

# ارزیابی پیش‌بینی رشد اقتصادی با استفاده از مدل‌های سری زمانی یک متغیره و مدل‌های تک نماگر از شاخص‌های پیشرو

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۲۶

تاریخ تأیید: ۹۲/۰۴/۰۵

علی طیب‌نیا<sup>۱</sup>

دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

محسن مهرآرا<sup>۲</sup>

استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

رضا محمدی<sup>۳</sup>

کارشناسی ارشد اقتصاد از دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

## چکیده

بررسی رفتار تولید ناخالص داخلی و برخی متغیرهای کلان و بخشی نشان می‌دهد که الگوی تغییرات تولید ناخالص داخلی با الگوی تغییرات آن متغیرها هماهنگی دارد که این هماهنگی با تقدم و تأخر زمانی انعکاس می‌یابد. تقدم زمانی در متغیرهای مربوطه زمینه پیش‌بینی تغییرات تولید ناخالص داخلی را فراهم می‌کند. این متغیرها به شاخص‌های پیشرو معروف می‌باشند. این تحقیق به دنبال مقایسه توانایی شاخص‌های پیشرو مختلف در پیش‌بینی رشد کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی از طریق روش مدل تک‌نماگر از شاخص‌های پیشرو می‌باشد. بدین منظور چهارده شاخص پیشرو طی هشت دوره زمانی مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است، ضمن مقایسه شاخص‌های پیشرو پیش‌بینی‌های حاصله با نتایج الگوی خود رگرسیون میانگین متحرک یک متغیره نیز مقایسه گردیده است. نتایج حاکی از برتری نسبی متغیر نرخ غیررسمی ارز می‌باشد هر چند بهترین شاخص پیشرو در دوره‌های مختلف متفاوت می‌باشد. آماره مورد استفاده در انجام مقایسات آماره ریشه میانگین مجذور خطاها می‌باشد.

واژگان کلیدی: شاخص‌های پیشرو، مدل تک‌نماگر، ریشه میانگین مجذور خطاها (RMSE).

پیش‌بینی رشد کوتاه‌مدت

طبقه‌بندی موضوعی: C22, C53, C52

## مقدمه

دیدگاه‌های مربوط به نوسانات ادوار تجاری و کاربرد آن‌ها در فرآیند پیش‌بینی اقتصادی

1. Email: taiebni@ut.ac.ir

2. Email: mmehrara@ut.ac.ir

3. Email: mohammadi.rz@gmail.com

« نویسنده مسئول »

همواره مورد توجه سیاست‌گذاران اقتصادی از هر طیف و مکتبی بوده است. بر این اساس شناخت تحولات آتی ادوار تجاری و متغیرهای مؤثر بر آن، به منظور تفسیر واقع‌بینانه از روند کلی اقتصاد در آینده نقش مهمی پیدا می‌کند.

بررسی رفتار تولید ناخالص داخلی و برخی متغیرهای کلان و بخشی نشان می‌دهد که الگوی تغییرات تولید ناخالص داخلی با الگوی تغییرات آن متغیرها هماهنگی دارد، که این هماهنگی با تقدم و تأخر زمانی انعکاس می‌یابد. در ادبیات اقتصاد کلان این متغیرها به عنوان شاخص‌های پسین و پیشین، متقدم و متأخر و یا شاخص‌های پیشرو<sup>۱</sup> و تأخیری معروف می‌باشند؛ که از این میان شاخص‌های پیشرو از اهمیت بیشتری نسبت به بقیه برخوردارند، چرا که آن از یک سو وضعیت بخش مربوط به خود را معرفی و از سوی دیگر تحولات آتی اشتغال و تولید را بیان می‌کنند؛ لذا با توسل به آن‌ها می‌توان به پیش‌بینی‌های مناسبی در خصوص تحولات سری تولید ناخالص داخلی دست پیدا نمود. تحلیل شاخص‌های پیشرو و پیش‌بینی‌های انجام شده توسط آن‌ها می‌تواند به کارگزاران اقتصادی تصویر روشن و درستی از وضعیت فعلی و آینده متغیرهای اقتصادی را بدهد. این شاخص‌ها برای مسئولین اقتصاد و بازرگانی کشور بسیار مهم و مفید می‌باشند. چنانچه مسئولین بتوانند با استفاده از آن‌ها اوضاع و احوال اقتصادی را به درستی بشناسند و روند آتی آن را پیش‌بینی نمایند قادر خواهند بود سیاست‌های مناسب اقتصادی را جهت خنثی کردن نوسانات نامطلوب اقتصادی اتخاذ کرده و بدین ترتیب در مسیر رشد اقتصادی کشور نوسانات را به حداقل ممکن تقلیل دهند.

گستره مطالعات انجام شده در زمینه شاخص‌های پیشرو طی چند دهه اخیر بسیار زیاد است. کاربرد شاخص‌های پیشرو در ابتدا، عمدتاً مربوط به پیش‌بینی نقاط عطف بوده اما به مرور در پیش‌بینی سایر مراحل ادوار تجاری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها در پیش‌بینی متغیرهایی مانند رشد و تورم نیز کاربرد بسیار یافته است. از سوی دیگر در برخی از مطالعات، استفاده از متغیرهای مختلف به عنوان شاخص در فرآیند پیش‌بینی چندان نیازی به پیش شرط خاصی مانند وجود مبنای نظری و یا حتی وجود ارتباط میان نقاط عطف آن‌ها و سری مرجع ندارد؛ در این مطالعات از روش کاوش داده‌ای<sup>۲</sup> استفاده می‌گردد. منظور از کاوش داده‌ای استخراج اطلاعات مفید از مجموعه بزرگی از داده‌های کلان اقتصادی می‌باشد. در این

---

1. Leading Indicators

2. Data mining

روش تمامی متغیرهایی که به نظر می‌رسد حتی ارتباط اندکی با سری مرجع دارند در یک الگوی خاص قرار می‌گیرد؛ و در نهایت متغیری که بتواند پیش‌بینی‌های مناسبی در دوره‌های مختلف انجام دهد انتخاب و برای پیش‌بینی‌های آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اما مطالعاتی که در خصوص شاخص‌های پیشرو در اقتصاد ایران صورت گرفته است، غالباً توجه خود را معطوف به نقاط عطف (واگرد و یا چرخش) سری تولید ناخالص داخلی می‌نمایند. بدین ترتیب که شناسایی و معرفی یک متغیر به عنوان شاخص پیشرو بر این اساس می‌باشد که نقاط عطف آن قبل از سری مرجع اتفاق بیافتد و اساساً هدف از معرفی آن پیش‌بینی نقاط چرخش می‌باشد. همچنین از آنجا که تاکنون از این شاخص‌ها در زمینه پیش‌بینی رشد کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی در ایران استفاده نشده است، در این تحقیق در نظر است پیش‌بینی‌هایی که با استفاده از شاخص‌های پیشرو برای رشد تولید ناخالص داخلی مبتنی بر روش مدل تک نماگر انجام می‌شود با یکدیگر مقایسه و همچنین نتایج حاصله از این روش در مقایسه با نتایج مدل خودرگرسیون میانگین متحرک یک متغیره<sup>۱</sup> برای متغیر رشد تولید ناخالص داخلی نیز ارزیابی گردد.

بدین منظور پیش‌بینی‌های گذشته‌نگر<sup>۲</sup> برای چند دوره متوالی انجام می‌شود. به این ترتیب که ابتدا دوره تخمین سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۸۱ در نظر گرفته شده و مدل مربوطه برای هر کدام از شاخص‌های پیشرو برآورد و پیش‌بینی‌های یک گام به جلو<sup>۳</sup> متغیر وابسته برای دو سال بعد، یعنی برای دوره ۱۳۸۱-۱۳۸۲ انجام می‌گیرد. در ادامه آماره ریشه میانگین مجذور خطاها<sup>۴</sup> مربوط به آن محاسبه می‌گردد. این فرآیند برای تک‌تک متغیرها انجام و نتایج آن ثبت می‌گردد. سپس سال پایانی دوره تخمین را یک سال جلو برده و دوره ۱۳۸۱-۱۳۸۲ به عنوان دوره تخمین به کار برده شده و پیش‌بینی برای سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۳ انجام می‌شود؛ و به همین ترتیب مجدداً هر بار یک سال به دوره تخمین اضافه شده و کلیه مراحل تا دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۸ انجام می‌پذیرد.

هر چه آماره ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی<sup>۵</sup> کمتر باشد نشان از این دارد که پیش‌بینی‌های مناسب‌تری صورت گرفته است. لازم به ذکر است مقایسه آماری مقادیر ریشه میانگین مجذور خطاها توسط آزمون F انجام می‌شود. برای بررسی دقیق‌تر انتخاب انجام شده و شناسایی میزان اعتماد به مناسب‌ترین شاخص پیشرو با استفاده از نتایج به دست آمده در ادامه

- 
1. univariate ARMA
  2. Ex-post
  3. One-step-ahead
  4. root-mean-squared-error
  5. root-mean-squared-error

کوشش می‌گردد یک متغیر به عنوان مناسب‌ترین شاخص پیشرو معرفی شود. سؤالاتی که در این تحقیق مورد توجه است بدین قرار است: آیا بهترین شاخص در طول سال‌های مختلف متفاوت است؟ آیا مدل‌های شامل شاخص‌های پیشرو (مدل تک‌نماگر) در مقایسه با مدل ARMA یک متغیره پیش‌بینی‌های بهتری انجام می‌دهند؟ آیا از میان متغیرهای پیشروی انتخاب شده متغیری وجود دارد که همواره پیش‌بینی‌های بهتری از مدل ARMA یک متغیره داشته باشد؟

### ۱- اهمیت پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت در سیاست‌گذاری‌های کلان

پیش‌بینی‌های کلان اقتصادی در برخی اشکال خود از دیرباز مرسوم بوده است. مصریان باستان برداشت محصول (به عنوان بخش عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی) را با توجه به وضعیت رود نیل در فصل طغیان آن پیش‌بینی می‌کردند. نوستراداموس و از جمله پیشگویان دیگر نمونه‌ای از برخی پیش‌بینی‌های مبهمی را نشان می‌دهند. در قرن هفدهم میلادی سر ویلیام پتی<sup>۱</sup> یک چرخه اقتصادی را مشخص و پیشنهاد پایه‌ریزی یک سیستم پیش‌بینی را مطرح نمود. در ایالات متحده و در طول سال‌های ۱۹۱۰-۱۹۳۰ پیش‌بینی‌های مربوط به صنعت توسعه بسیاری یافت؛ اما با شروع رکود بزرگ و به دلیل عدم توانایی پیش‌بینی‌های انجام شده در مسائل به وجود آمده این موضوع تا مدتی به دست فراموشی سپرده شد.

اما پیش‌بینی‌های اقتصادی به گونه‌ای که امروزه در سراسر دنیا شهرت یافته است را شاید بتوان محصول انقلاب کینزی دانست. این پیش‌بینی‌ها که به صورت رسمی و منظم انجام می‌پذیرفتند در فاصله اندکی پس از جنگ جهانی دوم در کشورهای اسکانداویا، در دهه ۱۹۵۰ به بریتانیا و در دهه ۱۹۶۰ در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته رواج یافت (هاوکینز، ۲۰۰۵).

اهمیت این پیش‌بینی‌ها به گونه‌ای است که هم اکنون برخی نهادهای بین‌المللی مانند صندوق بین‌المللی پول، بانک جهانی، اکونومیست و .. پیش‌بینی‌های مربوط به اقتصاد جهان و شاخص‌های کلان کشورهای مختلف را محاسبه و منتشر می‌کنند. مهم‌ترین کاربرد پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت در کشورهای مختلف را می‌توان در دو مورد خلاصه کرد:

اول، تنظیم بودجه دولت؛ معمولاً هنگام ارائه بودجه دولتی به پارلمان پیش‌بینی‌های اقتصادی نیز منتشر و به عنوان پشتوانه‌ای برای نحوه تنظیم لایحه بودجه مورد استفاده قرار

---

1. Sir William Petty

می‌گیرد و دوم، سیاست‌گذاری‌های پولی.

اما در کنار اقدامات که در این خصوص در بخش دولتی انجام می‌پذیرد در بخش غیررسمی اقتصاد نیز با استفاده از تئوری‌های اقتصادی و مدل‌های اقتصادسنجی برآوردهایی از شاخص‌های کلان اقتصادی ارائه می‌دهند که سیر تحولات آن‌ها بدون تردید بر پیش‌بینی‌های بخش رسمی اقتصاد تأثیرگذار است.

## ۲- مبانی نظری استفاده از شاخص‌های پیشرو

به اعتقاد لاهیری و مور (۱۹۹۲) بکارگیری شاخص‌های پیشرو در انجام پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت شاید از جمله روش‌هایی باشد که با وجود کمترین مبنای تئوریک مورد استفاده قرار می‌گرفته است. برای نخستین بار این شاخص‌ها برای آگاهی از روند آتی اقتصاد و اطلاع از رونق یا عمیق شدن رکود در آینده، در اوایل قرن بیستم توسط میلتون پرسونز<sup>۱</sup> (۱۹۱۹) به کار گرفته شد. اما اولین باری که متغیرهای پیشرو به صورت منسجم تبیین و تعریف شد به واحد خدمات اقتصادی دانشگاه «هاروارد» در دهه ۱۹۲۰ برمی‌گردد، که به شاخص‌های ABC هاروارد معروف است. تا اواخر دهه بیست و قبل از رکود بزرگ این شاخص‌ها از مقبولیت زیادی برخوردار بودند، اما با شروع رکود بزرگ و عدم پیش‌بینی‌های مناسب از این دوران این شاخص‌ها اعتبار گذشته خود را از دست دادند. تا اینکه در سال ۱۹۳۷-۱۹۳۸ هنری مورژنتاو<sup>۲</sup>، مسئول خزانه‌داری ایالات متحده از انجمن ملی تحقیقات اقتصادی خواست تا لیستی از شاخص‌هایی که بتوانند مراحل پایانی رکود دهه سی را پیش‌بینی نمایند تهیه کنند. این پیشنهاد منجر به پایه‌گذاری سیستمی از شاخص‌ها گردید که به رهیافت (NBER)<sup>۳</sup> مشهور شده است. این رهیافت تحت سرپرستی وسلی میچل<sup>۴</sup> و آرتور برنز<sup>۵</sup> در دفتر ملی تحقیقات اقتصادی و به صورت گزینش تعدادی از سری‌های اقتصادی برای یک سیستم پیش‌بینی کننده ادوار شکل گرفت. این سری‌های اقتصادی شامل سه دسته شاخص بودند:

الف- شاخص‌های پیشرو؛<sup>۶</sup>

ب- شاخص‌های همزمان؛<sup>۷</sup>

- 
1. Warren Milton persons
  2. Hendry morgenthau
  3. National Bureau of Economic Research
  4. Wesley c. Mitchell
  5. Arthur F. Burns
  6. leading indicators
  7. coincident indicators

### ج- شاخص‌های تأخیری.<sup>۱</sup>

شاخص‌های پیشرو همان‌گونه که ذکر شد انتظار می‌رود قبل از تحولات متغیرهایی که وضعیت کلی اقتصاد را نشان می‌دهند، متحول می‌شود. شاخص‌های همزمان به شاخص‌هایی اطلاق می‌شود که حرکت‌های همزمان با متغیرهای کلان موردنظر دارند و شاخص تأخیری نیز به آن دسته‌ای اطلاق می‌شود که تحولات آن‌ها بعد از ایجاد تحول و تغییر در شاخص‌های نشان‌دهنده وضعیت کلی اقتصاد رخ خواهد داد. عملاً بررسی شاخص‌های تأخیری از این حیث انجام می‌شود که صحت و سقم شاخص‌های همزمان و پیشرو را نشان دهد. در سال‌های بعد تغییرات بسیاری در آن فهرست داده شده است، اما تقسیم‌بندی شاخص‌ها به همان سه حالت فوق‌الذکر می‌باشد. به عنوان مثال در سال ۱۹۶۶ تعداد ۷۲ شاخص گزینش شده‌اند که شامل ۳۲ شاخص پیشرو، ۲۶ شاخص همزمان و یازده شاخص تأخیری بوده‌اند. در فهرست سال ۱۹۷۷، ۱۱۱ شاخص به صورت شاخص‌های اوج و حقیض به صورت جداگانه منتشر شد (درگاهی، ۱۳۸۳).

در جدول پیشنهادی سال ۱۹۷۷، دفتر ملی تحقیقات اقتصادی، شاخص‌ها به صورت میانگین موزون بوده و اطلاعات زیادی در مورد نقطه بازگشت وضعیت کلی اقتصاد ارائه می‌دهد. وزن‌های اعطاء شده به شاخص‌های اقتصادی در حدود دامنه صفر تا صد قرار دارد. مبنای وزن‌های در نظر گرفته شده برای شاخص‌ها عبارت بودند از: اهمیت اقتصادی<sup>۲</sup>؛ بسندگی آماری<sup>۳</sup>؛ همراهی و مشارکت تاریخی در نوسانات اقتصادی<sup>۴</sup>؛ ثبت زمان‌گذاری از لحاظ نوسانات (به لحاظ همزمانی، پیشرو و یا تأخیردار بودن)، همواری<sup>۵</sup>؛ سرعت در انتشار<sup>۶</sup>.

انتخاب این معیارها عمدتاً اختیاری بوده‌اند و ملاک نظری قدرتمندی پشت انتخاب آن‌ها وجود ندارد. قبل از وزن‌دهی دو عملیات دیگر بر روی سری‌ها انجام می‌گرفت. ابتدا آن‌هایی که مانند بیکاری روند مخالف ادوار دارند معکوس شده و در مرحله بعد، تمام سری‌ها استاندارد می‌شوند؛ بدین معنی که مقیاس‌های آن‌ها یکسان می‌شوند.

البته در روش NBER تعدیلات بیشتری نیز صورت می‌گیرد؛ چرا که بایستی روند

- 
1. lagging indicators
  2. Economic significance
  3. Statistical adequacy
  4. Cyclical timing record
  5. smoothness
  6. Promptness of publication

بلندمدت شاخص پیشرو از نوسانات نامنظم آن جدا شود. در این رهیافت علاوه بر شاخص‌های پیشرو، همزمان و تأخیری شاخص دیگری تحت عنوان شاخص انتشار نیز تولید می‌شود. این شاخص چگونگی گسترش رونق و یا رکود را مشخص می‌کند. به طور نمونه یک شاخص انتشار اشتغال درصد افزایش در اشتغال یک دوره را نسبت به دوره قبل نشان می‌دهد.

رهیافت شاخص‌های پیشرو بر این اساس استوار است که اقتصادهای بازارگرا، نوسانات اقتصادی را تجربه می‌کنند و در این نوسانات پیامدهایی رخ می‌دهد که خود موجب ایجاد ادوار تجاری و تغییرات نرخ رشد اقتصادی می‌شوند. این رهیافت در پیش‌بینی ادوار به دنبال یافتن پیامدهای تکرارشونده به منظور توضیح ادوار و استفاده از آن‌ها برای تشخیص و پیش‌بینی وقوع و بروز مراحل ادوار تجاری است. همچنین در پیش‌بینی رشد تولید نیز به دنبال تکانه‌های اولیه‌ای است که موجبات رشد کلی اقتصاد در مراحل آتی را فراهم می‌آورد.

شاخص‌های پیشرو به نحوی با پنج منطبق زیر در ارتباطند:

۱- زمانبری در تولید: بین تصمیم‌گیری برای تولید و تحقق تولید مدتی زمان لازم است؛

۲- آسانی در تطبیق: برخی ابعاد فعالیت اقتصادی نسبت به سایر ابعاد متضمن هزینه‌ی تغییر کمتری در کوتاه‌مدت هستند، مانند ساعات کار هفتگی نسبت به اشتغال و ...؛  
۳- انتظارات بازار: برخی سری‌های زمانی، گرایش به بازتاب پیش‌بینی‌ها در مورد آینده‌ی فعالیت اقتصادی با حساسیت ویژه در این زمینه دارند؛

۴- نیروهای محرکه‌ی نخستین: نوسانات در فعالیت اقتصادی ممکن است توسط تعدادی از نیروهای قابل سنجش مانند سیاست‌های پولی و مالی آغاز شده باشند.

۵- تغییرات در مقابل سطح: سری‌های زمانی پیش‌رسیدن به مقدار خود در سطح چرخش به سمت بالا یا پایین دارند.

سه مورد اول از جمله مواردی هستند که در ابتدا بیشتر مورد تأکید بودند. آن‌ها مواردی هستند که مستقیماً تصمیمات تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اما با منطبق چهارم و پنجم

- 
1. Production time
  2. Ease of adoption
  3. Market expectation
  4. Prime movers
  5. Change-versus-level

می‌توان متغیرهایی را مورد بررسی قرار داد که امکان پیش‌بینی بیش از یک دوره را میسر می‌سازد (لاهییری و مور، ۱۹۹۲).

### ۳- مروری بر پیشینه بکارگیری متغیرهای پیشرو در ادوار تجاری و رشد اقتصادی

مطالعات انجام شده در زمینه شاخص‌های پیشرو را می‌توان در سه گروه تقسیم‌بندی کرد. گروهی که به مطالعه بر روی سری‌های انفرادی شاخص‌های پیشرو و پیش‌بینی‌های خاص آن تأکید دارد، گروه دوم مطالعاتی است که به بررسی و ساخت شاخص‌های ترکیبی پرداخته و گروه سوم به مقایسه دو دسته قبل می‌پردازد.

از مطالعات مربوط به گروه اول می‌توان به این موارد اشاره نمود: مطالعه‌ی سارجنت و سیمز<sup>۱</sup> (۱۹۷۷) و همچنین کینگ و پلازر<sup>۲</sup> (۱۹۸۴) که در زمینه الگوهای پویای اقتصاد کلان انجام شده است، در ارائه یک الگوی نظری درباره متغیرهای پیشرو و قابلیت استفاده در تبیین تحولات آتی اقتصاد، دارای اهمیت هستند. سکچی<sup>۳</sup> و دیگران (۲۰۰۰) از شاخص‌های پیشرو در الگویی موسوم الگوی تک نماگر<sup>۴</sup> از شاخص‌های پیشرو برای پیش‌بینی تورم استفاده کردند. بدین منظور آن‌ها از نوزده متغیر به عنوان شاخص‌های پیشرو برای تورم استفاده کرده‌اند. در این تحقیق ابتدا یک الگوی خودرگرسیون<sup>۵</sup> (که تورم را روی وقفه‌های خودش رگرس می‌کند) برآورد شده، سپس هر یک از نماگرهای پیشنهادی به عنوان متغیر پیشرو در غالب الگوی زیر به الگوی اولیه مذکور افزوده و نتایج با یکدیگر مقایسه شده است:

$$\Delta CPI = \alpha + \sum_{i=1}^4 \beta_i \Delta CPI_{t-i} + \lambda IND_{t-1} + \varepsilon_t$$

در رابطه فوق  $\Delta CPI$  معرف تغییرات لگاریتم شاخص قیمت‌ها و  $IND$  شاخص پیشرو مورد نظر می‌باشد؛  $\varepsilon$  نیز نمایانگر جزء اخلال الگو می‌باشد. نتایج به دست آمده حاکی از این است که هیچ‌کدام از شاخص‌های لحاظ شده به صورت پیوسته و سازگار تخمین‌های حاصل از الگوی اتورگرسیو را بهبود نمی‌بخشد و بهترین شاخص از هر دوره به دوره دیگر متفاوت می‌باشد. کاشین و اولیاریس (۲۰۰۱)<sup>۶</sup>، در مطالعه‌ی اشکال کلیدی چرخه‌های تجاری، بعد از جداسازی

- 
1. Sergeant & Sims
  2. King R.G and Plosser.C.I
  3. Cecchetti
  4. Single indicator
  5. Pure autoregressive
  6. Cashin & Aularis(2001)



چرخه‌های تجاری از روند بلندمدت تولید ناخالص ملی به وسیله فیلتر - پرسکات و همچنین فیلتر کالمن<sup>۱</sup> به بررسی عوامل آن می‌پردازند. از جمله نتایج مهم آن، این است که طی چهار دهه اخیر قیمت‌ها یک حرکت چرخه‌ای متقابلی با هم داشته‌اند. گاراستو و پلگرینی<sup>۲</sup> (۲۰۰۱)، در مقاله‌ایی با عنوان «تکانه‌های طرف عرضه و تقاضا در ایتالیا، علل بروز ادوار تجاری» را در سه گروه دسته‌بندی می‌کنند که عبارت است از: تکانه‌های تقاضا، فن‌آوری و عرضه نیروی کار. دو مورد اخیر مربوط به تکانه‌های طرف عرضه می‌باشد. از جمله نتایج مهم تحقیق این است که تکانه‌های فن‌آوری به طور دائمی اثر معنی‌داری روی تغییرپذیری تولیدات صنعتی دارند و رفتار کوتاه‌مدت تولیدات صنعتی به طور گسترده‌ای توسط تکانه‌های طرف عرضه توضیح داده می‌شود. کوز، ترک و ویتمن<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) در بررسی ادوار تجاری جهانی در طول دوره (۱۹۶۰-۲۰۰۱) از داده‌های تولید ناخالص ملی، مصرف و سرمایه‌گذاری استفاده کرده‌اند. طبق یافته‌های به دست آمده یک تکانه عمومی، شکاف بزرگ‌تری را در تولید ملی، مصرف و سرمایه‌گذاری در دوره‌ای که کشورها جهانی شدن بیشتر و کاهش موانع تجاری را تجربه می‌کنند به وجود می‌آورد. همچنین آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تغییر نرخ بهره، منبع اصلی هم‌حرکتی بین کشورهاست. بدین معنا که وقتی نرخ بهره در کشورهای گروه هفت به صورت همسو حرکت کند، تولید ناخالص داخلی این کشورها نیز حرکت همسویی را خواهد داشت.

از مطالعاتی که به منظور ساخت شاخص‌های ترکیبی انجام شده می‌توان به مطالعات ریچارد هولمز<sup>۴</sup> (۱۹۸۶)، که در جهت ساختن یک شاخص ترکیبی پیشرو برای اشتغال صنعتی از روشی به نام رگرسیون مؤلفه ادواری<sup>۵</sup> استفاده کرد، اشاره نمود. همچنین جیمز استاک و مارک واتسون<sup>۶</sup> (۱۹۸۹) از روش دیگری به نام روش فضا حالت و بردار اتورگرسیو<sup>۷</sup> اتورگرسیو<sup>۷</sup> استفاده کردند. آن‌ها با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی سری‌های اقتصادی، آن‌ها را به سه دسته‌ی کلی شاخص‌های همزمان، پیشرو و شاخص‌های تأخیری تقسیم می‌کنند، سپس با ارائه‌ی یک الگوی آماری، هم‌حرکتی‌های ما بین سری‌های همزمان را به عنوان یک سری غیرقابل مشاهده که آن را شاخص ترکیبی همزمان می‌نامند استخراج

---

1. Kalman Filter

2. Garasto & Plligrini (2001)

3. Kose, Tork & Whiteman (2002)

4. HOLMES.R.A "LEADING INDICATORS OF INDUSTERIAL EMPLOYMENT"

5. Regression of Cyclical Component Approach

6. Stock .j and Mark Watson

7. State Space & Vector Autoregressive Approach

می‌کنند. سری مذکور، روند مشترک بین تمامی شاخص‌های هم‌زمانی است که بیانگر وضعیت اقتصاد هستند. هولمز و شمس‌الدین<sup>۱</sup> (۱۹۹۳) برای ساختن شاخص ترکیبی پیش‌رو برای اشتغال صنعتی از روشی به نام روش رهیافت مؤلفه‌های اساسی<sup>۲</sup> استفاده کردند. در این روش اوزان هر کدام از سری‌های انفرادی به نحوی گزینش می‌شود تا شاخص ترکیبی، بیشینه تغییرات در مجموعه تمامی متغیرها را منعکس کند و در عمل اوزان مرتبط با هر سری و همچنین شاخص ترکیبی موزون را به عنوان عناصر غیرقابل مشاهده در نظر می‌گیرد. این روش به یک مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی تبدیل می‌شود.

اما از گروه سوم و مطالعاتی که به انجام مقایسه میان پیش‌بینی‌های انجام شده توسط شاخص‌های انفرادی و ترکیبی پرداخته‌اند می‌توان موارد ذیل را نام برد:

بنرجی<sup>۳</sup>، مارسلینو<sup>۴</sup> و ماستن<sup>۵</sup> (۲۰۰۳) پیش‌بینی تورم و رشد تولید ناخالص داخلی داخلی از طریق شاخص‌های پیش‌رو را از طریق سه روش انتخاب خودکار مدل<sup>۶</sup>، مدل عاملی<sup>۷</sup> و روش ترکیب پیش‌بینی‌های به دست آمده از الگوهای تک‌نماگر<sup>۸</sup> را با الگوهای اتورگرسیو برای اروپا مقایسه کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که پیش‌بینی از طریق نماگرها به صورت منفرد، به طور متوسط، بهتر از پیش‌بینی از طریق الگوهای خیلی پیچیده است. اما با این وجود مشاهده شد نماگری که برای هر دوره استفاده می‌شود متفاوت از نماگر استفاده شده از دوره دیگر است. بنرجی و مارسلینو (۲۰۰۵) نیز به تبعیت از تحقیق انجام شده پیشین، پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی و تورم در ایالات متحده را از سه روش ذکر شده مقایسه نمودند و نتیجه گرفتند هر سه روش به طور سیستماتیک به وسیله الگوهای تک‌نماگر برآزش می‌شوند. آن‌ها همچنین پیش‌بینی از طریق شاخص‌های پیش‌رو را با پیش‌بینی از طریق الگوهای اتورگرسیو صرف مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از شاخص‌های پیش‌رو به طور منظم پیش‌بینی‌های حاصل از الگوهای اتورگرسیو را بهبود می‌بخشد؛ با این وجود

- 
1. Holmes and Shamsudin,
  2. Principle Component Approach
  3. Anindya Banerjee
  4. Massimiliano Marcellino
  5. Massimiliano Marcellino
  6. Automated model selection procedure
  7. factor model
  8. Single-indicator-based forecast pooling

بهترین شاخص در طول زمان در حال تغییر بوده و بیشتر شاخص‌ها حداقل در ۵۰٪ دوره‌های تخمین، خطای پیش‌بینی<sup>۱</sup> بیشتری از الگوی اتورگرسیو ایجاد می‌کنند. بابا<sup>۲</sup> و کیزینی<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای بر اساس اصل شمول و ترکیب پیش‌بینی‌ها سعی در انتخاب شاخص پیشرو از میان مجموعه بزرگی از شاخص‌ها مختلف با تأکید بر پیش‌بینی دوران رکود داشتند. آن‌ها این دو روش را برای داده‌های ایالات متحده به کار برده و نشان دادند که پیش‌بینی از طریق الگوریتم پیشنهادی آن‌ها که بر اساس اصل شمول و شاخص‌های انفرادی بوده است توانست پیش‌بینی‌های سازگارتری نسبت به تخمین‌های انجام شده توسط شاخص‌های خوشنام در طول دوره‌های مختلف ارائه دهد. به علاوه شاخص‌های انتخاب شده به طور معقول و سازگار با چرخه‌های تجاری مربوط به شاخص‌های پیشرو استاندارد، هماهنگی دارند.

در خصوص اقتصاد ایران مطالعات اندکی در این زمینه وجود دارد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد:

سرفراز (۱۳۷۵) در تحقیقی با عنوان بررسی دور فعالیت‌های اقتصادی در ایران ۱۳۳۸-۱۳۷۴ به تحلیل ادوار تجاری ایران پرداخته است در این تحقیق علت فراز و نشیب‌های GDP حقیقی با توجه به وقایع اقتصادی، اجتماعی و سیاسی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. همچنین متغیرهای پیشرو، همزمان و تأخیری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مطابق نتایج به دست آمده نرخ رشد درآمد نفتی و تغییر در عرضه‌ی پول به عنوان متغیر پیشرو و کسر بودجه‌ی دولت به عنوان متغیر مؤخر شناسایی شده‌اند. نیلی و درگاهی (۱۳۷۷) به منظور بررسی وضعیت رکودی اقتصاد ایران، اثرات تکانه‌های مربوط به واردات و عرضه‌ی پول و نرخ ارز را بررسی کرده و معنی‌داری این تأثیرات را مورد تأیید قرار داده است. سهرابزاده (۱۳۷۸) در مطالعه‌ای پنجاه سری زمانی طی دوره ۱۳۱۵-۱۳۷۷ (به صورت سالانه و فصلی) را مورد بررسی قرار داده و تقویم مرجع ادوار تجاری اقتصاد ایران که نشان‌دهنده آغاز دوره‌های رونق، رکود و ادوار کامل تجاری است را تدوین نموده است. وی سپس با مطالعه تاریخی رفتار نوسانی و ادواری سری‌های مورد مطالعه و با توجه به تقدم و یا تأخر سری‌ها نسبت به نقاط اوج فعالیت‌های اقتصادی مندرج در تقویم مرجع، سری‌های مذکور را به سه زیر گروه راهنما

---

1. RMSE  
2. Chikako Baba  
3. Turgut Kışınbay

پیشرو) (یازده سری)، همراه (چهارده سری) و متأخر (هشت سری) طبقه‌بندی نمود. نائینی (۱۳۷۹) در تحقیقی با عنوان «پول و ادوار تجاری، در اقتصاد ایران» به بررسی رابطه‌ی بین حجم پول، با ادوار تجاری در اقتصاد ایران پرداخته است. در این تحقیق از فیلتر هادریک و پرسکات (HP) به منظور جداسازی جزء چرخه‌ای، استفاده شده است. نتیجه‌ی حاصله این بوده است که تغییرات حجم پول با ادوار تجاری هم‌جهت نیست و شواهدی مبنی بر پیشرو یا تأخیری بودن آن با ادوار تجاری وجود ندارد. ختایی و دانش‌جعفری (۱۳۸۰) در تحقیقی با عنوان «نماگرهای دوران‌های اقتصادی ایران با استفاده از تحلیل متغیرهای پیشرو، متغیرهای درآمد حقیقی نفت و واردات حقیقی را به عنوان متغیرهای پیشرو محاسبه نموده‌اند. سپس یک نماگر ترکیبی از این دو متغیر پیشرو ساخته و به منظور پیش‌بینی وضعیت آینده‌ی اقتصاد ایران مورد استفاده قرار داده‌اند. در این تحقیق متوسط دوره‌ی رکود در اقتصاد ایران ۴۱ ماه و متوسط رونق ۳۲ ماه محاسبه گردیده است.

جهانگرد و فرهادی (۱۳۸۲) در مطالعه‌ی شاخص‌های ترکیبی آینده‌نگر و همزمان، بر اساس روش NBER برای دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰ را مشخص و طبق روش کشورهای OECD محاسبه نمودند. برای ساخت شاخص ترکیبی از چهارده متغیر از جمله متغیرهای ارزش افزوده بخش ساختمان، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص داخلی، موجودی انبار، واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، نرخ ارز واقعی، بدهی بخش دولتی به سیستم بانکی، اشتغال در بخش صنعت، پس‌انداز ناخالص داخلی، قیمت نفت، نرخ تورم، هزینه‌های مصرف کالاهای بی‌دوام، بادوام، چک‌های برگشتی و کسری بودجه استفاده نموده و ادامه رونق شکل گرفته در سال ۷۹ را در سال‌های ۸۱ و ۸۲ پیش‌بینی نمودند. درگاهی (۱۳۸۳) جهت شناسایی شاخص‌های پیشرو و ساخت یک شاخص ترکیبی جهت تجزیه و تحلیل ادوار تجاری در اقتصاد ایران با استفاده از داده‌های سالانه ۱۳۳۸-۱۳۷۸ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران مجموعه‌ای از شاخص‌های همزمان و پیشرو را در اقتصاد ایران شناسایی کرده و با استفاده از روش اتورگرسیو بُرداری (VAR) شاخص ترکیبی پیشرو را به دست آورد.

#### ۴- معرفی متغیرهای مدل و خواص آماری آن‌ها

در این تحقیق با استفاده از داده‌های بانک جمهوری اسلامی ایران از چهارده متغیر که در مطالعات پیشین در خصوص اقتصاد ایران از جمله مطالعه زنجانی (۱۳۷۹) و درگاهی (۱۳۸۳) به عنوان شاخص پیشرو معرفی شده‌اند استفاده می‌گردد. بازه زمانی این متغیرها ۱۳۳۸-۱۳۸۹

می‌باشد که برای پیش‌بینی تا سال ۱۳۹۰ به کار برده می‌شود. این متغیرها در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول (۱): متغیرهای مورد استفاده به عنوان شاخص پیشرو به همراه علامت‌های اختصاری آن‌ها در طرح حاضر

ردیف	نام متغیر	علامت اختصاری
۱	پایه پولی	BM
۲	شاخص قیمت مصرف‌کننده	CPI
۳	نرخ رسمی ارز	F-EX
۴	مخارج جاری دولت	G1
۵	مخارج عمرانی دولت	G2
۶	نرخ غیر رسمی ارز	IF-EX
۷	تعداد پروانه‌های صادرشده ساختمانی	LIC
۸	حجم پول	M1
۹	حجم نقدینگی	M2
۱۰	شاخص قیمت تولیدکننده	PPI
۱۱	سرمایه گذاری در تجهیزات	EQU_INV
۱۲	ارزش افزوده بخش صنعت	S_INDUST
۱۳	درآمد دولت از صادرات نفت	GI_P
۱۴	صادرات نفت خام	PETR

بکارگیری روش‌های سنتی و معمول اقتصادسنجی در برآورد ضرایب الگو با استفاده از داده‌های سری‌های زمانی، بر این فرض استوار است که متغیرهای سری‌های زمانی مورد استفاده پایا هستند. بنابراین بدین منظور و همچنین به دلیل عدم دستیابی به رگرسیون کاذب آزمون ریشه واحد بر روی تمامی متغیرهای مورد نظر انجام می‌گیرد.

اما قبل از انجام آزمون ریشه واحد به جهت پایدارسازی واریانس، یک تبدیل لگاریتمی بر روی متغیرها انجام داده و سپس آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته<sup>۱</sup> را بر روی آن‌ها انجام می‌دهیم. نتایج این آزمون به همراه مقادیر بحرانی مربوط به سطح پنج درصد در جدول (۲) آمده است. همان‌گونه که از جدول (۲) برمی‌آید تفاضل مرتبه اول لگاریتم تمامی متغیرها به جز متغیر شاخص قیمت عمده‌فروشی در سطح ۹۵ درصد پایا هستند. تفاضل مرتبه اول شاخص قیمت عمده‌فروشی نیز در سطح ۹۰ درصد پایاست. به این ترتیب با توجه به اینکه از تفاضل مرتبه اول

1. ADF

فرم لگاریتمی متغیرها که پایا هستند در مدل استفاده می‌شود از رگرسیون کاذب اجتناب شده و مدل‌هایی برآورد شده از این نظر قابل استناد خواهد بود.

جدول (۲): نتایج آزمون ریشه واحد بر اساس آزمون *ADF* (تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی هستند)

نام متغیر		پایایی در سطح		پایایی در سطح با روند		پایایی در تفاضل اول	
		Prob	t-Statistic	Prob	t-Statistic	Prob	t-Statistic
GDP	آماره ADF	0.4323	-1.68546	0.4581	-2.23874	0.0192	-3.90898
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.92378		-3.50637		-3.50637
BM	آماره ADF	0.9466	-0.05442	0.4928	-2.28605	0.0414	-3.63641
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.95113		-3.54849		-3.54849
CPI	آماره ADF	0.9996	1.750026	0.3935	-2.36289	0.0016	-4.81346
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.92378		-3.50637		-3.50637
EQU_INV	آماره ADF	.03752	-1.80203	0.1034	-3.16646	0.0005	-5.2251
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.92378		-3.50637		-3.50851
G1	آماره ADF	0.978	0.344217	0.4942	-2.16754	0.006	-4.38657
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.9314		-0.52362		-3.52079
G2	آماره ADF	0.9689	0.191270	0.813	-1.5036	0.0001	-5.66121
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.9314		-3.51809		-3.52079
GI_P	آماره ADF	0.8793	-0.50784	0.6766	-1.821059	0.0001	-5.85366
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.93316		-3.52079		-3.52079
LIC	آماره ADF	0.0063	-3.91071	0.0473	-3.6228	0.002659	-4.26983
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.98104		-3.59503		-2.98104
M1	آماره ADF	0.1996	-2.23127	0.4659	-2.21472	0.0034	-4.07955
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.95402		-3.55776		-2.95711
M2	آماره ADF	0.9984	1.36951	0.8998	-1.17029	0.0166	-3.44446
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.95711		-3.55776		-2.95711
PPI	آماره ADF	0.126765	-2.5323	0.0241	-4.20048	0.1497	-3.05208
	مقدار بحرانی ۵٪		-3.06559		-3.75974		-3.7332
PETR	آماره ADF	0.8682	-0.54777	0.6145	-1.93101	0.004	-4.69656
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.96041		-3.56288		-3.57424
F_EX	آماره ADF	0.96	0.070645	0.7877	-1.575351	0	-6.80422
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.92517		-3.508508		-2.92662

IF_EX	آماره ADF	0.0353	-3.1412	0.861	-1.31613	0.0353	-3.14644
	مقدار بحرانی ۵٪		-2.97626		-3.59503		-2.98104

منبع: یافته‌های تحقیق

## ۵- ارزیابی پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از برآوردهای مدل خودرگرسیون میانگین متحرک یک متغیره<sup>۱</sup>

ساده‌ترین راه برای پیش‌بینی یک متغیر این است که از اطلاعات گذشته آن متغیر برای پیش‌بینی استفاده شود؛ اساس استفاده از مدل‌های ARMA تعمیم رفتار گذشته یک سری به آینده می‌باشد به طوری که یک سری خود آینده‌اش را بازگوید. بر این اساس در این بخش به برآورد تخمین‌های ARMA یک متغیره از سری مرجع، به عنوان ساده‌ترین الگوی پیش‌بینی، اختصاص خواهد داشت.

از آزمون ریشه واحد که در قسمت قبلی برای کلیه متغیرها انجام شد اطمینان حاصل گردید که همه آن‌ها به جز شاخص قیمت تولیدکننده که در سطح و با روند مانا می‌باشد؛ از جمله تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید ناخالص داخلی (که از این پس به جهت سهولت گاهی اوقات از آن به عنوان DLGDP یاد می‌شود) پایا می‌باشند؛ لذا مسیر مذکور را می‌توان بر اساس فرآیند ARMA الگوسازی کرد. یکی از روش‌های برآورد و تخمین مدل‌های ARMA روش باکس و جنکینز می‌باشد. اصول این روش بر اساس سادگی است و ساده‌ترین مدل به دست آمده با در نظر گرفتن آزمون‌های تشخیص<sup>۲</sup> مربوط به این مدل‌ها، انتخاب می‌گردد. بدین منظور تمامی مدل‌های مختلف ARMA با حدکثر درجه سه، برای سری DLGDP به صورت مجزا برای هشت دوره متوالی برای سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۸۱، ۱۳۳۸-۱۳۸۲ و ... تا سال ۱۳۳۸-۱۳۸۸ برآورد گردیده و بر اساس آماره شوراتز بی‌زین و آزمون‌های تشخیص مدل بهینه انتخاب گشته است.

۱. مطالعه دنباله‌ای از داده‌های مربوط به یک متغیر، موسوم به تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی یک متغیره (Univariate time series Analysis) می‌باشد. مطالعه چند مجموعه از داده‌ها با در نظر گرفتن تعامل میان آن‌ها به تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی چند متغیره (Multivariate Time Series Analysis) شهرت دارد.

2. Diagnostic tests

جدول شماره (۳) مدل بهینه ARMA یک متغیره برای سری DLGDP و آماره RMSE به دست آمده برای پیش‌بینی‌های دو سال بعد از دوره تخمین مربوط به هر کدام از هشت دوره مورد اشاره را نشان می‌دهد.





جدول (۳): مدل بهینه به دست آمده ARMA یک متغیره برای دیفرانسیل مرتبه اول لگاریتم متغیر تولید ناخالص داخلی

متغیر	دوره زمانی تخمین	مدل بهینه ARMA	دوره پیش‌بینی	RMSE
DLGDP	۱۳۳۸-۱۳۸۰	ARMA (۱ و ۰)	۱۳۸۱-۱۳۸۲	.024798
	۱۳۳۸-۱۳۸۱		۱۳۸۲-۱۳۸۳	.009568
	۱۳۳۸-۱۳۸۲		۱۳۸۳-۱۳۸۴	.008458
	۱۳۳۸-۱۳۸۳		۱۳۸۴-۱۳۸۵	.012101
	۱۳۳۸-۱۳۸۴		۱۳۸۵-۱۳۸۶	.005532
	۱۳۳۸-۱۳۸۵		۱۳۸۶-۱۳۸۷	.031839
	۱۳۳۸-۱۳۸۶		۱۳۸۷-۱۳۸۸	.031198
	۱۳۳۸-۱۳۸۷		۱۳۸۸-۱۳۸۹	.014103
	۱۳۳۸-۱۳۸۸		۱۳۸۹-۱۳۹۰	0.014483

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که از جدول ۳ پیداست تمامی مدل‌های به دست آمده برای ARMA یک متغیره ARMA(1,0) و یا AR(1) می‌باشد. لازم به ذکر است از این پس به جهت سهولت از مدل ARMA یک متغیره با عنوان «مدل اولیه» یاد می‌گردد؛ چرا که نتایج این روش به عنوان یک مدل پایه برای مقایسه مورد استفاده می‌گردد.

#### ۶- ارزیابی پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از تخمین‌های مربوط به مدل‌های تک‌نماگر از شاخص‌های پیشرو<sup>۱</sup>

پیش‌بینی‌هایی که در این بخش انجام می‌شود، بر اساس مدلی است که محققینی مانند سکچتی (۲۰۰۰) و بنرجی، مارسلینو و ماستن (۲۰۰۳) استفاده نمودند. مدلی که آن‌ها استفاده نمودند به صورت زیر می‌باشد.

$$\Delta Y = \alpha + \sum_{i=1}^4 \beta_i \Delta Y_{t-i} + \lambda IND_{t-1} + \varepsilon_t$$

که در آن  $\Delta Y$  سری مرجعی است که به دنبال پیش‌بینی آن هستیم و IND نیز متغیری است که در نظر می‌باشد به عنوان شاخص پیشرو مورد استفاده قرار گیرد.

در مدل فوق چند نکته قابل توجه می‌باشد. اولاً، وقفه متغیر وابسته ثابت در نظر گرفته شده است و ثانیاً، مدلی که برای تمامی دوره‌های تخمین استفاده می‌گردد ثابت می‌باشد. می‌توان گفت علت بکارگیری وقفه ثابت و همچنین مدل ثابت در طول دوره‌های مختلف این است که یک چارچوب ثابت تعریف گردد تا هر یک از شاخص‌های پیشرو بتواند در این چارچوب، خود را بیازماید و هر متغیری که توانست بهترین پیش‌بینی‌ها را طی دوره‌های متفاوت انجام می‌دهد به عنوان بهترین شاخص پیشرو در پیش‌بینی‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

این روش دارای مزایایی از جمله سهولت انجام تخمین‌های مربوطه می‌باشد. اما به نظر می‌رسد از جنبه‌هایی دارای نقایصی می‌باشد که در ذیل به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌گردد:

۱- احتمالاً هنگامی که در طول زمان حرکت می‌کنیم و دوره‌های تخمین ما تغییر می‌کند با ورود اطلاعات جدیدتر مدل ما به لحاظ تعداد بهینه وقفه‌های متغیر وابسته تغییر می‌کند؛ و با پذیرفتن یک مدل ثابت از این اطلاعات صرفه نظر نموده‌ایم.

۲- با ورود هر متغیر پیشرو مقداری از تغییرات متغیر وابسته توضیح داده می‌شود و این توضیح‌دهندگی از هر متغیر به متغیر دیگر متفاوت است. بنابراین با تغییر شاخص پیشرو مورد استفاده مجدداً احتمال تغییر وقفه بهینه متغیر وابسته وجود خواهد داشت.

۳- به هنگام وارد نمودن مقادیر وقفه متغیر وابسته به واقع فرآیند اتورگرسیو در مدل لحاظ گشته است؛ ولی فرآیند میانگین متحرک لحاظ نگشته است.

لکن از آنجا که در این تحقیق از داده‌های سالانه استفاده شده است و طول وقفه بهینه در تمامی موارد یک می‌باشد نتایج حاصله با هیچ‌یک از محدودیت‌های مذکور مواجه نیست. بدین ترتیب مدل زیر برای هر کدام از هشت دوره تخمین و برای تک تک شاخص‌های پیشرو برآورد شده و RMSE مربوط به پیش‌بینی‌های یک گام به جلو برای دو سال بعد از آن محاسبه شده است:

$$\Delta LGDP_t = \alpha + \beta DLGDP_{t-1} + \lambda IND_{t-1} + \varepsilon_t$$

در مدل فوق DLGDP نمایانگر رشد تولید ناخالص داخلی بوده و IND می‌تواند هر کدام از شاخص‌های پیشرو باشد. نتایج حاصل از معیار جذر میانگین مربع خطاهای پیش‌بینی (RMSE)<sup>۱</sup> به دست آمده از این مرحله در جدول ۴ ذکر شده است.

جدول (۴): نتایج RMSE های به دست آمده از مدل‌های تک‌نماگر از شاخص‌های پیشرو با استفاده از فرآیند ARMA

دوره پیش‌بینی								متغیر	
89-90	88-89	87-88	86-87	85-86	84-85	83-84	82-83		
.014483	.014103	.031198	.031839	.005532	.012101	.008458	.009568	GDP	ARIMA
.023444	0.025022	.018076	.016355*	.026225	.034676	.026206	.031446	BM	شاخص‌های پیشرو
.015218	.014084	.032583	.032444	.005478	.012046	.007845	.008719	CPI	
.014244	.013803	.031525	.032204	.005608	.011831	.008238	.016431	F_EX	
.018802	.017154	.028340	.028605	.006054	.015419	.011695	.013297	G1	
.024283	.020043	.026155	.024428	.003357*	.017846	.016541	.002611*	G2	
.008212*	.007717*	.039964	.040049	.009722	.006684*	.005213	.003732	IF_EX	
.029097	.008907	.008599*	.023861	.033721	.029036	.026060	.040816	LIC	
.024676	.018880	.019170	.016746	.020673	.030685	.028179	.033330	M1	
.025908	.022350	.019038	.017202	.025033	.035185	.030631	.034556	M2	
.012368	.009831	.028744	.028339	.007622	.019909	.021983	.033408	PPI	
.014064	.012477	.029318	.027029	.006642	.009932	.004886*	.008077	EQU_INV	
.015233	.017276	.021693	.025027	.006321	.007794	.006048	.008083	S_INDUST	
.018417	.019249	.027036	.026417	.006450	.016139	.012489	.012905	GI_P	
.024005	.023454	.028150	.025872	.005495	.012999	.013844	.029604	PETR	

منبع: یافته‌های تحقیق

کمترین RMSE در هر دوره تخمین (بهترین پیش‌بینی) با علامت «\*» در جدول مشخص شده است. همان‌گونه که از نتایج پیداست برای دوره تخمین ۱۳۳۸-۱۳۸۱ بهترین پیش‌بینی از متغیر بودجه عمرانی دولت نتیجه می‌گردد. بهترین پیش‌بینی برای دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۲ به مدل مربوط به متغیر سرمایه‌گذاری در تجهیزات و برای دوره‌های بعد این برتری به ترتیب متعلق به مدل شامل متغیرهای نرخ غیررسمی ارز، بودجه عمرانی دولت، پایه پولی، تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده و دو دوره پایانی نرخ غیررسمی ارز می‌باشد.

به عنوان یک نتیجه‌گیری اولیه از نتایجی فوق می‌توان گفت هیچ‌کدام از متغیرهای فوق نتوانسته‌اند حتی در چهار دوره از هشت دوره (به عبارت دیگر در ۵۰ درصد موارد) بهترین پیش‌بینی را انجام دهند. لذا تا اینجا می‌توان گفت بهترین شاخص‌های پیشرو برای سال‌های مختلف متفاوت و در حال تغییر می‌باشد.

### ۷- مقایسه پیش‌بینی‌های حاصل از مدل خودرگرسیون میانگین متحرک یک متغیره و مدل‌های تک‌نماگر از شاخص‌های پیشرو

به جهت مقایسه مقادیر RMSE حاصله از دو روش ARMA یک متغیره و روش تک‌نماگر، از آزمون F که به صورت زیر محاسبه می‌گردد استفاده می‌گردد (والتر اندرز، ۲۰۰۴):

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{H_1} e_{1i}^2}{\sum_{i=1}^{H_2} e_{2i}^2} = \left( \frac{RMSE_1}{RMSE_2} \right)^2$$

در رابطه فوق  $e$  نمایانگر انحراف مقادیر پیش‌بینی از مقدار واقعی می‌باشد. در این رابطه RMSE بالاتر در صورت کسر و دیگری در مخرج قرار می‌گیرد. مقدار آماره فوق با آماره  $F_{\alpha, H_1, H_2}$  مقایسه می‌گردد. که  $\alpha$  سطح معنی‌داری و  $H_1$  و  $H_2$  به ترتیب تعداد دوره‌های پیش‌بینی را برای RMSE صورت و مخرج نشان می‌دهد. چنانچه آماره محاسباتی در ناحیه بحرانی قرار گیرد مقدار RMSE صورت به طور معنی‌داری بزرگ‌تر از مخرج و در غیر این صورت از یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

به منظور نمایش نتایج این آزمون جدول (۵) ارائه شده است. در این جدول برای هر کدام از دوره‌های تخمین دو ستون وجود دارد. چنانچه برای یک شاخص پیشرو در یک دوره خاص، مقدار RMSE از نظر آماری از مدل اولیه کمتر باشد و به عبارت دیگر مدل تک‌نماگر پیش‌بینی‌های مناسب‌تری ارائه کرده باشد در ستون «بهتر از مدل اولیه» علامت «\*» درج شده است. چنانچه بالعکس مدل تک‌نماگر RMSE بالاتری از مدل اولیه تولید کرده باشد در ستون «ضعیف‌تر از مدل اولیه» علامت «\*» درج شده است. همچنین در صورتی که مقادیر آماره مورد نظر در هر دو روش تفاوت معنی‌داری از یکدیگر نداشته باشند هیچ علامتی در دو ستون مورد اشاره درج نگشته است. دو ستون انتهایی سمت راست و سطر پایانی با عنوان «تعداد شاخص‌های بهتر از مدل اولیه» جهت مقایسه کلی این دو روش در جدول مذکور لحاظ شده‌اند.

جدول (۵): مقایسه آماری RMSE های به دست آمده از روش مدل‌های تک نماگر و مدل اولیه

تعداد دوره بهتر از مدل اولیه	تعداد دوره ضعیف‌تر از مدل اولیه	پیش‌بینی ۸۹-۹۰		پیش‌بینی ۸۸-۸۹		پیش‌بینی ۸۷-۸۸		پیش‌بینی ۸۶-۸۷		پیش‌بینی ۸۵-۸۶		پیش‌بینی ۸۴-۸۵		پیش‌بینی ۸۳-۸۴		پیش‌بینی ۸۲-۸۳	
		بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه	بهتر از مدل اولیه	ضعیف‌تر از مدل اولیه
۲	۵				*	*		*		*		*		*		*	
۰	۰																
۰	۱															*	
۰	۰																
۱	۱													*	*		
۴	۱	*		*						*	*				*		
۱	۵		*		*					*	*	*	*	*	*	*	*
۱	۵		*				*			*	*	*	*	*	*	*	*
۱	۵		*				*			*	*	*	*	*	*	*	*
۰	۲												*	*	*	*	*
۱	۰												*				
۰	۰																
۰	۰																
۰	۱															*	
۱۱	۲۶	۱	۳	۱	۱	۲	۰	۳	۰	۰	۵	۱	۴	۱	۶	۲	۷

منبع: یافته‌های تحقیق

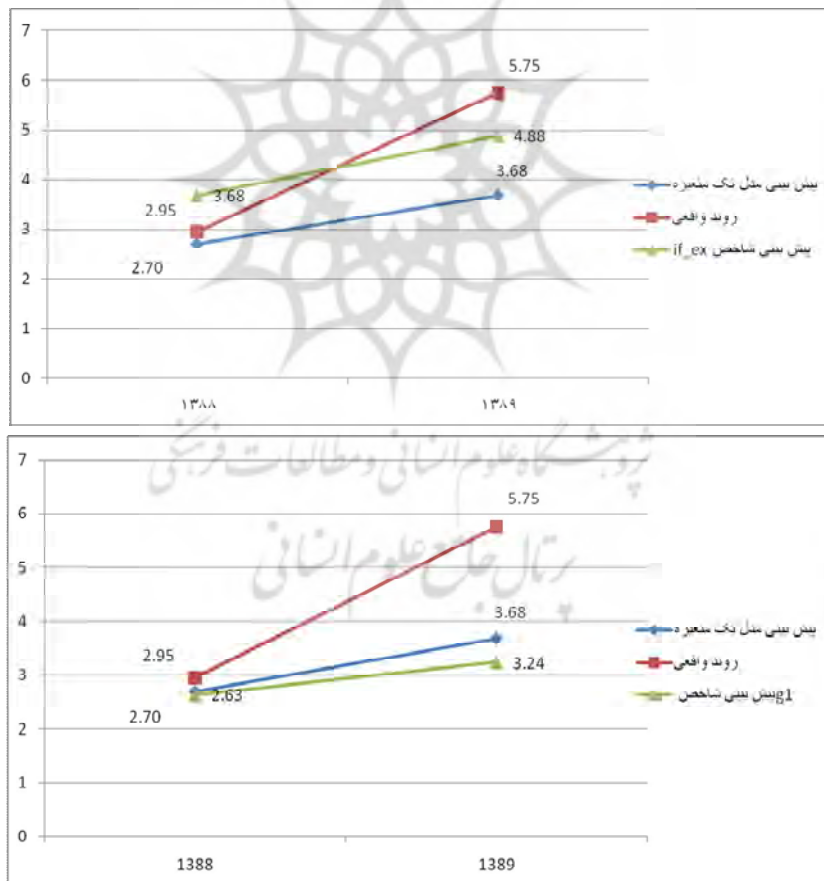
بر اساس نتایج به دست آمده در سطر انتهایی جدول مورد اشاره در اولین دوره از تخمین‌های انجام شده (۱۳۳۸-۱۳۸۱) دو مدل پیش‌بینی‌های بهتر از مدل اولیه داشته است. این دو مدل شامل وقفه لگاریتم متغیرهای نرخ غیررسمی ارز و بودجه عمرانی دولت می‌باشد. در دوره دوم و سوم به ترتیب سرمایه‌گذاری در تجهیزات و نرخ غیررسمی ارز تنها متغیرهایی هستند که توانسته‌اند نتایج بهتری از مدل اولیه کسب نمایند. همان‌گونه که از نتایج پیداست هیچ‌کدام از شاخص‌های پیشرو در دوره چهارم نتوانسته‌اند از مدل اولیه بهتر عمل کنند. در دوره پنجم مدل‌های شامل سه متغیر پایه پولی، حجم پول و حجم نقدینگی؛ در دوره ششم دو متغیر پایه پولی و تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده؛ و در دوره‌های هفتم و هشتم نیز از میان چهارده شاخص تنها متغیر نرخ غیررسمی ارز توانست پیش‌بینی‌های بهتری از مدل اولیه انجام دهند. نتیجه مهمی که از این موارد به دست می‌آید این است که هیچ شاخص پیشروی نتوانسته است همواره نتایج بهتر از مدل اولیه کسب نماید.

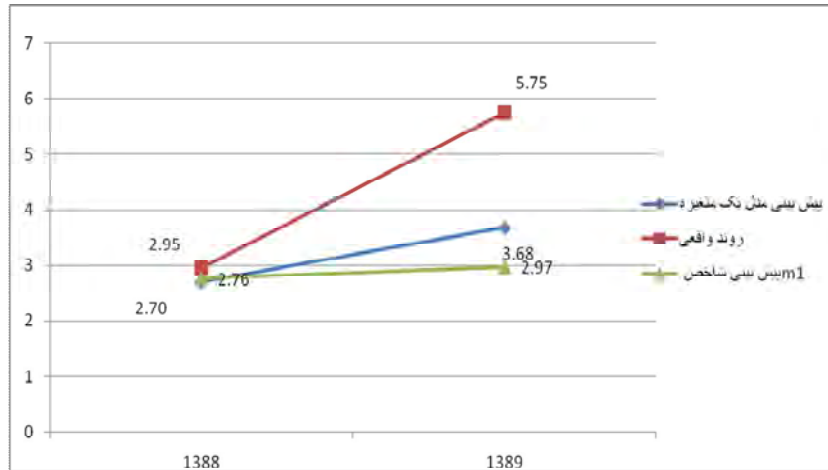
نکته قابل توجه دیگر این است که چهار متغیر شاخص قیمت مصرف‌کننده، مخارج جاری دولت، ارزش افزوده بخش صنعت و درآمد دولت از نفت هیچ‌گاه نتوانستند از لحاظ آماری پیش‌بینی‌های مدل اولیه را بهبود بخشیده و یا ضعیف‌تر کنند.

اما چنانچه بخواهیم از این نتایج به جواب صریحی مبنی بر اینکه کدام شاخص پیشرو بهتر از دیگران عمل نموده است با احتیاط می‌توان گفت متغیر نرخ غیررسمی ارز نتایج بهتری نسبت به سایرین داشته است. چراکه از هشت دوره، در چهار دوره نتایج بهتر؛ در یک دوره نتایج ضعیف‌تر؛ و در سه دوره نتایجی در حد مدل اولیه داشته است.

به عنوان نمونه نمودار پیش‌بینی‌های انجام شده برای چند شاخص مختلف در مقایسه با روند واقعی و مدل خودرگرسیون یک متغیره برای دوره پیش‌بینی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در ادامه آورده شده است:

نمودار (۱) - مقایسه پیش‌بینی‌های حاصل از الگوهای رقیب





می‌توان برخی نتایج به دست آمده از این روش را به صورت ذیل بیان داشت:

۱- بهترین شاخص پیشرو در طول دوره‌های مختلف در حال تغییر بوده است و هیچ متغیری نتوانسته است حتی در ۵۰ درصد موارد (چهار دوره) کمترین RMSE را به خود اختصاص دهد.

۲- هیچ متغیری نتوانسته است به صورت پیوسته و مداوم پیش‌بینی‌های بهتری از مدل اولیه ارائه دهد.

۳- از میان چهارده متغیری که به عنوان شاخص پیشرو مورد بررسی قرار گرفته‌اند، چهار متغیر شاخص قیمت مصرف‌کننده، مخارج جاری دولت، ارزش افزوده بخش صنعت و درآمد دولت از نفت در هیچ دوره‌ای نتوانسته‌اند با ورود به مدل ARMA یک متغیره پیش‌بینی‌های آن را بهبود ببخشند.

۴- در مجموع ۱۱۲ مدل برآورد شده در روش تک‌نماگر در یازده مورد نتایج بهتر و در ۲۶ مورد نتایج ضعیف‌تر از مدل اولیه بوده است. لذا در ۷۵ مورد باقیمانده، RMSE های حاصله قبل و بعد از وارد کردن شاخص پیشرو به مدل تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته‌اند.

۵- متغیر نرخ غیررسمی ارز با وجود اینکه همواره نتوانسته است بهترین پیش‌بینی‌ها را انجام دهد و یا پیش‌بینی‌های حاصل از مدل اولیه را بهبود ببخشد؛ اما به جز در یک دوره که ضعیف‌تر از مدل اولیه عمل کرده نتوانسته است در چهار دوره از لحاظ آماری بهتر عمل نموده و در سه دوره باقیمانده نیز اگر چه از نظر آماری تفاوتی با مدل اولیه ندارد، اما از نظر جبری عملکرد بهتری داشته است. در نتیجه شاید بتوان به این متغیر برای پیش‌بینی‌های دقیق‌تر رشد

تولید نسبت به یک مدل ARMA یک متغیره امید بست و آن را به عنوان بهترین شاخص پیشرو در این روش معرفی کرد.

۶- به عنوان یک نتیجه حاشیه‌ای اگر چه شاخصی مانند سرمایه‌گذاری در تجهیزات نتوانست به طور معنی‌داری پیش‌بینی‌های مدل اولیه را بهبود بخشد اما از هشت دوره تخمین در هفت دوره از لحاظ جبری خطاهای کمتری بر اساس معیار (RMSE) تولید کرده است و به عبارت دیگر افزایش سرمایه‌گذاری در تجهیزات در هر سال به افزایش رشد تولید ناخالص داخلی در سال آینده منجر شده است.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق به مقایسه توانایی هجده متغیر که در مطالعات انجام شده پیشین در اقتصاد ایران به عنوان شاخص پیشرو شناسایی شده‌اند برای پیش‌بینی رشد کوتاه‌مدت GDP و با استفاده از روش مدل تک نماگر پرداخته شد. به عنوان اولین نتیجه از روش مدل تک نماگر می‌توان گفت بهترین شاخص پیشرو در طول دوره‌های مختلف متفاوت می‌باشد و هیچ متغیری نتوانسته است به صورت پیوسته و مداوم پیش‌بینی‌های بهتری از مدل اولیه انجام دهد. اما چنانچه بخواهیم از میان چهارده شاخص مطرح شده یک شاخص پیشرو را برای تخمین مدل در دوره بعد و پیش‌بینی سال ۱۳۹۱ معرفی نماییم متغیر نرخ غیررسمی ارز (بازار) انتخاب خواهد شد. چرا که در چهار دوره نتیجه بهتر (که در سه دوره بهترین شاخص پیشرو بوده) و در سه دوره نیز نتایجی مشابه مدل ARMA یک متغیره حاصل نموده است که هیچ‌کدام از شاخص‌های دیگر چنین نتایجی کسب نکرده است.

افزایش نرخ ارز تأثیری دو سویه در اقتصاد دارد؛ از یک سو با افزایش نرخ ارز کالاهای تولید داخل برای خارجی‌ان ارزان‌تر و کالاهای تولید خارج برای داخل گران‌تر می‌شود؛ یعنی صادرات افزایش و واردات کاهش می‌یابد. اما از طرف دیگر هزینه تمام شده کالاهایی که مواد اولیه آن از خارج کشور تأمین می‌شود افزایش می‌یابد و کالاهایی نیز که رقیب داخلی ندارد به افزایش تورم داخلی و در نهایت کاهش آهنگ رشد تولید ناخالص داخلی می‌انجامد. با توجه به علامت منفی متغیر نرخ غیررسمی ارز در مدل مربوطه که نشان‌دهنده رابطه معکوس میان افزایش نرخ ارز و رشد اقتصادی و غلبه آثار منفی افزایش نرخ ارز به اثرات مثبت آن حداقل در کوتاه‌مدت است.



دو نکته بسیار مهم در ادبیات بکارگیری شاخص‌های پیشرو لازم به تأکید است. اول اینکه، در استفاده از شاخص‌های پیشرو عمدتاً سعی در پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت رشد اقتصادی است و تأثیرات بلندمدت را مورد توجه قرار نمی‌دهد و لذا هرچه دوره پیش‌بینی طولانی‌تر باشد پیش‌بینی دوره‌های دورتر دقت کمتری خواهد داشت. دوم اینکه، معرفی یک شاخص پیش‌رو به عنوان مشخص کردن سر منشأ تغییرات نیست بلکه ممکن است سرمنشأ تغییرات و تحولات رشد اقتصادی در متغیرهای دیگری باشد و شاخص‌های پیشرو این علائم را زودتر دریافت کرده و نمایان می‌سازند.

نکته حائز اهمیت دیگر این است که متغیرهای پیشرو با اهمیتی مانند درآمدهای نفتی نتوانسته است کمکی به بهبود پیش‌بینی‌های رشد تولید نماید. نتیجه مذکور را شاید بتوان این گونه توضیح داد که احتمالاً رشد ملایم درآمدهای نفتی رشد اقتصادی را تحریک می‌کند؛ اما افزایش بیش از حد این درآمدها در برخی دوره‌ها (به ویژه شوک نفتی اول) با افزایش واردات و تضعیف رشد تولیدات داخلی، خود مانعی برای رشد اقتصادی بوده است. لذا از آنجا که اثرات درآمدهای نفتی بر رشد تولید غیرخطی است نمی‌توان از آن در یک الگوی پیش‌بینی خطی برای بهبود پیش‌بینی‌ها بهره جست.

## منابع

### الف - فارسی

۱. درگاهی، حسن؛ «شناسایی شاخص‌های پیشرو و ساخت شاخص ترکیبی جهت تجزیه و تحلیل ادوار تجاری در اقتصاد ایران»، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۳.
۲. جهانگرد، اسفندیار و فرهادی، علی رضا؛ «ارزیابی شاخص‌های پیشرو در اقتصاد ایران»، مجله برنامه و بودجه، ۱۳۸۲، شماره ۸۱.
۳. سلطانی، زهرا؛ «بررسی تئوری‌های ادوار تجاری و کاربرد آن در اقتصاد ایران»، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.
۴. سهراب‌زاده، جهانگیر؛ «شناسایی و پیش‌بینی ادوار تجاری از طریق شاخص‌های رهنما»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
۵. نیلی، مسعود و درگاهی، حسن؛ «تحلیل وضعیت رکودی در اقتصاد ایران بر مبنای نظریات چرخه‌های تجاری در ایران»، فصلنامه اطلاعات سیاسی - اقتصادی، ۱۳۷۷، شماره ۱۳۱.

۶. ولی‌مقدم زنجانی، محمد و باستانزاد، حسین و بهرامی، مهناز: «اثرات متغیرهای پیش‌رو بر سیکل‌های تجاری در اقتصاد ایران» پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، چاپ اول، ۱۳۷۹.

#### ب- لاتین

7. Anindya Banerjee & Massimiliano Marcellino; 2006, "**Are there any Reliable Leading Indicator for US Inflation and GDP Growth?**" International Journal of Forecasting, No. 22, pp. 137-151
8. Arthur F. Burns & Wesley C. Mitchel; 1946, "**Measuring Business Cycles**", New York, National Bureau of Economic Research.
9. Baba Chikako and Kışınbay Turgut; 2011, "Predicting Recessions: A New Approach For Identifying Leading Indicators and Forecast Combinations", IMF Working Paper, Monetary and Capital Markets Department.
10. Banerjee, Anindya & Marcellino, Massimiliano & Masten, Igor; 2003, "**Leading Indicators for Euro Area Inflation and GDP Growth**", Working Papers 235, IGIER.
11. Bates, J. M. and Granger. C.W.J; 2000, "**The Combination of forecasts**", Operational Research Quarterly, Vol. 2, No. 20, pp. 451-468.
12. Cashin, Pau & Auliaris, Sam; 2001, "**Key Features of Australian Business Cycle**", IMF Working Paper.
13. Cecchetti, S.G, Chu, R.S and Steindel, C; 2000, "**The Unreliability of Inflation Indicators**", Current Issues in Economic and Finance 4/6, Federal Reserve Bank of New York.
14. Gavsto ,Andrea & Pllegirini, Guido;. 2001, "**The Role of Monetary Policy**", American Economic Review, vol. 58.
15. Hawkins. J; 2005, "**Economic forecasting: history and procedures**", Treasury Government Australian, Economic Roundup, Autumn.
16. Holmes. R. A and Shamsudin, A.F.M; 1993, "**Evaluation of alternative leading Indicators of British Industrial employment**", International Journal OF Forecasting 9-17-83.
17. Holmes. R .A; 1986 ,"**Leading Indicators of Industrial employment in Biritsh Coloumbia**", International Journal Of Forecasting, Vol. 2, pp. 87-100.
18. Kajal Lahiri, Geoffrey H. Moore; 1992, *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*, Cambridge University Press.

19. King R.G and Plosser.C.I; 1984, "money credit , and price inn a real business cycle", American economic reviews, Vol. 5, No. 74, pp. 363-380
20. Kose, A.,Tork, C. & whiteman, c; 2002, "**Understanding the Evaluation of Word Business Cycle**", IMF Working Paper.
21. Lahiri Kajal, Geoffrey H. Moore; 1992, "**Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records**", Cambridge University Press.
22. Sergeant.T.J and Sims.c; 1977, "**Business Cycle Modeling Without Pretending to Have to Mutch a Priori Theory**", In.C sims(ed), New Method of Business Cycle Research, Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis.
23. William.F.Butler, Robert. A. kaves, Platt Robert.B; 1966, "**How business economists forecast**", englewood cliffs.N.J. Prentice-Hall [c].

