فصلنامهٔ علمی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران

سال دهم، شمارهٔ ۴۰، زمستان ۱۴۰۰

صفحات: ۷۱-۳۹

DOI: 10.22084/AES.2021.20365.2957

(مقاله پژوهشی)

ساخت نشانگر پیشرو ترکیبی برای پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی ایران

سید مهدی برکچیان[۱]

کیان سمائی[۲*]

فاطمه نجفی‌زیارانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۵

چکیده

در این تحقیق با ترکیب ۲۵ نشان‌گر معرفی شده توسط برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی برای پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی بدون نفت ساخته می‌شود، به گونه‌ای که در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض چرخه‌های تجاری از کارایی مناسبی برخوردار باشد. ابتدا تمام نشان‌گرهای ترکیبی که از ترکیب این نشان‌گرها قابل تولید است، ساخته شده و سپس عملکرد آن‌ها در پیش‌بینی چرخه‌های تجاری ارزیابی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که بخش مهمی از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، هشدار دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند و به عبارت دیگر، عملکرد مناسبی در پیش‌بینی نقاط چرخش تولید ناخالص داخلی بدون نفت از خود نشان می‌دهند؛ سپس از میان این نشان‌گرهای ترکیبی، آن‌هایی که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی کمتری دارند، میزان تطابق آن‌ها با سری زمانی تولید ناخالص داخلی بیشترین است، و نهایتاً این‌که بیشترین قدرمطلق هم‌بستگی در وقفهٔ تطابق بهینه را دارند، انتخاب می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای شاخص قیمت تولیدکنندهٔ برق، آب وگاز، مالیات بر واردات، مالیات بر سود شرکت‌ها و تعداد پروانه‌های ساختمانی، بیشترین نقش را در تولید نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه دارند.

کلیدواژه‌ها: نشانگر پیشرو ترکیبی، پیش‌بینی، تولید ناخالص داخلی.

طبقه‌بندی JEL: E32, E33.

۱ . استادیار گروه اقتصاد موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ایران (*نویسنده مسئول) **Email:** m.barakchian@imps.ac.ir

۲. دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه پنسیلوانیا، امریکا **Email:** kian.samaee@gmail.com

۳. کارشناسی‌ارشد سیاست‌گذاری عمومی دانشگاه هاروارد، امریکا **Email:** fateme.najafi@gmail.com

۱. مقدمه

نشان‌گر پیشرو به نشان‌گری اطلاق می‌شود که رفتار پیشرو نسبت به سری هدف دارد، به این معنا که رفتار در زمان حال نشان‌گر پیشرو رفتار در زمان آینده سری هدف را پیش‌بینی می‌کند. در این تحقیق سری هدف مورد نظر، تولید ناخالص داخلی بدون نفت است که وضعیت عمومی اقتصاد کشور را نشان می‌دهد. در نتیجه در این تحقیق، منظور از نشان‌گر پیشرو، نشان‌گری است که رفتار در زمان حال آن، وضعیت عمومی اقتصاد کشور در آینده را پیش‌بینی می‌کند. استفاده از نشان‌گرهای پیشرو برای پیش‌بینی وضعیت آیندهٔ اقتصاد، به دولت‌ها و بانک‌های مرکزی کمک می‌کند تا بتوانند به صورت به‌هنگام، سیاست‌های پولی و مالی را متناسب با شرایط رکود و رونق اقتصاد، تنظیم نمایند.

متغیر تولید ناخالص داخلی، شناخته شده‌ترین متغیری است که وضعیت عمومی اقتصاد را تصویر می‌کند. سمائی و عطریان‌فر (۱۳۹۰) نشان می‌دهند که وقفه در انتشار اطلاعات فصلی این متغیر در ایران به‌طور متوسط ۶.۹ ماه با انحراف معیار ۳.۲ ماه بوده است[۱]. در ضمن بررسی فوق‌الذکر نشان می‌دهد که میزان تجدیدنظر صورت‌گرفته برروی داده‌های تولید ناخالص داخلی پس از انتشار اولیه به‌طور میانگین ۳.۹۴ درصد بوده است؛ لذا انتظار برای انتشار آمار تولید ناخالص داخلی و اتکای به آن به‌عنوان متغیری که وضعیت جاری اقتصاد را نشان بدهد با دو مشکل اساسی مواجه است؛ اولاً انتشار داده‌های آن با وقفهٔ نسبتاً طولانی همراه است، ثانیاً میزان دقت داده‌ها در انتشار اولیهٔ آن پایین است. در نتیجه ساخت نشان‌گر پیشرویی که تصویر قابل اتکایی از وضعیت عمومی اقتصاد ارائه دهد، بیش از پیش اهمیت می‌یابد.

ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی را می‌توان در دو رهیافت اصلی دنبال کرد؛ رهیافت مبتنی‌بر مدل، و رهیافت بدون مدل. در رهیافت مبتنی‌بر مدل در چارچوب مدلی آماری رابطهٔ بین نشان‌گر پیشرو ترکیبی و سری هدف تعیین می‌شود، و سپس با استفاده از مدل ساخته شده و اطلاعات مربوط به نشان‌گر پیشرو ترکیبی در زمان حال، شرایط اقتصادی آینده پیش‌بینی می‌شود. سه روش غالب برای دنبال کردن

۱. بررسی سمائی و عطریانفر (۱۳۹۰) مربوط به داده‌های منتشر شده تا فصل سوم سال ۱۳۸۷ بوده است.

این رویکرد عبارتنداز: روش خودرگرسیون برداری[۱]، روش عامل‌ها[۲] و روش مارکوف سوئیچینگ[۳]. درمورد رهیافت خودرگرسیون برداری به دل نگرو (۲۰۰۱)[۴]، روش عامل‌ها به استاک و واتسون (۱۹۹۲) و رهیافت مارکوف سوئیچینگ به همیلتون و پرز–کویروس[۵] (۱۹۹۶) و کرولزیک[۶] (۲۰۰۴) نگاه کنید.

برخلاف رهیافت مبتنی‌بر مدل، در رهیافت بدون مدل رابطه بین نشان‌گر پیشرو ترکیبی و سری هدف در چارچوب یک مدل آماری بدست نمی‌آید؛ این روش مبتنی‌بر محاسبه و نه برازش می‌باشد. این رویکرد توسط نهادهای مهمی نظیر NBER[۷]، CB[8] و OECD[۹] دنبال می‌شود. علت گرایش این نهادها به رهیافت بدون مدل سادگی و در ضمن کارایی قابل‌قبول آن است (مارسلینو، ۲۰۰۶). تفسیر نتایج روش‌های بدون مدل بسیار ساده‌تر بوده و برای سیاست‌گذاران جذابیت بیشتری دارد. در تحقیق حاضر نیز از رهیافت بدون مدل و رویه‌ای که OECD برای ساخت سیکل‌ها و تاریخ‌گذاری آن‌ها استفاده کرده بهره گرفته شده است.[۱۰]

هدف از مقالهٔ حاضر این است که کلیه ترکیب‌های ممکن ۲۵ متغیر انتخاب شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) برای ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی درنظر گرفته شوند و سپس نشان‌گرهای ترکیبی ساخته شده با استفاده از معیارهای تعداد نقاط مفقوده، هشدارهای نادرست، هشدارهای دیرهنگام، انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی به تفکیک نقاط اوج (شروع رکود) و حضیض (پایان رکود)، میزان تطابق دوران رکود و رونق بین نشان‌گر پیشرو و سری هدف و همچنین میزان همبستگی بین دورهای شناسایی شده نشان‌گر ترکیبی و سری هدف ارزیابی گردند. با استفاده از ۲۵ متغیر، بیش از ۳۳ میلیون ترکیب تولید می‌شود که انجام محاسبات موردنیاز برای تمام این ترکیبات به لحاظ محدودیت‌های سخت‌افزاری

2. Vector Autoregressive Model.
3. Factor based Model.
4. Markov Switching.
5. Del Negro.
6. Hamilton and Perez-Quiros.
7. Krolzig.
8. National Bureau of Economic Research.
9. Conference Board.
10. Organization for economic co-operation and development.

۱. نشان‌گر پیشرو ترکیبی OECD به صورت ماهانه نه تنها برای کشورهای عضو بلکه برای برخی از سایر کشورهای غیر عضو (چین، روسیه، برزیل، هند، اندونزی و آفریقای جنوبی) نیز ساخته می‌شود. این شاخص که از دسامبر سال ۱۹۸۱ منتشر شده بر پایهٔ روش چرخه‌های رشد و نه چرخه‌های کلاسیک محاسبه می‌شود. برای آشنایی با چگونگی ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی به روش OECD به برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) مراجعه شود.

و زمان موردنیاز، غیرممکن است؛ لذا این محدودیت‌ها سبب شد تا از یک مجموعه‌ای شامل ۱۶ (و نه ۲۵) متغیر برای تولید نشان‌گر پیشرو ترکیبی استفاده شود که با ترکیب این تعداد از متغیرها، ۶۵۵۳۵ نشان‌گر پیشرو ترکیبی ساخته شد. در قسمت اول مقاله از بین ۲۵ متغیر، آن‌هایی که کارایی مناسبی در شناسایی نقاط چرخش دارند و دارای انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی کمتری هستند، به‌علاوه آن‌هایی که میزان تطابق بیشتری دارند (مجموعاً ۱۶ متغیر) انتخاب می‌شوند.

اما از آنجا که در عمل، لحاظ وقفهٔ انتشار متغیرها و امکان دسترسی به داده‌ها دو مقولهٔ مهم در ساخت نشان‌گر پیش‌رو ترکیبی هستند، از آن‌جهت که نشان‌گر ترکیبی بتواند در عمل کاربرد مناسبی داشته باشد، در قسمت دوم مقاله از این معیارها برای انتخاب ۱۶ نشان‌گر از میان ۲۵ نشان‌گر پیشرو بهره گرفته می‌شود. از منظر معیار وقفهٔ انتشار متغیرها، استفاده از متغیرهای حساب‌های ملی در ساخت نشان‌گرهای ترکیبی معقول به‌نظر نمی‌رسد؛ زیرا وقفهٔ انتشار این دست از متغیرها به‌طور معناداری از سایر متغیرها بیشتر است (سمائی و عطریان‌فر، ۱۳۹۰). ازسوی دیگر، برخی از داده‌ها با آن‌که تولید می‌شوند و وقفهٔ انتشار آن‌ها نیز طولانی نیست، اما دسترسی به این داده‌ها به‌طور منظم مقدور نمی‌باشد (مانند آمار بخش مسکن ازجمله، هزینهٔ یک متر مربع زیربنا، تعداد ساختمان‌های شروع شده توسط بخش خصوصی، و سطح کل ساختمان‌های تکمیل شده در تهران). در بخش دوم نتایج این دو محدودیت در انتخاب ۱۶ متغیر لحاظ شده‌اند؛ از این‌رو از ۵ متغیری که در دستهٔ حساب‌های ملی تقسیم‌بندی می‌شوند، صرف‌نظر می‌گردد. در ضمن بررسی‌ها نشان می‌دهد که به ۴ متغیر که از دسته حساب‌های ملی نیستند نیز امکان دسترسی به‌صورت منظم وجود ندارد. در نتیجهٔ ۱۶ متغیری باقی‌می‌مانند که به‌هنگام‌ترین اطلاعات آن‌ها در انتشارات ادواری بانک مرکزی نظیر نماگرهای اقتصادی و گزیده‌های اقتصادی قابل حصول هستند. در هر دو بخش نتایج مقاله، سه نشان‌گر پیشرو ترکیبی که به‌ترتیب عملکرد مطلوبی در شناسایی توأمان نقاط اوج و حضیض، صرفاً نقاط اوج و صرفاً نقاط حضیض دارند، معرفی می‌شوند.

نتایج نشان می‌دهد که بخش مهمی از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، هشدار دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند و به‌عبارت دیگر، عملکرد مناسبی در پیش‌بینی نقاط چرخش تولید ناخالص داخلی از خود نشان می‌دهند؛ همچنین براساس نتایج به‌دست آمده، متغیرهای شاخص

قیمت تولیدکنندهٔ برق، آب و گاز، مالیات بر واردات، مالیات بر سود شرکت‌ها و تعداد پروانه‌های ساختمانی بیشترین نقش را در تولید نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه دارند.

تاکنون تحقیقات بسیار اندکی در زمینهٔ نشان‌گرهای پیش‌رو در ایران صورت گرفته است؛ به‌عنوان یکی از اولین کارهای انجام شده در این حوزه، درگاهی (۱۳۸۳) از مجموعه‌ای شامل ۵۶ متغیر فصلی در ایران با روش خودرگرسیون برداری، نشان‌گر پیشرو ترکیبی برای سری هدف تولید ناخالص داخلی ساخته است. در این تحقیق با شاخص همبستگی متقابل بین سری نشان‌گر پیشرو و سری هدف، پیشرو، هم‌زمان یا پسرو بودن یک متغیر مشخص شده است که درنهایت ۲۷ متغیر به‌عنوان نشان‌گرهای پیشرو معرفی شدند. از بین ۲۷ متغیر، ۵ متغیر به‌عنوان اجزای اصلی شاخص ترکیبی انتخاب شدند که عبارتنداز: سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های نیمه‌تمام، درآمد ارزی حاصل از صادرات نفت، صادرات غیرنفتی، نسبت هزینهٔ عمرانی دولت به تولید ناخالص داخلی و حجم نقدینگی. در تحقیق درگاهی (۱۳۸۳) برای انتخاب اجزای شاخص ترکیبی بر همبستگی متقابل سیکل‌های سری هدف با نشان‌گر پیشرو و همچنین برخورداری نشان‌گر از پشتوانه نظری اقتصادی، تأکید شده است.

درحالی‌که تحقیق درگاهی (۱۳۸۳) براساس رهیافت مبتنی‌بر مدل انجام شده، مقالات محمدی (۱۳۸۸) و طباطبایی (۱۳۸۷)، دیگر مقالاتی هستند که به موضوع نشان‌گر پیش‌رو ازطریق رهیافت بدون مدل پرداخته‌اند. محمدی (۱۳۸۸) با رهیافت بدون مدل و با ترکیب سه متغیر ماهانهٔ نقدینگی به قیمت ثابت، قیمت نفت و شاخص قیمت سهام نشان‌گر پیشرو ترکیبی ماهانه را تولید کرده است. سپس با روش مارکوف سوئیچینگ نقاط چرخش سری ساخته شده را شناسایی کرده است. در این تحقیق، هیچ سری هدف مشخصی معرفی نشده و در ضمن هیچ معیاری برای انتخاب اولیهٔ متغیرها و ارزیابی کارایی آن‌ها معرفی نشده است. طباطبائی (۱۳۸۷) نیز از ۶ نشان‌گر پیشرو با تواتر ماهانه برای ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی استفاده کرده که این ۶ متغیر عبارتنداز: نقدینگی به قیمت ثابت، قیمت نفت، شاخص قیمت سهام، تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره برای واحدهای مسکونی، شاخص انتظارات مصرف‌کننده و تعداد بیکاران. در این تحقیق نیز معیاری برای انتخاب اولیهٔ داده‌ها و ارزیابی نشان‌گر پیشرو معرفی نشده است.

همان‌گونه که از مرور تحقیقات فوق‌الذکر آشکار می‌گردد تا به‌حال در ایران، تحقیقی که به ارزیابی نشان‌گرهای پیش‌رو ترکیبی براساس معیارهای معرفی شده در ادبیات این حوزه (مانند تعداد نقاط مفقوده، هشدارهای نادرست، هشدارهای دیرهنگام و...) بپردازد انجام نشده و از این جهت، تحقیق حاضر کاری منحصربه‌فرد محسوب می‌شود. ضمن این‌که این تحقیق به‌لحاظ گستره و جامعیت بررسی آماری نیز درمیان تحقیقات صورت گرفته در این حوزه در ایران منحصربه‌فرد تلقی می‌شود؛ در این مقاله، تمام متغیرهای فصلی که داده‌های آن به‌صورت عمومی و ازطریق انتشارات بانک مرکزی منتشر می‌شود، بررسی شده و نشان‌گر پیشرو ترکیبی بهینه برمبنای ارزیابی عملکرد تمام ترکیب‌های ممکن از متغیرهای موجود، انتخاب شده‌اند.

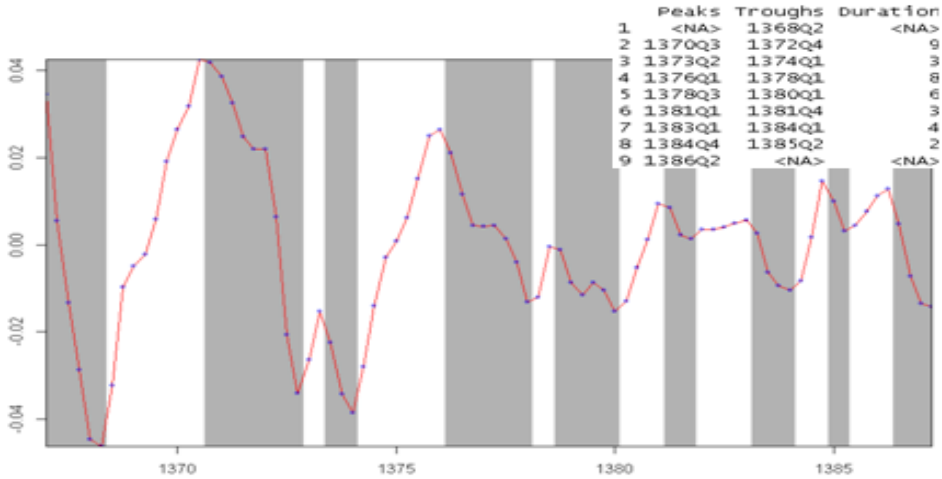
ادامهٔ مقاله بدین‌شرح است؛ در بخش بعد، مراحل ساخت و معیارهای ارزیابی نشان‌گر پیشرو ترکیبی تشریح می‌شود. بخش سوم به توضیح چگونگی انتخاب ۱۶ متغیر مورداستفاده در ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی و نتایج به‌دست آمده می‌پردازد. بخش آخر نیز به نتیجه‌گیری اختصاص دارد.

۲. چگونگی ساخت و ارزیابی نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی

پیش‌تر عنوان شد که OECD از نشان‌گر پیشرو ترکیبی با تواتر ماهانه برای پیش‌بینی وضعیت اقتصاد استفاده می‌کند. در ایران، تاریخ‌گذاری ماهانه وضعیت جاری اقتصاد تا به‌حال انجام نشده است. مطالعات انجام‌شده به تاریخ‌گذاری‌های فصلی و عمدتاً تاریخ‌گذاری‌های سالانه محدود می‌شوند. برای مطالعهٔ بیشتر درمورد تاریخ‌گذاری‌های انجام شده در ایران به عینیان و برکچیان (۱۳۹۳) مراجعه شود. بدون وجود تاریخ‌گذاری حتی در رهیافت بدون مدل که امکان ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی بدون نیاز به سری مرجع وجود دارد، ساخت نشان‌گر پیشرو بی‌معنی است؛ زیرا یکی از مراحل مهم در ساخت یک نشان‌گر پیشرو امکان ارزیابی نشان‌گر ساخته شده است که در صورت نبود تاریخ‌گذاری این امر ممکن نیست. به‌عنوان مثال، طباطبایی (۱۳۸۷) با داده‌های ماهانه و با رویکرد OECD نشان‌گر پیشرو ترکیبی برای تولید ناخالص داخلی ساخته است اما امکان ارزیابی سری ساخته شده عملاً وجود ندارد.

در تحقیق حاضر، از متغیر تولید ناخالص داخلی بدون نفت با تواتر فصلی به‌عنوان سری هدف استفاده شده است. این انتخاب با اتکا به مطالعهٔ عینیان و برکچیان (۱۳۹۳) که متغیر مزبور را شاخص

مناسبی برای تاریخ‌گذاری با تواتر فصلی تشخیص داده‌اند، صورت گرفته است. این تاریخ‌گذاری مبتنی‌بر اطلاعات فصلی از فصل اول سال ۱۳۶۷ تا فصل دوم سال ۱۳۸۷ بوده که در آن هشت نقطهٔ چرخش رونق، هشت نقطهٔ چرخش رکود، میانگین فاز رکود ۴.۶ فصل، میانگین فاز رونق ۵ فصل، میانگین یک چرخهٔ تجاری (اوج به اوج) ۹ فصل و میانگین یک چرخهٔ تجاری (حضیض به حضیض) ۹.۷ فصل تشخیص داده شده است.



نمودار ۱. ادوار رکود و رونق تولید ناخالص داخلی بدون نفت

توضیحات: این نمودار چرخه‌های تجاری تولید ناخالص داخلی بدون نفت به قیمت پایه به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶را با تواتر فصلی نشان می‌دهد. چرخه‌های تجاری با فیلتر HP استخراج و تعیین دوران رکود و رونق (تاریخ‌گذاری) با الگوریتم برای–بوشان انجام شده است. دوره‌های سفید نشان‌دهندهٔ یک فاز رونق یا حرکت از یک نقطهٔ حضیض به یک نقطهٔ اوج در دور تجاری است و دوره‌های خاکستری یک فاز رکود یا حرکت از یک نقطهٔ اوج به یک نقطهٔ حضیض است. منبع: عینیان و برکچیان (۱۳۹۳).

در تحقیق حاضر از نشان‌گرهای پیشرویی که توسط برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) معرفی شده‌اند برای ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی استفاده می‌شود. ایشان در مطالعهٔ خود، عملکرد ۱۵۹۰ سری زمانی را در پیش‌بینی نقاط چرخش رکود و رونق تولید ناخالص داخلی ارزیابی می‌کنند. به این‌منظور، آن‌ها با پیروی از رویکرد OECD ابتدا تبدیلاتی روی هر یک از سری‌های مورد بررسی انجام می‌دهند؛ در قدم اول تمامی سری‌ها با ماژول X12 فصل‌زدایی می‌شوند (ادارهٔ آمار امریکا[1] ۲۰۰۲). سپس روی داده‌های فصل‌زدایی شده، دو بار فیلتر HP برای جدا کردن روند و همچنین هموارسازی داده‌ها، به معنی حذف بخش با نوسان بالای داده‌ها، اعمال می‌شود. در ضمن از آنجا که عینیان و برکچیان (۱۳۹۳) برای ساخت چرخه‌های تولید ناخالص داخلی بدون نفت (متغیر هدف) از فرکانس قطع ۶ تا ۳۲ فصل استفاده کردند، برکچیان و سمائی نیز از فرکانس مشابهی استفاده می‌کنند. در ضمن در برخی از سری‌ها داده‌های مفقود وجود دارد. داده‌های مفقود این سری‌ها با کالمن فیلتر فصلی بازیابی می‌شوند.[2] پس از اعمال تبدیلات مختلف روی هر متغیر، سری استاندارد متغیر X که با nX نشان داده می‌شود، به‌صورت زیر ساخته می‌شود.

$$nX_t = \frac{X_t - \bar{X}}{\sum_{t=1}^{T}|X_t - \bar{X}|} + 100 \quad (1) \qquad (۱)$$

ایشان نشان می‌دهند که ازمیان تمام ۱۵۹۰ سری زمانی، ۲۵ سری هستند که براساس معیارهای ارزیابی نشان‌گرهای پیشرو عملکرد بهتری در پیش‌بینی چرخه‌های تجاری دارند. برای مطالعهٔ تفصیلی‌تر در مورد فرآیند کار به برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) مراجعه کنید. در جدول ۱ تمام ۲۵ نشان‌گر نمایش داده شده‌اند.

1. US Bureau Census.

۲. بازیابی داده‌های مفقوده با استفاده از فیلتر کالمن در نرم‌افزار R انجام شده‌است.

جدول ۱. نشان‌گرهای پیشرو منتخب

شماره	نام متغیرها	آخرین انتشار در بهار ۹۱	منبع
۱	معکوس نرخ رشد تشکیل سرمایه در ساختمان (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۲	نرخ رشد شاخص قیمت مصرف کنندهٔ بهداشت و درمان	زمستان ۹۰	سایت بانک مرکزی
۳	معکوس نرخ رشد مالیات اشخاص حقوقی (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۴	معکوس نرخ رشد اسکناس و مسکوک در دست اشخاص (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۵	معکوس نرخ رشد مصرف سایر فرآورده های نفتی (هزار بشکه در روز)	زمستان ۸۷	http://tsd.cbi.ir/[1]
۶	معکوس لگاریتم ارزش افزوده خدمات عمومی (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۷	معکوس نرخ رشد مالیات بر واردات	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۸	نرخ رشد نقدینگی (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۹	معکوس لگاریتم شاخص قیمت مصرف کنندهٔ بهداشت و درمان	زمستان ۹۰	سایت بانک مرکزی
۱۰	معکوس شاخص قیمت تولید کنندهٔ تأمین برق و گاز و آب (حقیقی)	زمستان ۹۰	سایت بانک مرکزی
۱۱	معکوس نرخ رشد کل سرمایه گذاری برحسب مراحل ساخت (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۱۲	معکوس نرخ رشد هزینه یک متر مربع زیر بنا در ساختمان‌های تکمیل شده در کلیه مناطق شهری	زمستان ۸۷	http://tsd.cbi.ir/
۱۳	معکوس نرخ رشد شاخص قیمت مصرف کنندهٔ ارتباطات (حقیقی)	زمستان ۹۰	سایت بانک مرکزی
۱۴	نرخ رشد ارزش افزوده معدن (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۱۵	معکوس نرخ رشد تعداد پروانه های ساختمانی صادرشده در کلیه مناطق شهری (فقره)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۱۶	معکوس نرخ رشد پروانه های ساختمانی صادر شده در سایر مناطق شهری (فقره)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۱۷	معکوس لگاریتم شاخص قیمت تولیدکنندهٔ تأمین برق و گاز و آب (حقیقی)	زمستان ۹۰	سایت بانک مرکزی
۱۸	معکوس نرخ رشد سرمایه گذاری در کلیه مناطق شهری (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۱۹	لگاریتم سپرده‌های بخش دولتی نزد بانک مرکزی (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی
۲۰	نرخ رشد ارزش افزودهٔ برق، آب و گاز (حقیقی)	زمستان ۸۹	نماگرهای اقتصادی

۱. بانک اطلاعاتی سری‌های زمانی اقتصادی بانک مرکزی.

نماگرهای اقتصادی	زمستان ۸۹	سپرده های بخش دولتی نزد بانک مرکزی (حقیقی)	۲۱
http://tsd.cbi.ir/	زمستان ۸۷	معکوس تعداد ساختمان‌های شروع شده توسط بخش خصوصی در کلیهٔ مناطق شهری (دستگاه)	۲۲
نماگرهای اقتصادی	زمستان ۸۹	لگاریتم خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی	۲۳
نماگرهای اقتصادی	زمستان ۸۹	معکوس ارزش‌افزودهٔ خدمات عمومی (حقیقی)	۲۴
http://tsd.cbi.ir/	زمستان ۸۷	نرخ رشد سطح کل ساختمان‌های تکمیل شده در تهران (هزار متر مربع)	۲۵

توضیحات: از بین ۱۵۹۰ سری زمانی معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، ۲۵ متغیر به‌لحاظ شناسایی نقاط چرخش (۲۰ متغیر) یا انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط چرخش (۶ متغیر) کارایی قابل‌قبولی داشتند. از بین ۲۰ متغیری که کارایی مناسبی در شناسایی نقاط چرخش دارند، ۶ متغیر هستند که به‌لحاظ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض عملکرد مناسب‌تری دارند که از شماره‌های ۱ تا ۶ مرتب شده‌اند. متغیرهای از شمارهٔ ۷ تا ۲۵ براساس میزان تطابق بیشتر به کمتر مرتب شده‌اند.

در تحقیق حاضر با تبعیت از رویهٔ OECD بین نشان‌گرهای استاندارد شده با وزن‌های یکسان میانگین گرفته می‌شود تا یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی ساخته شود. هدف این است که کلیه ترکیب‌های ۱، ۲، ... و ۲۵ تایی از میان ۲۵ متغیر موجود تولید شود. بعنوان مثال، منظور از ترکیب (۱، ۳، ۹، ۱۲)، یک ترکیب چهارتایی است که براساس میانگین‌گیری ساده از سری‌های شمارهٔ ۱، ۳، ۹ و ۱۲ ساخته شده است. همان‌طورکه در مقدمه ذکر شد تولید2^{25} (منهای یک) سری که بیش از ۳۳ میلیون حالت را دربر می‌گیرد با توجه به امکانات سخت‌افزاری در اختیار نویسندگان، به‌لحاظ زمان موردنیاز برای انجام محاسبات تقریباً غیرممکن است. از این‌رو به ناچار مجموعه متغیرهای مورداستفاده در ساخت نشان‌گر ترکیبی به ۱۶ سری کاهش می‌یابد که در نتیجه ۶۵۵۳۵ نشان‌گر پیشرو ترکیبی تولید می‌شود. بعد از ساخته شدن این ترکیب‌ها باید قاعده‌ای برای تاریخ‌گذاری (تعیین دوران رونق و رکود) نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی معرفی شود. الگوریتمی که توسط OECD برای شناسایی دوران رکود و رونق به‌کار گرفته می‌شود الگوریتم بِرای-بوشان[1] است. این روش توسط بِرای و بوشان (۱۹۷۱) پیشنهاد شده و

1. Bry-Boschan.

توسط هاردینگ و پاگان[1] (۲۰۰۳) بهبود پیدا کرده است. در این مقاله نیز هر یک از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده با الگوریتم برای–بوشان تاریخ‌گذاری می‌شوند و برای این‌منظور، حداقل طول فاز ۲ فصل و حداقل طول یک سیکل ۵ فصل درنظر گرفته شده است. برای مطالعهٔ تفصیلی‌تر درمورد تاریخ‌گذاری متغیرها به برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) مراجعه شود.

شناسایی نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی مطلوب با پیچیدگی‌های زیادی همراه است. مهم‌ترین کاربرد نشان‌گر پیشرو ترکیبی اعلام پیش از موعد زمان شروع دورهٔ رکود (نقاط اوج[2] سری هدف) و اتمام دورهٔ رکود (نقاط حضیض[3] سری هدف) است. درواقع از یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی مطلوب انتظار می‌رود که نقاط اوج و حضیض آن پیش از نقاط اوج و حضیض سری هدف مشاهده شوند؛ لذا سری‌های زمانی که همبستگی[4] بیشتری با سری هدف دارند؛ لزوماً قابلیت بیشتری در شناسایی نقاط اوج و حضیض سری هدف ندارند.

یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی وقتی مطلوب تلقی می‌شود که بتواند به‌صورت سیستماتیک تمامی نقاط حضیض و اوج متغیر هدف را پیش‌بینی کند و علاوه‌بر آن بتواند با یک زمان تقدم تقریباً ثابتی متغیر هدف را پیش‌بینی نماید.[5] مسلماً در نقاط اوج و حضیض مختلف، میزان زمان تقدم در پیش‌بینی نشان‌گر پیشرو نسبت به سری هدف تغییر می‌کند؛ بنابراین متغیری که واریانس تقدم در پیش‌بینی کمتری داشته باشد نشان‌گر مطلوب‌تری است.

در تحقیق حاضر، درصد تعداد نقاط اوج و حضیضی از سری هدف که توسط نشان‌گر ترکیبی شناسایی شده است نیز محاسبه می‌شود. نشان‌گری مطلوب‌تر است که تعداد بیشتری از نقاط اوج و حضیض سری هدف را شناسایی کند. همچنین برای هر نشان‌گر ترکیبی به تفکیک نقاط اوج و حضیض، انحراف معیار طول دورهٔ پیش‌بینی نیز ساخته می‌شود. علاوه‌بر این، میزان تطابق دوران رکود و رونق نیز محاسبه می‌شود. برای این‌منظور، بررسی می‌شود که اولاً در چه وقفه‌ای بیشترین هم‌زمانی بین

2. Harding and Pagan.
3. Peak.
4. Trough.
5. Correlation.
6. Consistent Timing.

دوران رکود و رونق نشان‌گر ترکیبی و سری هدف وجود دارد، ثانیاً در این وقفه بهینهٔ میزان تطابق[1] چه میزان است؛ لذا با استفاده از این شاخص می‌توان تشخیص داد که اساساً نشان‌گر ترکیبی موردنظر نسبت به سری هدف، رفتار پیشرو، هم‌زمان یا پس‌رو (با وقفه) دارد. همچنین در بین متغیرهایی که رفتار پیشرو دارند آن‌ها که میزان تطابق بیشتری دارند، شناسایی می‌شوند.[2]

در این بخش، معیارهای زیر برای مقایسهٔ عملکرد هر یک از نشان‌گرهای ترکیبی معرفی می‌شود؛ درصد شناسایی نقاط اوج و حضیض، انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض، تعداد هشدارهای نادرست نقاط اوج و حضیض، تعداد هشدارهای دیرهنگام نقاط اوج و حضیض، تعداد نقاط مفقوده، وقفه‌ای که در آن میزان تطابق دوره‌های رکود و رونق نشان‌گر ترکیبی و سری هدف حداکثر می‌شوند و میزان تطابق در آن وقفه، وقفه‌ای که در آن میزان همسبتگی نشان‌گر ترکیبی و سری هدف حداکثر می‌شود و میزان همبستگی در آن وقفه.

در ادامه تعریف‌های مربوط به *نقطهٔ پیشرو*[3]، *نقطهٔ متناظر با نقطهٔ پیشرو*، *نقطهٔ مفقوده*[4]، *نقطهٔ هشدار نادرست*[5] و *هشدار دیرهنگام*[6] ارائه می‌شود. در شکل ۱ دو نقطهٔ اوج از سری‌های هدف و نشان‌گر پیشرو نشان داده شده است. t_L زمان وقوع نقطهٔ اوج L در سری نشان‌گر پیشرو است و t_R زمان وقوع نقطهٔ اوج R در سری هدف است. *نقطهٔ متناظر با نقطهٔ پیشرو* به نقطهٔ اوجی (حضیضی) از سری هدف اطلاق می‌شود که بین یک تا شش فصل قبل از آن در سری نشان‌گر پیشرو نقطهٔ اوجی (حضیضی) وجود داشته باشد، به‌شرط این‌که بین نقاط اوج (حضیض) سری هدف و سری نشان‌گر پیشرو نقطهٔ اوج (حضیض) دیگری در سری هدف مشاهده نشود. *نقطهٔ پیشرو* به نقطهٔ اوج (حضیضی) از سری نشان‌گر پیشرو اطلاق می‌شود که نظیر با *نقطهٔ متناظر با نقطهٔ پیشرو* است. در نتیجه، با توجه به شکل ۱ اگر

1. Concordance.

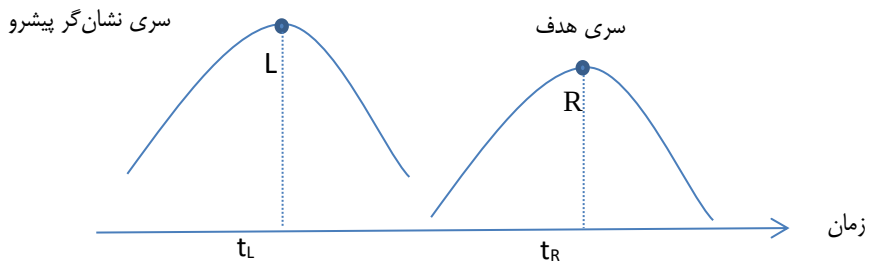
۲. روش دیگری که در ادبیات این حوزه برای محاسبهٔ انطباق نشان‌گر پیشرو با سری هدف توسعه داده شده، استفاده از مدل‌های لجیت[۲] یا پروبیت[۲] برای توضیح رفتار دودویی سری هدف (رکود یا رونق) با نشان‌گر پیشرو است. نشان‌گری که در این مدل‌ها قابلیت توضیح‌دهندگی بیشتری دارد، نشان‌گر پیشرو مطلوب‌تری است؛ درمورد روش لجیت رجوع کنید به: استاک و واتسون (۱۹۹۱) و آلبرت و چیب (۱۹۹۳)، و درمورد پروبیت رجوع کنید به: استرلا و میشکین (۱۹۹۸)، ازبرن، سنسیر و سیمپسون (۲۰۰۱) و مونتا (۲۰۰۳).

3. Leading Point.
4. Missing Point.
5. False Alarm Point.
6. Late Alarm Point.

فاصله t_R از t_L کوچکتر یا مساوی ۶ فصل باشد نقطه L *نقطه پیشرو اوج* و نقطه R *نقطه متناظر با نقطه پیشرو* اوج نامیده می‌شود.

نقطهٔ مفقوده به نقطهٔ اوجی (حضیضی) از سری هدف اطلاق می‌شود که *نقطهٔ متناظر با نقطهٔ پیشرو* نباشد (دقت شود که همهٔ نقاط اوج (حضیض) در سری هدف، یا «*نقطهٔ متناظر با نقطهٔ پیشرو*» هستند یا نقطهٔ «*مفقوده*» و از این دو حال خارج نیست). *نقطهٔ هشدار نادرست* به نقطهٔ اوجی (حضیضی) از سری نشان‌گر پیشرو اطلاق می‌شود که *نقطهٔ پیشرو* نباشد و در ضمن در فاصلهٔ صفر تا حداکثر ۶ فصل پیش از آن *نقطهٔ مفقوده‌ای* در سری هدف نباشد. *نقطهٔ هشدار دیرهنگام* به نقطهٔ اوجی (حضیضی) از سری نشان‌گر پیشرو اطلاق می‌شود که *نقطهٔ پیشرو* یا *هشدار نادرست* نباشد. با توجه به شکل ۱ اگر فاصلهٔ t_R از t_L بیش از ۶ فصل باشد، نقطهٔ R *نقطهٔ مفقوده* است. اگر تا ۶ فصل قبل از نقطهٔ L نقطهٔ اوج مفقودی در سری هدف مشاهده نشود به نقطهٔ L *هشدار نادرست* اطلاق می‌شود و اگر مشاهده بشود به نقطهٔ L *هشدار دیرهنگام* اطلاق می‌شود.

با توجه به شکل ۱، اگر نقطهٔ L نقطهٔ پیشرو برای R باشد، به $t_R - t_L$ طول دورهٔ پیش‌بینی گفته می‌شود. نشان‌گری را درنظر بگیرید که ۵ نقطهٔ پیشرو اوج دارد و در نتیجه ۵ طول دورهٔ پیش‌بینی برای این متغیر قابل محاسبه است. به انحراف معیار این ۵ طول دورهٔ پیش‌بینی، انحراف معیار طول دورهٔ پیش‌بینی نقاط اوج اطلاق می‌شود که هرچه این معیار کوچک‌تر باشد حاکی از این است که نشان‌گر پیشرو با میانگین تقریباً ثابتی نقطهٔ اوج سری هدف را پیش‌بینی می‌کند.



شکل ۱. مقایسه یک نقطه اوج سری هدف و نشان‌گر پیشرو فرضی

میزان تطابق از رابطه زیر محاسبه می‌شود که شاخصی شبیه MSFE است.

(۲)

$$C_i = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}[R_t L_{t-i} + (1-R_t)(1-L_{t-i})] \qquad i = \{-6,-5,\dots,5,6\} \quad (۲)$$

متغیر دودویی است که اگر متغیر هدف در زمان t در رونق باشد مقدار یک گرفته و اگر در رکود باشد مقدار صفر می‌گیرد. L_t متغیر دودویی است که مقدار یک می‌گیرد، اگر در زمان t نشان‌گر L در رونق باشد و مقدار صفر می‌گیرد، اگر این نشان‌گر در رکود باشد. برای هر متغیر شاخص فوق برای i های بین ۶- تا ۶ محاسبه می‌شود؛ سپس وقفه‌ای که در آن بیشترین مقدار تطابق حاصل می‌شود (i^*) در متغیر وقفهٔ بهینه تطابق ذخیره می‌شود (optimum.concordance). سپس میزان تطابقی که از وقفهٔ بهینه به‌دست می‌آید (C_{i^*}) در متغیر concordance ذخیره می‌شود. اگر i^* منفی باشد، نشان‌گر مورد بررسی پیشرو است، اگر i^* صفر باشد، نشان‌گر مورد بررسی هم‌زمان است و اگر i^* مثبت باشد نشان‌گر مورد بررسی پس‌رو است. شاخص C_i بین دو بازهٔ صفر و یک قرار می‌گیرد. اگر در طول دورهٔ مورد بررسی هر زمانی که سری هدف در رونق [رکود] است، نشان‌گر پیشرو با یک زمان مشخصی از تقدم (i) در رونق [رکود] باشد شاخص C_i یک است و میزان تطابق حداکثر یا کامل[1] است.

1. Perfect Concordance.

۳. نتایج

بخش نتایج به دو زیربخش تقسیم می‌شود؛ در زیربخش اول، نشان‌گرهای پیش‌رو ترکیبی از ترکیب ۱۶ متغیر، شامل شش متغیر منتخب مطالعهٔ برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، یعنی متغیرهای ۱ تا ۶ در جدول ۱، و همچنین ۱۰ متغیری که بالاترین میزان تطابق را دارند، یعنی متغیرهای ۷ تا ۱۶ در جدول ۱، به‌دست می‌آیند. در زیربخش دوم، نشان‌گرهای پیش‌رو ترکیبی از ترکیب ۱۶ متغیری که وقفهٔ انتشار پایین‌تری دارند و در ضمن امکان دسترسی منظم به آن‌ها در انتشارات ادواری بانک مرکزی وجود دارد، ساخته می‌شوند.

در هر زیربخش، سه جدول ارائه می‌شود که در جدول اول ترکیب بهینه با لحاظ کارایی ترکیب در پیش‌بینی توأمان نقاط اوج و حضیض معرفی شده است. در جدول دوم، ترکیب بهینه صرفاً با لحاظ کارایی ترکیب در پیش‌بینی نقاط اوج و در جدول سوم صرفاً در پیش‌بینی نقاط حضیض معرفی شده است.

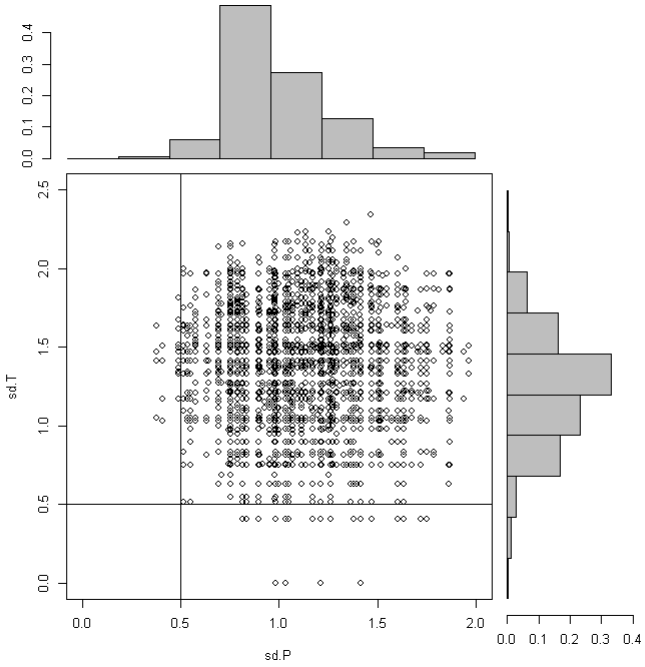
برای انتخاب ترکیب بهینه ابتدا ترکیب‌هایی انتخاب شده‌اند که تمامی نقاط اوج و یا حضیض سری هدف را پیش‌بینی می‌کند، بدون این‌که نقطهٔ مفقوده یا هشدار نادرست و دیرهنگامی داشته باشد. در مرحلهٔ دوم، متغیرهایی انتخاب می‌شوند که انحراف معیار کمتری در تقدم پیش‌بینی نقاط اوج و یا حضیض داشته باشند. مرحلهٔ سوم، انتخاب با معیار میزان تطابق در وقفهٔ بهینه صورت می‌گیرد؛ به این معنا که اگر فرض شود دو ترکیب به‌لحاظ معیارهای اول و دوم کاملاً مساوی هستند ترکیبی مطلوب‌تر است که میزان تطابق در وقفهٔ بهینهٔ آن بیشتر باشد. در مرحلهٔ آخر، میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه به‌عنوان معیار ارزیابی نهایی ترکیب‌های به‌جا مانده از مرحلهٔ اول تا سوم درنظر گرفته می‌شود؛ به این معنا که اگر ترکیب‌هایی به‌دست آمدند که به‌لحاظ معیارهای اول تا سوم کاملاً یکسان باشند، ترکیبی مطلوب‌تر است که میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینهٔ آن بیشتر باشد.

۳-۱. ساخت نشان‌گر ترکیبی با استفاده از ۱۶ نشان‌گر انتخاب شده توسط معیارهای شناسایی نقاط چرخش، انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی و میزان تطابق

برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) نشان‌دادند از بین ۲۰ متغیری که کارایی مناسبی در شناسایی نقاط چرخش دارند، ۶ متغیر هستند که به‌لحاظ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض عملکرد

مناسب‌تری دارند که از شماره‌های ۱ تا ۶ در جدول ۱ مرتب شده‌اند. در این زیربخش، این ۶ متغیر به‌علاوه ۱۰ متغیری که بالاترین میزان تطابق را دارند، یعنی متغیرهای ۷ تا ۱۶ در جدول ۱، به‌عنوان مجموعه ۱۶ متغیر موردنظر برای ساخت شاخص ترکیبی درنظر گرفته می‌شوند. در مطالعهٔ برکچیان و سمائی نشان داده شد که از بین ۱۵۹۰ سری زمانی مورد بررسی هیچ متغیری یافت نمی‌شود که هشدار نادرست و دیرهنگامی ندهد و در ضمن کلیهٔ نقاط چرخش سری هدف را نیز پیش‌بینی کند. اما هنگامی که ۱۶ متغیر منتخب در قالب یک نشان‌گر پیش‌رو ترکیبی با هم ترکیب می‌گردند، نتایج نشان می‌دهد که از بین ۶۵۵۳۵ ترکیب به‌دست آمده، در حدود ۴۲٪ ترکیب‌ها، هیچ هشدار نادرست و دیرهنگامی ندارند و در ضمن این ترکیب‌ها کلیهٔ نقاط چرخش سری هدف را پیش‌بینی می‌کنند.

در نمودار ۲، انحراف معیار تقدم به تفکیک نقاط اوج و حضیض برای ۲۷۷۶۵ متغیری که هیچ هشدار نادرست، هشدار دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده‌ای ندارند، نشان داده شده است. در این نمودار مشاهده می‌شود، با این که نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی یافت می‌شوند که با انحراف معیار کمتر از ۰.۵ فصل نقاط اوج یا حضیض را به‌صورت جداگانه پیش‌بینی می‌کنند، اما هیچ نشان‌گر پیشرو ترکیبی یافت نمی‌شود که با انحراف معیار کمتر از ۰.۵ فصل نقاط اوج و حضیض را توأمان پیش‌بینی کند. درواقع، اگر انحراف معیار تقدم کمتر از ۰.۵ فصل، مرزی برای ارزیابی عملکرد یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی تعریف شود، هزینهٔ به‌دست آوردن یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی که نقاط اوج را با انحراف معیار مطلوب پیش‌بینی کند، آن است که نقاط حضیض را با انحراف معیار مطلوب (یعنی کمتر از ۰.۵ فصل) پیش‌بینی نمی‌کند.



نمودار ۲. انحراف معیار پیش‌بینی نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی

توضیحات: برای استخراج این نمودار ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل ۶ نشان‌گر منتخب معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۱ تا ۶ جدول ۱ و در ضمن ۱۰ نشان‌گری که بیشترین میزان تطابق را دارند، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۷ تا ۱۶ جدول ۱ می‌شود؛ سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی، از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۲۷۷۶۵ نشان‌گر پیشرو ترکیبی ساخته شده از بین ۶۵۵۳۵ ترکیب هیچ هشدار نادرست و دیرهنگامی ندارند و در ضمن این ترکیب‌ها کلیهٔ نقاط چرخش سری هدف را پیش‌بینی می‌کنند. انحراف معیار این نشان‌گرها در این نمودار نشان داده شده است. منظور از sd.P انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط چرخش اوج و sd.T انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط چرخش حضیض است. هر نقطه در نمودار نشان‌دهندهٔ یکی از ۲۷۷۶۵ نشان‌گر پیشرو ترکیبی مورد بررسی است. روی محورهای افقی و عمودی نیز نمودار فراوانی متغیرها به تفکیک sd.P و sd.T نشان داده شده است.

اگر هدف استخراج نشان‌گر پیشرو ترکیبی باشد که براساس سنجهٔ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی، هم برای نقاط حضیض و هم برای نقاط اوج خوب عمل کند، مشخصات بهترین نشان‌گر پیشرو ترکیبی از میان ۲۷۷۶۵ نشان‌گر ترکیبی پیش‌گفته در جدول ۲ نشان داده شده است. انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض این نشان‌گر ترکیبی از ۰.۵۲ فصل تجاوز نمی‌کند.

جدول ۲. نشان‌گر پیشرو ترکیبی منتخب ساخته شده از ترکیب شش متغیر منتخب و نشان‌گرهای با میزان تطابق بالا

شمارهٔ متغیرها در جدول ۱	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	وقفهٔ تطابق بهینه	میزان تطابق بهینه	میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه
1 2 3 5 6 7 9 10 11 14 15 16	3.67	0.516	3.67	0.516	-4	0.912	-0.410

توضیحات: برای استخراج این جدول، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل ۶ نشان‌گر منتخب معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۱ تا ۶ جدول ۱ و در ضمن ۱۰ نشان‌گری که بیشترین میزان تطابق را دارند، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۷ تا ۱۶ جدول ۱ می‌شود؛ سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی، از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۲۷۷۶۵ مورد از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند. از بین این نشان‌گرها، چهار نشان‌گر ترکیبی هستند که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض آن‌ها کمتر از ۰.۵۲ است. میزان تطابق بهینه این چهار نشان‌گر یکسان است، اما از بین این چهار نشان‌گر ترکیبی، یک مورد وجود دارد که بالاترین قدرمطلق همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه را دارد که در این جدول نشان داده شده است.

همان‌طورکه پیش از این توضیح داده شد، اگر نشان‌گر پیش‌رو ترکیبی به‌صورت جداگانه برای پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض ساخته شود، این نشان‌گرهای ترکیبی نسبت به حالتی که فقط یک نشان‌گر پیش‌رو ترکیبی برای پیش‌بینی توأمان نقاط اوج و حضیض ساخته شود، عملکرد بهتری نشان می‌دهند. در جدول ، نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه برای شناسایی صرفاً نقاط اوج سری هدف معرفی

شده‌اند. سه ترکیب به‌دست آمده شامل ۶ متغیر می‌شوند که در هر سه ترکیب ۵ نشان‌گر با شماره‌های ۱، ۶، ۹، ۱۰ و ۱۱ مشترک هستند.

جدول ۳. نشـــان‌گر پیشـــرو ترکیبی منتخب برای نقاط اوج ســـاخته شـــده از ترکیب شـــش متغیر منتخب و نشان‌گرهای با میزان تطابق بالا

میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه	میزان تطابق بهینه	وقفهٔ تطابق بهینه	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	شمارهٔ متغیرها در جدول ۱
−۰.۳۷۷	0.881	-4	1.049	3.5	0.378	4.1	1 6 9 10 11 16
−۰.۳۷۷	0.881	-4	1.049	3.5	0.378	4.1	1 6 9 10 11 15
−۰.۳۷۷	0.881	-4	1.049	3.5	0.378	4.1	1 6 9 10 11 14

توضیحات: برای استخراج این جدول، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل ۶ نشان‌گر منتخب معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۱ تا ۶ جدول ۱ و در ضمن ۱۰ نشان‌گری که بیشترین میزان تطابق را دارند، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۷ تا ۱۶ جدول ۱ می‌شود؛ سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی، از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۲۷۷۶۵ مورد از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطه مفقوده ندارند. از بین این نشان‌گرها، ۲۵ نشان‌گر ترکیبی هستند که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج آن‌ها از سایر نشان‌گرهای ترکیبی کمتر است. از بین این ۲۵ نشان‌گر ترکیبی ۹ نشان‌گر هستند که میزان تطابق بهینهٔ آن‌ها از سایر نشان‌گرها بیشتر است و در نهایت از بین ۹ نشان‌گر ترکیبی باقی‌مانده، ۳ نشان‌گر هستند که قدر مطلق میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه بیشتری دارند که این سه نشان‌گر ترکیبی در این جدول نشان داده شده‌اند.

در جدول ۴ نیز، نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه برای شناسایی صرفاً نقاط حضیض سری هدف معرفی شده‌اند. انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض برای این سه نشان‌گر ترکیبی برابر صفر

است. یعنی این‌که این سه نشان‌گر ترکیبی نقاط حضیض سری هدف را همواره با وقفهٔ ۴ فصل پیش‌بینی می‌کنند. هر سه نشان‌گر ترکیبی براساس ترکیب ۷ متغیر ساخته می‌شوند که در هر سه ترکیب ۶ نشان‌گر با شماره‌های ۱، ۳، ۶، ۷، ۱۰ و ۱۱ مشترک هستند. همانند جدول ، تفاوت سه ترکیب مربوط به انتخاب نشان‌گرهای ۱۴، ۱۵ و ۱۶ است.

جدول ٤. نشـان‌گر پیشـرو ترکیبی منتخب برای نقاط حضـیض سـاخته شـده از ترکیب شـش متغیر منتخب و نشان‌گرهای با میزان تطابق بالا

میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه	میزان تطابق بهینه	وقفهٔ تطابق بهینه	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	شمارهٔ متغیرها در جدول ۱
-۰.۲۷۲	0.912	-4	0	4	1.03۳	3.667	1 3 6 7 10 11 14
-۰.۲۷۲	0.912	-4	0	4	1.03۳	3.667	1 3 6 7 10 11 15
-۰.۲۷۲	0.912	-4	0	4	1.03۳	3.667	1 3 6 7 10 11 16

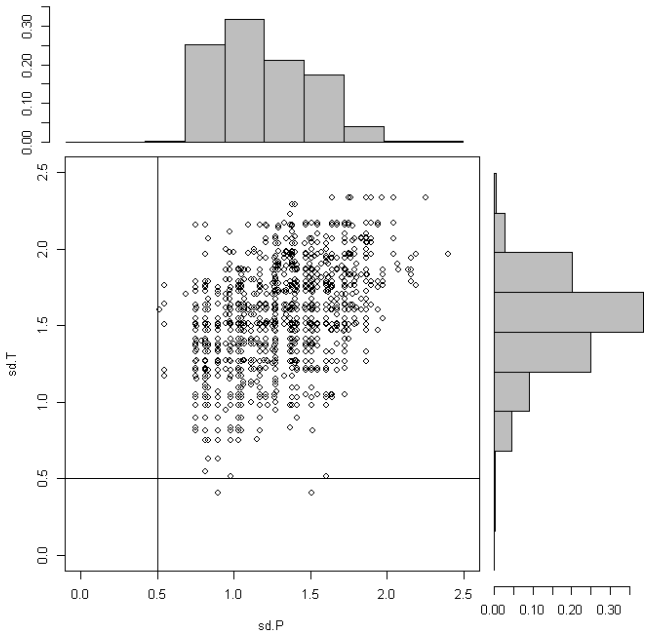
توضیحات: برای استخراج این جدول، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل ۶ نشان‌گر منتخب معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۱ تا ۶ جدول ۱ و در ضمن ۱۰ نشان‌گری که بیشترین میزان تطابق را دارند، یعنی متغیرهای شمارهٔ ۷ تا ۱۶ جدول ۱ می‌شود؛ سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۲۷۷۶۵ مورد از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند. از بین این نشان‌گرها، ۲۷ نشان‌گر ترکیبی هستند که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض آن‌ها از سایر نشان‌گرها کمتر است. از بین این ۲۷ نشان‌گر ترکیبی ۶ نشان‌گر هستند که میزان تطابق بهینهٔ آن‌ها از سایر نشان‌گرها بیشتر است و درنهایت از بین ۶ نشان‌گر ترکیبی باقی‌مانده، ۳ نشان‌گر هستند که قدرمطلق میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینهٔ بیشتری دارند که این سه نشان‌گر ترکیبی در این جدول نشان داده شده‌اند.

۲-۳. ساخت نشان‌گر ترکیبی با استفاده از ۱۶ نشان‌گر انتخاب شده به‌وسیلهٔ معیار وقفهٔ انتشار

همان‌طور که سمائی و عطریانفر (۱۳۹۰) نشان می‌دهند، آمارهای حساب‌های ملی با وقفهٔ قابل‌ملاحظه منتشر می‌شود و ضمناً در معرض تجدیدنظر قرار دارد. با توجه به این‌که هدف از ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی آن است که بتواند به موقع تغییرات چرخه‌های تجاری را پیش‌بینی و اعلام کند، طبیعی است که آمارهایی که با وقفهٔ زیاد منتشر می‌شوند (ازجمله آمارهای حساب‌های ملی) چندان مفید فایده نخواهند بود. از این‌رو، در این قسمت از ۲۵ نشان‌گر پیشرو اولیه که در جدول ۱ معرفی شده‌اند، پنج متغیر که در دستهٔ حساب‌های ملی قرار دارند حذف می‌شوند (یعنی متغیرهای شمارهٔ ۱، ۶، ۱۴، ۲۰ و ۲۴). از ۲۰ متغیر باقی‌مانده، ۴ متغیری که در انتشارات ادواری بانک مرکزی به‌صورت مرتب منتشر نمی‌شوند یا به‌عبارت دیگر قابلیت دسترسی منظم به آن‌ها کم است نیز کنار گذاشته می‌شوند (یعنی متغیرهای شمارهٔ ۵، ۱۲، ۲۲ و ۲۵) و سپس با ۱۶ متغیر باقی‌ماندهٔ کلیه ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی ساخته می‌شوند. ازمیان ۶۵۵۳۵ ترکیب ساخته شده، ۹۸۹۹ ترکیب، هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند. در

نمودار ۳، انحراف معیار پیش‌بینی این ۹۸۹۹ ترکیب نشان داده شده است. اگر همانند بخش قبل انحراف معیار پایین‌تر از ۰.۵ فصل مبنا قرار گیرد، در

نمودار مشاهده می‌شود که هیچ ترکیبی وجود ندارد که انحراف معیار پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض آن کمتر از ۰.۵ فصل باشد.



نمودار ۳. انحراف معیار پیش‌بینی نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی

توضیحات: برای استخراج این نمودار، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل نشان‌گرهایی می‌شوند که وقفهٔ انتشار کمتری دارند. سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۹۸۹۹ مورد از بین ۶۵۵۳۵ ترکیب، هیچ هشدار نادرست و دیرهنگامی ندارند و در ضمن این ترکیب‌ها کلیهٔ نقاط چرخش سری هدف را پیش‌بینی می‌کنند. انحراف معیار این نشان‌گرها در این نمودار نشان داده شده است. منظور از sd.P انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط چرخش اوج و sd.T انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط چرخش حضیض است. هر نقطه در نمودار نشان‌دهندهٔ یکی از ۹۸۹۹ نشان‌گر پیشرو مورد بررسی است. روی محورهای افقی و عمودی نیز نمودار فراوانی متغیرها به تفکیک sd.P و sd.T نشان داده شده است.

در جدول ۵، نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه برای پیش‌بینی توأمان نقاط اوج و حضیض معرفی شده است. ابتدا از بین نشان‌گرهای ترکیبی که هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند

نشان‌گرهایی انتخاب شدند که انحراف معیار نقاط اوج و حضیض آن‌ها کمترین (یعنی کمتر از ۰.۸۲ فصل) است؛ سپس براساس معیارهای بیشترین میزان تطابق بهینه و نهایتاً بیشترین میزان قدرمطلق همبستگی نشان‌گرهای ترکیبی بهینه انتخاب می‌شوند. مقایسهٔ نتیجه به‌دست آمده در جدول با جدول نشان می‌دهد که ترکیب‌هایی که با لحاظ وقفهٔ انتشار و امکان دسترسی آسان به داده‌ها ساخته شده است کارایی پایین‌تری در پیش‌بینی نقاط چرخش دارد. درواقع، نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی معرفی شده در جدول ۵ نسبت به جدول ۲ دارای انحراف معیار در پیش‌بینی بیشتر، میزان تطابق بهینهٔ کمتر و همچنین قدرمطلق همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه کمتری هستند.

جدول ۵. نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی منتخب ساخته شده از ترکیب متغیرهای با وقفهٔ انتشار پایین

شمارهٔ متغیرها در جدول ۱	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	وقفهٔ تطابق بهینه	میزان تطابق بهینه	میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه
3 7 10 13 15 17 23	3.333	0.816	۴.۱۶۷	0.408	-4	۰.۸۹۵	-0.45۲
3 7 10 13 16 17 23	3.333	0.816	۴.۱۶۷	0.408	-4	۰.۸۹۵	-0.45۲
3 7 10 13 15 16 17	3.333	0.816	۴.۱۶۷	0.408	-4	۰.۸۹۵	-0.45۲

توضیحات: برای استخراج این جدول، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل نشان‌گرهایی می‌شوند که وقفهٔ انتشار کمتری دارند. سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۹۸۹۹ مورد از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند. از بین این نشان‌گرها، ۳۶ نشان‌گر ترکیبی هستند که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج و حضیض آن‌ها کمتر از ۰.۸۲ است. از میان این ۳۶ نشان‌گر ترکیبی، ۶ مورد هستند که میزان تطابق بیشتری دارند و از بین این ۶ نشان‌گر ترکیبی، سه ترکیب وجود دارد که بیشترین قدرمطلق همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه را دارد که در این جدول نشان داده شده است.

در جدول ۶، ترکیبی که بهترین عملکرد را به‌لحاظ پیش‌بینی نقاط چرخش اوج دارد نشان داده شده است. مقایسه این جدول با جدول نشان می‌دهد که کارایی نشان‌گر پیشرو با هر سه سنجهٔ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج، میزان تطابق بهینه و میزان همبستگی در تطابق بهینه کاهش یافته است.

جدول ٦. نشان‌گر پیشرو ترکیبی منتخب برای نقاط اوج ساخته شده از ترکیب متغیرهای با وقفهٔ انتشار پایین

میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه	میزان تطابق بهینه	وقفهٔ تطابق بهینه	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	شمارهٔ متغیرها در جدول ۱
0.052	0.828	-3	1.506	3.333	0.516	2.667	2 4 7 9 10 13 17 21

توضیحات: برای استخراج این جدول، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل نشان‌گرهایی می‌شوند که وقفهٔ انتشار کمتری دارند؛ سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۹۸۹۹ مورد از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند. از بین این نشان‌گرها، ۱۶ نشان‌گر ترکیبی هستند که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج آن‌ها کمترین است. از میان این ۱۶ نشان‌گر ترکیبی، ۱ مورد هست که میزان تطابق بیشتری دارد که در این جدول نشان داده شده است.

در جدول، ترکیب‌هایی که بهترین عملکرد را به‌لحاظ پیش‌بینی نقاط چرخش حضیض دارند، نشان داده شده است. مقایسهٔ این جدول با جدول، نشان می‌دهد که کارایی نشان‌گر پیشرو ترکیبی براساس دو سنجهٔ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض و میزان تطابق بهینه کاهش یافته است.

جدول ۷. نشان‌گر پیشرو ترکیبی منتخب برای نقاط حضیض ساخته شده از ترکیب متغیرهای با وقفهٔ انتشار پایین

میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه	میزان تطابق بهینه	وقفهٔ تطابق بهینه	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض	انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	میانگین تقدم در پیش‌بینی نقاط اوج	شمارهٔ متغیرها در جدول ۱

3 7 10 13 15 17 23	3.333	0.816	4.167	0.408	-4	0.895	-0.452
3 7 10 13 16 17 23	3.333	0.816	4.167	0.408	-4	0.895	-0.452
3 7 10 13 15 16 17	3.333	0.816	4.167	0.408	-4	0.895	-0.452

توضیحات: برای استخراج این جدول، ابتدا ۱۶ نشان‌گر از بین ۲۵ نشان‌گر پیشرو معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) انتخاب شده‌اند. این ۱۶ متغیر شامل نشان‌گرهایی می‌شوند که وقفهٔ انتشار کمتری دارند؛ سپس کلیهٔ ترکیب‌های ۱ تا ۱۶ تایی از بین ۱۶ نشان‌گر پیشرو منتخب ساخته شده‌اند. ۹۸۹۹ مورد از نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده هشدار نادرست، دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند. از بین این نشان‌گرها، ۱۸ نشان‌گر ترکیبی هستند که انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی نقاط حضیض آن‌ها کمترین است. ازمیان این ۱۸ نشان‌گر ترکیبی، ۶ مورد هستند که میزان تطابق بیشتری دارند و از بین این ۶ مورد، ۳ نشان‌گر ترکیبی وجود دارد که بیشترین قدرمطلق همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه را دارد که در این جدول نشان داده شده است.

نتایج جداول ۲ تا ۷ در جدول تلخیص شده‌اند و این جدول، اجزای تشکیل‌دهندهٔ نشان‌گرهای پیش‌رو ترکیبی بهینه که در بخش نتایج ساخته شده‌اند را به‌منظور مقایسه در کنار یکدیگر نمایش می‌دهد. در این جدول براساس این‌که آیا نشان‌گر پیش‌رو ترکیبی قرار است فقط نقاط حضیض را پیش‌بینی کند یا فقط نقاط اوج را و یا این‌که کل نقاط چرخش اوج و حضیض به‌صورت توأمان را، و همین‌طور براساس این‌که آیا ۱۶ متغیر مورد استفاده برای ساخت نشان‌گرهای ترکیبی، بدون ملاحظهٔ وقفهٔ انتشار (و براساس معیار بیشترین میزان تطابق) انتخاب شده‌اند –یعنی بخش اول نتایج– یا با ملاحظهٔ کمترین وقفهٔ انتشار انتخاب شده‌اند –یعنی بخش دوم نتایج–، کل نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه به ۶ دستهٔ کلی (در ۶ ستون) تقسیم شده‌اند؛ در هر دسته مشخص شده که تعداد نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی که بهترین عملکرد را داشته‌اند چند تا بوده و تعداد متغیرهایی که برای ساخت آن نشان‌گرهای ترکیبی بهینه به کار رفته‌اند چه‌قدر بوده است، سپس در هر ستون مشخص شده که کدام ۱۶ متغیر از بین ۲۵ متغیر می‌توانستند در ساخت نشان‌گر پیشرو بهینه شرکت داشته باشند و این‌که از بین این ۱۶ متغیر کدام‌یک نهایتاً در ترکیب بهینه حضور داشته‌اند.

جدول ۸ : اجزای نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی ساخته شده

		کل نقاط چرخش		نقاط چرخش اوج		نقاط چرخش حضیض	
		بدون لحاظ وقفهٔ انتشار	با لحاظ وقفهٔ انتشار	بدون لحاظ وقفهٔ انتشار	با لحاظ وقفهٔ انتشار	بدون لحاظ وقفهٔ انتشار	با لحاظ وقفهٔ انتشار
	تعداد نشانگر پیش‌رو ترکیبی بهینه	۱	۳	۳	۱	۳	۳
	تعداد متغیر مورد استفاده در ساخت هر نشان‌گر پیش‌رو ترکیبی بهینه	۱۲	۷	۶	۸	۷	۷
	عناوین نشان‌گرهای پیشرو						
۱	تشکیل سرمایه در ساختمان (حقیقی) (معکوس نرخ رشد)	✓		✓		✓	
۲	شاخص قیمت مصرف‌کنندهٔ بهداشت و درمان (نرخ رشد)	✓			✓		
۳	مالیات اشخاص حقوقی (حقیقی) (معکوس نرخ رشد)	✓	✓			✓	✓
۴	اسکناس و مسکوک در دست اشخاص (حقیقی) (معکوس نرخ رشد)				✓		
۵	مصرف سایر فرآورده های نفتی (هزار بشکه در روز) (معکوس نرخ رشد)	✓					
۶	ارزش افزوده خدمات عمومی (حقیقی) (معکوس لگاریتم)	✓		✓		✓	
۷	مالیات بر واردات (معکوس نرخ رشد)	✓	✓		✓	✓	✓
۸	نقدینگی (حقیقی) (نرخ رشد)						
۹	شاخص قیمت مصرف کننده–بهداشت و درمان (معکوس لگاریتم)	✓		✓	✓		
۱۰	شاخص قیمت تولید کننده–تامین برق و گاز و آب (حقیقی) (معکوس)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۱۱	کل سرمایه‌گذاری برحسب مراحل ساخت (حقیقی) (معکوس نرخ رشد)	✓		✓		✓	
۱۲	هزینهٔ یک متر مربع زیر بنا در ساختمان‌های تکمیل شده در کلیهٔ مناطق شهری (معکوس نرخ رشد)						
۱۳	شاخص قیمت مصرف‌کننده–ارتباطات (حقیقی) (معکوس نرخ رشد)		✓		✓		✓
۱۴	ارزش افزودهٔ معدن (حقیقی) (نرخ رشد)	✓		✓		✓	
۱۵	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده در کلیهٔ مناطق شهری (فقره) (معکوس نرخ رشد)	✓	✓	✓		✓	✓
۱۶	پروانه‌های ساختمانی صادر شده در سایر مناطق شهری (فقره) (معکوس نرخ رشد)	✓	✓	✓		✓	✓
۱۷	شاخص قیمت تولید کننده–تأمین برق و گاز و آب (حقیقی) (معکوس لگاریتم)		✓		✓		✓
۱۸	سرمایه‌گذاری در کلیهٔ مناطق شهری (حقیقی) (معکوس نرخ رشد)						
۱۹	سپرده‌های بخش دولتی نزد بانک مرکزی (حقیقی) (لگاریتم)						
۲۰	ارزش افزودهٔ برق، آب و گاز (حقیقی) (نرخ رشد)						
۲۱	سپرده‌های بخش دولتی نزد بانک مرکزی (حقیقی)				✓		
۲۲	تعداد ساختمان‌های شروع شده توسط بخش خصوصی در کلیهٔ مناطق شهری (دستگاه) (معکوس)						
۲۳	خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی (لگاریتم)		✓				✓
۲۴	ارزش‌افزودهٔ خدمات عمومی (حقیقی) (معکوس)						

۲۵	سطح کل ساختمان‌های تکمیل شده در تهران (هزار متر مربع) (نرخ رشد)							
متغیر در ساخت ترکیب‌ها استفاده نشده است	در ساخت ترکیب‌ها وارد شده اما در ترکیب بهینه نیست	فقط یکی از این متغیرها در ترکیب بهینه وارد می‌شوند	✓ در ترکیب بهینه وارد شده است	دو تا از این متغیرها در ترکیب بهینه وارد می‌شوند				

توضیحات: این جدول شامل ۲۵ متغیری می‌شود که در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) ازمیان ۱۵۹۰ سری زمانی به‌عنوان نشان‌گرهای پیشرو مطلوب انتخاب شدند. در این جدول اجزای نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه که خروجی این مقاله هستند، نشان داده شده است. منظور از واژهٔ «بدون لحاظ وقفهٔ انتشار» نتایج بخش ۱ است که معیار انتخاب ۱۶ نشان‌گر ازمیان ۲۵ نشان‌گر، عمدتاً معیار تطابق بوده است. منظور از واژهٔ «با لحاظ وقفهٔ انتشار» این است که عامل تعیین‌کننده در انتخاب ۱۶ متغیر از مجموع ۲۵ متغیر، معیار کمترین وقفهٔ انتشار بوده و به نتایج بخش ۲ اشاره دارد.

٤. نتیجه‌گیری

هدف از این مقاله، ساخت نشان‌گر پیشرو ترکیبی برای پیش‌بینی نقاط چرخش تولید ناخالص داخلی بدون نفت به عنوان شاخصی برای نشان دادن وضعیت عمومی اقتصاد ایران است. برای این منظور از نشان‌گرهای معرفی شده توسط برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) استفاده شده است. ایشان از مجموعه اطلاعاتی بزرگی شامل ۲۶۵ سری زمانی با تواتر فصلی از فصل ۱۳۶۷:۱ تا ۱۳۸۷:۲ استفاده نمودند که با اعمال تبدیلات مختلف روی متغیرها (لگاریتم، نرخ رشد و معکوس) نهایتاً ۱۵۹۰ سری زمانی را تولید و مورد بررسی قرار دادند و سپس براساس معیارهای ارزیابی مطرح شده در ادبیات این حوزه، ۲۵ سری زمانی از کل ۱۵۹۰ سری زمانی که مجموعاً عملکرد بهتری در پیش‌بینی چرخه‌های تجاری داشتند را انتخاب کردند. از آنجا که محدودیت‌های سخت‌افزاری سبب می‌شد تا ساخت نشان‌گر ترکیبی با ترکیب‌های بیش از ۱۶ متغیر به‌لحاظ زمان‌بری تقریباً غیرممکن شود؛ لذا در تحقیق حاضر ابتدا ۱۶ متغیر از بین ۲۵ متغیر معرفی شده در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹)، انتخاب و سپس کلیهٔ ترکیب‌های ممکن این ۱۶ متغیر، یعنی ۶۵۵۳۵ ترکیب با یکدیگر مقایسه شد تا نشان‌گر پیشرو ترکیبی بهینه شناسایی شود.

شناسایی ترکیب بهینه براساس چهار سنجهٔ انجام گرفت که به ترتیب روی مجموعه شامل ۶۵۵۳۵ ترکیب اعمال شده است. اول، شناسایی ترکیب‌هایی از بین ۶۵۵۳۵ ترکیب ممکن که هیچ نقطهٔ مفقوده، هشدار نادرست و هشدار دیرهنگام ندارند. دوم، از بین ترکیب‌هایی که معیار اول را ارضا می‌کنند شناسایی ترکیب‌هایی که انحراف معیار تقدم پیش‌بینی کمتری دارند. سوم، از بین ترکیب‌هایی که معیار اول و دوم را ارضا می‌کنند شناسایی ترکیب‌هایی که میزان تطابق در وقفهٔ بهینه آن‌ها بیشترین است. در مرحلهٔ آخر از بین ترکیب‌هایی که سه مرحلهٔ اول را ارضا می‌کنند شناسایی ترکیب‌هایی که بیشترین میزان همبستگی در وقفهٔ تطابق بهینه را دارند.

انتخاب ۱۶ متغیر از بین ۲۵ متغیر برای ساخت کلیهٔ ترکیب‌های ممکن براساس دو روش صورت گرفت. در روش اول، ۶ متغیری که در برکچیان و سمائی (۱۳۹۹) به‌عنوان متغیرهای با عملکرد بهتر معرفی شده‌اند و ۱۰ متغیر دیگری که میزان تطابق بیشتری داشته‌اند، انتخاب شدند. در روش دوم، ۱۶ متغیر منتخب آن‌هایی بودند که وقفهٔ انتشار پایین‌تری دارند و در ضمن امکان دسترسی منظم به اطلاعات آن‌ها در انتشارات ادواری بانک مرکزی وجود دارد. در ضمن در هر گروه سه دسته نشان‌گر ترکیبی پیشرو بهینه معرفی شد؛ دستهٔ اول، نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی که بالاترین کارایی را در پیش‌بینی توأمان نقاط اوج و حضیض دارند. دستهٔ دوم، بالاترین کارایی را صرفاً در پیش‌بینی نقاط اوج و دستهٔ سوم، بالاترین کارایی را صرفاً در پیش‌بینی نقاط حضیض دارند.

نتایج نشان‌داد که در عمل به‌دلیل مشکلات وقفهٔ انتشار و دسترسی به اطلاعات، هر متغیری را نمی‌توان جزئی از نشان‌گر پیشرو ترکیبی قرار داد و اعمال این محدودیت به‌ناچار کارایی نشان‌گر پیشرو ترکیبی را ازنظر سنجهٔ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی، سنجهٔ میزان تطابق در وقفهٔ بهینه و سنجهٔ میزان همبستگی در وقفهٔ بهینه کاهش می‌دهد؛ هرچند که این محدودیت، کارایی نشان‌گر پیشرو ترکیبی را از نظر تعداد نقاط مفقوده، هشدارهای نادرست و دیرهنگام تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

در این تحقیق، نشان داده شد که به‌جای ساخت یک نشان‌گر پیشرو ترکیبی که عملکرد کارایی در پیش‌بینی توأمان نقاط اوج و حضیض داشته باشد، می‌توان دو نشان‌گر پیشرو ترکیبی ساخت؛ به‌طوری‌که اولی صرفاً عملکرد مطلوبی در شناسایی نقاط اوج و دومی عملکرد مطلوبی در شناسایی نقاط حضیض

دارد. با ساخت دو نشان‌گر پیشرو ترکیبی اخیر کارایی شناسایی نقاط اوج و حضیض به‌لحاظ سنجهٔ انحراف معیار تقدم در پیش‌بینی بهبود می‌یابد.

نتایج مقاله نشـان می‌دهد که بخش مهمی از نشـان‌گرهای پیشـرو ترکیبی سـاخته شـده هشـدار نادرسـت، هشـدار دیرهنگام و نقطهٔ مفقوده ندارند و به‌عبارت دیگر، عملکرد مناسـبی در پیش‌بینی نقاط چرخش تولید ناخالص داخلی از خود نشـان می‌دهند. همچنین براسـاس نتایج به‌دسـت آمده، متغیرهای شـــاخص قیمت تولیدکنندهٔ برق، آب و گاز، مالیات بر واردات، مالیات بر ســـود شـــرکت‌ها و تعداد پروانه‌های ساختمانی بیشترین نقش را در تولید نشان‌گرهای پیشرو ترکیبی بهینه دارند.

منابع

برکچیان، س. م.، سمائی، ک.، (۱۳۹۹). «ارزیابی نشان‌گرهای پیشرو برای تولید ناخالص داخلی ایران». *فصلنامهٔ مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۳۴، صص: ۱-۳۷.

عینیان، م، برکچیان، س. م.، (۱۳۹۳). «شناسایی و تاریخ‌گذاری چرخه‌های تجاری اقتصاد ایران». *فصلنامهٔ پژوهش‌های پولی و بانکی*، شمارهٔ ۲۰، صص: ۱۶۱-۱۹۴.

درگاهی، ح.، (۱۳۸۳). *شناسایی شاخص‌های پیشرو و ساخت شاخص ترکیبی جهت تجزیه و تحلیل ادوار تجاری در اقتصاد ایران*. تهران: پژوهشکدهٔ پولی و بانکی.

سمائی، ک.، عطریانفر، ح. (۱۳۹۹). «داده‌های زمان-حقیقی». *تازه‌های اقتصادی*، شمارهٔ ۱۳۳، صص: ۱۷۵-۱۶۳.

طباطبایی یزدی، ر.، (۱۳۸۷). «شاخص ترکیبی آینده‌نگر اقتصاد ایران در سال ۱۳۸۷». *فصلنامه راهبرد*، شمارهٔ ۴۶، صص: ۴۳۴-۴۱۵.

محمدی، ت. (۱۳۸۸). «شناسایی نقاط چرخش اقتصاد ایران در یک زمان واقعی». *پژوهشنامهٔ اقتصادی*، شمارهٔ ۳، صص: ۸۹-۶۵، ۱۳۸۸.

Albert, M. J. & Chib, S., (1993). "Bayesian Analysis of Binary and Policychotomous Response Data". *Journal of the American and Statistical Association*, No. 88, Pp: 669–679.

Bry, G. & Boschan, C., (1971). "Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs". *Technical Paper*, No. 20, NBER. Columbia University Press.

Del Negro, M., (2001). "Turn, Turn, Turn: Predicting Turning Points in Economic Activity". *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, No. 87.

Estrella, A. & Mishkin, F. S., (1988). "Predicting US Recessions: Financial Variables as Leading Indicators". *The Review of Economics and Statistics*, No. 80 (1), Pp: 45–61.

Hamilton, J. D. & Perez-Quiros, G., (1996). "What Do the Leading Indicators Lead?" *The Journal of Business.* No. 69 (1), Pp: 27–49.

Harding, D. & Pagan, A., (2003). "A Comparison of Two Business Cycle Dating Methods". *Journal of Economic Dynamics and Control*, No. 27 (9), Pp: 1681–169.

Krolzig, H. M., (1998). "Predicting Markov-Switching Vector Autoregressive Processes". Mimeo, Institute of Economics and Statistics, University of Oxford.

Marcellino, M., (2006). "Leading Iindicators". In: *Handbook of Forecasting*, Chapter 16. Amsterdam: Elsevier.

Moneta, F., (2003). "Does the Yield Spread Predict Recession in the Euro Area". *ECB Working Paper*, No. 294.

OECD., (2008). "Handbook on Constructing Composite Indicators, Methodology and User Guide". http://www.oecd.org/dataoecd/37/42/42495745.pdf.

OECD., (2008). "OECD System of Composite Leading Indicators". http://www.oecd.org/dataoecd/26/39/41629509.pdf.

Osborn, D.; Sensier, M. & Simpson, P. W., (2001). "Forecasting UK Industrial Production over the Business Cycle". *Journal of Forecasting*, No. 20 (6), Pp: 405–424.

Stock, J. H. & Watson, M. W., (1991). "A Probability Model of the Coincident Indicators". In: *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*, by: K., Moore, G. H. Lahiri. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Stock, J. H. & Watson, M. W., (1992). "A Procedure for Predicting Recessions with Leading Indicators: Econometric Issues and Recent Experience*". NBER Working Paper*, No. 4014.

US Bureau of Census., (2002). "Seasonal Adjustment Interface for Tramo/Seats and X12-Arima".

Applied Economics Studies, Iran (AESI) 71

Volume 10, Number 40, Winter 2022

Constructing a Composite Leading Indicator for Forecasting Non-Oil GDP

Barakchian, S. M.[1], Samaei, K.[2*], Najafi-Ziarani, F.[3]

Abstract

In this paper, we try to build a composite leading indicator to predict the business cycles of Iran. For this purpose, we consider non-oil GDP as our target variable. In the first part of this research project, Barakchian and Samaee (1399) evaluated the performance of 1590 macroeconomic time series individually in predicting the business cycles of Iran. These 1590 series were generated by 256 macroeconomic variables released by the Central Bank (including their original form of the variables and five transformations of them). Barakchian and Samaee (1399) showed that 25 time series out of all 1590 series perform the best in predicting the cycles when evaluated in terms of the criteria introduced in this literature (i.e. missed points, false alarms, late alarms, etc). In this paper, we compose these 25-time series to build a composite leading indicator which predicts the peaks and troughs of the business cycles well. Since the number of all the combinations generated by the 25 time series is too large to be computationally feasible to evaluate them, we first choose 16 time series out of these 25 series introduced by Barakchian and Samaee (1399) and then we generate all the possible combinations using these 16 series (with equal weights). This approach mounts to 65535 different combinations. Then we evaluate the performance of all these 65535 composite leading indicators in predicting the business cycles in terms of the criteria mentioned above. Our results show that a significant fraction of all these composite leading indicators perform very well: they don't have any missed point, false alarm or late alarm. In the second part of the paper, we also take into account the time lag in releasing the data by the Central Bank. Since the main function of a composite leading indicator is to predict business cycles timely, accessing to data in real time is a major concern. So, we take this concern into account when choosing the 16 variables. In particular, the national accounts data are excluded from the data when building the composite leading indicator because of their long-time lags when released by the Central Bank. Our results show that the following variables have the major role in the combination of the best composite leading indicators: price index of water, electricity and gas, imports' tax, corporate profits' tax, and the number of building permits.

Keyword: Composite Leading Indicator, Forecasting, GDP.

EL Classification: E32, E33.

1. Assistant Professor, Department of Economics, Institute of Higher Education and Research, Management and Planning, Tehran, Iran (Author)* **Email:** m.barakchian@imps.ac.ir

2. PhD student in Economics, University of Pennsylvania, USA **Email:** kian.samaee@gmail.com

3. Master of Public Policy, Harvard University, USA **Email:** fateme.najafi@gmail.com