طراحی یک الگوی خودتوضیح برداری عاملی تعمیم‌یافته (FAVAR) برای اقتصاد ایران با تاکید بر شوک‌های نفتی و پولی

حسن حیدری[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۷

چکیده

اخیرا توجه زیادی به مدل‌هایی معطوف شده است که در آنها از مجموعه گسترده‌تری از اطلاعات اقتصادی استفاده می‌شود. این امر با ابداع مدل‌های FAVAR از طریق تلفیق مدل‌های سنتی VAR با یک یا چند عامل غیرقابل مشاهده امکان‌پذیر شده است. بر خلاف این سیر گسترده از مطالعات در زمینه به کارگیری مدل‌های تکامل‌یافته FAVAR، مطالعات داخلی در این زمینه بسیار محدود است و هنوز این روشها به صورت گسترده‌ای درباره اقتصاد ایران به کار گرفته نشده‌اند. از این رو در این مقاله تلاش شده است تا یک مدل FAVAR برای اقتصاد ایران برآورد شود تا در آن با تاکید بر شوک‌های نفتی و شوک‌های پولی بتوان واکنش دسته گسترده‌ای از متغیرهای اسمی و حقیقی را برآورد کرد. بدین منظور مجموعه‌ای از ۳۵ متغیر مهم اقتصاد ایران در دامنه زمانی سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۳ برای برآورد الگو انتخاب شد. نتایج حاصل از برآورد توابع واکنش الگوی FAVAR نشان داد که واکنش «بخش حقیقی» اقتصاد ایران به شوک مثبت درآمدهای نفتی مثبت و معنادار است و مدت زمان تقریبا ۵ سال طول می‌کشد که اثر آن به طور کلی تخلیه شود. همچنین واکنش «بخش اسمی» اقتصاد ایران به یک شوک مثبت در درآمدهای نفتی نیز در ابتدا مثبت اما بی‌معنا بوده و نسبت به واکنش بخش حقیقی سریع‌تر و کوتاه‌تر و نوسانی‌تر است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای اسمی به شوک پایه پولی واکنشی مشابه و مثبت نشان می‌دهند اما اثر این شوک موقتی و در حد ۲ تا ۴ سال است.

واژه‌های کلیدی: درآمد نفتی، مدل‌های FAVAR، شوک پولی.

طبقه‌بندی JEL: E5, C32 .

---

۱. استادیار اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، نویسنده مسئول Email: hassan.heydari@modares.ac.ir

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]

[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

۱. مقدمه

مدل‌های VAR به طور گسترده‌ای برای تجزیه و تحلیل تاثیر شوک‌ها بر متغیرها و بخش‌های مختلف اقتصادی به کار گرفته می‌شوند. اما یکی از اصلی‌ترین ویژگی‌های این مدل‌ها این است که نمی‌توان تعداد زیادی از متغیرها را در آن به کار گرفت. از دلایل اصلی برای به کارگیری تعداد اندک متغیرها در مدل‌های سنتی VAR این است که با افزایش تعداد متغیرهای به کار گرفته شده در این الگو به سرعت از درجه آزادی آن کاسته می‌شود، زیرا در هر معادله، متغیر وابسته بر روی وقفه‌های خودش و وقفه‌های سایر متغیرهای الگو برآورد می‌شود. لذا امکان به کارگیری تعداد زیادی از متغیرها در این الگو وجود ندارد. تعداد اندک متغیرها در مدل‌های مرسوم و سنتی VAR سبب می‌شود که در تحلیل اثرات شوک‌ها بر اقتصاد از اطلاعات موجود در آمارهای اقتصادی به صورت کارآمدی استفاده نشود، بلکه تنها از تعداد محدودی از متغیرها به صورت گزینشی استفاده می‌شود و لذا ارزیابی اثرات شوک‌ها بر اقتصاد نیز جامع و کامل نخواهد بود.

درواقع مدل‌های سنتی VAR که معمولا برای ارزیابی سیاست اقتصادی به کار گرفته می‌شوند، تنها شامل تعداد اندکی از متغیرها هستند. این در حالیست که سیاست‌گذاران اقتصادی در سازمان‌های دولتی و بانکهای مرکزی تعداد زیادی از متغیرها را در هنگام طراحی سیاست و نیز ارزیابی آن به کار می‌گیرند. در این شرایط اگر متغیرهای مهمی از مدل VAR به هر دلیلی کنار گذاشته شده باشند، مدل از نظر مجموعه اطلاعاتی که حامل آن است، دچار نقصان شده و بنابراین تخمین‌های توابع واکنش به شوک‌ها تورش خواهند داشت. از سوی دیگر، تصمیم‌گیری درباره اینکه آیا یک متغیر باید در داخل مدل باقی بماند یا خیر بسیار سخت خواهد بود، بنابراین ممکن است این پیشنهاد مطرح شود که همه متغیرهایی که اطلاعاتی درباره موضوع مورد نظر دارند، در مدل لحاظ شوند. اما مدل‌های سنتی VAR به دلیل محدودیت درجه آزادی چنین امکانی را فراهم نمی‌کنند. علاوه بر آن در بسیاری از موارد سیاست‌گذاران و تحلیل‌گران اقتصادی مایل به ارزیابی تاثیر شوک‌ها،

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

مثلا شوک پولی در سطحی جزئی‌تر[1] از سطوح معمول جمعی[2] متغیرها مانند سطح عمومی قیمت‌ها و تولید کل هستند. مثلا ممکن است واکنش قیمت‌های بخشی در کنار هم و نیز سطح فعالیت‌ها در زیربخش‌ها نیز مد نظر باشد. چنین سطحی از جزئی‌نگری در مدلسازی نیازمند به کارگیری داده‌هایی جزئی‌تر و بسیار گسترده‌تر است که مجددا با محدودیت مدل‌های سنتی VAR در لحاظ تعداد زیاد متغیرها امکان آن وجود ندارد، زیرا با افزایش تعداد متغیرها به سرعت تعداد پارامترهای برآوردی در مدل افزایش یافته و درجه آزادی آن کاسته می‌شود. همچنین دقت تخمین‌های این مدل‌ها نیز با کاهش درجه آزادی به سرعت کاهش می‌یابد(کیلیان و لوتکپل، ۲۰۱۷)[3].

با توجه به این مشکلات، اخیرا توجه زیادی به مدل‌هایی معطوف شده است که در آنها از مجموعه گسترده‌تری از اطلاعات اقتصادی استفاده می‌شود. این امر با تکمیل کردن مدل‌های سنتی VAR با استفاده از یک یا چند "عامل[4]"، امکان‌پذیر شده است. اولین مطالعات پیشرو در این زمینه عبارتند از برنانکه و بویوین، ۲۰۰۳، و برنانکه، بویوین و الیاسز، ۲۰۰۴[5]. دستاورد این دو مطالعه این بوده است که مدل سنتی VAR را با اضافه نمودن چند عامل تکمیل کرده‌اند. پس از این مطالعه، مقالات دیگری نیز منتشر شده است که مطالعات مشابهی را انجام داده‌اند و هر یک نوآوری خاصی را در این زمینه انجام داده‌اند که از آن جمله می‌توان به استوک و واتسون، ۲۰۰۵[6]، دیو، درستلر و ژانگ، ۲۰۰۹[7]، و بویوین، کیلی و میشکین، ۲۰۱۰[8] و کیلیان و لوتکپل، ۲۰۱۷[9] (فصل ۱۶) اشاره نمود. بر خلاف این سیر گسترده از مطالعات در زمینه به کارگیری مدل‌های تکامل‌یافته

1. disaggregate level
2. aggregate level
3 .Killian and Lutkepohl
4. Factors
5. Bernanke and Boivin, Bernanke, Boivin and Eliasz
6. Stock and Watson
7. Dave, Dressler, and Zhang
8. Boivin,, Kiely, and Mishkin
9. Killian and Lutkepohl

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

FAVAR، مطالعات داخلی در این زمینه بسیار محدود است و هنوز این روش‌ها به صورت گسترده‌ای درباره اقتصاد ایران به کار گرفته نشده‌اند. از این رو در این مقاله تلاش شده است تا یک مدل FAVAR برای اقتصاد ایران برآورد شود تا در آن با تاکید بر شوک‌های نفتی و شوک‌های پولی بتوان واکنش دسته گسترده‌ای از متغیرهای اسمی و حقیقی را برآورد کرد.

مقاله حاضر در شش بخش تنظیم شده است. در بخش اول ادبیات نظری الگوهای FAVAR تبیین شده است، سپس در بخش دوم مطالعات تجربی پیشین در این زمینه مرور شده است. در بخش سوم ساختار الگوی FAVAR و نحوه برآورد آن معرفی شده است و در بخش چهارم یک الگوی FAVAR با تاکید بر شوک‌های نفتی و پایه پولی برای اقتصاد ایران تصریح شده است. در بخش پنجم الگوی مذکور با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران برآورد شده و در بخش آخر نتیجه‌گیری مقاله ارائه گردیده است.

۲.مبانی نظری مدل‌های FAVAR

پیروی مطالعات برنانکه و بلایندر، ۱۹۹۲،[1] و سیمز، ۱۹۹۲[2]، حجم بسیار گسترده‌ای از مطالعات با استفاده از الگوی خودتوضیح برداری (VAR) به طور گسترده‌ای برای ارزیابی تاثیر سیاست‌های اقتصادی بر بخش‌های مختلف اقتصاد، بویژه مکانیسم انتقال پولی به کار گرفته شد. با این حال، به دلیل اینکه مدل‌های VAR از تعداد اندکی متغیر استفاده می‌کنند، کوچک مقیاس بوده و همین نیز یکی از انتقادات وارد بر این مدل‌ها بوده است. به طور خاص، مشکل مهم مدل‌های VAR این بوده است که مجموعه اطلاعاتی که از آن برای تجزیه و تحلیل سیاست‌های اقتصادی و واکنش اقتصاد به آن استفاده می‌کند، بسیار کوچک و محدود بوده و بنابراین حاوی اطلاعات ناقصی درباره مکانیسم تاثیرگذاری سیاست مذکور بر اقتصاد خواهد بود. مثلا در زمینه سیاست پولی این انتقاد به مدل‌های مرسوم VAR وارد می‌شود که سیاست‌گذاران پولی برای طرح‌ریزی سیاست‌ها به مجموعه

1. Bernanke and Blinder
2. Sims

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

گسترده‌ای از متغیرها توجه می‌کنند. بنابراین عدم لحاظ آنها در مدلسازی به دلیل محدودیتهای مدل VAR سبب می‌شود اعتبار نتایج تجربی حاصل از توابع ضربه-پاسخ که از این مدل‌ها حاصل می‌شود زیر سوال برود[1].

مشکل اصلی مدل VAR این است که تعداد پارامترها با افزایش تعداد متغیرها به سرعت افزایش می‌یابد و در نتیجه درجه آزادی نیز کاهش پیدا می‌کند. به همین دلیل در عمل تنها می‌توان تعداد محدودی متغیر را در داخل یک الگوی VAR معمول جای داد. در این صورت اگر متغیر یا متغیرهای دیگری خارج از الگو باشند که در فرآیند مورد بررسی اهمیت داشته و نقش مهمی داشته باشند، در این صورت تورش ناشی از حذف آنها به کل سیستم سرایت کرده و نتایج را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برنانکه، بویوین و الیاسز، ۲۰۰۴،[2] به سه مشکل و پیامد ناشی از این مساله اشاره کرده‌اند. پیامد اول این است که اگر الگوی VAR حاوی اطلاعاتی نباشد که بانک‌های مرکزی و بخش خصوصی در فرآیند طرح‌ریزی سیاست پولی و واکنش به آن مد نظر قرار می‌دهند، نتایج تجربی آن نیز مخدوش خواهد بود. مثال معروف این موضوع یافته‌های تجربی مدل‌های VAR مبنی بر این است که برخلاف انتظارات نظری، انقباض در سیاست پولی با یک افزایش در سطح قیمت‌ها همراه است که سیمز، ۱۹۹۲، از آن به عنوان «معمای قیمت[3]» نام می‌برد. سیمز، ۱۹۹۲، این معما را ناشی از نقص اطلاعات تجربی درباره مجموعه اطلاعاتی می‌داند که در اختیار بانک‌های مرکزی است و در عمل بر اساس آن تصمیم‌گیری می‌کنند.

مشکل دوم ناشی از این است که در مدلسازی مرسوم VAR سعی می‌شود مفاهیم نظری مانند «سطح عمومی قیمت‌ها» و «سطح فعالیت‌های اقتصادی» با متغیرهای واقعی مانند شاخص CPI و تولید ناخالص داخلی جایگزین شوند، درحالیکه این مفاهیم بسیار گسترده‌تر از آن هستند که تنها بتوان با یک یا دو متغیر محدود آنها را مدلسازی کرد.

1. Soares
2. Bernanke, Boivin and Eliasz
3. Price Puzzle

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

مشکل سوم این است که توابع ضربه-پاسخ که از یک الگوی VAR حاصل می‌شود تنها محدود به متغیرهایی است که در همان الگو به کار گرفته شده‌اند. به توجه به تعداد کم این متغیرها در یک الگوی مرسوم VAR، این امکان وجود ندارد که توابع ضربه-پاسخ برای طیف گسترده‌تری از متغیرها نیز به کار گرفته شوند. این درحالیست که اثرات واقعی یک سیاست ممکن است بر طیف بسیار گسترده‌تری از متغیرها وارد شود.

به دلیل این انتقادات بود که مدل‌سازی اقتصادی به سمت کاربرد طیف وسیع‌تر و گسترده‌تر متغیرهای اقتصادی متمایل شد. «الگوهای پویای عاملی[1]» از این دسته مدل‌ها هستند که در آن می‌توان بین طیف گسترده‌ای از متغیرها ارتباط برقرار کرد. اگرچه استفاده از این الگوها برای تجزیه و تحلیل‌های اقتصاد کلان به حدود یک دهه اخیر باز می‌گردد، اما اولین تلاشها در این زمینه به مطالعات گوک، ۱۹۷۷،[2] و سارجنت و سیمز، ۱۹۷۷،[3] باز می‌گردد. در حال حاضر از نظر تجربی دو رویکرد برای تخمین این الگوها مرسوم است که عبارتند از رویکرد تجزیه و تحلیل عوامل عمده[4] (PC) و رویکرد مبتنی بر حداکثر درست‌نمایی[5] (ML). برای تخمین با استفاده از روش PC دو رویکرد عمده در ادبیات ظهور کرده است. رویکرد اول موسوم به «تجزیه و تحلیل دامنه زمانی[6]» مرهون تلاش‌های استوک و واتسون،[7] ۱۹۹۸، ۱۹۹۹، ۲۰۰۲a و ۲۰۰۲b، بوده و مبتنی بر برآورد الگوی عاملی ایستا با استفاده از روش PC[8] است. رویکرد دوم موسوم به «دامنه فراوانی[9]» مبتنی بر الگوی عاملی پویا[10] است که به وسیله فورنی و همکاران،[11] ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵، معرفی شد. همچنین در زمینه تخمین با استفاده از روش حداکثر درستنمایی نیز برجسته‌ترین

1. Dynamic Factor Models (DFM)
2 . Geweke
3 . Sargent and Sims
4 . Principal Component Analysis
5 . Maximum Likelihood
6 . Time Domain Analysis
7 . Stock and Watson
8 . Static Principal Component
9 . Frequency Domain Approach
10 . Dynamic Principal Component
11 . Forni et. al

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

مطالعات توسط دوز و همکاران،[1] ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷، و همچنین ریز و واتسون،[2] ۲۰۰۷، انجام شده است.

اولین بار برنانکه و دیگران، ۲۰۰۵، با استفاده از رویکرد استوک و واتسون به الگوهای عاملی، آنرا با الگوی VAR ترکیب کردند. آنها الگوی حاصل شده را الگوی خودتوضیح برداری عاملی تعمیم‌یافته (FAVAR)[3] نام‌گذاری کردند. به اعتقاد آنان، به دلیل اینکه الگوی مذکور امکان به کارگیری تعداد زیادی متغیر و ترکیب آنها به صورت عوامل[4] را می‌دهد، لذا مشکل کاهش درجه آزادی که در الگوهای VAR مرسوم وجود دارد نیز حل می‌شود، ضمن اینکه می‌توان برای طیف بسیار گسترده‌ای از متغیرها توابع ضربه-پاسخ استخراج نمود. همچنین به دلیل به کارگیری تعداد بسیار زیادی از متغیرها در الگو، می‌توان نقصان اطلاعات در الگوی VAR برای مدلسازی رفتار سیاستگذاران اقتصادی را نیز حل نمود.

الگوهای FAVAR در حال تکامل سریع هستند. پیشرفت‌های زیادی در این مدل‌ها بویژه با ترکیب آنها با سایر مدل‌ها از جمله مدل‌های خودرگرسیونی برداری با پارامترهای متغیر[5] (TVP-VAR) که حاصل آن الگوی TVP-FAVAR می‌باشد، و همچنین استفاده از رویکردهای بیزی[6] حاصل شده است. به هر ترتیب این شاخه از ادبیات به سرعت در حال گسترش است و به نظر می‌رسد در سال‌های آینده یکی از رویکردهای غالب در زمینه مدلسازی اقتصادی خواهد بود.

۲-۱.نمایی کلی از یک مدل FAVAR

اگرچه در ادامه جزئیات فنی این مدل تشریح می‌شود، اما لازم است ابتدا به صورت ساده‌تر توضیح داده شود که مدل FAVAR چگونه می‌تواند سه مشکل اصلی مدل‌های VAR را که در بالا اشاره شد، را حل می‌کند. این سه مشکل عبارتند از:

1 . Doz et al
2 . Reis and Watson
3 . Factor Augmented VAR
4 . Factors
5. Time Varying Parameter VAR
6. Bayesian Approach

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

۱- افزایش سریع تعداد پارامترها و عدم امکان به کارگیری تعداد زیادی از متغیرها و در نتیجه نقصان اطلاعاتی مدل،

۲- تناظر ناقص مفاهیم نظری مانند «سطح عمومی قیمت‌ها» و «سطح فعالیت‌های اقتصادی» با تعداد اندک متغیرهایی که به ناچار از بین چندین متغیر رقیب انتخاب می‌شوند،

۳- محدودیت در تصریح توابع ضربه-پاسخ برای تعداد اندک متغیرها و عدم امکان تصریح این توابع برای طیف گسترده‌ای از متغیرهایی که واقعا از یک شوک سیاستی تاثیر می‌پذیرند.

به طور ساده، یک مدل FAVAR شامل دو لایه است. لایه اول شامل تعداد زیادی از متغیرهایی است که در مجموع هر یک اطلاعاتی جزئی از بخش‌هایی از یک اقتصاد را نمایان می‌کنند، مثلا انواع شاخص‌های قیمت در سطوح زیربخش، و انواع متغیرهای حقیقی مرتبط با تولید و سرمایه‌گذاری مانند تولید و سرمایه‌گذاری در سطح زیربخش‌ها، و نیز تجارت، مصرف برق، و سایر نهاده‌ها که در سطح زیربخش‌های یک اقتصاد در جریان است. این لایه که در بخش ۲-۱ با معادله (۲) نشان داده می‌شود، سطح اثرگذاری شوک‌های مختلف بر اقتصاد را نشان می‌دهد که بر خلاف مدل‌های سنتی VAR در سطح اجزای اقتصاد به ما اطلاعاتی درباره نحوه واکنش این متغیرها به شوک‌ها ارائه می‌دهد. منتها برای اینکه مشکل درجه آزادی حل شود، در این لایه مفاهیم نظری مانند «سطح عمومی قیمت‌ها»، و «سطح فعالیت‌های اقتصادی» در قالب «عوامل» پنهان تعریف می‌شوند که از مجموعه گسترده‌ای از متغیرها در سطح زیربخش‌های اقتصاد تاثیر می‌پذیرند. تعداد این عوامل یا توسط محقق و بر اساس نظریه مورد بحث انتخاب می‌شوند یا بر اساس آزمون‌هایی خاص که در ادامه توضیح داده می‌شوند. به دلیل روش برآورد این عوامل پنهان که معمولا با روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی[1] (PC) برآورد می‌شوند، هر چه تعداد متغیرهای تشکیل دهنده یک عامل پنهان بیشتر باشد، تخمین دقیق‌تری نیز از آن بدست خواهد آمد. در این مرحله مرحله تعداد زیاد متغیرهای الگو با هم یک یا چند عامل پنهان را می‌سازند که در لایه دوم مدل FAVAR به کار می‌آیند.

1. Principal Component Analysis

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

در لایه دوم، «عوامل» پنهان در کنار متغیرهای قابل مشاهده نماینده شوک‌هایی که به اقتصاد وارد می‌شوند، در قالب یک مدل VAR معمول در کنار هم قرار می‌گیرند (معادله (۱) در بخش ۲-۱). در این صورت مدل به صورت معمول برآورد شده و توابع واکنش عوامل پنهان به شوک‌ها تصریح می‌شود. سپس با استفاده از ارتباط بین متغیرهایی که در سطح زیربخش‌ها لایه اول را تشکیل داده‌اند، توابع واکنش طیف گسترده متغیرهای اقتصادی به شوک اقتصادی تصریح می‌شود (معادله (۶) در بخش ۳-۱).

در اینجا ممکن است این پرسش مطرح شود که در روش برآورد عوامل پنهان از طیف گسترده متغیرهای اقتصادی استفاده می‌شود، اما چگونه است که با افزایش تعداد این متغیرها، مشکل درجه آزادی برای مدل ایجاد نمی‌شود؟ پاسخ این است که اصولا روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PC) مبتنی بر این است که تعداد هر چه بیشتر متغیرهایی که گمان می‌رود یک عامل پنهان را می‌سازند با یکدیگر ترکیب شده و هر متغیر را به صورت یک بردار در نظر گرفته می‌شود که هر یک وجهی از عامل پنهان را نمایندگی می‌کنند. سپس برداری ساخته می‌شود که برآیند همه این بردارها است که این بردار همان عامل پنهان است. در این روش مجموعه متغیرهای سازنده عوامل پنهان یک ماتریس را می‌سازند و عوامل پنهان با کمک ریشه‌های مشخصه و بردارهای ویژه آن ماتریس ایجاد می‌شوند. درواقع بردارهای عوامل پنهان متناظر با K مقدار ویژه که بزرگتر از سایر مقادیر ویژه این ماتریس هستند استخراج می‌شوند. بنابراین در این روش تعداد زیاد متغیرها تاثیری بر درجه آزادی مدل ندارد، بلکه برعکس هر چه تعداد این متغیرها بیشتر باشد، عوامل پنهان با دقت بیشتری برآورد می‌شوند، زیرا هر متغیر یک بعد از این عوامل را نمایندگی می‌کند و هر چه تعداد این متغیرها بیشتر باشد، ابعاد این عوامل پنهان با دقت بیشتری مشخص می‌شود.

با توجه به توضیحات داده شده، می‌توان گفت که روش FAVAR سه مشکل بیان شده مدل VAR سنتی را به این شکل حل می‌کند:

افزایش تعداد متغیرها در لایه اول این امکان را می‌دهد که اطلاعات بیشتری به مدل وارد شود، اما از آنجا که این متغیرها با روش‌هایی مانند روش PC با یکدیگر ترکیب می‌شوند، تعداد زیاد متغیرها مشکل درجه آزادی ایجاد نمی‌کند، چون درجه آزادی از

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

مدل مصرف نمی‌شود و روش PC اطلاعات بیشتر را با افزایش تعداد متغیرها کسب می‌کند. از سوی دیگر، با تعریف عوامل پنهان بر اساس ترکیبی از تعداد بسیار زیاد متغیرها، امکان تعریف مفاهیم نظری مانند «سطح عمومی قیمت‌ها» و «سطح فعالیت‌های اقتصادی» فراهم می‌شود و در نهایت با تصریح توابع واکنش برای طیف بزرگی از متغیرها در لایه اول، تاثیرات جزئی شوک‌های اقتصادی را بر اجزای یک اقتصاد نمایش می‌دهد. با توجه به توضیحات بیان شده در این بخش، اکنون می‌توان جزئیات تکنیکی این روش را در بخش‌های بعدی مقاله بهتر درک کرد.

۲-۲. ساختار الگوی FAVAR و نحوه برآورد آن

فرض کنید که Y_t با ابعاد $M\times1$ و X_t با ابعاد $N\times1$ دو بردار از متغیرهای اقتصادی هستند که ما قصد بررسی آنها را داریم و $t=1, 2, ..., T$ نیز نشانگر بعد زمان است. در واقع Y_t عبارت از متغیرهای برونزایی هستند که توسط سیاستگذاران اقتصادی کنترل می‌شوند (مثل پایه پولی) و یا در بیرون از اقتصاد تعیین می‌شوند (مثل درآمدهای نفتی) و X_t نیز یک مجموعه بزرگی از داده‌های اقتصادی مربوط به سایر متغیرهای اقتصادی است. فرض می‌کنیم که برخی از عوامل[1] یا نیروهای بنیادی غیرقابل مشاهده وجود دارند که بر پویایی‌های X_t در طول زمان تاثیر می‌گذارند. اگر این عوامل را به صورت بردار F_t که دارای ابعاد $K\times1$ است نمایش دهیم، در این صورت پیروی برنانکه و دیگران، ۲۰۰۵، می‌توان پویایی مشترک F_t و Y_t را در قالب معادله گذار[2] به این صورت بیان کرد:

$$\begin{bmatrix} F_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \Phi^*(L)\begin{bmatrix} F_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + v_t \qquad (۱)$$

که در آن L عبارتست از عملگر وقفه، $\Phi^*(L)$ عبارتست از چندجمله‌ای وقفه و v_t عبارتست از جمله اخلال با میانگین صفر و ماتریس واریانس-کوواریانس Q. می‌توان معادله (۱) را به صورت زیر نیز نوشت:

$$\Phi(L)\begin{bmatrix} F_t \\ Y_t \end{bmatrix} = v_t \qquad (۱')$$

که در آن $\Phi(L) = I - \Phi^*(L)L = I - \Phi_1 L - \cdots \Phi_P L^P$ چندجمله‌ای وقفه از درجه P بوده و Φ_iها عبارتند از ماتریس ضرایب الگو. با توجه به استفاده از F_tها به

1. Factors
2. Transition Equation

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

عنوان عوامل غیرقابل مشاهده، برنانکه و همکاران (۲۰۰۵) معادله (۱) را یک الگوی خودرگرسیونی برداری عاملی تعمیم‌یافته (FAVAR) می‌نامند. F_tها که غیرقابل مشاهده هستند را می‌توان به عنوان نیروهای پیش‌ران اقتصاد[1] تفسیر کرد. در عین حال بین F_t، X_t و Y_t رابطه زیر برقرار است که به آن الگوی عوامل پویا[2] گفته می‌شود:

$$X_t = \Lambda^f F_t + \Lambda^y Y_t + e_t \qquad (۲)$$

که در آن ماتریس Λ^f با N سطر و K ستون ضرایب عوامل[3] بوده، ماتریس Λ^y با N سطر و M ستون ارتباط مستقیم بین متغیرهای برونزا و متغیرهای X_t را نشان می‌دهد و در نهایت e_t برداری N سطری از اجزای خطا است که میانگین صفر داشته و می‌تواند همبستگی‌های زمانی و مقطعی محدودی نیز داشته باشد. با توجه به اینکه $K+M<<N$ می‌باشد، (به این معنا که تعداد متغیرهای بردار X_t به اندازه کافی بزرگ هستند)، لذا در این صورت در مقایسه با مدل مرسوم VAR اطلاعات بیشتری از طریق F_tها به الگوی $FAVAR$ منتقل می‌شود، ضمن اینکه می‌توان توابع ضربه-پاسخ را نیز برای تمامی متغیرهای بردار X_t محاسبه کرد.

۲-۳. روش برآورد

برآورد الگوی FAVAR با دو رویکرد کلی امکان‌پذیر است. رویکرد اول که بیشتر نیز در ادبیات تجربی مرسوم شده است، رویکرد دو مرحله‌ای است. به این معنا که ابتدا معادله (۲) برآورد می‌شود، و سپس با استفاده از مقادیر برآوردی F_tها در این مرحله، معادله (۱) برآورد می‌شود. رویکرد دوم مبتنی بر روش یک‌مرحله‌ای است که در آن عمدتا با استفاده از روشهای برآورد بیزی و الگوریتم‌های نمونه‌گیری گیبس کل سیستم به یکباره برآورد می‌شود. با توجه به اینکه رویکرد دومرحله‌ای محاسبات کمتری نیاز دارد، در ادبیات تجربی از اقبال بیشتری نیز روبرو شده است.

در روش دو مرحله‌ای می‌توان ماتریسهای Λ و همچنین F_tها را با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی[4] (PC) برآورد کرد. به این معنا که با استفاده از تکنیک

1. Driving Forces of the Economy
2. Dynamic Factor Model
3. Factor Loadings
4. Principal Component Analysis

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

PC، از ماتریس X_t بردارهای مولفه‌های اصلی آن استخراج می‌شود. از بین این مولفه‌های اصلی تعداد K مولفه متناظر با K مقدار ویژه ماتریس X_t که از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند انتخاب می‌شود. درواقع بردارهای F_{it} متناظر با K مقدار ویژه که بزرگتر از سایر مقادیر ویژه هستند استخراج می‌شود. باید توجه کرد که برای اینکه ماتریس F و نیز ماتریس Λ متناظر با آن قابل تشخیص باشند، باید قید $\Lambda'\Lambda = \mathrm{I}$ به سیستم تحمیل شود. روش تخمین PC این قابلیت را دارد و در نتیجه آن با استفاده از تخمین Λ می‌توان ماتریس عوامل را به صورت $\widehat{F_t} = \widehat{\Lambda} X_t$ برآورد کرد.

پس از برآورد $\widehat{F_t}$ می‌توان از آن برای برآورد معادله (۱) استفاده کرد. درواقع معادله (۱) یک معادله استاندارد VAR نامقید است که می‌توان آنرا با استفاده از روشهای معمول حداکثر درستنمایی یا حداقل مربعات معمولی برآورد نمود.

در اینجا پرسش مهمی که مطرح می‌شود این است که چه تعداد عامل غیرقابل مشاهده باید در نظر گرفت؟ به بیان دیگر، K باید چه عددی باشد؟ دو رویکرد کلی برای این منظور در ادبیات وجود دارد. یک رویکرد به این صورت است که از قبل با دسته‌بندی اجزای ماتریس $\mathrm{X_t}$ مشخص شود که به طور کلی هر کدام از عوامل غیرقابل مشاهده می‌تواند نماینده چه مجموعه‌ای از متغیرهای قابل مشاهده باشد. در واقع از این طریق قیدهایی بر ماتریس Λ در معادله (۲) اعمال می‌شود. مثلا متغیرهای اسمی یا متغیرهای نمایانگر سطح قیمت‌ها را می‌توان در یک دسته قرار داد که با هم یکی از بلوکهای ماتریس F تشکیل می‌دهند و از سوی دیگر می‌توان دسته دیگر از متغیرهای نمایانگر متغیرهای حقیقی را در یک بلوک دیگر جای داد که همگی با هم یک یا چند بلوک از ماتریس F را تشکیل می‌دهند. مثلا می‌توان عامل برآوردی از بلوک متغیرهای اسمی را نماینده «سطح قیمت‌ها» و عامل یا عوامل برآوردی از بلوک متغیرهای حقیقی اقتصاد را نماینده «سطح فعالیتهای اقتصادی» تفسیر نمود.

رویکرد دوم مبتنی بر استفاده از ملاکهای بهینه تعیین‌کننده K بوده و از قبل قیدهایی را بر معادله (۲) اعمال نمی‌شود بلکه تعداد بهینه عوامل با استفاده از برخی از معیارهای محاسباتی تعیین می‌شود. معروف‌ترین این معیارها توسط بای و انجی، ۲۰۰۲،[1] معرفی شده-

1. Bai and Ng

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

اند که عبارتست یک تابع زیان که در تعداد بهینه K حداقل می‌شود. به طور مشخص معیار بای و انجی بر اساس معادله (۳) محاسبه می‌شود:

$$IC_2(K) = \ln\left[(NT)^{-1}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\left(X_{it} - \widehat{\Lambda}_i\widehat{F}_t\right)^2\right] + K\left(\frac{N+T}{NT}\right)ln(min\{N,T\}) \quad (۳)$$

لازم به ذکر است که در این مقاله از معیار بای و انجی برای تعیین تعداد عوامل استفاده شده است.

۲-۴. توابع ضربه-پاسخ

هدف نهایی از برآورد الگوی $FAVAR$ محاسبه و تحلیل توابع ضربه-پاسخ[1] یا توابع واکنش برای تعداد زیاد متغیرهای موجود در بردار X_t است. برای محاسبه توابع ضربه-پاسخ ابتدا باید توابع واکنش ناشی از شوک‌های ساختاری در معادله (۱) استخراج شوند. بدین منظور اگر B ماتریس قیدهای ساختاری باشد که برای تشخیص شوک‌های ساختاری ε_t از شوک‌های v_t به کار گرفته شود، در این صورت شکل تخمین‌زده شده معادله (۱′) با استفاده از قیدهای ساختاری به این صورت خواهد بود:

$$\widehat{\Psi}(L)\begin{bmatrix}\hat{F}_t\\ Y_t\end{bmatrix} = \varepsilon_t\,, \quad \varepsilon_t = Bv_t\,, \widehat{\Psi}(L) = B\widehat{\Phi}(L) \quad (۴)$$

در این صورت می‌توان توابع واکنش ناشی از شوک‌های ساختاری به معادله $FAVAR$ را به صورت معادله زیر نوشت:

$$\begin{bmatrix}\hat{F}_t\\ Y_t\end{bmatrix} = \hat{\delta}(L)\varepsilon_t\,, \quad \hat{\delta}(L) = \widehat{\Psi}(L)^{-1} \quad (۵)$$

در این صورت با توجه به معادله (۲)، می‌توان واکنش متغیرهای بردار X_t به شوک‌های ساختاری را به این صورت تصریح نمود:

$$X_t^{IRF} = [\widehat{\Lambda^f} \quad \widehat{\Lambda^y}]\begin{bmatrix}\hat{F}_t\\ Y_t\end{bmatrix} = [\widehat{\Lambda^f} \quad \widehat{\Lambda^y}]\hat{\delta}(L)\varepsilon_t\,, \quad (۶)$$

1.Impulse Response Function

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

۳.مطالعات پیشین

ادبیات تجربی در زمینه الگوهای FAVAR به سرعت در حال گسترش است. همان‌طور که بیان شد، اولین بار برنانکه و دیگران، ۲۰۰۵ الگوی FAVAR را برای ارزیابی سیاست پولی در آمریکا به کار بردند. بعد از آن مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. در این زمینه می‌توان به مطالعه سوآورز، ۲۰۱۳، اشاره نمود که سعی کرده است تا با استفاده از چارچوب الگوی FAVAR برنانکه و دیگران، ۲۰۰۴، سیاست پولی در اتحادیه اروپا را ارزیابی کند. وی الگوی مذکور را با استفاده از تجزیه چولسکی در معادله VAR مربوط به الگوی FAVAR و برای حل مساله معمای قیمت در اقتصاد اتحادیه اروپا به کار برده است.

به غیر از این مطالعات زیادی نیز وجود دارند که این الگو را برای اقتصادهای دیگر به کار برده‌اند. به عنوان مثال، روشیو، ۲۰۱۵،[1] این الگو را برای مدلسازی سیاست پولی در اقتصاد رومانی با استفاده از ۹۲ متغیر به کار برده است. همچنین هو و دیگران، ۲۰۱۴،[2] از یک الگوی FAVAR برای تجزیه و تحلیل همزمانی چرخه‌های تجاری در ۱۰ اقتصاد شرق آسیا به کار برده‌اند. همچنین هه لیانگ و چونگ، ۲۰۱۳،[3] از یک الگوی FAVAR برای تجزیه و تحلیل سیاست پولی در اقتصاد چین استفاده کرده‌اند. علاوه بر آن مونچ، ۲۰۰۸،[4] از یک الگوی FAVAR برای تجزیه و تحلیل منحنی عایدی در ایالات متحده آمریکا استفاده کرده است. همچنین کیلیک و کانکایا، ۲۰۱۵،[5] از یک الگوی FAVAR برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین اعتماد مصرف‌کنندگان و سطح فعالیتهای اقتصادی در ایالات متحده آمریکا استفاده کرده‌اند. همچنین لیو و دیگران، ۲۰۱۴،[6] از یک الگوی TVP-FAVAR برای تجزیه و تحلیل اثرات شوک‌های بیرونی بر اقتصاد بریتانیا استفاده کرده‌اند.

1. Rosoiu, A
2. Huh, et al
3. He,. Leung, and Chong
4. Moench
5. Kilic and Cankaya
6. Liu, Mumtaz, and Theophilopoulou

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

مطالعات داخلی که از الگوی FAVAR استفاده کرده‌اند هنوز محدود هستند ولی به سرعت در حال گسترش می‌باشند. در این زمینه می‌توان به برخی اشاره کرد که عمدتا در دهه ۱۳۹۰ شمسی انجام شده‌اند. به عنوان مثال، می‌توان به حیدری، ۱۳۹۰، اشاره کرد که الگوی FAVAR را برای بخش مسکن در ایران به کار برد. در این مطالعه دو متغیر پنهان سطح فعالیتها در بخش مسکن و سطح قیمت‌ها در این بخش مورد نظر بوده‌اند و توابع واکنش برای آن نیز استخراج و تحلیل شده است.

همچنین می‌توان به مطالعه خضری و دیگران، ۱۳۹۴، اشاره کرد که در آن اثر بازده بخش سوداگری در اقتصاد ایران بر نرخ تورم در چارچوب یک الگوی TVP-FAVAR به کار گرفته شده است. الگوی مذکور همان چارچوب FAVAR را با پارامترهای متغیر در طول زمان به کار می‌گیرد.

همچنین می‌توان به مطالعه مرزبان و دیگران، ۱۳۹۵، نیز اشاره کرد که در آن کارایی سیاست پولی در ایران با استفاده از یک الگوی FAVAR ارزیابی شده است. در این مطالعه از داده‌های ۱۲۰ متغیر اقتصادی و در بازه زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ برای برآورد الگو استفاده شده است. در مجموع مطالعات در این زمینه در ایران جدید است و هنوز تعداد کمی از مطالعات وجود دارند که برای اقتصاد ایران از این نوع الگوها استفاده کرده باشند. در اکثر مطالعات نیز معمولا یک منبع شوک (عمدتا شوک‌های پولی) در نظر گرفته شده است. در این مطالعه تلاش شده است تا با استفاده از الگوی FAVAR همزمان هم شوک‌های پولی و هم شوک‌های ناشی از درآمد نفت بر اقتصاد ایران مدلسازی شده است.

۴. الگوی تحقیق و برآورد آن برای اقتصاد ایران

ساختار کلی یک الگوی FAVAR و نحوه برآورد آن در بخش قبلی بیان شد. در این قسمت تلاش شده است تا اقتصاد ایران با تاکید بر شوک‌های نفتی و شوک‌های پایه پولی در قالب الگوی مذکور تصریح شود. بدین منظور ابتدا باید اجزای بردار Y_t تصریح می-شود.

۴-۱.متغیرهای برونزا

از آنجا که بردار Y_t شامل متغیرهای برونزا نسبت به کل اقتصاد می‌باشد، که یا تحت کنترل مقامات سیاست‌گذار اقتصادی است، یا اینکه از بیرون از اقتصاد به صورت برونزا بر

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

اقتصاد اثرگذار هستند، لذا در اینجا دو متغیر درآمدهای نفتی، OIL، و پایه پولی، H-Money، را به عنوان متغیرهای برونزا در نظر گرفته شده است. توجیه این دسته‌بندی این است که اولا درآمدهای نفتی به طور عمده تحت تاثیر بیرون از اقتصاد ایران اعم از قیمت‌های نفت، تحریم‌های نفتی و سایر عوامل برونزا هستند و بنابراین نسبت به اقتصاد ایران برونزا می‌باشند، ثانیا پایه پولی نیز متغیری برونزا است که مستقیما توسط مقامات پولی (در ایران از طریق ترکیبی از اقدامات دولت و بانک مرکزی) تعیین می‌شوند. بعد از تعیین شدن این دو متغیر و بروز شوک‌های مختلف از طریق آنها، سایر متغیرهای اقتصادی در قالب ارتباط آنها با عوامل غیرقابل مشاهده در الگوی VAR، به آن واکنش نشان می‌دهند. ب توجه به نامانایی هر دو متغیر پایه پولی و درآمدهای نفتی، هر دو به صورت تفاضل لگاریتم (نرخ رشد) در الگو به کار گرفته شده‌اند.

۴-۲. متغیرهای بردار X_t

بعد از تعیین متغیرهای برونزا، باید اجزای بردار X_t تعیین شوند. در اکثر مطالعات تجربی در قالب الگوی FAVAR، متغیرهای بردار مذکور بسیار گسترده هستند، بطوریکه در کشورهایی که غنای آماری مناسبی دارند، تعداد اجزای این بردار بسیار گسترده خواهد بود. این موضوع می‌تواند اطلاعات بیشتری را به الگوی FAVAR منتقل کرده و در نهایت برآوردهای بهتری حاصل شود. در اینجا ما از ۳۳ متغیر با فراوانی سالانه استفاده کرده‌ایم. با توجه به نامانا بودن اکثر غریب به اتفاق متغیرهای مذکور، همگی به صورت نرخ رشد در الگو لحاظ شده‌اند. در نهایت از آنجا که بازه زمانی مشترک همه متغیرها بعد از محاسبه نرخ رشد شامل بازه زمانی سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۳ بوده است، لذا بازه زمانی مذکور برای تمامی داده‌ها در نظر گرفته شده است. جدول ۱ اطلاعات مربوط به متغیرهای بردار X_t به همراه متغیرهای برونزای OIL و H-Money را که در بخش قبل معرفی شدند را نشان می‌دهد. همه داده‌ها از طریق بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی تهیه شده است.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

جدول ۱. معرفی متغیرهای بردار X_t و متغیرهای برونزای بردار Y_t (۱۳۵۲ تا ۱۳۹۳)

شرح مختصر متغیر	علامت اختصاری	شرح مختصر متغیر	علامت اختصاری
صادرات نفت و گاز (میلیون دلار)	OIL	ساختمان و مسکن (میلیارد ریال)	Loan_housing
صادرات غیرنفتی (میلیون دلار)	Non-oilExport	درآمد مالیاتی (میلیارد ریال)	Tax_income
واردات (میلیون دلار)	Import	سایر درآمدها (میلیارد ریال)	Other_income
پایه پولی بر حسب منابع (میلیارد ریال)	H_money	پرداختهای جاری (میلیارد ریال)	Govern_Expence
نقدینگی برحسب عوامل موثر بر عرضه آن (میلیارد ریال)	Liquidity	پرداختهای عمرانی (میلیارد ریال)	Govern_Invest
نرخ بازار غیر رسمی (ریال)	Exchange	کسری (-) یا مازاد (+) (میلیارد ریال)	Budget_Balance
تمام بهار(طرح قدیم) (هزار ریال)	Gold	ارزش معاملات (میلیارد ریال)	Stock
بازرگانی داخلی، خدمات و متفرقه (میلیارد ریال)	Loan_services	شاخص کل (بدون واحد)	CPI
کشاورزی (میلیارد ریال)	Loan_agri	ارزش افزوده گروه کشاورزی (میلیارد ریال)	V_Agri
ارزش افزوده معدن (میلیارد ریال)	V_Mining	شاخص قیمت ضمنی بخش آب، برق و گاز	P_Utilities
ارزش افزوده صنعت (میلیارد ریال)	V_Manufacture	شاخص قیمت ضمنی بخش ساختمان	P_Housing
ارزش افزوده آب و برق و گاز (میلیارد ریال)	V_Utilities	شاخص قیمت ضمنی بخش خدمات	P_Services
ارزش افزوده ساختمان (میلیارد ریال)	V_Housing	ماشین آلات (میلیارد ریال)	Invest_machin
ارزش افزوده کل گروه خدمات (میلیارد ریال)	V_service	ساختمان (میلیارد ریال)	Invest_Bulding
استهلاک سرمایه‌های ثابت (میلیارد ریال)	Depreciation	تغییر درموجودی انبار (میلیارد ریال)	Inventory
شاخص قیمت ضمنی بخش کشاورزی	P_agri	صنعت و معدن (میلیارد ریال)	Loan_Manufacture
شاخص قیمت ضمنی بخش نفت	P_oil	ارزش افزوده گروه نفت (میلیارد ریال)	V_OIL
شاخص قیمت ضمنی بخش معدن	P_mining	شاخص قیمت ضمنی بخش صنعت	P_Manufacture

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

۴-۳. تعیین تعداد عوامل غیرقابل مشاهده

بعد از تعیین متغیرهای الگو و قبل از برآورد و تحلیل آن باید تعداد عوامل غیرقابل مشاهده که درواقع ابعاد ماتریس F می‌باشند مشخص شود. برای این منظور در اینجا از معیار بای و انجی، ۲۰۰۲، استفاده شد. با برآورد تعداد مختلف عوامل غیرقابل مشاهده و سپس محاسبه معیار زیان بای و انجی بر اساس معادله (۳)، در نهایت تعداد ۲ عامل غیرقابل مشاهده به عنوان تعداد بهینه برای اقتصاد ایران با توجه به داده‌های مورد استفاده تعیین گردید (جدول (۲)).

جدول ۲. مقادیر معیار بای و انجی، ۲۰۰۲، به ازای تعداد عوامل مختلف ماتریس F

تعداد عوامل غیرقابل مشاهده	معیار بای و انجی (۲۰۰۲)
۱	۱۳/۰۴
۲	۱۲/۸۵
۳	۱۳/۲۳
۴	۱۳/۴۲
۵	۱۳/۶۲
۶	۱۳/۸۱
۷	۱۴/۰۰
۸	۱۴/۰۰

با توجه به اجزای بردار Y_t و نیز تعداد ۲ عامل غیرقابل مشاهده که بر اساس جدول ۲ تعیین شد، می‌توان الگوی FAVAR را برای اقتصاد ایران در قالب معادله (۱) به این صورت تصریح نمود:

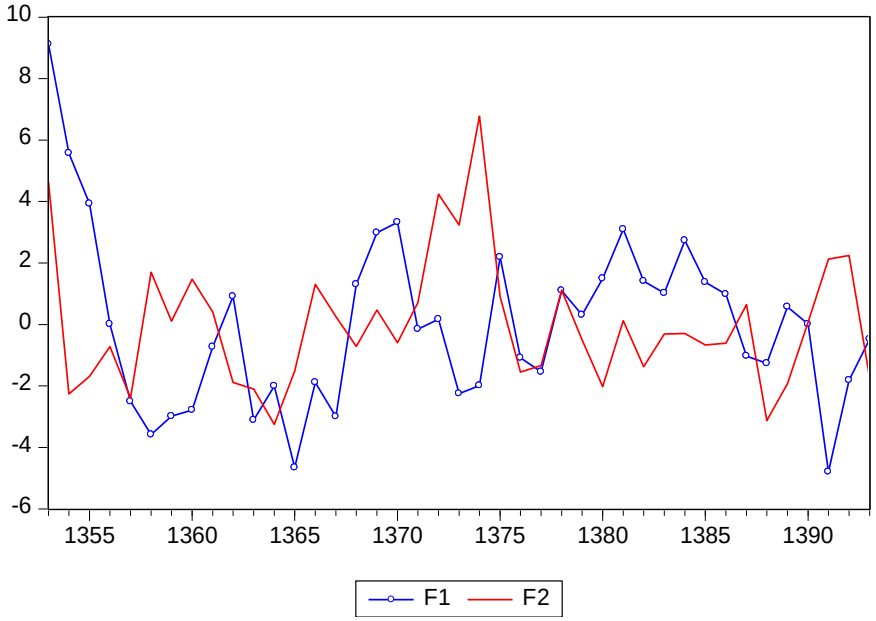
$$\begin{bmatrix} F_{1t} \\ F_{2t} \\ OIL_t \\ H-Money_t \end{bmatrix} = \Phi^*(L) \begin{bmatrix} F_{1,t-1} \\ F_{2,t-1} \\ OIL_{t-1} \\ H-Money_{t-1} \end{bmatrix} + v_t \qquad (۷)$$

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

۵. برآورد الگوی و نتایج تجربی

۵-۱.برآورد عوامل غیرقابل مشاهده و تفسیر آنها

قبل از برآورد الگوی FAVAR، ابتدا باید عوامل غیرقابل مشاهده که اجزای بردار F هستند برآورد شوند. این کار با استفاده از دستور pcomp در نرم‌افزار Eviews انجام شده است. نتایج حاصل از برآورد PC اجزای ماتریس $\Lambda = [\widehat{\Lambda^f} \quad \widehat{\Lambda^y}]$ خواهد بودکه با استفاده از آنها می‌توان مقادیر F_1 و F_2 را محاسبه نمود. در اینجا این ماتریس ۲ ستون و ۳۵ سطر خواهد داشت که نتایج آن در پیوست ۱ ارائه شده است. با ضرب این بردارهای ویژه در بردار X_t، مقادیر تخمینی برای F_{1t} و F_{2t} بدست می‌آیند. نتیجه برآورد این دو عامل غیرقابل مشاهده در نمودار ۱ مشخص شده است.



نمودار ۱. عوامل غیرقابل مشاهده برآورد شده برای اقتصاد ایران

همان‌طور که از نمودار ۱ مشخص می‌شود، دو عامل با یکدیگر همبستگی منفی دارند، و اوج یکی حضیض دیگری است. ضریب همبستگی محاسباتی بین F_1 و F_2 ۰/۸۱- بدست آمد که موید این موضوع است. همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، ضریب همبستگی بین F_1 با نرخ رشد متغیرهای مهم حقیقی در اقتصاد ایران مثبت و اکثرا قابل توجه است. لذا

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

می‌توان آنرا نماینده بخش حقیقی اقتصاد ایران تفسیر کرد. به همین ترتیب از آنجا که ضریب همبستگی بین F_2 با نرخ رشد متغیرهای مهم اسمی از جمله نرخ تورم (CPI)، رشد نرخ ارز و رشد قیمت سکه طلا مثبت و قابل توجه است، لذا می‌توان آنرا به عنوان نماینده بخش اسمی اقتصاد ایران تفسیر نمود (جدول ۳).

جدول ۳. ضریب همبستگی بین F_2 و F_2 با نرخ رشد متغیرهای منتخب اقتصاد ایران

نام متغیر	ضریب همبستگی با F_1	نام متغیر	ضریب همبستگی با F_2
V_AGRI	۰/۱۷	CPI	۰/۴۹
V_HOUSING	۰/۵۰	P_MANUFACTURE	۰/۷۲
V_MANUFACTURE	۰/۶۳	GOLD	۰/۴۵
INVEST_MACHIN	۰/۵۷	LIQUIDITY	۰/۴۶
IMPORT	۰/۷۷	EXCHANGE	۰/۴۱

۵-۲. برآورد الگوی خودرگرسیونی برداری

در این مرحله با استفاده از این مقادیر تخمینی F_1 و F_2 و متغیرهای OIL و H-Money، معادله (۷) به روش حداقل مربعات معمولی برآورد شده است. از آنجا که معادله (۷) درواقع یک الگوی VAR مرسوم خواهد بود، در نتیجه باید برای آن تعداد مناسب وقفه و سایر آزمونهای کنترلی و تشخیصی مناسب نیز انجام شود. لذا تعداد مناسب وقفه بر اساس معیارهای تعیین وقفه بهینه تعیین شده است. در مرحله بعد، الگوی VAR برآورد شده است. قبل از تصریح توابع واکنش آزمونهای کنترلی و تشخیصی بر روی الگوی VAR مذکور نیز انجام شده است که عبارتند از آزمون خودهمبستگی و آزمون نرمال بودن پسماندهای الگو. ایده اساسی این است که اگر مدل مذکور به درستی تصریح شده باشد، طبیعتا نباید پسماندها دچار خودهمبستگی باشند. همچنین نرمال بودن پسماندهای حاصل از برآورد الگو نشان می‌دهد که الگو تصریح مناسبی داشته است. نتایج حاکی از این است که فرضیه عدم وجود خودهمبستگی در اجزای اخلال معادلات VAR و نیز

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

نرمال بودن پسماندها در سطح احتمال خطای نوع اول رد نمی‌شود. بنابراین می‌توان پذیرفت که الگوی مذکور تصریح مناسبی دارد.

۵-۳. تصریح توابع واکنش

یکی از مزیتهای الگوی FAVAR این است که امکان برآورد توابع واکنش علاوه بر عوامل، برای تمامی متغیرهای بردار X_t نیز وجود دارد.

۵-۳-۱.توابع واکنش بردار F

بردار F شامل عوامل غیرقابل مشاهده F_1 و F_2 می‌باشد. همان‌طور که در بخشهای قبلی بیان شد، F_1 عمدتا با متغیرهای حقیقی همبستگی دارد و لذا می‌توان آنرا نماینده بخش حقیقی اقتصاد ایران تفسیر نمود و F_2 با متغیرهای اسمی همبستگی دارد و لذا می‌توان آنرا نماینده بخش اسمی اقتصاد ایران تفسیر کرد. برای تصریح توابع واکنش می‌توان از تجزیه چولسکی استفاده شده است. از آنجا که برای تصریح توابع واکنش با استفاده از تجزیه چولسکی باید ترتیب قرار گرفتن متغیرها از برونزاترین متغیر تا درونزاترین آنها مشخص شود، لذا، در اینجا ابتدا متغیر OIL که رشد درآمدهای نفتی است، سپس H-Money که رشد پایه پولی است و بعد از آن F_2 و در نهایت F_1 قرار گرفته است. منطق این ترتیب قرارگیری متغیرها این است که شوک‌های نفتی نسبت به اقتصاد ایران کاملا برونزا هستند، بعد از آن شوک‌های پایه پولی هستند که توسط مقام پولی در ایران (بانک مرکزی و دولت) تعیین می‌شوند. بعد از بروز این دو شوک، متغیرهای اسمی، F_2، به دلیل اینکه انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به متغیرهای حقیقی دارند، لذا زودتر از متغیرهای حقیقی، F_1، قرار می‌گیرند که در انتهای زنجیزه واکنشها قرار می‌گیرند. البته لازم به ذکر است که توابع واکنش با استفاده از توابع واکنش عمومی[1] نیز تصریح شده است، اما نتایج تفاوت معناداری با تجزیه چولسکی نداشت، لذا در اینجا توابع واکنش حاصل از تجزیه چولسکی ارائه می‌شود (نمودار ۲).

---

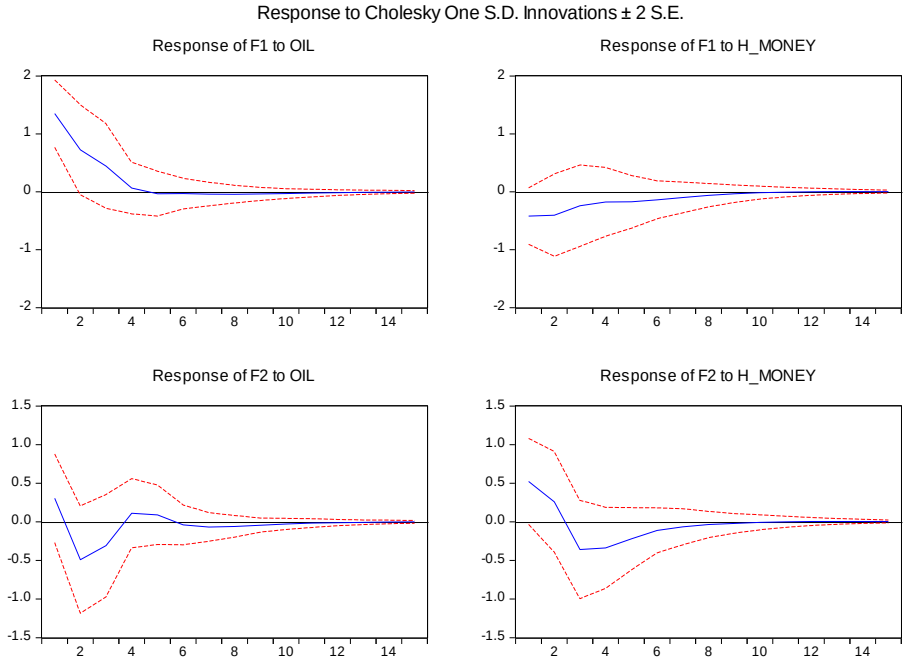
۱. توابع واکنش عمومی (Generalized Response) توسط پسران و شین، ۱۹۹۸، برای حل مساله حساس بودن تجزیه چولسکی به ترتیب قرار گرفتن متغیرها ابداع شد. نتایج در این روش به ترتیب متغیرها حساس نیست، زیرا برای تصریح شوک معادله jام به طوری که با شوک‌های حاصل از سایر معادلات متعامد باشد، از عامل چولسکی برای آن معادله استفاده می‌شود؛ یعنی برای تصریح شوک در هر معادله، از یک ماتریس ضرایب چولسکی استفاده می‌شود که در آن، متغیر مربوط به آن معادله در ترتیب متغیرها در ابتدا قرار گرفته است.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

همان‌طور که بخش سمت چپ و بالای نمودار (۲) نشان می‌دهد، واکنش «بخش حقیقی» اقتصاد ایران (F_1) به یک انحراف معیار شوک مثبت به درآمدهای نفتی مثبت و معنادار است و مدت زمان تقریبا ۵ سال طول می‌کشد که اثر آن به طور کلی تخلیه شود. در سمت چپ و پایین نمودار (۲) واکنش «بخش اسمی» اقتصاد ایران (F_2) به یک شوک مثبت در درآمدهای نفتی به اندازه یک انحراف معیار نیز در ابتدا مثبت، اما با توجه به انحراف معیار محاسباتی، بی‌معنا است. همچنین واکنش مذکور نسبت به واکنش بخش حقیقی سریعتر و کوتاه‌تر و نوسانی‌تر است.

در سمت راست و بالای نمودار (۲)، واکنش بخش حقیقی اقتصاد ایران به شوکی به میزان یک انحراف معیار در پایه پولی را نشان می‌دهد. این واکنش با توجه به انحراف معیار محاسباتی معنادار نیست و نشان می‌دهد که بخش حقیقی اقتصاد ایران حتی در کوتاه‌مدت به افزایش پایه پولی واکنش قابل توجهی نشان نمی‌دهد. در نهایت درسمت راست و پایین نمودار (۲) واکنش بخش اسمی اقتصاد ایران به شوک پایه پولی را نشان می‌دهد. بر این اساس، این واکنش در ابتدا مثبت است، که نشان می‌دهد با افزایش پایه پولی در سالهای اولیه رشد بخش اسمی اقتصاد ایران (اعم از سطح قیمت‌ها، نرخ ارز، تسهیلات پرداختی به بخشهای اقتصاد و...) افزایش می‌یابد. با این حال بعد از گذشت ۲ سال این واکنش معکوس شده و در نهایت رشد بخش اسمی ناشی از افزایش پایه پولی به تعادل قبلی خود باز می‌گردد.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

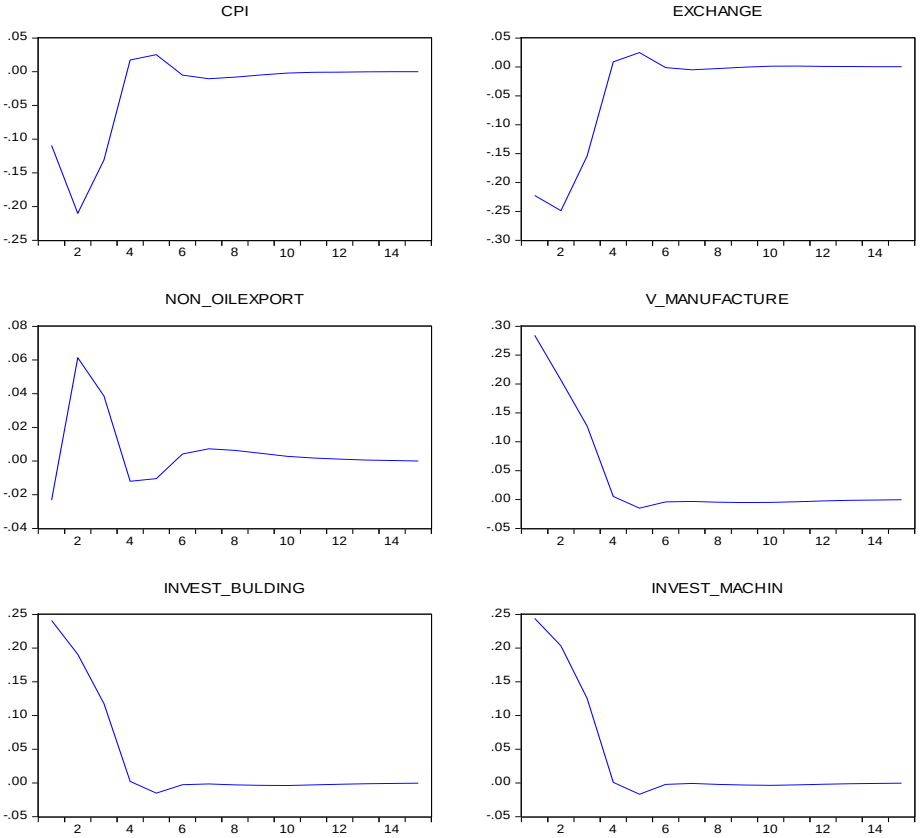


نمودار ۲. واکنش F_1 و F_2 به شوک‌های پایه پولی و درآمدهای نفتی

۵-۳-۲. توابع واکنش بردار X

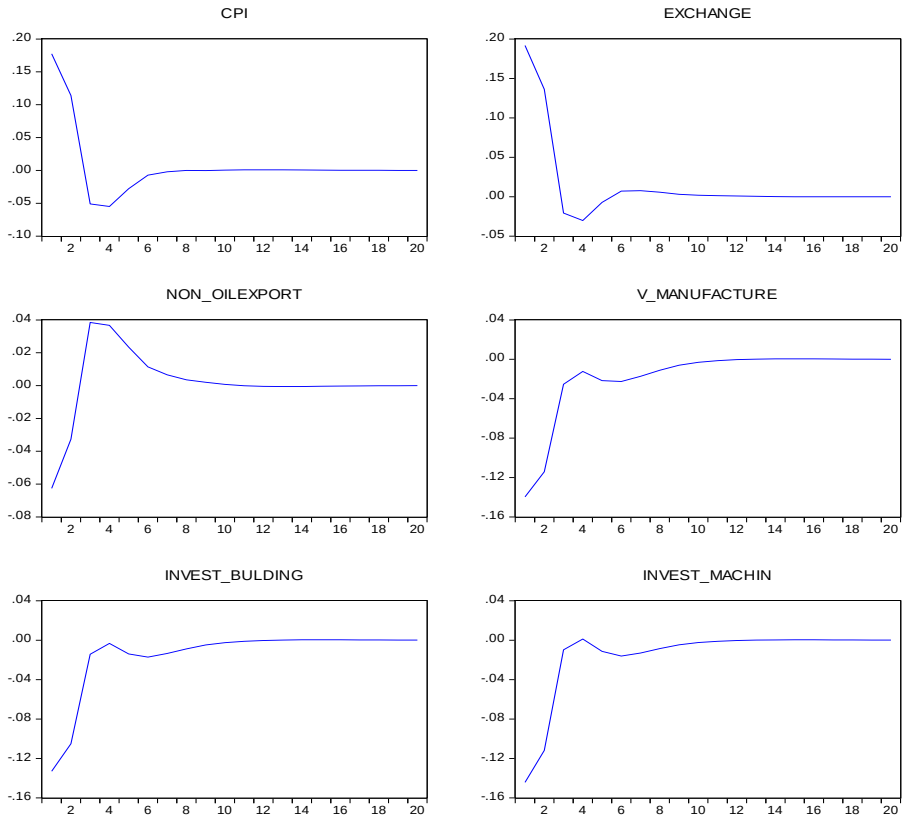
در این بخش توابع واکنش برای متغیرهای بردار X ارائه می‌شود. با توجه به اینکه این بردار شامل ۳۳ متغیر مختلف بوده است، و از سوی دیگر واکنشها به دو شوک در OIL و H-Money می‌باشند، لذا در مجموع ۶۶ تابع واکنش تصریح شده است. به دلیل تعداد زیاد این توابع واکنش در اینجا تنها برخی از توابع واکنش ارائه شده‌اند (نمودارهای ۳ و ۴) اما در بخش پیوست مقاله تمامی ۶۶ تابع واکنش به صورت جداگانه ارائه شده‌اند. لازم به ذکر است که متغیرها به همراه علائم اختصاری آنها قبلا در جدول ۱ معرفی شده‌اند. لازم به یادآوری است که برای پرهیز از مشکل نامانایی و رگرسیون کاذب، متغیرها همگی به صورت نرخ رشد هستند، لذا در تفسیر نتایج باید به این موضوع نیز توجه شود.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]



نمودار ۳. واکنش برخی متغیرها به یک انحراف معیار شوک در درآمدهای نفتی

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]



نمودار ۴. واکنش برخی متغیرها به یک انحراف معیار شوک در پایه پولی

همانطور که نمودارهای ۳ و ۴ نشان می‌دهند، واکنش نرخ ارز به شوک درآمد نفتی منفی است اما شوک پایه پولی موجب افزایش نرخ ارز می‌شود. همچنین شوک نفتی باعث افزایش سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و ساختمان و نیز ارزش افزوده بخش صنعت می‌شود، اما اثر آن بر صادرات غیرنفتی موقتی و گذرا است و بعد از ۴ سال اثر آن از بین می‌رود.

همچنین نمودار ۴ نشان می‌دهد که شوک پایه پولی با افزایش نرخ تورم (CPI) و نیز افزایش رشد نرخ ارز همراه است اما اثر آن بر متغیرهای حقیقی اعم از ارزش افزوده بخش صنعت، سرمایه‌گذاری در ساختمان و ماشین‌آلات منفی است و سپس اثر آن به سرعت صفر می‌شود. منتها شوک پایه پولی بر صادرات غیرنفتی اثر مثبتی داشته است.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

در مجموع جدا از واکنشهای متفاوت برخی از متغیرهای اسمی و حقیقی نسبت به هم، به نظر می‌رسد که واکنش متغیرهای ا حقیقی به شوک‌های نفتی تقریبا به هم شبیه است، به این صورت که شوک مثبت نفتی باعث افزایش سطح فعالیت‌ها در بخش حقیقی اقتصاد ایران می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد که واکنش متغیرهای اسمی به شوک پایه پولی نیز مشابه بوده و این شوک با افزایش سطح متغیرهای اسمی در اقتصاد ایران همراه است، اما اثر آن موقتی و در حد ۲ تا ۴ سال است.

۶. نتیجه‌گیری

بر خلاف این سیر گسترده از مطالعات در زمینه به کارگیری مدل‌های تکامل‌یافته *FAVAR*، مطالعات داخلی در این زمینه بسیار محدود است و هنوز این روشها به صورت گسترده‌ای درباره اقتصاد ایران به کار گرفته نشده‌اند. در این مقاله تلاش شد تا یک مدل *FAVAR* برای اقتصاد ایران برآورد شود تا در آن با تاکید بر شوک‌های نفتی و شوک‌های پولی بتوان واکنش دسته گسترده‌ای از متغیرهای اسمی و حقیقی را برآورد کرد. بدین منظور مجموعه‌ای از ۳۵ متغیر مهم اقتصاد ایران در دامنه زمانی سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۳ برای برآورد الگو استفاده شد. با توجه به ملاک بای و انجی، ۲۰۰۲، تعداد ۲ عامل برای اقتصاد ایران در نظر گرفته شد که عامل اول با متغیرهای حقیقی اقتصاد ایران همبستگی بالایی داشت، و از اینرو به عنوان «نماینده بخش حقیقی» اقتصاد ایران در نظر گرفته شد، و عامل دوم با متغیرهای اسمی اقتصاد ایران همبستگی بالایی داشت، و از اینرو به عنوان نماینده «بخش اسمی اقتصاد ایران» در نظر گرفته شد.

نتایج حاصل از برآورد توابع واکنش الگوی *FAVAR* نشان داد که واکنش »بخش حقیقی» اقتصاد ایران به شوک مثبت درآمدهای نفتی مثبت و معنادار است و مدت زمان تقریبا ۵ سال طول می‌کشد که اثر آن به طور کلی تخلیه شود. واکنش «بخش اسمی» اقتصاد ایران به یک شوک مثبت در درآمدهای نفتی نیز در ابتدا مثبت بوده اما بی‌معنا بوده و نسبت به واکنش بخش حقیقی سریعتر و کوتاه‌تر و نوسانی‌تر است.

واکنش بخش حقیقی اقتصاد ایران به شوک‌های مثبت پایه پولی معنادار نیست و نشان می‌دهد که بخش حقیقی اقتصاد ایران حتی در کوتاه‌مدت به افزایش پایه پولی واکنش

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

قابل توجهی نشان نمی‌دهد. در مقابل واکنش بخش اسمی اقتصاد ایران به شوک پایه پولی در ابتدا مثبت است، که نشان می‌دهد با افزایش پایه پولی در سالهای اولیه رشد بخش اسمی اقتصاد ایران (اعم از سطح قیمت‌ها، نرخ ارز، تسهیلات پرداختی به بخشهای اقتصاد و...) افزایش می‌یابد. با این حال بعد از گذشت ۲ سال این واکنش معکوس شده و در نهایت رشد بخش اسمی ناشی از افزایش پایه پولی به تعادل قبلی خود باز می‌گردد.

همچنین واکنش نرخ ارز به شوک درآمد نفتی منفی است اما شوک پایه پولی موجب افزایش نرخ ارز می‌شود. همچنین شوک نفتی باعث افزایش سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و ساختمان و نیز ارزش افزوده بخش صنعت می‌شود، اما اثر آن بر صادرات غیرنفتی موقتی و گذرا است و بعد از ۴ سال اثر آن از بین می‌رود.

شوک پایه پولی با افزایش نرخ تورم و نیز افزایش رشد نرخ ارز همراه است اما اثر آن بر متغیرهای حقیقی اعم از ارزش افزوده بخش صنعت، سرمایه‌گذاری در ساختمان و ماشین‌آلات منفی است و سپس اثر آن به سرعت صفر می‌شود. منتها شوک پایه پولی بر صادرات غیرنفتی اثر مثبتی داشته است.

در مجموع واکنش متغیرهای حقیقی به شوک‌های نفتی تقریبا به هم شبیه است، به این صورت که شوک مثبت نفتی باعث افزایش سطح فعالیتها در بخش حقیقی اقتصاد ایران می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد که واکنش متغیرهای اسمی به شوک پایه پولی نیز مشابه بوده و این شوک با افزایش سطح متغیرهای اسمی در اقتصاد ایران همراه است، اما اثر آن موقتی و در حد ۲ تا ۴ سال است.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

منابع و مآخذ

- Bai, J. and Ng, S. (2002), “Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models”. *Econometrica*, (70) 1, 191-221.
- Bernanke, B. and Blinder, A. (1992). "The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission," *American Economic Review*, (82) 4, 901-921.
- Bernanke, B. S. & Boivin, J. (2003). "Monetary policy in a data-rich environment," *Journal of Monetary Economics*, (50) 3, 525-546.
- Bernanke, B., Boivin, J. and Eliasz, P. (2004). "Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach," NBER Working Papers 10220, *National Bureau of Economic Research*, Inc.
- Boivin, J., Michael, K., and Mishkin, F. (2010). "How Has the Monetary Transmission Mechanism Evolved Over Time?," *Handbook of Monetary Economics*, in: Benjamin M. Friedman & Michael Woodford (ed.), *Handbook of Monetary Economics*, edition 1, (3), chapter 8, 369-422 Elsevier.
- Dave, C. Dressler, S. J. and Zhang, L. (2009), “The Bank Lending Channel: a FAVAR Analysis”, *Villanova School of Business and Economics*, Working Paper No. 4.
- Doz, C., Giannone, D. and Reichlin, L. (2006), “A Quasi Maximum Likelihood Approach for Large Approximate Dynamic Factor Models”. Working Paper 674, September, *European Central Bank*.
- Doz, C., Giannone, D. and Reichlin, L. (2007), “A Two-Step Estimator for Large Approximate Dynamic Factor Models based on Kalman Filtering”. Discussion Paper 6043, January, *CEPR*.
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M. and Reichlin, L. (2000), “The Generalized Dynamic Factor Model: Identification and Estimation”. *The Review of Economics and Statistics*, (82) 4, 540-554.
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M. and Reichlin, L. (2004), “The Generalized Dynamic Factor Model, Consistency and Convergence Rates”. *Journal of Econometrics*, (119) 2, 231-255.
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M. and Reichlin, L. (2005), “The Generalized Dynamic Factor Model, One Sided Estimation and Forecasting”. *Journal of the American Statistical Association*, (100), 830-840.
- Geweke, J. (1977), “The Dynamic Factor Analysis of Economic Time Series”. In: Aigner, D. and Goldberger, A. (Eds.), Latent Variables in Socio-Economic Models, Amsterdam: North-Holland
- He, Q. Leung, PH. and Chong, TTL. (2013), “Factor-augmented VAR analysis of the monetary policy in China”, *China Economic Review*, (25), June 2013, 88–104.
- Heydari, H. (2012), “The Effects of Monetary Shocks on the Price Level and Economic Activities in Iranian Housing Sector: a Factor-

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]

[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Analysis", Journal of Economic Modeling Research, 6: 129-153.
- Huh, H. Kim, D. Kim, W. J. and Park, C. Y. (2014), "A Factor-Augmented Vector Autoregression Analysis of Business Cycle Synchronization in East Asia and Implications for a Regional Currency Union", *Asian Development Bank Working Paper Series*, No. 385.
- Khezri, M.; Sahabi, B.; Yavari, K. Heydari, H.; (2015), "Speculation Effects on Inflation in Iran Economy: TVP-FAVAR Model", Economics Research 15 (57): 193-228.
- Kilic, E. and Cankaya, S. (2015), "Consumer Confidence and Economic Activity: A Factor Augmented VAR Approach", Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2668785 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2668785
- Killian, L. and Lutkepohl, H. (2017)," Structural Vector Autoregressive Analysis", *Cambridge University Press*.
- Liu, P. Mumtaz, H. and Theophilopoulou A. (2014), "The transmission of international shocks to the UK. Estimates based on a time-varying factor augmented VAR", *Journal of International Money and Finance*, (46), 1–15
- Marzban, H,; Dehghan, Z.; Akbarian, R., (2018), "The theory of Measuring Effects of Interest rate shock on the Macro factors in Iran: A Factor-Augmented Vector Autoregressive, Approach", Quarterly Journal of Applied Economic Studies in Iran, (AESI), 7(25): 29-54.
- Marzban, H,; Dehghan, Z.; Akbarian, R., Farahani, M.; (2016), "Assessing the effectiveness of monetary policy on the economy: FAVAR approach", Quarterly Journal of Quantitative Economics, 13(2): 71-92.
- Moench, M. (2008), "Forecasting the yield curve in a data-rich environment: A no arbitrage factor-augmented VAR approach", *Journal of Econometrics*, (146), 1, 26–43
- Rosoiu, A. (2015), "Monetary Policy and Factor-Augmented VAR Model", *Procedia Economics and Finance*, (32), 400-407.
- Sargent, T. and Sims, C. (1977), "Business Cycle Modelling without pretending to have too much a-priori Economic Theory". In: Sims (Ed.), New Methods in Business Cycles Research. Minneapolis: *Federal Reserve Bank of Minneapolis*.
- Sims, C. (1992), "Interpreting the Macroeconomic Time Series Facts: The Effects of Monetary Policy", *Cowles Foundation Discussion Paper* No. 1011.
- Soares, R. (2013), "Assessing monetary policy in the euro area: a factor-augmented VAR approach", *Applied Economics*, (45), 19, 2724-2744.
- Stock, J. and Watson, M. (1998), "Diffusion Indexes". Working Paper 6702, August, *NBER*.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

- Stock, J. and Watson, M. (1999), "Forecasting Inflation". *Journal of Monetary Economics*, (44) 2, 293-335.
- Stock, J. and Watson, M. (2002a), "Forecasting using Principal Components from a Large Number of Predictors". *Journal of the American Statistical Association*, (97), 1167-1179.
- Stock, J. and Watson, M. (2002b), "Macroeconomic Forecasting using Diffusion Indexes". *Journal of Business and Economic Statistics*, (20) 2, 147-162.
- Stock, J. and Watson, M. (2005), "Implications of Dynamic Factor Models for VAR Analysis". Working Paper 11467, June, *NBER*.
- Stock, J. H. and Watson, M. W. (2005) "Implications of Dynamic Factor Models for VAR Analysis", *NBER* Working Paper No. 11467.

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]

[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

(پیوست ۱)
توضیح مختصری درباره روش اجزای عمده (PC) و ارائه بردارهای ویژه حاصل از برآورد اجزای عمده (PC) برای الگوی FAVAR

ایده روش مولفه‌های اصلی مبتنی بر این است که بتوان تعداد کمتری از ترکیب‌های خطی از متغیرهای (یا بردارهای) همبسته را برای توصیف بیشترین میزان تغییرات در همه آنها پیدا کرد، به گونه‌ای که بتوان آن متغیرها را در تعداد کمی متغیر (یا بردار) ناهمبسته خلاصه کرد که در واقع ترکیبی خطی از آن‌ها است. در این روش داده‌ها به گونه‌ای با هم ترکیب می‌شوند که اولین بردار ترکیبی از متغیرها (اولین ترکیب خطی بردارها) بیشترین سهم از کل واریانس متغیرها را توضیح دهد، بردار دوم رتبه دوم در سهم توضیح دهندگی واریانس‌ها را دارا باشد و الی آخر تا آخرین بردار که سهم بسیار ناچیزی از واریانس را بر عهده خواهد داشت. بنابراین با انتخاب تعداد کمی از اولین بردارهای ترکیبی می‌توان خلاصه اطلاعات تعداد زیادی از متغیرها را (مثلا از بین ۱۰۰ متغیر) در قالب یک یا چند متغیر ترکیبی بیان کرد. درواقع، بردارهای ترکیبی یا مولفه‌های اصلی[1] ترکیبی خطی از متغیرهای اصلی هستند، به طوریکه اگر V_i به ازای $i = 1, \dots, N$ عبارت باشد از هر یک از متغیرهایی که از ابتدا انتخاب می‌کنیم، هر یک از مولفه‌های اصلی به صورت زیر بدست می‌آیند:

$$PC_k = \sum_{i=1}^{n} a(i)_k V_i$$

که در آن PC_k عبارتست از مولفه اصلی kام، $a(i)_k$ عبارتست از وزن متغیر iام در تشکیل مولفه اصلی kام و V_i عبارتست از متغیر iام. به عنوان مثال اگر ۱۰ متغیر هر یک جنبه‌ای از یک پدیده را توضیح می‌دهند اما ما به دنبال یک شاخص ترکیبی از این ده

1 .Principal Components

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

متغیر باشیم که اطلاعات خلاصه شده همه این ۱۰ متغیر را در خود داشته باشد، با استفاده از فرمول بالا ۱۰۰ مولفه اصلی ترکیبی از این ۱۰۰ متغیر بدست می‌آید که اولی بیشترین سهم از واریانس کل ۱۰۰ متغیر را در بر دارد و دومی سهم باقیمانده واریانس و الی آخر تا صدمین مولفه اصلی که سهم بسیار ناچیز از واریانس را در بر خواهد داشت. لذا اگر بسته به معیار انتخاب تعداد مولفه‌های اصلی یک یا دو مولفه اول را انتخاب کنیم، خلاصه اطلاعات این متغیرها در قالب یک شاخص ترکیبی بدست می‌آید. درواقع آنچه که در پیوست ۱ در جدول پیوست ۱ ملاحظه می‌شود در ستون اول شامل متغیرهای اصلی است که در فرمول بالا با V_i نشان داده شدند. ستون دوم و سوم وزن‌های مربوط به هر متغیر در تشکیل دو مولفه اصلی حاصل از این متغیرها است که با PC1 و PC2 نشان داده می‌شوند. درواقع اعداد این دو ستون همان $a(i)_k$ها هستند که در اینجا $k = 2$ است و ستون زیر PC1 عبارتست از وزن‌های $a(i)_1$ و ستون زیر PC2 عبارتست از وزن‌های $a(i)_2$. به این ترتیب مثلا وزن CPI در مولفه اصلی اول (یعنی PC1) عبارتست از $a(1)_1 = -0.133387$ و وزن آن در PC2 عبارتست از $a(1)_2 = 0.231834$. همچنین وزن متغیر BUDGET_BALANCE در مولفه PC2 عبارتست از $a(2)_2 = -0.004555$.

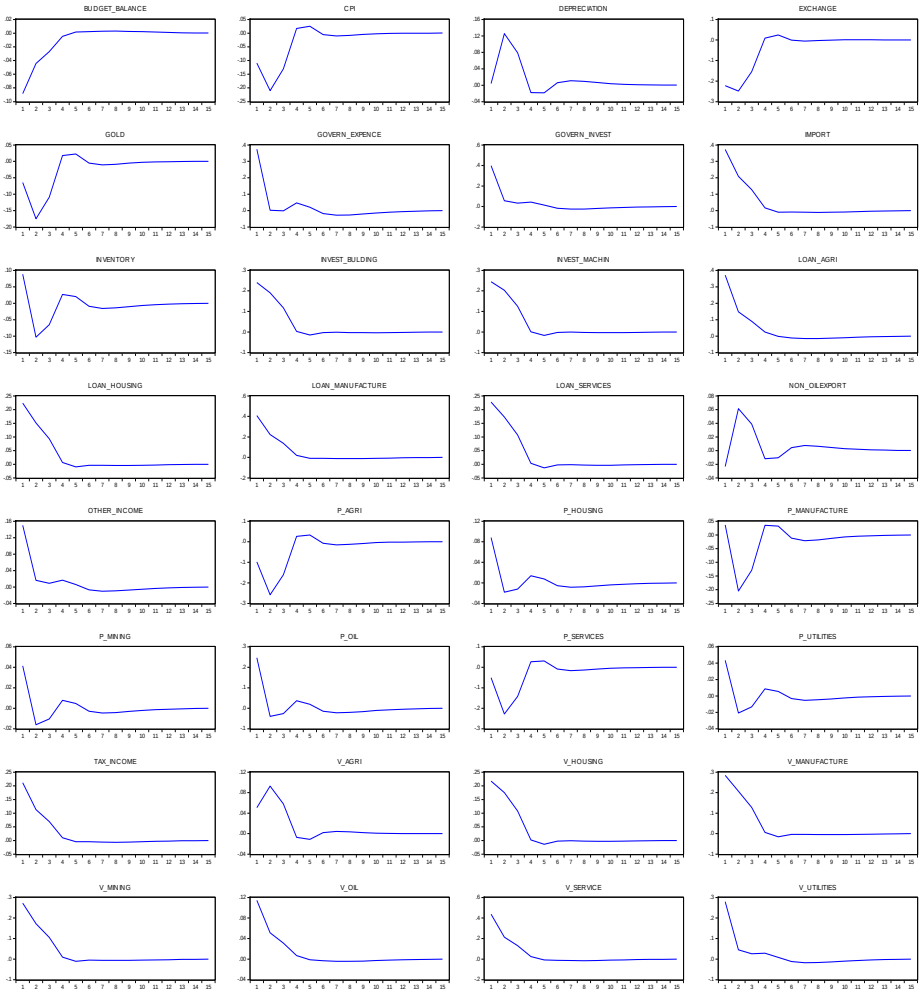
[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

جدول پیوست ۱. بردارهای ویژه حاصل از برآورد اجزای عمده (*PC*) برای الگوی FAVAR

PC 2	PC 1	Variable
0.231834	-0.133387	CPI
-0.004555	-0.064275	BUDGET_BALANCE
-0.188735	0.045944	DEPRECIATION
0.198210	-0.209700	EXCHANGE
0.214355	-0.096495	GOLD
0.303890	0.207955	GOVERN_EXPENCE
0.239666	0.240471	GOVERN_INVEST
0.230621	0.013223	INVENTORY
-0.093872	0.199912	INVEST_BULDING
-0.110539	0.205916	INVEST_MACHIN
0.079483	0.256552	LOAN_AGRI
-0.047226	0.176402	LOAN_HOUSING
-0.006396	0.303526	LOAN_MANUFACTURE
-0.078389	0.186097	LOAN_SERVICES
-0.112918	0.008350	NON_OILEXPORT
0.098699	0.088852	OTHER_INCOME
0.314274	-0.143884	P_AGRI
0.100216	0.042567	P_HOUSING
0.343700	-0.050773	P_MANUFACTURE
0.058584	0.017432	P_MINING
0.262728	0.123339	P_OIL
0.307284	-0.107258	P_SERVICES
0.067727	0.016866	P_UTILITIES
0.001167	0.156454	TAX_INCOME
-0.100516	0.060372	V_AGRI
-0.089001	0.181068	V_HOUSING
-0.082903	0.229496	V_MANUFACTURE
-0.040246	0.211052	V_MINING
0.015480	0.081316	V_OIL
0.031502	0.317142	V_SERVICE
0.160975	0.170537	V_UTILITIES
-0.012223	0.278841	IMPORT
0.220675	0.195572	LIQUIDITY
0.191190	0.054227	H_MONEY
0.163314	0.204143	OIL

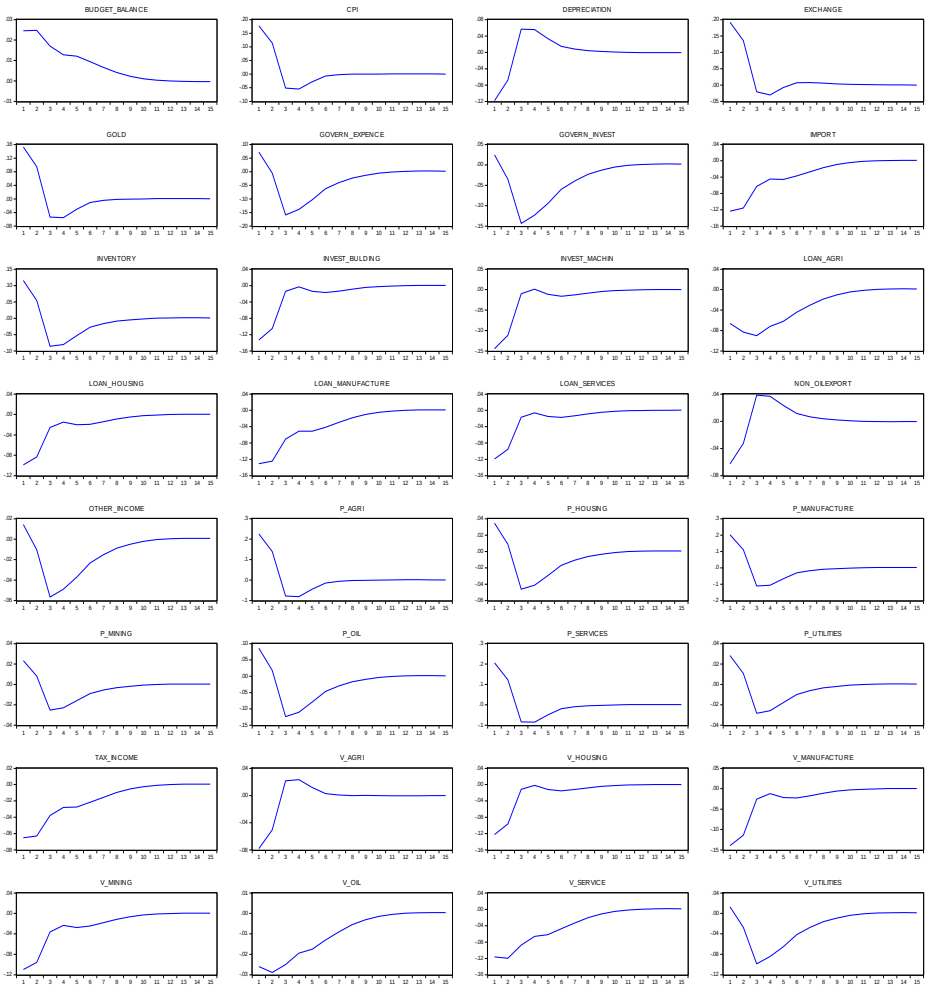
[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

(پیوست ۲)
واکنش متغیرهای بردار X به شوک نفتی



[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]
[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

واکنش متغیرهای بردار X به شوک پایه پولی



[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]

[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

[Downloaded from jemr.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1397.9.34.3.9]

[DOI: 10.29252/jemr.9.34.71]

Constructing a Factor Augmented VAR Model to Analyze Transmission of Oil and Monetary Shocks to Iranian Economy

Hassan Heydari[1]

Received: 2017/08/25 Accepted: 2019/01/17

Abstract

There is a growing attention to models which contain a broader set of economic data. In recent decade, introduction of Factor Augmented VAR models through augmentation of traditional VAR models with unobservable "factors" has made a new route to econometric modeling. In spite of the growing number of international papers and researches which have used FAVAR approach to modeling policy shocks to various economies, there is little about Iranian economy. So the paper is an attempt to fill the gap in the literature using an FAVAR model to analyze transmission of oil and monetary shocks to Iranian economy. The model contains 35 major macroeconomic annual variables spanning from 1974 to 2014. The results show that "real sector" of Iranian economy responds positively to oil shocks up to 5 years. Also "nominal sector" of the economy responds positively to oil shocks but the responses are shorter, smaller and more volatile than "real sector" responses. Finally the model results show responses of "nominal sector" of Iranian economy to monetary shocks are positive which its duration varies between 2 and 4 years.

Keywords: Oil Incomes, FAVAR Models, Monetary Shocks.
JEL Classification: E5, C32.

1 . Assistant Professor of Tarbiat Modares University, Email: Hassan.heydari@modares.ac.ir