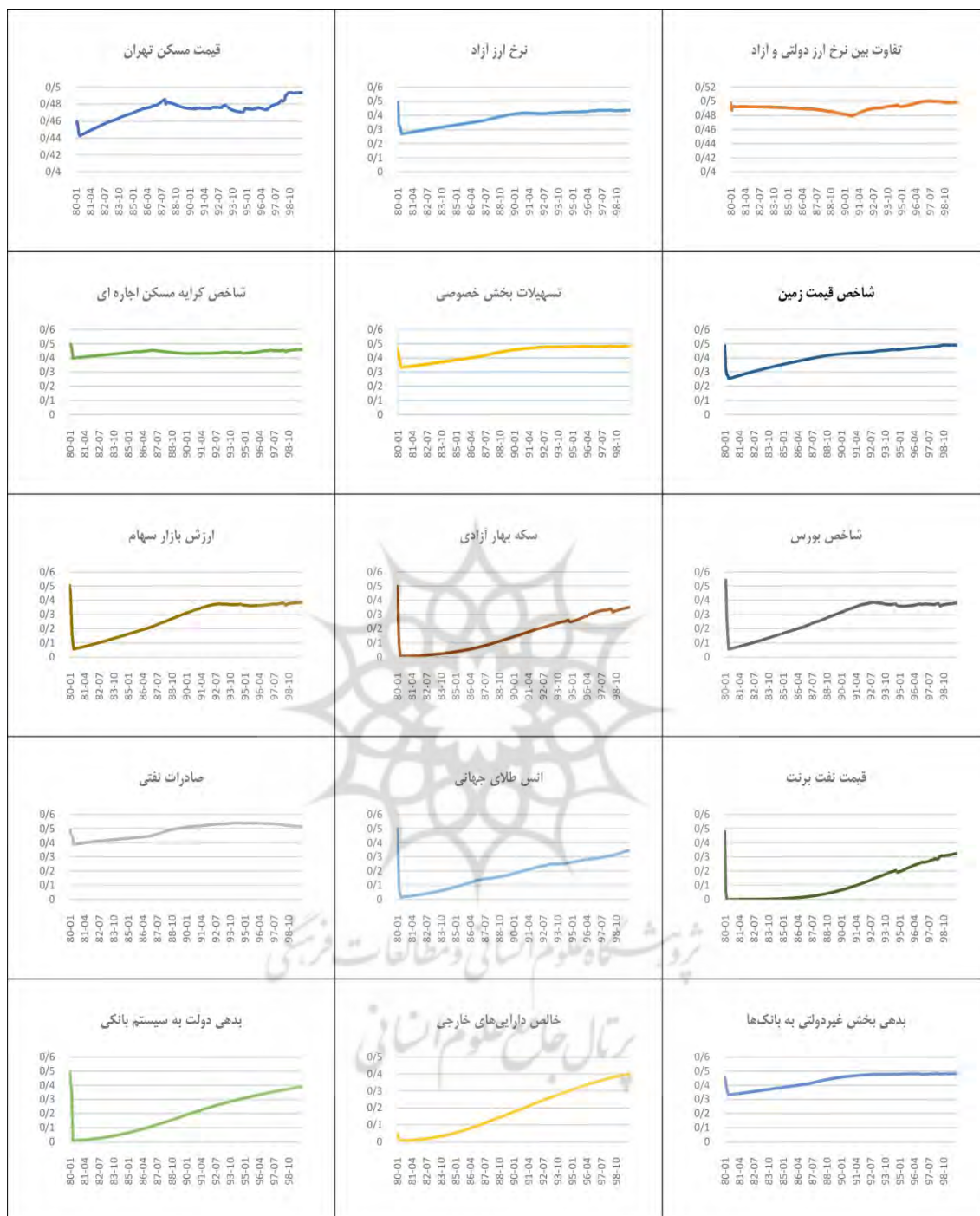
$$E(n_t^{DMA}) = \left( \sum_{j=1}^J \pi_{t|t,j} \times n_j \right) - 1 \quad \text{رابطه ۲۸}$$

بر اساس شکل ۲، مشاهده می‌شود تعداد متغیرهای مالی که انتخاب آن‌ها برای به کار بستن در شاخص شرایط مالی امکان‌پذیر است، تقریباً تا نیمه اول سال ۸۸ روند افزایشی دارد و پس از آن، روند کاهشی پیدا می‌کند.



شکل ۲. میانگین تعداد متغیرهای به کار برده شده در هر مقطع بر اساس مدل میانگین پویای متحرک در مدل خود رگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته پارامتر متغیر زمانی

شکل ۳ بیانگر احتمال پسین متغیرهایی است که در فرایند میانگین‌گیری پویا به آن‌ها اختصاص می‌یابد یا از طریق آن در فرایند انتخاب پویا برگزیده می‌شوند.



شکل ۳. احتمال ورود هریک از متغیرهای مالی انتخابی به شاخص شرایط مالی

در جدول ۴، نتایج پیش‌بینی مدل‌های خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته متعددی با و بدون در نظر گرفتن

تغییر در پارامترها و همچنین با و بدون میانگین‌گیری و انتخاب پویا درج شده است.



نتایج جدول ۴ حاکی از آن است که لحاظ نمودن تغییرپذیری در پارامترها و روشی که در آن میانگین‌گیری و انتخاب پویا در متغیرها می‌تواند به بهبود پیش‌بینی در برخی از متغیرهای کلان اقتصادی منجر شود. افزون بر این، نتایج زیر استنتاج می‌شود:

- با حرکت از مدل‌های خودرگرسیون برداری متغیر در زمان، به سمت مدل‌های خودرگرسیون برداری با مدل عاملی تعمیم‌یافته، به بهبود در پیش‌بینی هیچ یک از متغیرهای کلان اقتصادی منجر نمی‌شود.
- مدل‌هایی که تغییرپذیری توأم در متغیرها و ضرایب را در نظر می‌گیرند، در مقایسه با مدل‌هایی که در آن‌ها فقط تغییرپذیری در ضرایب در نظر گرفته می‌شود (بدون لحاظ تغییرپذیری در متغیرها)، به بهبود پیش‌بینی در متغیرهای شاخص قیمت مصرف‌کننده، نقدینگی و تولید ناخالص داخلی منجر می‌شود.
- میزان بهبود در پیش‌بینی متغیرهای شاخص قیمت مصرف‌کننده، نقدینگی و تولید ناخالص در مدل‌هایی که به صورت بیزین و یا میانگین‌گیری و انتخاب پویا، تغییرپذیری در متغیرها را لحاظ کرده‌اند، در هریک از متغیرهای کلان اقتصادی متفاوت است.
- به کار بردن مدل‌هایی که در آن‌ها فقط تغییرپذیری در ضرایب را مدنظر قرار داده‌اند، نسبت به مدل‌هایی که تغییرپذیری توأم در متغیرها و ضرایب را در پیش‌بینی متغیرهای بیکاری و پایه پولی در نظر گرفته‌اند، عملکرد بهتری داشته‌اند.
- در پیش‌بینی متغیرهای بیکاری و پایه پولی، استفاده از مدل‌های خودرگرسیون برداری عاملی، عملکرد بهتری را نسبت به تمامی مدل‌ها از خود ثبت کرده است.

### نتیجه‌گیری

همان‌گونه که پیشتر به آن اشاره شد، ساخت و استفاده از شاخص مالی، سه موضوع را پوشش می‌دهد که عبارت است از انتخاب متغیرهای مالی برای ورود به شاخص مالی، وزن‌های به کار برده شده برای مرتبط کردن متغیرهای مالی به شاخص و در نهایت ارتباط بین این شاخص و اقتصاد کلان. دلایل متعددی برای تغییرپذیری این موارد سه‌گانه در طول زمان وجود دارد که می‌توان در مورد دلایل وقوع و اثر آن بر نتایج بحث‌های متعددی را مطرح کرد.

در پژوهش حاضر به دنبال ساختن شاخص شرایط مالی بودیم، به‌گونه‌ای که این شاخص بتواند تمام تحولات و تغییرات در بخش مالی و تعاملات آن با اقتصاد را به صورت کامل منعکس کند. از آنجا که متغیرهای مؤثر در ساخت شاخص شرایط مالی و همچنین میزان اثرگذاری آن در هر دوره می‌تواند با دوره‌های دیگر متفاوت باشد، بر آن شدیم که از مدل‌های متغیر در زمان، همراه با مدل‌های میانگین‌گیری و انتخاب پویا استفاده کنیم؛ زیرا به متغیرها وزن‌های مختلفی را در هر زمان اختصاص می‌دهد. در واقع در این پژوهش ما به دنبال یک متدولوژی هستیم که بتواند متغیرهای مالی مختلفی را در زمان‌های متفاوت انتخاب و در هر زمان به آن‌ها وزن‌های مختلفی اختصاص دهد. بدین منظور ما از مدل‌های خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته و مشتقات آن جهت استخراج شاخص شرایط مالی کمک گرفتیم.



به‌منظور مقایسه و بررسی تأثیر به‌کارگیری مدل‌های متغیر در زمان با سایر مدل‌های موجود، از شاخص استاندارد مجموع مربعات خطای پیش‌بینی استفاده کردیم. نتایج حاکی از آن است که به‌کارگیری مدل‌هایی که در آن صرفاً تغییرپذیری در ضرایب (بدون لحاظ تغییرپذیری در متغیرها) لحاظ شده، منجر به بهبود در پیش‌بینی نرخ بیکاری نسبت به مدل‌های خودرگرسیون برداری و مدل‌های خودرگرسیون برداری به همراه مؤلفه اساسی شده است. علاوه‌بر آن با حرکت از مدل‌های خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته و خودرگرسیون برداری عاملی تعمیم‌یافته متغیر در زمان و خودرگرسیون برداری متغیر در زمان عاملی تعمیم‌یافته که در آن‌ها صرفاً تغییرپذیری در پارامترهای لحاظ می‌شود (بدون در نظر گرفتن تغییرپذیری در متغیرها) به سمت مدل‌هایی که تغییرپذیری در پارامتر متغیرها را توأمان در نظر می‌گیرد، چه به صورت بیزین و چه به صورت پویا، به بهبود در پیش‌بینی اکثر متغیرهای کلان مد نظر منجر خواهد شد.

همان‌گونه که در قسمت‌های قبل اشاره شد، با توجه به اینکه از این نوع پژوهش در داخل کشور سابقه چندانی وجود ندارد، قابلیت مقایسه آن با کارهای داخلی امکان‌پذیر نیست؛ اما نتایج حاصل شده در این مقاله حاکی از آن است که به‌کارگیری مدل‌های پویای متحرک، به بهبود در برآوردها منجر خواهد شد که این موضوع نیز در پژوهش‌های خارجی به اثبات رسیده است.

## منابع

- تقی‌زاده، حجت؛ زمانیان، غلامرضا و هراتی، جواد (۱۳۹۶). بررسی اثر شوک‌های پولی بر بخش‌های مختلف اقتصادی. با استفاده از رویکرد FAVAR. *فصلنامه علمی نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۴(۴)، ۱-۲۶.
- خضری، محسن؛ سحابی، بهرام؛ یآوری، کاظم و حیدری، حسن (۱۳۹۴). اثر بازده بر بخش سوداگری تورم در اقتصاد ایران: مدل TVP-FAVAR. *پژوهشنامه اقتصادی (دانشگاه علامه طباطبائی)*، ۱۵(۵۷)، ۱۹۳-۲۲۸.
- خورسندی، مرتضی؛ اسلاملوپیان، کریم و ذوالنور، سید حسین (۱۳۹۱). شاخص شرایط پولی مناسب برای اقتصاد ایران. *پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، ۱۲(۱)، ۳۱-۵۷.
- شکروی، سمیه و خضری، محسن (۱۳۹۶). محاسبه شاخص توسعه مالی و بررسی اثرات متغیر زمانی آن بر رشد اقتصادی با استفاده از مدل TVP-FAVAR. *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۷(۶۷)، ۳۱۵-۳۴۱.
- عطرکار روشن، صدیقه و سادات محبوبی، مطهره (۱۳۹۵). استخراج شاخص شرایط مالی برای ایران. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۲۴، ۱۴۷-۱۷۳.
- کمبجانی، اکبر و علی نژاد مهربانی، فرهاد (۱۳۹۱). ارزیابی اثربخشی کانال‌های انتقال پولی بر تولید و تورم و تحلیل اهمیت نسبی آن‌ها در اقتصاد ایران. *فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه*، ۱۷(۲)، ۳۹-۶۳.
- همتی، مریم و بوستانی، رضا (۱۳۹۴). معرفی یک شاخص شرایط پولی جدید برای اقتصاد ایران. *مقاله کاری پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی ج.ا.ا.*، ۹۴۰۰۱.

## References

- Atrkarroshan, M. & Sadat Mahbubi, M. (2016). Financial Condition Index (FCI) Extraction for Iran. *JEMR*, 7 (24), 147-173. (in Persian)
- Boivin, J., Kiley, T., & Mishkin, F.S. (2010). How Has the Monetary Transmission Mechanism Evolved Over Time? *National bureau of economic research* (Working Paper 15879).
- Borg, I. & Micallef, B. (2018). Constructing a Financial Condition Index for a small-open economy: The case of Malta. *Research in Applied Economics*, 10(3), 89-105.
- Debuque-Gonzales, M. & Gochoco-Bautista, M.S. (2013). Financial Conditions Indexes for Asian Economies. *ADB Economics Working Paper Series 333, Asian Development Bank*.
- Dudley, W. & Hatzius, J. (2000). The Goldman Sachs financial conditions index: the right tool for a new monetary policy regime. *Global economics paper. Goldman Sachs*, (44).
- Gaglianone, W. & Areosa, W. (2016). Financial Conditions Indicators for Brazil. *Working paper of banco central do Brasil*.
- Ganchev, G.T., & Paskaleva, M.G. (2020). The Importance of Financial Condition Indices in South-Eastern Europe. *International Journal of Contemporary Economics and Administrative Sciences*, 10(1), 78–106.
- Gauthier, C., Graham, C. & Liu, Y. (2004). Financial Conditions Indexes for Canada. *Staff Working Papers 04-22, Bank of Canada*.
- Guillaumin, C. & Vallet, G. (2017). Forecasting inflation in Switzerland after the crisis: the usefulness of a monetary and financial condition index. *Cahier de recherche du Creg*.
- Hartigan, L. & Wright, M. (2021). Financial Conditions and Downside Risk to Economic Activity in Australia. *RBA Research Discussion Papers, Reserve Bank of Australia*.
- Hatzius, J., Hooper, P. & Mishkin, F.S. (2010). Financial Conditions Indexes: A Fresh Look after the Financial Crisis. *U.S. Monetary Policy Forum (Chicago: Chicago Booth Initiative on Global Markets)*, 3-59.
- Hemati, M. & Boostani, R. (2015). Constructing a New Monetary Condition Index for Iran. *Working paper of MBRI, 94001. (in Persian)*
- Jabeen, H. & Qureshi, M. N. (2019). Financial Condition Index (FCI) for the Pakistan. *Indian Journal of Science and Technology*, 12(21), 1-8.
- Juhro, S. & Iyke, B. (2019). Monetary policy and financial conditions in Indonesia. *Buletin Ekonomi Moneter Dan Perbankan*, 21(3), 283-302.
- Juhro, S. & Iyke, B.N. (2020). Consumer confidence and consumption expenditure in Indonesia. *Economic Modelling*, (89), 367-377.
- Kabundi, A. & Mbelu, A. (2021). Estimating a time-varying financial conditions index for South Africa. *Empirical Economics, Springer*, 60(4), 1817-1844.
- Kabundi, A. & Mbelu, A. (2021). Has the Exchange Rate Pass-Through changed in South Africa? *South African reserve bank (Working Papers)*.

- Kapetanios, G., Price, S.G., & Young, G. (2017). A UK Financial Conditions Index Using Targeted Data Reduction: Forecasting and Structural Identification. *CAMA Working Paper*, (58).
- Khorsandi, M., Eslamloueyan, K. & Zonnoor, H. (2012). An Appropriate Monetary Conditions Index for the Iranian Economy. *QJER*, 12 (1), 31-57. (in Persian)
- Komijani, A., Alinejad-Mehrabani, F. (2012). Evaluating the Effectiveness of Monetary Transmission Channels on Production and Inflation besides Analyzing their Relative Importance in Iran's Economy. *JPBUD*, 17 (2), 39-63. (in Persian)
- Koop, G. & Korobilis, D. (2014). A new index of financial conditions. *European Economic Review, Elsevier*, 71(C), 101-116.
- Mayes, D. & Virén, M. (2001). Financial Conditions Indexes. *Bank of Finland Discussion Paper*, (17).
- Shokravi, S., Khezri, M. (2017). Measuring Financial Development Index and Analyzing Its Time-Varying Effects on Economic Growth: An Application of TVP-FAVAR Model. *Economics Research*, 17(67), 315-341. (in Persian)
- Taghizadeh, H., Zamanian, G. & Harati, J. (2018). Monetary Shocks Effects on Different Economic Sectors: Using the FAVAR Approach. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 4(4), 1-26.