

Inflation Dynamics and Sticky Information in Iran: Evidence from a DSGE-VAR model

Hossein Tavakolian¹

hossein.tavakolian@atu.ac.ir

Received: 30/Jun/2026 | Accepted: 22/Aug/2026

Abstract This paper examines inflation dynamics and assesses the role of sticky information in the Iranian economy. Two New Keynesian models are estimated and compared within a DSGE-VAR framework: a standard Calvo price-setting model and a model incorporating dual stickiness in both prices and information. To isolate the contribution of the Phillips curve specification, the two models share comparable formulations of the real sector, monetary block, investment dynamics, foreign reserves, and oil shocks. The models are estimated using Bayesian methods and the Metropolis-Hastings algorithm. Both models satisfy the conditions for determinacy; however, Bayesian model comparison provides strong evidence in favor of the dual-stickiness specification. Its log marginal data density is substantially higher than that of the Calvo model, while the Bayes factor indicates decisive support for incorporating sticky information. Posterior estimates further reveal substantial price rigidity, strong persistence in price-markup shocks, and significant contributions from monetary, fiscal, and oil shocks to macroeconomic fluctuations in Iran. These findings suggest that inflation persistence cannot be attributed solely to price rigidity and real marginal costs; delays in information diffusion and expectation updating also play a central role. The results imply that effective disinflation requires not only the management of liquidity growth and aggregate demand but also greater policy credibility, improved expectations management, and enhanced information transparency.

Keywords: Inflation, Sticky Information, Dual Stickiness, Calvo Pricing, DSGE-VAR, Iranian Economy.

JEL Classification: C11, C32, E31, E32, E52.

1. Associate Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University Tehran, Iran.

پویایی‌های تورم و اطلاعات چسبنده در ایران: شواهد مبتنی بر DSGE-VAR

hossein.tavakolian@atu.ac.ir

حسین توکلیان

دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی تهران، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۳۱

دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۰۹

چکیده: هدف این مقاله بررسی پویایی‌های تورم و ارزیابی نقش اطلاعات چسبنده در اقتصاد ایران است. برای این منظور، دو مدل کینزی جدید در چارچوب DSGE-VAR برآورد و مقایسه شده‌اند. مدل نخست بر پایه قیمت‌گذاری کالوو و مدل دوم بر پایه چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات تدوین شده است. در هر دو مدل، بخش‌های حقیقی، پولی، سرمایه‌گذاری، ذخایر خارجی و تکانه نفتی به صورت مشابه در نظر گرفته شده‌اند تا تفاوت نتایج عمدتاً به مشخصه منحنی فیلپس مربوط باشد. برآورد مدل‌ها با روش بیزی و با استفاده از الگوریتم متروپولیس-هیستینگز انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که هر دو مدل از نظر تعیین‌پذیری دارای مسیر تعادلی سازگار هستند؛ اما مقایسه بیزی به طور قاطع مدل چسبندگی دوگانه را نسبت به مدل کالوو ترجیح می‌دهد. چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی مدل چسبندگی دوگانه به طور معناداری بالاتر از مدل کالوو است و نسبت بیز شواهد بسیار قوی به سود مدل دارای اطلاعات چسبنده ارائه می‌کند. همچنین نتایج برآورد نشان می‌دهد درجه چسبندگی قیمت، پایداری شوک فشار قیمتی و نقش تکانه‌های پولی، مالی و نفتی در توضیح نوسانات اقتصاد ایران قابل توجه است. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که ماندگاری تورم در ایران صرفاً با چسبندگی قیمت و هزینه نهایی قابل توضیح نیست بلکه کندی انتشار و پردازش اطلاعات نیز در شکل‌گیری پویایی تورم نقش دارد. از این منظر، سیاست ضدتورمی در ایران باید علاوه بر کنترل رشد نقدینگی و تقاضای کل، به مدیریت انتظارات، اعتبار سیاست‌گذار و شفافیت اطلاعاتی نیز توجه کند.

کلیدواژه‌ها: تورم، اطلاعات چسبنده، چسبندگی دوگانه، قیمت‌گذاری کالوو، DSGE-VAR، اقتصاد ایران.

طبقه‌بندی JEL: E52, E31, C32, C11.

مقدمه

تورم در اقتصاد ایران، بیش از آنکه صرفاً یک متغیر اسمی کوتاه‌مدت باشد، به یکی از مهم‌ترین نشانه‌های ناپایداری کلان، محدودیت سیاست‌گذاری و ضعف هماهنگی انتظارات تبدیل شده است. استمرار نرخ‌های بالای تورم، بازگشت‌پذیری مکرر آن پس از دوره‌های کوتاه کاهش و واکنش نامتقارن قیمت‌ها به تکانه‌های پولی، مالی، ارزی و نفتی، نشان می‌دهد که تبیین پویایی تورم در ایران نیازمند چارچوبی است که هم سازوکارهای قیمت‌گذاری بنگاه‌ها و هم نحوه شکل‌گیری و به‌روزرسانی اطلاعات و انتظارات را دربرگیرد. در چنین بستری، پرسش اصلی این نیست که آیا چسبندگی‌های اسمی در اقتصاد ایران وجود دارد یا خیر، بلکه این است که کدام نوع چسبندگی بهتر می‌تواند ویژگی‌های مشاهده‌شده تورم ایران را توضیح دهد. آیا یک مدل استاندارد مبتنی بر قیمت‌گذاری کالوو برای توضیح لختی تورم کافی است، یا باید چسبندگی اطلاعات نیز در کنار چسبندگی قیمت وارد شود؟ ادبیات کینزی جدید از دهه‌های پایانی قرن بیستم کوشیده است با اتکا به بنیان‌های خرد، رابطه میان تورم، فعالیت حقیقی و سیاست پولی را توضیح دهد. نقطه عزیمت این ادبیات آن است که در حضور رقابت انحصاری و تعدیل ناقص قیمت‌ها، سیاست پولی می‌تواند آثار حقیقی داشته باشد و تورم صرفاً بازتاب تغییرات جاری تقاضا یا هزینه نیست بلکه به انتظارات آینده و ساختار تصمیم‌گیری بنگاه‌ها نیز وابسته است. قیمت‌گذاری کالوو یکی از پرکاربردترین سازوکارهای وارد کردن چسبندگی قیمت به مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی است. در این چارچوب، در هر دوره تنها بخشی از بنگاه‌ها قادر به تغییر قیمت خود هستند و سایر بنگاه‌ها قیمت‌های گذشته را حفظ می‌کنند. نتیجه این فرض، استخراج منحنی فیلیپس کینزی جدید است که تورم را به انتظارات تورمی آینده و هزینه نهایی حقیقی پیوند می‌دهد (Calvo, 1983; Woodford, 2003; Gali, 2015).

مدل کالوو از نظر نظری ساده، منسجم و قابل استفاده در مدل‌های سیاستی است؛ اما در سطح تجربی با چالش‌هایی مواجه شده است. یکی از نقدهای مهم این است که شکل پایه منحنی فیلیپس کالوو معمولاً نمی‌تواند لختی بالای تورم، پاسخ‌های تأخیری و تپه‌ای‌شکل متغیرها به تکانه‌ها و اثرگذاری تدریجی سیاست پولی را به‌خوبی بازتولید کند. به همین دلیل، نسخه‌های هیبریدی منحنی فیلیپس که در آن تورم گذشته نیز وارد معادله می‌شود، در ادبیات رواج یافتند. باین‌حال، افزودن جمله تورم گذشته اگرچه از نظر تجربی برازش را بهبود می‌دهد؛ اما همواره از نظر مبانی خرد کاملاً قانع‌کننده نیست و معمولاً به فروزی مانند شاخص‌بندی قیمت‌ها یا قواعد رفتاری ساده متکی می‌شود (Christiano, Eichenbaum & Evans, 2005; Smets & Wouters, 2007). از این منظر، مسئله اصلی آن

است که منشأ لختی تورم باید به سازوکاری رفتاری و اطلاعاتی پیوند بخورد، نه اینکه صرفاً به صورت یک جمله پس‌نگر در معادله وارد شود.

در پاسخ به همین کاستی، منکیو و ریس مدل «اطلاعات چسبنده» را پیشنهاد کردند. در این رویکرد، فرض نمی‌شود که همه بنگاه‌ها و خانوارها در هر دوره اطلاعات جدید را دریافت و پردازش می‌کنند. برعکس، عاملان اقتصادی برنامه‌های قیمتی و تصمیم‌های خود را با وقفه به‌روزرسانی می‌کنند و تنها بخشی از آن‌ها در هر دوره به مجموعه اطلاعات جدید دسترسی مؤثر دارد؛ بنابراین حتی اگر قیمت‌ها از نظر فیزیکی امکان تغییر داشته باشند، تصمیم قیمت‌گذاری ممکن است بر مبنای اطلاعات قدیمی انجام شود. در نتیجه، تورم به تکان‌ها آهسته‌تر واکنش نشان می‌دهد و آثار سیاست پولی و شوک‌های حقیقی با تأخیر در سطح قیمت‌ها منعکس می‌شود. منکیو و ریس^۱ (۲۰۰۲) نشان دادند که مدل اطلاعات چسبنده نسبت به مدل قیمت چسبنده در توضیح چند ویژگی پذیرفته‌شده آثار سیاست پولی، از جمله انقباضی بودن کاهش تورم، تأخیر در بیشینه اثر سیاست پولی و شکل تدریجی واکنش تورم، عملکرد بهتری دارد. با توسعه ادبیات، روشن شد که تقابل کامل میان چسبندگی قیمت و چسبندگی اطلاعات ممکن است بیش از حد رویکرد ساده‌سازی داشته باشد. در دنیای واقعی، بنگاه‌ها هم ممکن است با محدودیت تعدیل قیمت مواجه باشند و هم اطلاعات را به‌صورت کامل و آنی پردازش نکنند. از این‌رو، چارچوب چسبندگی دوگانه به‌عنوان چارچوبی مطرح شد که دو اصطلاح را هم‌زمان دربرمی‌گیرد. در این مدل، بخشی از لختی تورم از ناتوانی بنگاه‌ها در تغییر مکرر قیمت و بخشی دیگر از تأخیر در دریافت یا پردازش اطلاعات جدید ناشی می‌شود. مزیت این چارچوب آن است که می‌تواند هم نقش هزینه نهایی و انتظارات آینده را حفظ کند و هم ماندگاری تورم و وزن تورم گذشته را به‌صورت درون‌زا توضیح دهد؛ بنابراین، چسبندگی دوگانه از نظر نظری می‌تواند پلی میان منحنی فیلیپس کینزی جدید استاندارد و واقعیت تجربی لختی تورم باشد.

اهمیت چسبندگی اطلاعات تنها به ادبیات قیمت‌گذاری محدود نیست بلکه با بحث وسیع‌تر «بی‌توجهی عقلایی» و محدودیت ظرفیت پردازش اطلاعات نیز پیوند دارد. در این رویکرد، عاملان اقتصادی با انبوهی از اطلاعات روبه‌رو هستند و پردازش همه آن‌ها پرهزینه است. از این‌رو، توجه خود را به بخشی از متغیرها اختصاص می‌دهند و نسبت به برخی تکان‌ها با تأخیر واکنش نشان می‌دهند. سیمز این ایده را با عنوان بی‌توجهی عقلایی وارد اقتصاد کلان کرد و نشان داد که محدودیت در ظرفیت پردازش اطلاعات می‌تواند منشأ واکنش‌های تدریجی و ناهمزمان در سطح کلان باشد

(Sims, 2003). پژوهش‌های بعدی نیز نشان داده‌اند که اطلاعات ناقص و به‌روزرسانی تدریجی انتظارات می‌تواند به توضیح خطاهای پیش‌بینی، ناهمگنی انتظارات و تداوم تورم کمک کند (Carroll, 2003; Mankiw, Reis & Wolfers, 2003; Coibion & Gorodnichenko, 2015)؛ بنابراین، وارد کردن چسبندگی اطلاعات در مدل تورم، صرفاً یک تغییر فنی در منحنی فیلیپس نیست بلکه بازتاب نگرشی وسیع‌تر درباره محدودیت‌های اطلاعاتی و شناختی در تصمیم‌گیری اقتصادی است.

برای اقتصاد ایران، توجه به چسبندگی اطلاعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اقتصاد ایران در دهه‌های اخیر با نااطمینانی‌های شدید ناشی از نوسان درآمدهای نفتی، محدودیت‌های ارزی، تحریم‌ها، تغییرات مکرر سیاستی، شوک‌های نقدینگی، و جهش‌های نرخ ارز روبه‌رو بوده است. در چنین محیطی، اطلاعات مربوط به مسیر آتی سیاست پولی، بودجه دولت، درآمدهای ارزی و نرخ ارز نه تنها کامل و شفاف نیست بلکه اغلب با وقفه، ابهام و ناهمگنی در میان عاملان اقتصادی منتشر می‌شود. بنگاه‌ها و خانوارها در این شرایط ممکن است به‌جای واکنش فوری به همه اطلاعات، از قواعد ساده، تجربه گذشته، علامت‌های قیمتی قابل مشاهده و انتظارات تطبیقی استفاده کنند. این وضعیت می‌تواند توضیح دهد که چرا تورم در ایران معمولاً ماندگار است، چرا کاهش تورم به‌آسانی تثبیت نمی‌شود، و چرا برخی شوک‌ها پس از چند فصل نیز آثار خود را حفظ می‌کنند.

مطالعات داخلی نیز نشان داده‌اند که منحنی فیلیپس در اقتصاد ایران دارای ویژگی‌های پیچیده‌ای است و رابطه میان شکاف تولید، انتظارات و تورم همواره پایدار و ساده نیست. توکلیان در بررسی منحنی فیلیپس کینزی جدید در قالب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای ایران نشان می‌دهد که ورود تورم انتظاری و تورم گذشته می‌تواند برای توضیح تورم ایران اهمیت داشته باشد (Tavakolian, 2012).

رحمانی و امیری نیز با استفاده از رهیافت‌های هم‌انباشتگی و خودرگرسیون برداری به بررسی منحنی فیلیپس کینزی جدید در ایران پرداخته‌اند و بر ضرورت توجه به پویایی‌های تورم و نقش انتظارات تأکید کرده‌اند (Rahmani, Amiri, 2011). صمدی و اوجی‌مهر در مطالعه‌ای بر پایه مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، پایداری تورم را در قالب دو مدل چسبندگی قیمت هیبریدی و چسبندگی اطلاعات مقایسه کرده‌اند و نشان داده‌اند که ارزیابی منشأ لختی تورم در ایران نیازمند مقایسه صریح مشخصات رقیب است (Samadi, & Owjimehr, 2015). همچنین همتی با مقایسه طیفی از مشخصات منحنی فیلیپس، از جمله چسبندگی اطلاعات و چسبندگی دوگانه، نشان می‌دهد که مدل چسبندگی دوگانه نسبت به برخی تصریح‌های دیگر با واقعیات آشکار شده اقتصاد ایران سازگاری بیشتری دارد (Hemati, 2022).

ادبیات جدیدتر درباره اقتصاد ایران نیز اهمیت انتظارات و تکنه‌های قیمتی را برجسته کرده است. احسانی، طاهری بازخانه و کشاورز با استفاده از تحلیل زمان-فرکانس نشان می‌دهند که شیب

منحنی فیلیپس در ایران پایدار نیست و نقش انتظارات تورمی در افق‌های مختلف زمانی تغییر می‌کند (Ehsani, Taheri Bazkhaneh, & Keshavarz, 2024). برزگری مروستی و همکاران (۲۰۲۵) نیز در بررسی واکنش تورم به تکانه‌های عرضه و تقاضا، نشان می‌دهند که واکنش تورم به تکانه‌های ارزی نسبت به تکانه‌های نقدینگی شدیدتر است و این تفاوت با نقش اطلاعاتی تکانه‌ها و سرعت ادراک آن‌ها توسط عاملان اقتصادی ارتباط دارد. این شواهد برای موضوع مقاله حاضر اهمیت دارد؛ زیرا نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران نوع تکانه، قابلیت مشاهده آن و سرعت انتقال اطلاعات درباره آن می‌تواند در شکل‌گیری مسیر تورم تعیین‌کننده باشد.

در کنار مباحث مربوط به منحنی فیلیپس، انتخاب چارچوب اقتصادسنجی نیز اهمیت دارد. مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی به دلیل اتکا به قیود نظری و بنیان‌های خرد، ابزار مهمی برای تحلیل سیاستی هستند؛ اما ممکن است به دلیل محدودیت‌های ساختاری، همه پویایی‌های داده‌ها را به‌خوبی بازتولید نکنند. درمقابل، مدل‌های خودرگرسیون برداری از انعطاف آماری بالایی برخوردارند؛ اما فاقد تفسیر ساختاری کافی برای تحلیل سیاستی هستند. رهیافت DSGE-VAR که توسط دل‌نگرو و شورفهایده توسعه یافت، می‌کوشد این دو مزیت را ترکیب کند. در این چارچوب، مدل DSGE به‌عنوان پیشین برای مدل VAR عمل می‌کند و وزن این پیشین تعیین می‌کند که تا چه اندازه داده‌ها اجازه فاصله گرفتن از قیود ساختاری را داشته باشند (Del Negro & Schorfheide, 2004). این روش برای پژوهش حاضر مناسب است؛ زیرا هدف مقاله تنها برآورد پارامترهای یک مدل ساختاری نیست بلکه مقایسه تجربی دو مشخصه رقیب از سازوکار تورم در اقتصاد ایران است.

روش بیزی به‌ویژه برای چنین مقایسه‌ای مناسب است؛ زیرا امکان ارزیابی رسمی مدل‌ها را بر اساس چگالی حاشیه‌ای داده‌ها فراهم می‌کند. چگالی حاشیه‌ای برخلاف معیارهای ساده برازش، هم عملکرد مدل در توضیح داده‌ها و هم پیچیدگی آن را در نظر می‌گیرد. نسبت بیز نیز نسبت شواهد داده‌ای دو مدل را نشان می‌دهد و می‌تواند به احتمال پسین مدل‌ها تبدیل شود (Kass & Raftery, 1995). در مدل‌های DSGE، این معیار اهمیت زیادی دارد؛ زیرا مدل‌هایی با ساختارهای متفاوت ممکن است تعداد پارامترها و درجه انعطاف متفاوتی داشته باشند و مقایسه صرف برازش درون‌نمونه‌ای می‌تواند گمراه‌کننده باشد. افزون‌براین، ادبیات برآورد بیزی مدل‌های DSGE بر اهمیت کنترل همگرایی زنجیره‌ها، انتخاب پیشین‌ها، و استفاده از روش‌های معتبر برای محاسبه چگالی حاشیه‌ای تأکید دارد (An & Schorfheide, 2007; Herbst & Schorfheide, 2015).

بر این‌اساس، مطالعه حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش است که کدامیک از دو مشخصه

قیمت‌گذاری، یعنی قیمت‌گذاری کالوو یا چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات، برای توضیح پویایی‌های تورم و متغیرهای کلان ایران مناسب‌تر است. برای این منظور، دو مدل DSGE-VAR برآورد می‌شود که در سایر اجزای اصلی، از جمله بخش حقیقی، پولی و تکانه‌های نفتی، ساختاری قابل مقایسه دارند؛ اما در مشخصه منحنی فیلیپس متفاوت هستند. سپس مدل‌ها با استفاده از چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی، نسبت بیز و احتمال پسین مدل‌ها مقایسه می‌شوند. علاوه بر مقایسه بیزی، توابع واکنش آنی متغیرهای کلیدی مانند تولید، تورم، مصرف، سرمایه‌گذاری و رشد پول در برابر تکانه‌های مختلف بررسی می‌شود تا روشن شود که برتری آماری مدل منتخب با سازوکارهای اقتصادی قابل تفسیر نیز همراه است یا خیر.

نوآوری مقاله را می‌توان در سه محور خلاصه کرد. نخست، مقاله به جای اتکا به یک مشخصه از پیش انتخاب‌شده برای منحنی فیلیپس، دو روایت نظری رقیب را در یک چارچوب بیزی و قابل مقایسه قرار می‌دهد. دوم، با استفاده از رهیافت DSGE-VAR، قیود نظری مدل‌های ساختاری با انعطاف داده‌محور VAR ترکیب می‌شود و بنابراین قضاوت درباره مدل‌ها صرفاً بر مبنای سازگاری نظری یا برازش آماری خام انجام نمی‌گیرد. سوم، مقاله بر اقتصاد ایران تمرکز دارد؛ اقتصادی که در آن نااطمینانی، شوک‌های ارزی و نفتی، و ابهام در مسیر سیاستی می‌تواند نقش چسبندگی اطلاعات را پررنگ‌تر کند. از این‌رو، نتایج مقاله افزون بر اهمیت روش‌شناختی، می‌تواند برای سیاست‌گذاری پولی و مدیریت انتظارات تورمی نیز پیامد داشته باشد.

نوآوری این مقاله در سه محور قابل بیان است. نخست، برخلاف بسیاری از مطالعاتی که تنها یک مشخصه از منحنی فیلیپس را برای اقتصاد ایران برآورد می‌کنند، این مقاله دو سازوکار نظری رقیب، یعنی قیمت‌گذاری کالوو و چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات، را در یک چارچوب ساختاری و قابل مقایسه قرار می‌دهد. دوم، مقاله از چارچوب DSGE-VAR استفاده می‌کند تا قیود نظری مدل DSGE با انعطاف آماری مدل VAR ترکیب شود؛ از این‌رو، مقایسه مدل‌ها صرفاً بر مبنای برازش خام یا تفسیر نظری انجام نمی‌شود. سوم، انتخاب مدل بر اساس معیارهای رسمی بیزی، شامل چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی، نسبت بیز و احتمال پسین مدل‌ها، صورت می‌گیرد؛ بنابراین، مقاله می‌کوشد نشان دهد که آیا داده‌های اقتصاد ایران از ورود چسبندگی اطلاعات به منحنی فیلیپس حمایت می‌کنند یا خیر؟ ساختار مقاله به این‌صورت است. پس از مقدمه، در بخش دوم مبانی نظری مرتبط با قیمت‌گذاری کالوو، اطلاعات چسبنده و چسبندگی دوگانه مرور می‌شود. بخش سوم به معرفی مدل، متغیرها، تکانه‌ها و نحوه برآورد اختصاص دارد. در بخش چهارم نتایج تجربی، شامل مقایسه بیزی مدل‌ها

و تحلیل توابع واکنش آنی، ارائه و تفسیر می‌شود. در پایان نیز نتیجه‌گیری و دلالت‌های سیاستی پژوهش بیان خواهد شد.

مبانی نظری پژوهش

این بخش مبانی نظری مطالعه را در چهار محور قیمت‌گذاری کالوو، اطلاعات چسبنده، چسبندگی دوگانه، و چارچوب DSGE-VAR مرور می‌کند. هدف این بخش ارائه تصویری فشرده از منطق نظری مدل‌هاست تا روشن شود چرا مقایسه میان مدل مبتنی بر کالوو و مدل چسبندگی دوگانه در اقتصاد ایران از نظر نظری و تجربی اهمیت دارد؟

قیمت‌گذاری کالوو و منحنی فیلیپس کینزی جدید

در چارچوب کینزی جدید، منشأ اصلی اثرگذاری سیاست پولی بر متغیرهای حقیقی، وجود چسبندگی‌های اسمی است. در غیاب چسبندگی قیمت، تغییرات پولی عمدتاً در سطح قیمت‌ها تخلیه می‌شود و آثار حقیقی آن محدود خواهد بود؛ اما اگر بنگاه‌ها نتوانند قیمت‌های خود را در هر دوره به‌طور کامل تعدیل کنند، تکانه‌های پولی و حقیقی می‌توانند بر تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری و اشتغال اثر بگذارند. یکی از رایج‌ترین روش‌های مدل‌سازی این چسبندگی، سازوکار قیمت‌گذاری کالوو است. در این مدل، بنگاه‌ها در هر دوره با احتمال مشخصی قادر به تغییر قیمت خود هستند و با احتمال مکمل آن، قیمت دوره قبل را حفظ می‌کنند. این فرض اگرچه ساده است؛ اما امکان استخراج یک منحنی فیلیپس کینزی جدید از بنیان‌های خرد را فراهم می‌کند (Calvo, 1983).

در مدل کالوو، تورم جاری تابعی از تورم انتظاری آینده و هزینه نهایی حقیقی است. به بیان دیگر، تورم فقط به شرایط جاری اقتصاد وابسته نیست بلکه به انتظارات بنگاه‌ها درباره آینده نیز واکنش نشان می‌دهد. همین ویژگی موجب شده است که منحنی فیلیپس کالوو در مدل‌های سیاست پولی جدید جایگاه محوری پیدا کند. در این چارچوب، سیاست پولی از طریق اثرگذاری بر تقاضای کل، شکاف تولید و هزینه نهایی حقیقی، مسیر تورم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل، قیمت‌گذاری کالوو به یکی از اجزای اصلی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی در تحلیل سیاست پولی تبدیل شده است (Woodford, 2003; Galí, 2015).

با وجود اهمیت نظری قیمت‌گذاری کالوو، مدل پایه آن از نظر تجربی با محدودیت‌هایی روبه‌روست. بسیاری از داده‌های کلان نشان می‌دهند که تورم دارای لختی قابل توجه است و به تکانه‌ها به‌صورت

تدریجی و گاه با تأخیر واکنش نشان می‌دهد. درمقابل، منحنی فیلیپس کالوو در فرم ساده خود، به دلیل ماهیت عمدتاً آینده‌نگر، معمولاً نمی‌تواند همه ماندگاری مشاهده‌شده در تورم را توضیح دهد. به همین دلیل، در ادبیات کینزی جدید نسخه‌های هیبریدی منحنی فیلیپس مطرح شده‌اند که در آن‌ها تورم گذشته نیز وارد معادله می‌شود. برای نمونه، در مدل‌های سیاستی با چسبندگی قیمت و دستمزد، وارد کردن شاخص‌بندی یا رفتارهای پس‌نگر می‌تواند به ایجاد واکنش‌های تپه‌ای شکل و ماندگارتر کمک کند (Christiano, Eichenbaum, & Evans, 2005; Smets & Wouters, 2007).

با این حال، افزودن تورم گذشته به منحنی فیلیپس اگرچه از نظر تجربی برازش مدل را بهبود می‌دهد؛ اما همواره از نظر مبانی رفتاری و اطلاعاتی کاملاً قانع‌کننده نیست. پرسش مهم این است که آیا لختی تورم باید صرفاً با وارد کردن اجزای پس‌نگر توضیح داده شود، یا می‌توان آن را به سازوکاری عمیق‌تر در فرایند شکل‌گیری اطلاعات و انتظارات نسبت داد. همین پرسش، زمینه را برای ورود نظریه اطلاعات چسبنده به تحلیل پویایی‌های تورم فراهم می‌کند.

اطلاعات چسبنده و به‌روزرسانی تدریجی انتظارات

رهیافت اطلاعات چسبنده بر این ایده استوار است که همه عاملان اقتصادی در هر دوره اطلاعات جدید را دریافت، پردازش و در تصمیم‌های خود وارد نمی‌کنند. در این چارچوب، مسئله اصلی لزوماً ناتوانی فیزیکی بنگاه‌ها در تغییر قیمت نیست بلکه تأخیر در به‌روزرسانی مجموعه اطلاعاتی و برنامه‌های تصمیم‌گیری است. منکیو و ریس نشان دادند که اگر تنها بخشی از بنگاه‌ها در هر دوره اطلاعات خود را به‌روزرسانی کنند، تورم به تکانه‌ها به‌صورت تدریجی واکنش نشان می‌دهد و آثار شوک‌ها با وقفه در قیمت‌ها ظاهر می‌شود (Mankiw & Reis, 2002).

مزیت اصلی رهیافت اطلاعات چسبنده آن است که می‌تواند برخی واقعیت‌های شناخته‌شده درباره آثار سیاست پولی را بهتر توضیح دهد. از جمله، اثر سیاست پولی بر تورم معمولاً فوری نیست و بیشینه اثر آن با تأخیر ظاهر می‌شود. همچنین کاهش تورم معمولاً با هزینه حقیقی همراه است و تورم پس از وقوع تکانه‌ها به‌سرعت به وضعیت اولیه بازمی‌گردد. مدل اطلاعات چسبنده این ویژگی‌ها را از طریق تأخیر در به‌روزرسانی اطلاعات و برنامه‌های تصمیم‌گیری توضیح می‌دهد، نه از طریق افزودن مکانیکی تورم گذشته به معادله تورم. به همین دلیل، این رویکرد به‌عنوان جایگزین یا مکملی برای منحنی فیلیپس کینزی جدید استاندارد مطرح شده است (Mankiw & Reis, 2002; Mankiw & Reis, 2007).

اهمیت اطلاعات چسبنده فقط به ادبیات قیمت‌گذاری محدود نیست بلکه با بحث گسترده‌تر

محدودیت‌های اطلاعاتی و بی‌توجهی عقلایی نیز ارتباط دارد. در رویکرد بی‌توجهی عقلایی، عاملان اقتصادی با حجم بزرگی از اطلاعات مواجه‌اند؛ اما ظرفیت پردازش آن‌ها محدود است. در نتیجه، توجه خود را به برخی متغیرها اختصاص می‌دهند و نسبت به برخی تکانه‌ها با تأخیر واکنش نشان می‌دهند. این ایده می‌تواند منشأ واکنش‌های تدریجی، ناهمزمان و ناهمگن در سطح کلان باشد (Sims, 2003). شواهد مربوط به انتظارات تورمی نیز با این منطق سازگار است. پیش‌بینی‌های خانوارها، بنگاه‌ها و حتی پیش‌بینی‌کنندگان حرفه‌ای همواره به‌طور کامل همگرا و به‌روز نیست. در بسیاری از اقتصادها، درجاتی از ناهمگنی، خطای نظام‌مند و چسبندگی در انتظارات مشاهده می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که فرض انتظارات کاملاً به‌روز و همگن، به‌ویژه در محیط‌های دارای نااطمینانی بالا، ممکن است تصویر دقیقی از رفتار عاملان اقتصادی ارائه نکند (Carroll, 2003; Mankiw, Reis, & Wolfers, 2003; Coibion & Gorodnichenko, 2015).

این بحث برای اقتصاد ایران اهمیت ویژه‌ای دارد. در اقتصادی که با تورم مزمن، جهش‌های ارزی، نااطمینانی نفتی، تغییرات سیاستی، محدودیت‌های خارجی و نااطمینانی در مسیر آینده سیاست پولی و مالی روبه‌روست، دریافت و پردازش اطلاعات برای بنگاه‌ها و خانوارها پرهزینه و ناهمزمان است. در چنین محیطی، عاملان اقتصادی ممکن است به جای واکنش فوری به همه اطلاعات، بر تجربه گذشته، نرخ ارز، قیمت دارایی‌ها، علامت‌های بازار و قواعد ساده تصمیم‌گیری تکیه کنند؛ بنابراین، چسبندگی اطلاعات می‌تواند یکی از سازوکارهای مهم در توضیح پایداری تورم و تأخیر در انتقال تکانه‌ها به سطح قیمت‌ها در اقتصاد ایران باشد.

چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات

اگرچه ادبیات اولیه گاه چسبندگی قیمت و چسبندگی اطلاعات را به‌عنوان دو توضیح جایگزین برای پویایی تورم مطرح می‌کرد؛ اما از نظر نظری لزومی ندارد این دو سازوکار رقیب کامل باشند. در اقتصاد واقعی، بنگاه‌ها ممکن است هم با محدودیت تعدیل قیمت مواجه باشند و هم اطلاعات خود را به‌صورت کامل و فوری به‌روزرسانی نکنند. بر این اساس، مدل چسبندگی دوگانه چارچوبی را فراهم می‌کند که در آن چسبندگی قیمت و چسبندگی اطلاعات به‌طور همزمان در تعیین تورم نقش دارند. در مدل چسبندگی دوگانه، بخشی از ماندگاری تورم از تعدیل نوبتی قیمت‌ها ناشی می‌شود و بخشی دیگر از به‌روزرسانی تدریجی اطلاعات. بنابراین، این مدل ضمن حفظ منطق کینزی جدید در رابطه میان تورم، هزینه نهایی و انتظارات آینده، امکان توضیح بهتر لختی تورم و واکنش‌های تدریجی

به تکانه‌ها را فراهم می‌کند. به بیان دیگر، چسبندگی دوگانه می‌تواند میان دو واقعیت مهم جمع کند: از یک سو بنگاه‌ها در تغییر قیمت با محدودیت مواجه‌اند، و از سوی دیگر تصمیم‌های آن‌ها همواره بر اساس اطلاعات کاملاً جدید اتخاذ نمی‌شود.

از منظر تجربی، مدل چسبندگی دوگانه می‌تواند نسبت به مدل کالوو انعطاف بیشتری در بازتولید پویایی‌های تورم داشته باشد. در مدل کالوو، لختی تورم عمدتاً باید از درجه چسبندگی قیمت یا سازوکارهای الحاقی مانند شاخص‌بندی به‌دست آید؛ اما در مدل چسبندگی دوگانه، بخشی از لختی از تأخیر در پردازش اطلاعات حاصل می‌شود. این تمایز برای اقتصادهایی مانند ایران اهمیت دارد؛ زیرا در چنین اقتصادهایی، مسیر تورم فقط از طریق هزینه نهایی و شکاف تولید تعیین نمی‌شود بلکه انتظارات، نااطمینانی و نحوه انتشار اطلاعات نیز نقش مهمی دارند.

دلالت سیاستی این تمایز نیز قابل توجه است. اگر فقط چسبندگی قیمت وجود داشته باشد، تمرکز اصلی سیاست‌گذار بر کنترل تقاضای کل و هزینه نهایی خواهد بود؛ اما اگر چسبندگی اطلاعات نیز مهم باشد، سیاست‌گذار باید به کیفیت انتقال اطلاعات، شفافیت ارتباطات سیاستی، اعتبار سیاست پولی و شکل‌گیری انتظارات تورمی توجه کند. در چنین شرایطی، کاهش تورم صرفاً مسئله تنظیم ابزارهای پولی نیست بلکه مستلزم کاهش ابهام در مسیر سیاست، هماهنگ‌سازی انتظارات و ایجاد سازوکار معتبر اطلاع‌رسانی نیز هست. برای اقتصاد ایران که انتظارات تورمی غالباً تحت تأثیر نرخ ارز، کسری بودجه، تحریم‌ها و نااطمینانی‌های سیاستی قرار دارد، این نکته اهمیت ویژه‌ای دارد.

چارچوب DSGE-VAR و مقایسه بیزی مدل‌ها

مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی به دلیل اتکا به بنیان‌های خرد، قیود تعادلی و امکان تحلیل سیاستی، ابزار مهمی در اقتصاد کلان جدید هستند. با این حال، این مدل‌ها معمولاً محدودیت‌هایی در برازش کامل داده‌ها دارند؛ زیرا قیود نظری ممکن است همه پویایی‌های مشاهده‌شده را پوشش ندهد. در مقابل، مدل‌های VAR از انعطاف آماری بیشتری برخوردارند؛ اما تفسیر ساختاری محدودتری دارند. چارچوب DSGE-VAR تلاشی برای ترکیب این دو رویکرد است. در این چارچوب، مدل DSGE به‌عنوان منبع پیشین برای مدل VAR عمل می‌کند و از این طریق قیود نظری مدل ساختاری با انعطاف داده‌محور VAR ترکیب می‌شود (Del Negro & Schorfheide, 2004).

در چارچوب DSGE-VAR، وزن پیشین DSGE تعیین می‌کند که مدل VAR تا چه اندازه به ساختار نظری مقید باشد. هرچه این وزن بزرگ‌تر باشد، رفتار مدل به قیود DSGE نزدیک‌تر می‌شود و هرچه

کوچک‌تر باشد، مدل به VAR نامقید نزدیک‌تر خواهد شد؛ بنابراین، DSGE-VAR نه‌تنها برای پیش‌بینی و تحلیل سیاستی مفید است بلکه برای ارزیابی میزان سازگاری یک مدل ساختاری با داده‌ها نیز کاربرد دارد. این ویژگی در پژوهش حاضر اهمیت دارد؛ زیرا هدف مقاله صرفاً برآورد یک مدل ساختاری نیست بلکه مقایسه دو مشخصه نظری رقیب درباره پویایی تورم است (Del Negro & Schorfheide, 2004; Herbst & Schorfheide, 2015).

روش بیزی چارچوبی منسجم برای مقایسه چنین مدل‌هایی فراهم می‌کند. معیار اصلی در مقایسه بیزی، چگالی حاشیه‌ای داده‌هاست که نشان می‌دهد هر مدل، پس از لحاظ کردن نااطمینانی پارامتری و پیچیدگی ساختاری، تا چه اندازه داده‌ها را توضیح می‌دهد. نسبت بیز، نسبت چگالی حاشیه‌ای دو مدل است و شدت شواهد داده‌ای به نفع یکی از مدل‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. مزیت این معیار آن است که برخلاف معیارهای ساده برازش، پیچیدگی مدل را نیز به‌طور ضمنی جریمه می‌کند (Kass & Raftery, 1995).

در عمل، چگالی حاشیه‌ای در مدل‌های بیزی بزرگ مانند DSGE معمولاً به‌صورت تحلیلی در دسترس نیست و باید با روش‌های عددی برآورد شود. میانگین هارمونیک تعدیل‌شده، روش چیب-جلیازکوف و پل نمونه‌گیری از روش‌های رایج برای این هدف هستند. هر یک از این روش‌ها بر مبنای خروجی‌های شبیه‌سازی پسین، مقدار تقریبی چگالی حاشیه‌ای را محاسبه می‌کند و از این طریق امکان مقایسه رسمی مدل‌ها را فراهم می‌سازد (Meng & Wong, 1996; Geweke, 1999; Chib & Jeliazkov, 2001).

بر این‌اساس، مقاله حاضر بر مبنای این ایده نظری شکل می‌گیرد که پویایی تورم ایران احتمالاً فقط محصول چسبندگی قیمت نیست بلکه از تعامل چسبندگی قیمت، چسبندگی اطلاعات و تکانه‌های ساختاری اقتصاد کلان ناشی می‌شود. چارچوب DSGE-VAR امکان می‌دهد این فرضیه در قالبی منسجم و قابل مقایسه با مدل کالو آزمون شود؛ بنابراین، نتیجه مقایسه بیزی میان این دو مدل می‌تواند نشان دهد که برای تحلیل تورم و سیاست‌گذاری در اقتصاد ایران، منحنی فیلیپس استاندارد کالو مناسب‌تر است یا مشخصه‌ای غنی‌تر که اطلاعات چسبنده را نیز دربرمی‌گیرد.

مدل پژوهش

در این بخش ساختار مدل مورد استفاده برای مقایسه پویایی‌های تورم در اقتصاد ایران معرفی می‌شود. مدل مورد استفاده در این مطالعه مبتنی بر مطالعات همتی و توکلیان (۲۰۱۹) و همتی

(۲۰۲۲) است. نظر به اینکه جزئیات مدل‌سازی و استخراج معادلات کلیدی مدل در این دو مطالعه به تفصیل آورده شده است، در این جا تنها معادلات نهایی و به صورت لگاریتم-خطی شده برای هر کدام از کارگزاران اقتصادی گزارش می‌شود. هدف اصلی مقاله، مقایسه دو مشخصه رقیب از منحنی فیلیپس در یک چارچوب واحد است: نخست، مدل کینزی جدید با قیمت‌گذاری کالوو، و دوم، مدل کینزی جدید با چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات. برای آنکه تفاوت نتایج ناشی از تفاوت در سازوکار تورم باشد، سایر اجزای مدل، از جمله بخش تقاضا، تولید، انباشت سرمایه، فرایندهای برون‌زا، بخش پولی و تکانه نفتی، در هر دو مدل تا حد امکان یکسان در نظر گرفته می‌شود. سپس هر دو مدل در قالب DSGE-VAR برآورد و با استفاده از معیارهای بیزی با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

ساختار کلی مدل

مدل در قالب یک اقتصاد بسته با اجزای کینزی جدید و با لحاظ کانال نفت و اجزای پولی تدوین شده است. متغیرهای درون‌زا شامل مصرف، نرخ بهره اسمی، دستمزد حقیقی، نیروی کار، مانده حقیقی پول، اعتبار داخلی، ذخایر خارجی، تکانه نفتی، تورم، رشد پول، هزینه نهایی، بازده سرمایه، بهره‌وری، سرمایه، سرمایه‌گذاری، مخارج دولت، تولید، شوک ترجیحات، قیمت سرمایه، تکانه سرمایه‌گذاری و شوک فشار قیمتی است. متغیرهای مشاهده‌شده نیز شامل رشد تولید، تورم، رشد مصرف، رشد مخارج دولت، رشد سرمایه‌گذاری، رشد پول و تکانه نفتی است.

تمام متغیرهای مدل، به جز مواردی که به صورت نرخ رشد تعریف می‌شوند، به صورت انحراف لگاریتمی از وضعیت پایدار بیان شده‌اند. علامت کلاه روی متغیرها نشان‌دهنده انحراف از وضعیت پایدار است. زیرنویس (t) دوره زمانی جاری را نشان می‌دهد و وقفه و پیشرو به ترتیب با $(1-t)$ و $(1+t)$ نمایش داده می‌شود. مدل به صورت خطی شده حول وضعیت پایدار حل و سپس با روش بیزی برآورد می‌شود.

خانوارها و معادله تقاضای بین‌دوره‌ای

در سمت تقاضا، خانوار نماینده از مصرف و نگهداری مانده‌های حقیقی پول مطلوبیت کسب می‌کند و از عرضه نیروی کار ناراضیتی دارد. وجود عادت در مصرف سبب می‌شود که مصرف جاری فقط تابعی از انتظارات آینده و نرخ بهره حقیقی نباشد بلکه به مصرف گذشته نیز وابسته شود. معادله مصرف خطی شده به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\hat{c}_t = \frac{h}{1+h} \hat{c}_{t-1} + \frac{1}{1+h} E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1-h}{(1+h)\sigma_c} (R_t - E_t \pi_{t+1}) + \frac{1-h}{(1+h)\sigma_c} (\hat{f}_t - E_t \hat{f}_{t+1}) \quad (1)$$

در معادله (۱) پارامتر عادت در مصرف و σ_c معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف است. جمله $(R_t - E_t \pi_{t+1})$ نرخ بهره حقیقی انتظاری را نشان می‌دهد. افزایش نرخ بهره حقیقی، مصرف جاری را کاهش می‌دهد، درحالی‌که شوک ترجیحات $\hat{f}_t$ می‌تواند مسیر مصرف را تغییر دهد. وارد شدن مصرف گذشته در این معادله موجب می‌شود مصرف به تکان‌ها به صورت تدریجی واکنش نشان دهد که با شواهد رایج در مدل‌های کینزی جدید سازگار است.

شرط عرضه نیروی کار نیز رابطه میان دستمزد حقیقی، مصرف و نیروی کار را تعیین می‌کند:

$$\hat{w}_t = \sigma_l \hat{l}_t + \frac{\sigma_c}{1-h} (\hat{c}_t - h \hat{c}_{t-1}) \quad (2)$$

در رابطه (۲)، σ_l معکوس کشش عرضه نیروی کار است. دستمزد حقیقی با افزایش نیروی کار و مصرف مؤثر افزایش می‌یابد. همچنین تقاضای پول از شرط بهینه‌سازی خانوار استخراج می‌شود و به مصرف مؤثر و نرخ بهره اسمی بستگی دارد:

$$\hat{m}_t = \frac{\sigma_c}{(1+h)\sigma_m} (\hat{c}_t - h \hat{c}_{t-1}) - \frac{1}{(\bar{R}-1)\sigma_m} R_t \quad (3)$$

در معادله (۳)، σ_m پارامتر مربوط به مطلوبیت نگهداری پول و $\bar{R}$ مقدار وضعیت پایدار نرخ بهره ناخالص است. افزایش نرخ بهره اسمی هزینه فرصت نگهداری پول را افزایش داده و تقاضای پول را کاهش می‌دهد.

سرمایه‌گذاری، قیمت سرمایه و انباشت سرمایه

مدل دارای سرمایه فیزیکی و هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری است. وجود هزینه تعدیل سبب می‌شود سرمایه‌گذاری به تکان‌های جهشی و بدون اصطکاک واکنش نشان ندهد. قیمت نسبی سرمایه یا $\hat{q}_t$ از شرط بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری به دست می‌آید:

$$\hat{q}_t = (1 - \beta(1 - \delta)) E_t r_{t+1}^k + \beta(1 - \delta) E_t \hat{q}_{t+1} - (R_t - E_t \pi_{t+1}) \quad (4)$$

در رابطه (۴) β عامل تنزیل و δ نرخ استهلاک سرمایه است. قیمت سرمایه با بازده آتی سرمایه رابطه مثبت و با نرخ بهره حقیقی رابطه منفی دارد. سرمایه‌گذاری نیز تابعی از قیمت سرمایه، سرمایه‌گذاری گذشته، سرمایه‌گذاری آینده و شوک سرمایه‌گذاری است:

$$\hat{l}_t = \frac{1}{(1+\beta)_t} \hat{q}_t + \frac{1}{(1+\beta)} \hat{l}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{l}_{t+1} + \chi_t \quad (5)$$

پارامتر δ شدت هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد. هرچه این پارامتر بزرگ‌تر باشد، سرمایه‌گذاری کندتر و هموارتر به تغییرات قیمت سرمایه واکنش می‌دهد. قانون انباشت سرمایه به صورت زیر است:

$$\hat{k}_t = (1 - \delta) \hat{k}_{t-1} + \delta \hat{I} + \delta \chi_t \quad (6)$$

شوک سرمایه‌گذاری نیز یک فرایند خودرگرسیو مرتبه اول دارد:

$$\chi_t = \rho_\chi \chi_{t-1} + \varepsilon_t^\chi \quad (7)$$

تولید، بازار عوامل و هزینه نهایی

بنگاه‌های تولیدکننده کالای نهایی از سرمایه و نیروی کار استفاده می‌کنند. تابع تولید خطی شده با لحاظ بهره‌برداری از سرمایه به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\hat{y}_t = \alpha \hat{k}_{t-1} + (1 - \alpha) \hat{l}_t + \alpha \psi \hat{r}_t^k + \hat{a}_t \quad (8)$$

در معادله (۸)، α سهم سرمایه در تولید، ψ پارامتر مربوط به بهره‌برداری از سرمایه و $\hat{a}_t$ بهره‌وری کل عوامل است. بهره‌وری از فرایند خودرگرسیو زیر پیروی می‌کند:

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \varepsilon_t^a \quad (9)$$

شرط تقاضای نیروی کار نیز رابطه میان نیروی کار، دستمزد حقیقی، سرمایه و بازده سرمایه را مشخص می‌کند:

$$\hat{l}_t = (1 + \psi) \hat{r}_t^k - \hat{w}_t + \hat{k}_{t-1} \quad (10)$$

هزینه نهایی حقیقی، به عنوان متغیر کلیدی در منحنی فیلیپس، تابعی از بازده سرمایه، دستمزد حقیقی و بهره‌وری است:

$$\hat{mc}_t = \alpha \hat{r}_t^k + (1 - \alpha) \hat{w}_t - \hat{a}_t \quad (11)$$

رابطه (۱۱) نشان می‌دهد که افزایش دستمزد حقیقی یا بازده سرمایه، هزینه نهایی بنگاه‌ها را افزایش می‌دهد، درحالی‌که افزایش بهره‌وری اثر کاهنده بر هزینه نهایی دارد.

منحنی فیلیپس در مدل کالوو

در مدل نخست، تورم بر اساس قیمت‌گذاری کالوو تعیین می‌شود. بنگاه‌ها با احتمال مشخصی

قادر به تعدیل قیمت هستند و سایر بنگاه‌ها قیمت خود را تغییر نمی‌دهند. در نسخه هیبریدی مورد استفاده در این مقاله، تورم جاری تابعی از تورم گذشته، تورم آینده، هزینه نهایی و شوک فشار قیمتی است:

$$\pi_t = \frac{\omega}{1 + \beta\omega} \pi_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \beta\omega} E_t \pi_{t+1} + \frac{(1 - \phi)(1 - \beta\phi)}{(1 + \beta\omega)\phi} (\bar{m}c_t + \hat{\eta}_t^\pi) \quad (12)$$

در معادله (۱۲)، ϕ احتمال عدم تعدیل قیمت و ω پارامتر مربوط به شاخص‌بندی یا جزء پس‌نگر تورم است. $\hat{\eta}_t^p$ شوک فشار هزینه یا شوک مارک‌آپ را نشان می‌دهد و از فرایند زیر پیروی می‌کند:

$$\hat{\eta}_t^\pi = \rho_\eta \pi \hat{\eta}_{t-1}^\pi + \varepsilon_t^\pi \quad (13)$$

معادله (۱۳)، سازوکار اصلی تورم در مدل کالوو را تشکیل می‌دهد. در این چارچوب، پویایی تورم از ترکیب انتظارات آینده، تورم گذشته، هزینه نهایی و شوک قیمتی ناشی می‌شود. با این حال، اطلاعات بنگاه‌ها در این مشخصه به‌صورت کامل و به‌روز فرض می‌شود و تأخیر در پردازش اطلاعات نقشی مستقل در تعیین تورم ندارد.

منحنی فیلیپس با چسبندگی دوگانه

در مدل دوم، افزون بر چسبندگی قیمت، چسبندگی اطلاعات نیز وارد معادله تورم می‌شود. ایده اصلی آن است که همه بنگاه‌ها در هر دوره بر مبنای اطلاعات جدید تصمیم نمی‌گیرند و بخشی از آن‌ها با مجموعه اطلاعات قدیمی‌تر برنامه قیمت‌گذاری خود را تنظیم می‌کنند؛ بنابراین، تورم جاری علاوه بر متغیرهای استاندارد منحنی فیلیپس، به توزیع انتظارات گذشته و شکاف اطلاعاتی نیز وابسته می‌شود. در این چارچوب، تورم جاری را می‌توان به‌صورت فشرده چنین نوشت:

$$\pi_t = \frac{\omega\phi}{\zeta} \pi_{t-1} + \frac{\beta\omega}{\zeta} E_t \pi_{t+1} + \frac{(1 - \phi)(1 - \omega)(1 - \beta\omega)}{\zeta} \bar{m}c_t + \frac{\phi(1 - \phi)(1 - \omega)(1 - \beta\omega)}{\zeta} \sum_{s=0}^{\infty} \phi^s E_{t-s-1} (\Delta \bar{m}c_t + \pi_t) + \hat{p}_t^f + \hat{\eta}_t^\pi \quad (14)$$

که در آن $\zeta = 1 - (1 - \omega)(1 - \phi) + \beta\phi\omega$ است. در این رابطه، $\hat{p}_t^f$ جزء ناشی از چسبندگی اطلاعات است و اثر انتظاراتی را نشان می‌دهد که بر مبنای اطلاعات به‌روز نشده شکل گرفته‌اند. این جزء حاصل تجمیع برنامه‌های قیمت‌گذاری بنگاه‌هایی است که در دوره‌های مختلف گذشته اطلاعات خود را به‌روزرسانی کرده‌اند. درواقع این جزء دارای میانگین صفر و شامل مجموع نامتناهی از خطاهای

پیش‌بینی تورم‌های آتی و همچنین تغییرات آتی هزینه نهایی است. $\hat{p}_t^f$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\hat{p}_t^f = -\frac{\omega\phi\beta(1-\omega)}{\zeta} \left(1 - \phi \right) \sum_{s=0}^{\infty} \phi^s (1-\beta\omega) \sum_{k=0}^{\infty} (\beta\omega)^k \left[E_{t-s} \left(\Delta \bar{m} c_{t+k+1} + \pi_{t+k+1} \right) - E_{t-s-1} \left(\Delta \bar{m} c_{t+k+1} + \pi_{t+k+1} \right) \right] \quad (15)$$

معادله (۱۵) نشان می‌دهد که در مدل چسبندگی دوگانه، پویایی تورم فقط حاصل تعدیل نوبتی قیمت‌ها نیست بلکه به نحوه به‌روزرسانی اطلاعات و انتظارات بنگاه‌ها نیز وابسته است. در این چارچوب، تورم جاری از یک سو تحت تأثیر تورم گذشته، تورم انتظاری آینده، هزینه نهایی و شوک فشار قیمتی قرار دارد و از سوی دیگر، جزء اطلاعات چسبنده اثر تصمیم‌هایی را بازتاب می‌دهد که بر اساس اطلاعات قدیمی تر اتخاذ شده‌اند؛ بنابراین، حتی اگر بخشی از بنگاه‌ها در یک دوره امکان تغییر قیمت داشته باشند، قیمت بهینه آن‌ها لزوماً بر پایه مجموعه اطلاعات کاملاً به‌روز تعیین نمی‌شود. این ویژگی موجب می‌شود واکنش تورم به تکان‌ها تدریجی‌تر باشد و بخشی از اثر شوک‌ها در دوره‌های بعدی نیز باقی بماند.

تمایز اصلی این مدل با مشخصه کالووی مورد استفاده در مقاله، در منشأ لختی تورم است. در مدل کالووی هیبریدی، ماندگاری تورم عمدتاً از شاخص‌بندی قیمت‌ها یا ورود جزء پس‌نگر تورم ناشی می‌شود؛ اما در مدل چسبندگی دوگانه، تورم گذشته فقط یک جزء تجربی اضافه‌شده به معادله نیست بلکه نتیجه تعامل دو اصطلاح اسمی است. چسبندگی قیمت باعث می‌شود همه بنگاه‌ها در هر دوره قادر به تعدیل قیمت نباشند و چسبندگی اطلاعات موجب می‌شود حتی بخشی از بنگاه‌هایی که فرصت قیمت‌گذاری دارند، تصمیم خود را با اتکا به اطلاعات گذشته تنظیم کنند. از این رو، وابستگی تورم به وقفه خود در این مدل تفسیر ساختاری‌تری دارد و صرفاً بیانگر رفتار گذشته‌نگر بنگاه‌ها نیست. جزء اطلاعات چسبنده در معادله را می‌توان بازتابی از فاصله میان اطلاعات مورد استفاده در تصمیم‌گیری بنگاه‌ها و وضعیت واقعی اقتصاد دانست. هرچه به‌روزرسانی اطلاعات کندتر باشد، وزن تصمیم‌های مبتنی بر اطلاعات گذشته بیشتر می‌شود و تورم با تأخیر بیشتری به تغییرات هزینه نهایی، شوک‌های پولی، شوک‌های نفتی و سایر تکان‌های اقتصاد کلان واکنش نشان می‌دهد. به همین دلیل، مدل چسبندگی دوگانه می‌تواند هم ماندگاری تورم و هم واکنش تدریجی آن به تکان‌ها را بهتر توضیح دهد. این ویژگی به‌ویژه برای اقتصاد ایران اهمیت دارد؛ زیرا نااطمینانی‌های ارزی، نفتی، مالی و سیاستی موجب می‌شود اطلاعات مربوط به مسیر آینده اقتصاد به‌صورت کامل، هم‌زمان و یکسان در اختیار همه عاملان قرار نگیرد.

از نظر نظری، مدل چسبندگی دوگانه میان دو حالت حدی نیز پیوند برقرار می‌کند. اگر چسبندگی اطلاعات حذف شود و همه بنگاه‌ها در هر دوره اطلاعات خود را به‌طور کامل به‌روزرسانی کنند، مدل به مشخصه متعارف کینزی جدید با چسبندگی قیمت نزدیک می‌شود. درمقابل، اگر محدودیت تعدیل قیمت حذف شود و بنگاه‌ها بتوانند در هر دوره قیمت خود را تغییر دهند؛ اما همچنان اطلاعات را با وقفه به‌روزرسانی کنند، مدل به منطق منحنی فیلیپس اطلاعات چسبنده نزدیک می‌شود؛ بنابراین، چسبندگی دوگانه چارچوبی میانی و غنی‌تر فراهم می‌کند که در آن هم محدودیت تعدیل قیمت و هم محدودیت پردازش اطلاعات در شکل‌گیری تورم نقش دارند.

بر این اساس، انتظار می‌رود مدل چسبندگی دوگانه نسبت به مشخصه کالووی ساده توان بیشتری در بازتولید لختی تورم، تأخیر در اثرگذاری سیاست‌ها و واکنش‌های تپه‌ای شکل متغیرهای کلان داشته باشد. در اقتصاد ایران که تکانه‌های اسمی و حقیقی غالباً با نااطمینانی بالا همراهاند و انتظارات تورمی نقش مهمی در انتقال شوک‌ها دارد، وارد کردن چسبندگی اطلاعات می‌تواند به تبیین دقیق‌تر پویایی تورم کمک کند. از این‌رو، مقایسه تجربی این مدل با مدل کالوو در چارچوب DSGE-VAR می‌تواند نشان دهد که آیا منشأ اصلی پایداری تورم را باید صرفاً در چسبندگی قیمت جست‌وجو کرد یا کندی انتشار و پردازش اطلاعات نیز بخشی از سازوکار تورمی اقتصاد ایران است.

بخش پولی، اعتبار داخلی و ذخایر خارجی

برای لحاظ ویژگی‌های پولی اقتصاد ایران، در مدل رشد پول، اعتبار داخلی و ذخایر خارجی وارد شده است. رشد پول از یک فرایند خودرگرسیو پیروی می‌کند:

$$\hat{\mu}_t = \rho_{\mu} \hat{\mu}_{t-1} + v_t \quad (16)$$

همچنین رشد پول از رابطه میان تورم و رشد اعتبار داخلی به‌دست می‌آید:

$$\hat{\mu}_t = \widehat{dc}_t - \widehat{dc}_{t-1} + \pi_t \quad (17)$$

در رابطه (۱۷)، $\widehat{dc}_t$ اعتبار داخلی و v_t شوک پولی است. مانده حقیقی پول نیز ترکیبی از اعتبار داخلی و ذخایر خارجی در نظر گرفته شده است:

$$\hat{m}_t = \frac{dc}{m} \widehat{dc}_t + \left(1 - \frac{dc}{m}\right) \widehat{fr}_t \quad (18)$$

که در آن $\widehat{fr}_t$ خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی است و از رابطه زیر پیروی می‌کند:

$$\widehat{fr}_t = \widehat{fr}_{t-1} - \pi_t + \hat{o}_t \quad (19)$$

که در آن $\hat{o}_t$ تکانه نفتی است که به‌عنوان یکی از کانال‌های مهم اثرگذاری درآمدهای ارزی بر

بخش پولی و تورم وارد مدل می‌شود. فرایند تکانه نفتی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\hat{o}_t = \rho_o \hat{o}_{t-1} + \varepsilon_t^o \quad (20)$$

این بخش از مدل برای اقتصاد ایران اهمیت زیادی دارد؛ زیرا درآمدهای نفتی، ذخایر خارجی و پایه پولی در عمل می‌توانند از مسیرهای مختلف بر تورم و متغیرهای حقیقی اثر بگذارند. به همین دلیل، وارد کردن تکانه نفتی در کنار سازوکار پولی به مدل اجازه می‌دهد که بخشی از ویژگی‌های خاص اقتصاد ایران را توضیح دهد.

شوگ ترجیحات، مخارج دولت و قید منابع

شوگ ترجیحات و مخارج دولت نیز از فرایندهای خودرگرسیو پیروی می‌کنند:

$$\hat{f}_t = \rho_f \hat{f}_{t-1} + \varepsilon_t^f \quad (21)$$

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (22)$$

قید منابع اقتصاد به صورت خطی شده چنین نوشته می‌شود:

$$\hat{y}_t = \frac{\bar{C}}{\bar{Y}} \hat{c}_t + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} \hat{i}_t + \frac{\bar{G}}{\bar{Y}} \hat{g}_t + \frac{\bar{K}}{\bar{Y}} \psi \hat{r}_t^k \quad (23)$$

در معادله (۲۳)، نسبت‌های $\frac{\bar{C}}{\bar{Y}}$ ، $\frac{\bar{I}}{\bar{Y}}$ و $\frac{\bar{G}}{\bar{Y}}$ سهم‌های وضعیت پایدار مصرف، سرمایه‌گذاری، مخارج دولت و سرمایه از تولید را نشان می‌دهند. این قید، ارتباط میان اجزای تقاضای کل و تولید را برقرار می‌کند.

چارچوب DSGE-VAR و مقایسه مدل‌ها

پس از تعریف مدل ساختاری، هر یک از دو مشخصه کالوو و چسبندگی دوگانه در چارچوب DSGE-VAR برآورد می‌شود. ایده اصلی در این روش آن است که مدل DSGE به عنوان پیشین برای یک مدل VAR عمل می‌کند؛ بنابراین، مدل VAR از انعطاف آماری برخوردار است؛ اما به طور کامل از قیود نظری جدا نمی‌شود. این ویژگی برای مقاله حاضر اهمیت دارد؛ زیرا هدف نه صرفاً برازش یک مدل آماری بلکه مقایسه دو سازوکار نظری رقیب درباره تورم است.

در قالب کلی، اگر X_t بردار متغیرهای مشاهده شده باشد، مدل VAR را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + u_t \quad (24)$$

در چارچوب DSGE-VAR، توزیع پیشین ضرایب Φ و ماتریس واریانس-کوواریانس خطاها از گشتاورهای ضمنی مدل DSGE استخراج می‌شود. وزن این توزیع پیشین مشخص می‌کند که مدل VAR تا چه اندازه به مدل ساختاری نزدیک باشد. در این مطالعه، برای هر دو مدل از وقفه یکسان در بخش VAR استفاده می‌شود تا مقایسه میان آن‌ها منصفانه باشد؛ بنابراین، تفاوت در عملکرد دو مدل عمدتاً به تفاوت در سازوکار تورم، یعنی کالوو در برابر چسبندگی دوگانه، نسبت داده می‌شود. برای مقایسه مدل‌ها از چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی، نسبت بیز و احتمال پسین مدل استفاده می‌شود. چگالی حاشیه‌ای نشان می‌دهد که هر مدل، پس از لحاظ نااطمینانی پارامتری و پیچیدگی ساختاری، تا چه حد قادر به توضیح داده‌هاست. اگر M_C دل کالوو و M_D مدل چسبندگی دوگانه باشد، نسبت بیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$BF_{D,C} = \frac{p(Y|M_D)}{p(Y|M_C)} \quad (25)$$

یا در فرم لگاریتمی:

$$\ln BF_{D,C} = \ln p(Y|M_D) - \ln p(Y|M_C) \quad (26)$$

اگر نسبت بیز بزرگ‌تر از یک باشد، شواهد داده‌ای به سود مدل چسبندگی دوگانه است و اگر کوچک‌تر از یک باشد، مدل کالوو ترجیح داده می‌شود. در این مقاله، با فرض پیشین‌های برابر برای دو مدل، احتمال پسین مدل‌ها نیز از نسبت بیز محاسبه و گزارش می‌شود. این معیارها مبنای اصلی انتخاب مدل مناسب برای توضیح پویایی‌های تورم در اقتصاد ایران خواهند بود.

برآورد و نتایج تجربی

در این بخش نتایج برآورد بیزی دو مدل و مقایسه تجربی آن‌ها ارائه می‌شود. هدف اصلی، ارزیابی این پرسش است که آیا وارد کردن چسبندگی اطلاعات در کنار چسبندگی قیمت می‌تواند پویایی‌های تورم و متغیرهای کلان ایران را بهتر از مشخصه کالوو توضیح دهد یا خیر؟ برای این منظور، دو مدل قابل مقایسه برآورد شده‌اند. مدل نخست بر پایه منحنی فیلیپس کینزی جدید با قیمت‌گذاری کالوو و مدل دوم بر پایه منحنی فیلیپس چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات است. سایر اجزای ساختاری، از جمله بخش تقاضا، سرمایه‌گذاری، تولید، بخش پولی، ذخایر خارجی و تکانه نفتی، در هر دو مدل مشابه در نظر گرفته شده است؛ بنابراین، تفاوت در نتایج برآورد و مقایسه مدل‌ها عمدتاً به تفاوت در سازوکار تعیین تورم مربوط می‌شود.

روش برآورد و تشخیص‌های اولیه

برآورد مدل‌ها با استفاده از روش بیزی و در قالب DSGE-VAR انجام شده است. در این چارچوب، مدل DSGE نقش پیشین ساختاری را برای مدل VAR ایفا می‌کند. به این ترتیب، برآورد از یک سو به قیود نظری مدل تعادل عمومی پویای تصادفی متکی است و از سوی دیگر، اجازه می‌دهد داده‌ها بخشی از پویایی‌هایی را که به‌طور کامل در مدل ساختاری منعکس نشده‌اند، از طریق بخش VAR توضیح دهند. این ویژگی برای پژوهش حاضر اهمیت دارد؛ زیرا هدف مطالعه صرفاً برآورد یک مدل ساختاری منفرد نیست بلکه مقایسه دو مشخصه نظری رقیب درباره پویایی تورم است. در هر دو مدل، الگوریتم متروپولیس-هیستینگز با ۵۰ هزار برداشت اجرا شده است. نیمه نخست برداشت‌ها حذف شده و در نهایت ۲۵ هزار برداشت برای محاسبه آماره‌های پسین نگه داشته شده است.

جدول (۱) میانگین پسین پارامترهای ساختاری و بازه HPD ۹۰ درصد را برای دو مدل نشان می‌دهد. در گزارش نتایج بیزی، میانگین پسین و بازه HPD نسبت به نمای پسین معیار مناسب‌تری است؛ زیرا تصویر کامل‌تری از نااطمینانی پارامتری ارائه می‌کند. نمای پسین بیشتر برای مقداردهی اولیه الگوریتم و یافتن نقطه شروع زنجیره اهمیت دارد، در حالی که قضاوت تجربی باید بر توزیع پسین مبتنی باشد.

نتایج **جدول (۱)** چند نکته مهم را نشان می‌دهد. نخست، پارامتر عادت در مصرف یعنی h در هر دو مدل مثبت و قابل توجه است. میانگین پسین این پارامتر در مدل کالوو برابر با ۰/۴۳۴۵ و در مدل چسبندگی دوگانه برابر با ۰/۳۹۲۳ است. این نتیجه نشان می‌دهد که مصرف در اقتصاد ایران به تغییرات جاری متغیرهای کلان به‌صورت کاملاً فوری واکنش نشان نمی‌دهد و بخشی از رفتار مصرفی تحت تأثیر مصرف گذشته قرار دارد. چنین الگویی با وجود همواری مصرف و پایداری نسبی تقاضای خانوارها سازگار است.

دوم، پارامتر چسبندگی قیمت، یعنی ϕ ، در هر دو مدل بزرگ‌تر از میانگین پیشین برآورد شده است. میانگین پسین این پارامتر در مدل کالوو برابر با ۰/۶۹۷۶ و در مدل چسبندگی دوگانه برابر با ۰/۶۴۶۶ است. این نتیجه نشان می‌دهد که درجه چسبندگی قیمت در اقتصاد ایران بالاست و بنگاه‌ها در هر دوره به‌طور کامل قادر به تعدیل قیمت نیستند. باین‌حال، مقدار ϕ در مدل چسبندگی دوگانه پایین‌تر از مدل کالوو است. این تفاوت از نظر اقتصادی معنادار است؛ زیرا در مدل چسبندگی دوگانه بخشی از ماندگاری تورم که در مدل کالوو باید از طریق چسبندگی بالاتر قیمت توضیح داده شود، از کانال چسبندگی اطلاعات و کندی به‌روزرسانی انتظارات تبیین می‌شود.

سوم، پارامتر ω که وزن جزء پس‌نگر تورم یا شاخص‌بندی را نشان می‌دهد، در مدل چسبندگی

دوگانه برابر با ۰/۴۲۵۸ و در مدل کالوو برابر با ۰/۴۰۰۲ برآورد شده است. این نتیجه نشان می‌دهد که حتی با لحاظ سازوکار اطلاعات چسبنده، نقش تورم گذشته در پویایی تورم حذف نمی‌شود. تفاوت مهم آن است که در مدل چسبندگی دوگانه، اینرسی تورم تفسیر ساختاری‌تری پیدا می‌کند؛ زیرا از تعامل میان چسبندگی قیمت، چسبندگی اطلاعات و پایداری شوک‌های قیمتی حاصل می‌شود.

جدول (۱): برآورد پارامترهای ساختاری در دو مدل

پارامتر	توزیع پیشین	میانگین واریانس پیشین	میانگین پسین	بازه HPD ۹۰	میانگین پسین	بازه HPD ۹۰
پارامتر	توزیع پیشین	میانگین واریانس پیشین	میانگین پسین	بازه HPD ۹۰	میانگین پسین	بازه HPD ۹۰
h	بتا	۰/۳۲	۰/۱۰	۰/۴۳۴۵	۰/۳۹۲۳	۰/۲۲۲۵ تا ۰/۵۶۰۵
σ_c	گاما	۴/۱۶	۰/۹۰	۴/۵۷۴۴	۴/۴۰۸۰	۳/۱۶۴ تا ۵/۶۷۱۵
σ_i	گاما	۲/۸۹	۰/۹۰	۳/۲۶۶۳	۲/۸۱۲۴	۱/۴۱۸۱ تا ۴/۰۶۷۲
σ_m	گاما	۱/۸۵	۰/۵۰	۲/۱۱۷۲	۲/۳۱۱۶	۱/۴۱۲۲ تا ۳/۰۵۳۴
ω	بتا	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۴۰۰۲	۰/۴۲۵۸	۰/۳۹۲۰ تا ۰/۴۵۹۱
ϕ	بتا	۰/۵۱	۰/۰۵	۰/۶۹۷۶	۰/۶۴۶۶	۰/۵۹۵۲ تا ۰/۷۰۰۷
α	بتا	۰/۴۴	۰/۱۰	۰/۴۹۹۰	۰/۴۸۸۳	۰/۳۲۶۶ تا ۰/۶۵۹۵
ψ	بتا	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۱۰۸۱	۰/۱۰۸۱	۰/۰۸۹۷ تا ۰/۱۲۸۱
ι	نرمال	۹/۰۵	۱/۳۶	۹/۹۱۵۶	۱۰/۲۶۰۴	۸/۱۵۳۹ تا ۱۲/۲۱۹۰
ρ_a	بتا	۰/۸۵	۰/۱۰	۰/۶۹۶۱	۰/۸۹۴۵	۰/۷۷۱۹ تا ۰/۹۹۸۵
ρ_g	بتا	۰/۸۵	۰/۱۰	۰/۸۵۲۳	۰/۸۸۳۱	۰/۷۷۵۶ تا ۰/۹۹۳۹
ρ_μ	بتا	۰/۴۴	۰/۱۰	۰/۵۰۱۸	۰/۵۰۲۶	۰/۳۴۱۵ تا ۰/۶۷۰۸

ادامه جدول (۱): برآورد پارامترهای ساختاری در دو مدل

پارامتر	توزیع	میانگین پیشین	واریانس پیشین	میانگین پسین	مدل کالوو	بازه HPD ۹۰ درصد	میانگین پسین مدل	بازه HPD ۹۰ درصد
ρ_f	بتا	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۳۳۲۵	۰/۱۴۵۵ تا ۰/۵۱۱۸	۰/۱۶۸۲ تا ۰/۵۳۶۲	۰/۳۴۵۸	
$\rho_{\eta\pi}$	بتا	۰/۸۵	۰/۱۰	۰/۸۳۲۱	۰/۷۱۹۱ تا ۰/۹۵۳۸	۰/۶۹۷۹ تا ۰/۹۴۴۴	۰/۸۱۵۷	
ρ_x	بتا	۰/۸۵	۰/۱۰	۰/۹۴۰۳	۰/۸۷۳۰ تا ۰/۹۹۹۷	۰/۸۴۵۵ تا ۰/۹۹۸۰	۰/۹۲۰۰	
ε_t^a	گامای معکوس	۰/۰۱		۴/۹۸۸۸	۲/۹۵۱۸ تا ۶/۹۶۵۳	۲/۶۴۹۳ تا ۶/۵۳۷۶	۴/۵۹۹۹	
ε_t^π	گامای معکوس	۰/۰۱		۲۴/۸۵۹۵	۱۶/۴۲۴۶ تا ۳۳/۵۸۹۱	۱۴/۳۹۶۳ تا ۲۹/۹۹۸۶	۲۲/۲۸۶۲	
v_t	گامای معکوس	۰/۰۱		۴/۹۷۹۹	۳/۶۹۸۱ تا ۶/۲۷۱۱	۳/۶۸۶۱ تا ۶/۴۸۷۵	۵/۱۲۶۵	
ε_t^g	گامای معکوس	۰/۰۱		۹/۶۳۳۲	۷/۲۴۳۵ تا ۱۲/۱۴۶۷	۶/۶۵۳۷ تا ۱۱/۸۰۴۸	۹/۲۶۶۸	
ε_t^f	گامای معکوس	۰/۰۱		۱۷/۸۰۲۳	۹/۵۷۹۲ تا ۲۴/۶۴۴۹	۷/۹۱۶۴ تا ۱۹/۳۸۱۰	۱۴/۰۵۶۸	
ε_t^x	گامای معکوس	۰/۰۱		۱/۰۳۶۴	۰/۵۵۰۸ تا ۱/۴۸۷۸	۰/۶۰۱۴ تا ۱/۵۶۰۶	۱/۰۸۵۱	
ε_t^p	گامای معکوس	۰/۰۱		۵/۸۷۷۷	۴/۲۷۲۵ تا ۷/۷۴۸۵	۴/۰۴۹۱ تا ۷/۷۲۵۱	۵/۹۶۰۹	
وزن پیشین DSGE	یکنواخت	۱	۰/۵۸	۰/۲۶۹۰	۰/۲۳۷۷ تا ۰/۳۰۱۰	۰/۲۰۹۸ تا ۰/۲۵۶۸	۰/۲۳۳۸	

چهارم، پارامترهای پایداری شوک‌ها نشان می‌دهند که برخی تکانه‌ها در اقتصاد ایران بسیار ماندگارند. در مدل چسبندگی دوگانه، پایداری شوک بهره‌وری با میانگین پسین ۰/۸۹۴۵ برآورد شده است که به مراتب بیشتر از مقدار متناظر در مدل کالوو است. همچنین پایداری شوک سرمایه‌گذاری در هر دو مدل بسیار بالاست و مقدار آن در مدل کالوو ۰/۹۴۰۳ و در مدل چسبندگی دوگانه ۰/۹۲۰۰ است. پایداری شوک فشار قیمتی نیز در هر دو مدل بالا و به ترتیب برابر با ۰/۸۳۲۱ و ۰/۸۱۵۷ است.

این الگو با واقعیت ماندگاری نوسانات تورمی و حقیقی در اقتصاد ایران سازگار است.

پنجم، پارامتر وزن پیشین^۱ DSGE در هر دو مدل کمتر از $0/30$ برآورد شده است. مقدار این پارامتر در مدل کالوو برابر با $0/2690$ و در مدل چسبندگی دوگانه برابر با $0/2338$ است. این نتیجه نشان می‌دهد که داده‌ها به مدل DSGE اجازه داده‌اند از قیود ساختاری خشک فاصله بگیرد و بخش VAR در توضیح پویایی‌های مشاهده‌شده نقش مهمی ایفا کند. پایین‌تر بودن این پارامتر در مدل چسبندگی دوگانه نشان می‌دهد که حتی با غنی‌تر شدن سازوکار تورم، داده‌های اقتصاد ایران همچنان نیازمند درجه‌ای از انعطاف آماری در چارچوب DSGE-VAR هستند. این نتیجه برای اقتصاد ایران قابل انتظار است؛ زیرا اقتصاد ایران با تکانه‌های نامنظم، شکست‌های ساختاری، ناطمینانی‌های سیاستی و شوک‌های بیرونی روبه‌رو بوده است.

نتایج جدول (۱) همچنین نشان می‌دهد که شوک فشار قیمتی، یعنی، در هر دو مدل بزرگ‌ترین انحراف معیار پسین را دارد. مقدار این انحراف معیار در مدل کالوو $24/8595$ و در مدل چسبندگی دوگانه $22/2862$ است. این نتیجه نشان می‌دهد که تکانه‌های قیمتی و فشارهای مربوط به مارک‌آپ یا هزینه‌های قیمت‌گذاری، نقش بسیار مهمی در توضیح نوسانات تورم ایران دارند. بالا بودن این شوک با واقعیت اقتصاد ایران سازگار است؛ زیرا تورم در ایران اغلب تحت تأثیر ترکیبی از شوک‌های هزینه‌ای، ارزی، انتظاری و نهادی قرار دارد.

پس از شوک قیمتی، شوک ترجیحات و شوک مخارج دولت نیز از نظر اندازه پسین اهمیت قابل توجهی دارند. انحراف معیار شوک ترجیحات در مدل کالوو $17/8023$ و در مدل چسبندگی دوگانه $14/0568$ برآورد شده است. همچنین انحراف معیار شوک مخارج دولت در دو مدل به ترتیب $9/6332$ و $9/2668$ است. این نتیجه نشان می‌دهد که نوسانات طرف تقاضا و سیاست مالی در توضیح پویایی‌های اقتصاد ایران نقش مهمی دارند. از سوی دیگر، انحراف معیار شوک نفتی نیز در هر دو مدل قابل توجه است و مقدار آن در مدل کالوو $5/8777$ و در مدل چسبندگی دوگانه $5/9609$ برآورد شده است. این یافته اهمیت کانال نفت و منابع ارزی در پویایی‌های کلان اقتصاد ایران را تأیید می‌کند.

نکته دیگر آن است که در بیشتر شوک‌ها، مقدار انحراف معیار پسین در مدل چسبندگی دوگانه اندکی کمتر از مدل کالوو است. این موضوع به‌ویژه در مورد شوک قیمتی و شوک ترجیحات آشکار است. این کاهش را می‌توان چنین تفسیر کرد که با وارد شدن چسبندگی اطلاعات، بخشی از پویایی‌هایی که در مدل کالوو از طریق شوک‌های بزرگ‌تر توضیح داده می‌شود، در مدل چسبندگی دوگانه از طریق سازوکار درونی انتشار و پردازش

اطلاعات توضیح داده می‌شود؛ بنابراین، مدل چسبندگی دوگانه برای بازتولید پویایی‌های تورم الزاماً نیازمند شوک‌های قیمتی یا تقاضایی بزرگ‌تر نیست و بخشی از ماندگاری را به‌صورت ساختاری توضیح می‌دهد. برای ارزیابی کیفیت برآورد، افزون بر آماره‌های پسین، شاخص‌های تشخیصی زنجیره‌های MCMC نیز بررسی شد. در هر دو مدل، الگوریتم متروپولیس-هیستینگز با ۵۰ هزار برداشت اجرا شد و نیمه نخست برداشت‌ها به‌عنوان دوره سوزاندن حذف گردید. نسبت پذیرش زنجیره برای مدل کالوو برابر با ۳۰/۲۷ درصد و برای مدل چسبندگی دوگانه برابر با ۵۹/۳۲ درصد بود که در محدوده قابل قبول برای مدل‌های DSGE بیزی قرار دارد. باوجوداین، برخی ضرایب ناکارایی برای پارامترهای بسیار ماندگار، به‌ویژه پارامترهای مربوط به فرایندهای خودرگرسیون، نسبتاً بالا گزارش شده است. از این‌رو، در تفسیر نتایج، علاوه بر مقدار میانگین پسین، به بازه‌های HPD نیز توجه شده است. همچنین برای افزایش شفافیت، نمودارهای توزیع پیشین و پسین پارامترهای کلیدی در پیوست مقاله ارائه می‌شود.

مقایسه بیزی دو مدل

معیار اصلی مقایسه دو مدل، چگالی حاشیه‌ای داده‌ها و نسبت بیز است. چگالی حاشیه‌ای، برخلاف معیارهای ساده برازش، هم توان توضیح داده‌ها و هم پیچیدگی مدل را در نظر می‌گیرد؛ بنابراین، اگر مدلی با ساختار غنی‌تر چگالی حاشیه‌ای بالاتری داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش پیچیدگی مدل از دید داده‌ها توجیه‌پذیر بوده است. نتایج مقایسه بیزی دو مدل در **جدول (۲)** گزارش شده است.

جدول (۲): مقایسه بیزی مدل کالوو و مدل چسبندگی دوگانه

شاخص	مدل کالوو	مدل چسبندگی دوگانه
احتمال پیشین مدل	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰
چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی	-۲۶۹۳/۵۹	-۲۶۷۲/۲۹
نسبت بیز نسبت به مدل کالوو	۱/۰۰۰۰	۱'۷۸۵'۹۹۳'۰۲۷/۹۲۷۳
احتمال پسین مدل	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

نتایج **جدول (۲)** نشان می‌دهد که چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی مدل چسبندگی دوگانه به‌طور قابل توجهی بالاتر از مدل کالوو است. اختلاف چگالی حاشیه‌ای دو مدل برابر با ۲۱/۳۰ واحد لگاریتمی است. این اختلاف به نسبت بیزی حدود ۱/۷۸۶ میلیارد به سود مدل چسبندگی دوگانه منجر می‌شود.

با فرض احتمال پیشین برابر برای دو مدل، احتمال پسین مدل کالوو تقریباً صفر و احتمال پسین مدل چسبندگی دوگانه تقریباً یک به دست آمده است؛ بنابراین، شواهد داده‌ای به‌طور قاطع مدل چسبندگی دوگانه را نسبت به مدل کالوو ترجیح می‌دهند.

اهمیت این نتیجه در آن است که برتری مدل چسبندگی دوگانه صرفاً به معنای افزایش مکانیکی برآزش نیست. چگالی حاشیه‌ای مدل‌ها، پیچیدگی ساختاری را نیز به‌طور ضمنی جریمه می‌کند؛ بنابراین، بالاتر بودن چگالی حاشیه‌ای مدل چسبندگی دوگانه نشان می‌دهد که وارد کردن چسبندگی اطلاعات، با وجود افزایش پیچیدگی مدل، از نظر داده‌های اقتصاد ایران موجه است. به بیان دیگر، داده‌ها از این فرضیه حمایت می‌کنند که پویایی تورم ایران فقط با چسبندگی قیمت توضیح داده نمی‌شود بلکه کندی انتشار و پردازش اطلاعات نیز در شکل‌گیری این پویایی‌ها نقش دارد.

نتایج برآورد و مقایسه مدل‌ها با چند ویژگی شناخته‌شده اقتصاد ایران سازگار است. نخست، درجه بالای چسبندگی قیمت در هر دو مدل نشان می‌دهد که سازوکار تعدیل قیمت‌ها در اقتصاد ایران با اصطکاک‌های قابل توجه روبه‌روست. این امر می‌تواند ناشی از قراردادهای ضمنی و رسمی، ناطمینانی درباره هزینه جایگزینی کالاها، محدودیت در دسترسی به مواد اولیه، ملاحظات قیمت‌گذاری در بازارهای غیررقابتی و حساسیت بنگاه‌ها نسبت به واکنش تقاضا باشد.

دوم، ماندگاری بالای شوک فشار قیمتی و اندازه بزرگ انحراف معیار آن نشان می‌دهد که تورم ایران تا حد زیادی تحت تأثیر شوک‌های اسمی، هزینه‌ای و انتظاری قرار دارد. در چنین شرایطی، مدل‌هایی که تنها بر هزینه نهایی و چسبندگی قیمت تکیه دارند، ممکن است بخش مهمی از پویایی تورم را به شکل شوک‌های بزرگ‌تر بازنمایی کنند. در مقابل، مدل چسبندگی دوگانه اجازه می‌دهد بخشی از ماندگاری تورم از مسیر کندی پردازش اطلاعات و به‌روزرسانی تدریجی انتظارات توضیح داده شود.

سوم، مقدار پایین‌تر وزن پیشین DSGE در مدل چسبندگی دوگانه نشان می‌دهد که حتی مدل ساختاری غنی‌تر نیز برای توضیح داده‌های ایران نیازمند انعطاف آماری DSGE-VAR است. این نتیجه از نظر تجربی قابل انتظار است؛ زیرا اقتصاد ایران در دوره مورد بررسی با شوک‌های سیاستی، نفتی، ارزی و نهادی متعددی روبه‌رو بوده است؛ بنابراین، ترکیب قیود نظری DSGE با انعطاف VAR نسبت به برآورد یک مدل DSGE خالص مناسب‌تر است.

چهارم، تفاوت مقدار میان دو مدل نشان می‌دهد که بخشی از آنچه در مدل کالوو به‌صورت چسبندگی بالاتر قیمت ظاهر می‌شود، در مدل چسبندگی دوگانه از طریق کانال اطلاعاتی توضیح

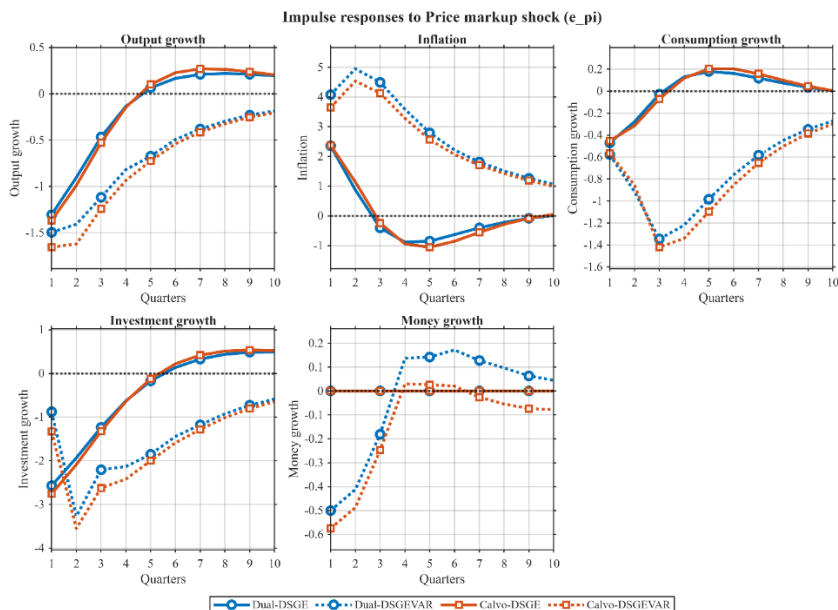
داده می‌شود. به همین دلیل، مدل چسبندگی دوگانه نه تنها از نظر آماری برتر است بلکه از نظر اقتصادی نیز تفسیر دقیق‌تری از اینرسی تورم ارائه می‌دهد. در این مدل، ماندگاری تورم صرفاً نتیجه شاخص‌بندی یا رفتار گذشته‌نگر نیست بلکه حاصل تعامل میان محدودیت تعدیل قیمت و کندی به‌روزرسانی اطلاعات است.

در مجموع، نتایج برآورد نشان می‌دهد که برای توضیح پویایی تورم ایران، لحاظ کردن اطلاعات چسبنده در کنار قیمت‌های چسبنده ضروری است. این نتیجه با ماهیت اقتصاد ایران سازگار است؛ زیرا در محیطی با نااطمینانی‌های ارزی، نفتی و سیاسی، اطلاعات جدید به‌صورت هم‌زمان، کامل و یکسان در اختیار همه عاملان اقتصادی قرار نمی‌گیرد. از این‌رو، تورم نه تنها به فشار هزینه و شکاف تقاضا واکنش نشان می‌دهد بلکه به سرعت انتشار اطلاعات، اعتبار سیاست‌گذار و نحوه شکل‌گیری انتظارات نیز وابسته است. نتیجه برآورد بیزی این مقاله نشان می‌دهد که مدل چسبندگی دوگانه توان بیشتری در بازنمایی این واقعیت دارد.

تحلیل توابع واکنش آنی

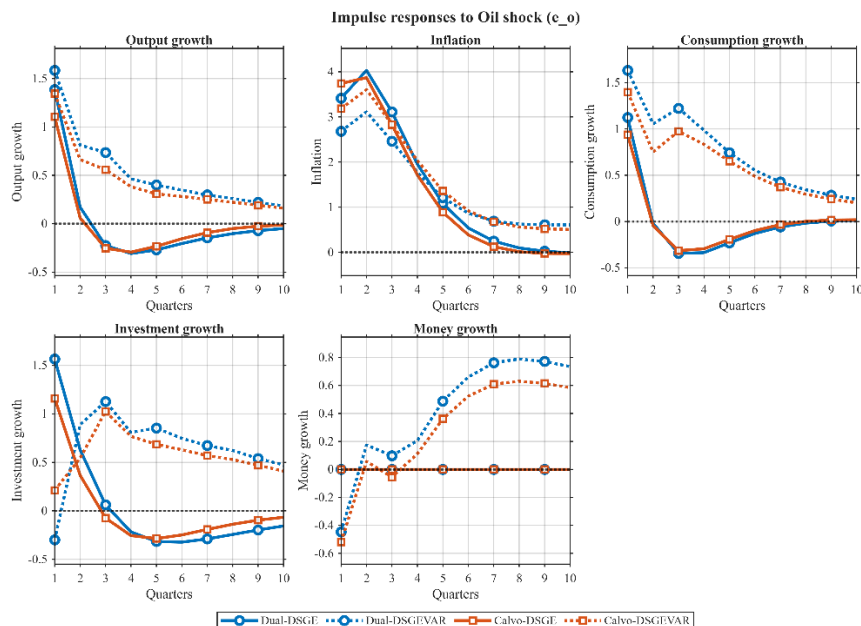
برای تکمیل مقایسه بیزی، توابع واکنش آنی متغیرهای کلیدی نسبت به تکانه‌های مختلف بررسی شده است. متغیرهای مورد بررسی شامل رشد تولید، تورم، رشد مصرف، رشد سرمایه‌گذاری و رشد پول است. در هر نمودار، واکنش‌های چهار حالت مدل DSGE با چسبندگی دوگانه، مدل DSGE-VAR با چسبندگی دوگانه، مدل DSGE-کالوو، و مدل DSGE-VAR-کالوو گزارش شده است. این نحوه نمایش امکان می‌دهد هم اثر تفاوت ساختار نظری و هم اثر انعطاف‌پذیری DSGE-VAR در کنار مدل DSGE مشاهده شود.

توابع واکنش آنی نسبت به شوک فشار قیمتی در **نمودار (۱)** گزارش شده است. واکنش متغیرها به شوک فشار قیمتی نشان می‌دهد که این شوک، همان‌گونه که انتظار می‌رود، تورم را افزایش می‌دهد و بر متغیرهای حقیقی اثر انقباضی دارد. رشد تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری در واکنش به این شوک کاهش می‌یابند. این نتیجه با منطق اقتصادی شوک مارک‌آپ یا فشار قیمتی سازگار است؛ زیرا افزایش فشار قیمت‌ها بدون بهبود متناظر در بهره‌وری، هزینه تولید را افزایش داده و تقاضای حقیقی را تضعیف می‌کند. در این واکنش‌ها، مدل چسبندگی دوگانه پویایی تدریجی‌تری را برای تورم نشان می‌دهد و همین موضوع با نقش اطلاعات چسبنده در انتقال آرام‌تر شوک‌ها سازگار است.



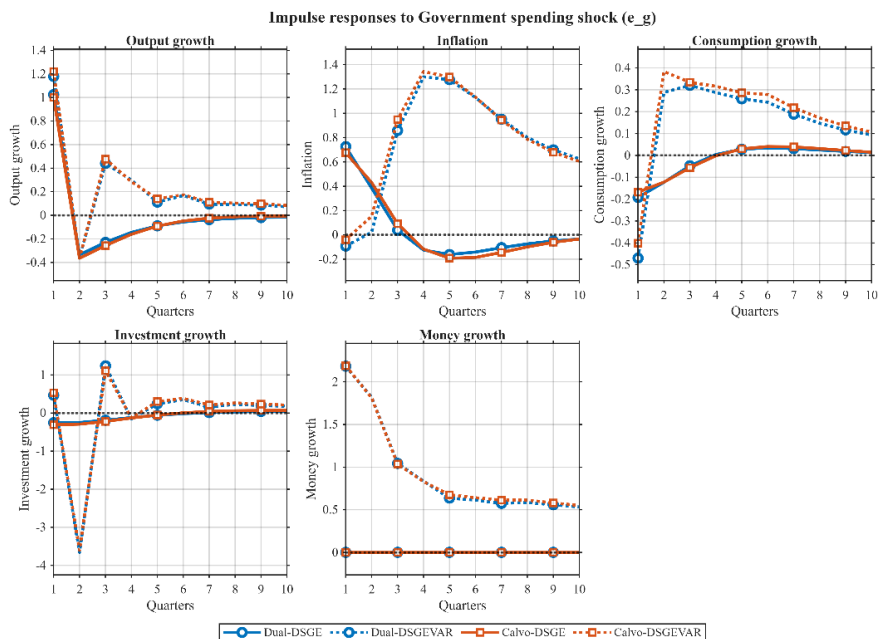
نمودار (۱): توابع واکنش آنی نسبت به شوک فشار قیمتی، ϵ_{pi}

توابع واکنش آنی نسبت به شوک نفتی در نمودار (۲) گزارش شده است. در واکنش به شوک نفتی، تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری در اغلب مشخصات واکنش مثبت نشان می‌دهند. این نتیجه با نقش درآمدهای نفتی در اقتصاد ایران قابل تفسیر است. افزایش درآمد یا تکانه مثبت نفتی می‌تواند از مسیر بهبود منابع ارزی، افزایش مخارج و تقویت تقاضای کل، آثار انبساطی بر بخش حقیقی اقتصاد داشته باشد. همزمان، واکنش مثبت تورم نشان می‌دهد که شوک نفتی صرفاً یک شوک حقیقی خنثی نیست بلکه می‌تواند از مسیر تقاضای کل، پایه پولی، ذخایر خارجی و انتظارات، فشارهای قیمتی ایجاد کند. این ویژگی برای اقتصاد ایران اهمیت دارد؛ زیرا پیوند میان نفت، منابع ارزی، سیاست مالی و متغیرهای پولی یکی از کانال‌های مهم انتقال تکانه‌ها به تورم است.



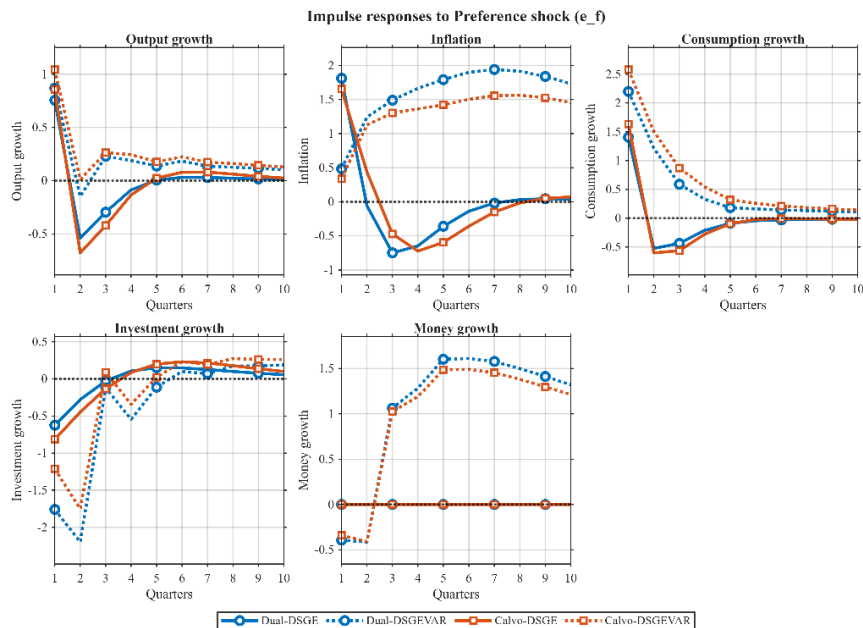
نمودار (۲): توابع واکنش آنی نسبت به شوک نفتی، ε_t^o

نمودار (۳) توابع واکنش آنی نسبت به شوک مخارج دولت را گزارش می‌دهد. شوک مخارج دولت نیز به افزایش تولید و تورم منجر می‌شود. این واکنش نشان می‌دهد که افزایش مخارج دولت در مدل، اثر تقاضایی دارد و می‌تواند هم فعالیت اقتصادی و هم فشارهای تورمی را تقویت کند. در مقابل، واکنش مصرف و سرمایه‌گذاری در برخی افق‌ها و مشخصات یکسان نیست و این امر می‌تواند بازتاب اثرات جانشینی، محدودیت منابع و نحوه تأمین مالی مخارج دولت باشد. واکنش رشد پول به شوک مخارج دولت نیز نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران میان سیاست مالی و متغیرهای پولی پیوند قابل توجهی وجود دارد؛ بنابراین، کنترل تورم در چنین چارچوبی فقط به سیاست پولی محدود نیست و رفتار مالی دولت نیز در شکل‌گیری پویایی قیمت‌ها نقش دارد.



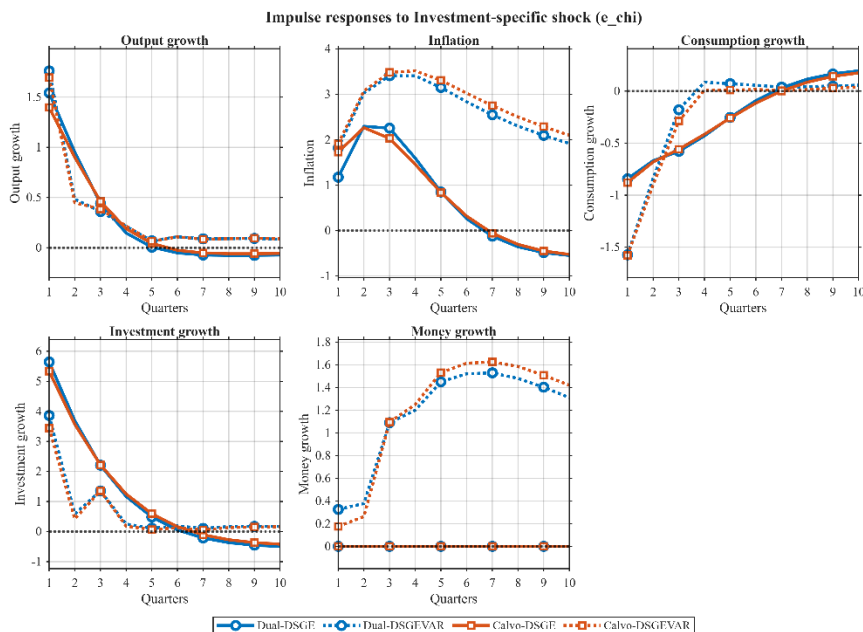
نمودار (۳): توابع واکنش آنی نسبت به شوک مخارج دولت، ε_t^g

واکنش متغیرها به شوک ترجیحات در نمودار (۴) نشان می‌دهد که این شوک عمدتاً از مسیر مصرف و تقاضای کل عمل می‌کند. افزایش تمایل به مصرف می‌تواند تقاضای کل و در نتیجه فشارهای تورمی را افزایش دهد. در عین حال، واکنش سرمایه‌گذاری ممکن است در برخی افق‌ها تضعیف شود؛ زیرا افزایش مصرف جاری می‌تواند بخشی از منابع قابل تخصیص به سرمایه‌گذاری را کاهش دهد یا از مسیر نرخ بهره حقیقی، سرمایه‌گذاری را تحت فشار قرار دهد. این الگو با منطق مدل‌های کینزی جدید دارای عادت مصرفی و هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری سازگار است.



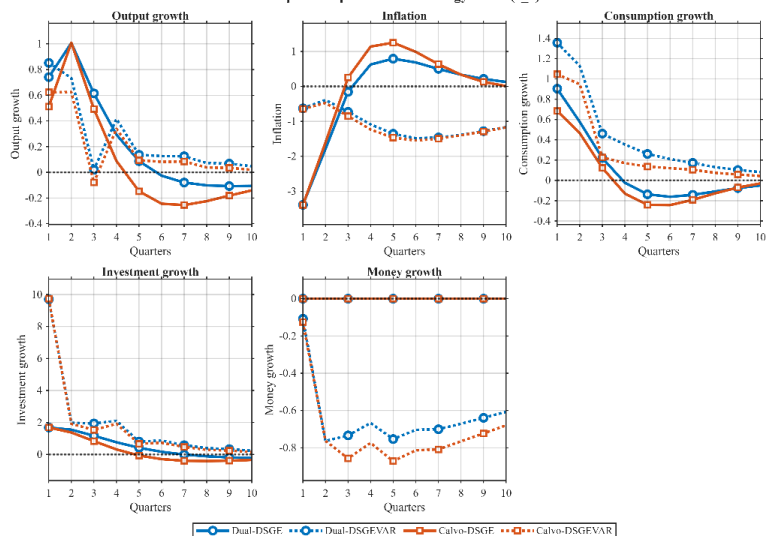
نمودار (۴): توابع واکنش آنی نسبت به شوک ترجیحات، ε_t^f

شوکی سرمایه‌گذاری یا شوک کارایی سرمایه‌گذاری، واکنش نسبتاً قوی سرمایه‌گذاری و تولید را به همراه دارد. در این حالت، بهبود شرایط سرمایه‌گذاری موجب افزایش تشکیل سرمایه و تقویت تولید می‌شود. با این حال، واکنش تورم می‌تواند به نحوه غلبه اثر عرضه یا تقاضا بستگی داشته باشد. اگر افزایش سرمایه‌گذاری از مسیر تقاضای کل سریع‌تر عمل کند، فشار تورمی تقویت می‌شود؛ اما اگر اثر افزایش ظرفیت تولید غالب شود، فشار تورمی محدودتر خواهد بود. در نتایج برآورد، واکنش مثبت سرمایه‌گذاری و تولید نشان می‌دهد که این تکانه یکی از کانال‌های مهم نوسانات حقیقی در مدل است.

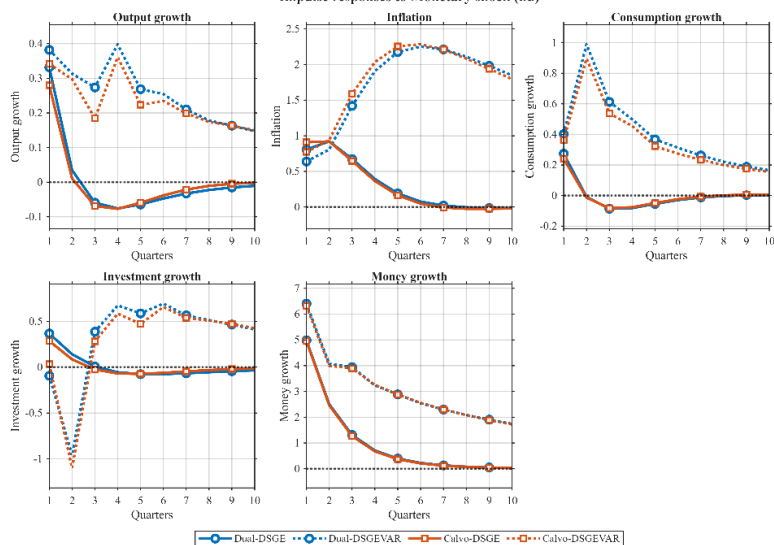


نمودار (۵): توابع واکنش آنی نسبت به شوک ترجیحات، ϵ_t^x

واکنش به شوک بهره‌وری از نظر اقتصادی یکی از روشن‌ترین نتایج را ارائه می‌کند. شوک مثبت بهره‌وری موجب افزایش تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری می‌شود، در حالی که تورم کاهش می‌یابد. این الگو با منطق عرضه کل سازگار است. افزایش بهره‌وری هزینه نهایی بنگاه‌ها را کاهش می‌دهد و به همین دلیل، هم تولید افزایش می‌یابد و هم فشار تورمی کاهش پیدا می‌کند. واکنش منفی تورم به شوک بهره‌وری نشان می‌دهد که مدل قادر است میان تکانه‌های عرضه و تکانه‌های تقاضا تمایز قائل شود. این تمایز برای تحلیل سیاستی اهمیت زیادی دارد، زیرا پاسخ مناسب سیاست‌گذار به تورم ناشی از شوک عرضه با تورم ناشی از شوک تقاضا یکسان نیست.

Impulse responses to Technology shock (ε_a)

نمودار (۶): توابع واکنش آنی نسبت به شوک ترجیحات، ε_t^a

Impulse responses to Monetary shock (ν_u)

نمودار (۷): توابع واکنش آنی نسبت به شوک ترجیحات، ν_t

درنهایت، شوک پولی با افزایش رشد پول همراه است و تورم را در افق‌های بعدی افزایش می‌دهد. واکنش تولید و مصرف در برابر این شوک نسبتاً محدودتر و تدریجی‌تر است، درحالی‌که رشد پول واکنش قوی‌تری نشان می‌دهد. این نتیجه با این برداشت سازگار است که در حضور چسبندگی‌های اسمی، تکانه پولی می‌تواند در کوتاه‌مدت آثار حقیقی داشته باشد؛ اما اثر پایدارتر آن در متغیرهای اسمی و تورم ظاهر می‌شود. در مدل چسبندگی دوگانه، انتقال اثر پول به تورم می‌تواند با تأخیر بیشتری رخ دهد؛ زیرا بخشی از عاملان اقتصادی اطلاعات جدید را به‌سرعت در تصمیم‌های قیمتی خود وارد نمی‌کنند.

در مجموع، نتایج تجربی مقاله سه پیام اصلی دارد. نخست، مقایسه بیزی مدل‌ها شواهد بسیار قوی به نفع مدل چسبندگی دوگانه ارائه می‌کند. چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی مدل چسبندگی دوگانه به‌طور معناداری بالاتر از مدل کالوو است و نسبت بیز به‌روشنی نشان می‌دهد که داده‌های اقتصاد ایران مدل دارای چسبندگی اطلاعات را ترجیح می‌دهند. دوم، تحلیل توابع واکنش آنی نشان می‌دهد که مدل چسبندگی دوگانه با پویایی تدریجی‌تر تورم و انتقال آرام‌تر تکانه‌ها سازگارتر است. سوم، نتایج به لحاظ سیاستی نشان می‌دهد که تورم ایران را نمی‌توان صرفاً با چسبندگی قیمت و فشار هزینه نهایی توضیح داد. کندی انتشار و پردازش اطلاعات، ناهمگنی انتظارات و تأخیر در واکنش بنگاه‌ها به اطلاعات جدید نیز در شکل‌گیری پویایی تورم نقش دارد.

بر این اساس، نتایج مقاله تأکید می‌کند که سیاست ضدتورمی در اقتصاد ایران باید علاوه بر کنترل رشد نقدینگی و مدیریت تقاضای کل، به مدیریت انتظارات و شفافیت اطلاعاتی نیز توجه کند. اگر اطلاعات چسبنده بخشی از سازوکار تورم باشد، سیاست‌های پولی و مالی تنها زمانی اثرگذاری کامل خواهند داشت که مسیر سیاستی برای عاملان اقتصادی قابل فهم، معتبر و نسبتاً پایدار باشد. در غیراین‌صورت، حتی تغییر در ابزارهای سیاستی نیز ممکن است با تأخیر و به‌صورت ناقص در تصمیم‌های قیمت‌گذاری منعکس شود.

برتری مدل چسبندگی دوگانه از نظر نهادی نیز با ویژگی‌های اقتصاد ایران سازگار است. در اقتصاد ایران، عاملان اقتصادی با مجموعه‌ای از نااطمینانی‌های ارزی، نفتی، مالی و سیاستی روبه‌رو هستند. تغییرات نرخ ارز، ابهام درباره منابع ارزی، وابستگی بودجه به درآمدهای نفتی، کسری‌های مالی و تغییرات مکرر در جهت‌گیری سیاست‌ها موجب می‌شود اطلاعات جدید به‌صورت هم‌زمان، کامل و یکسان در اختیار همه بنگاه‌ها و خانوارها قرار نگیرد. در چنین محیطی، بخشی از تصمیم‌های قیمت‌گذاری بر اساس اطلاعات گذشته، تجربه تورمی، علامت‌های نرخ ارز و برداشت‌های ناهمگن از

مسیر آینده سیاست‌ها شکل می‌گیرد؛ بنابراین، وارد کردن چسبندگی اطلاعات به مدل، صرفاً یک اصلاح فنی در منحنی فیلیپس نیست بلکه بازتاب یکی از ویژگی‌های مهم محیط تصمیم‌گیری در اقتصاد ایران است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این مقاله با هدف ارزیابی نقش اطلاعات چسبنده در پویایی‌های تورم ایران، دو مشخصه رقیب از منحنی فیلیپس را در چارچوب DSGE-VAR برآورد و مقایسه کرد. مدل نخست بر پایه قیمت‌گذاری کالوو و مدل دوم بر پایه چسبندگی دوگانه قیمت و اطلاعات تدوین شد. در هر دو مدل، ساختار اصلی اقتصاد، شامل بخش مصرف، سرمایه‌گذاری، تولید، بازار پول، اعتبار داخلی، ذخایر خارجی، مخارج دولت و تکانه نفتی، تا حد امکان مشابه در نظر گرفته شد تا تفاوت نتایج عمدتاً از تفاوت در سازوکار تورم ناشی شود. از این منظر، مقاله به‌دنبال پاسخ به این پرسش بود که آیا پویایی تورم ایران را می‌توان با یک منحنی فیلیپس کالووی متعارف توضیح داد یا اینکه وارد کردن اطلاعات چسبنده به مدل، توصیف دقیق‌تری از رفتار تورم ارائه می‌کند؟

نتایج برآورد نشان داد که هر دو مدل از نظر تعیین‌پذیری و وجود مسیر تعادلی سازگار قابل قبول‌اند. مقایسه بیزی نشان داد که مدل چسبندگی دوگانه به‌طور قاطع بر مدل کالوو برتری دارد. چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی مدل چسبندگی دوگانه برابر با منفی $2672/286$ و چگالی حاشیه‌ای لگاریتمی مدل کالوو برابر با منفی $2693/589$ گزارش شد. بر این اساس، اختلاف چگالی حاشیه‌ای دو مدل حدود $21/30$ واحد لگاریتمی است که به نسبت بیزی بسیار بزرگ به سود مدل چسبندگی دوگانه منجر می‌شود. با فرض احتمال پیشین برابر برای دو مدل، احتمال پسین مدل چسبندگی دوگانه تقریباً یک و احتمال پسین مدل کالوو تقریباً صفر به‌دست آمد.

اهمیت این نتیجه در آن است که چگالی حاشیه‌ای، برخلاف معیارهای ساده برازش، پیچیدگی مدل را نیز در نظر می‌گیرد؛ بنابراین، برتری مدل چسبندگی دوگانه فقط به معنای افزایش مکانیکی برازش نیست بلکه نشان می‌دهد داده‌های اقتصاد ایران افزایش پیچیدگی ناشی از ورود چسبندگی اطلاعات را تأیید می‌کنند. به بیان دیگر، داده‌ها از این برداشت حمایت می‌کنند که تورم ایران تنها با چسبندگی قیمت، هزینه نهایی و جزء پس‌نگر تورم توضیح داده نمی‌شود بلکه تأخیر در به‌روزرسانی اطلاعات و انتظارات نیز بخشی از سازوکار شکل‌گیری تورم است.

نتایج برآورد پارامترها نیز با این جمع‌بندی سازگار است. پارامتر چسبندگی قیمت در هر دو

مدل مقدار بالایی دارد و نشان می‌دهد تعدیل قیمت‌ها در اقتصاد ایران با اصطکاک قابل‌توجهی روبه‌روست. باین‌حال، مقدار این پارامتر در مدل چسبندگی دوگانه کمتر از مدل کالوو است. این تفاوت از نظر اقتصادی معنادار است؛ زیرا بخشی از ماندگاری تورم که در مدل کالوو از طریق درجه بالاتر چسبندگی قیمت توضیح داده می‌شود، در مدل چسبندگی دوگانه از مسیر کندی به‌روزرسانی اطلاعات و انتظارات تبیین می‌شود؛ بنابراین، مدل چسبندگی دوگانه تفسیر ساختاری‌تری از اینرسی تورم ارائه می‌دهد.

یافته‌های مربوط به پایداری شوک‌ها نیز نشان می‌دهد که اقتصاد ایران با تکانه‌های ماندگار روبه‌روست. پایداری شوک فشار قیمتی در هر دو مدل بالا برآورد شده است و انحراف معیار این شوک در میان شوک‌های مدل، یکی از بزرگ‌ترین مقادیر را دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که فشارهای قیمتی، شوک‌های هزینه‌ای، نوسانات انتظاری و عوامل اسمی در توضیح تورم ایران نقش برجسته‌ای دارند. همچنین شوک‌های مربوط به مخارج دولت، ترجیحات، پول و نفت نیز در تبیین نوسانات کلان اهمیت دارند. این الگو با ویژگی‌های اقتصاد ایران سازگار است؛ زیرا تورم در ایران معمولاً حاصل ترکیبی از شوک‌های پولی، مالی، ارزی، نفتی و انتظاری است.

تحلیل توابع واکنش آنی نیز نشان می‌دهد که مدل چسبندگی دوگانه می‌تواند واکنش‌های تدریجی‌تر و ماندگارتر تورم به تکانه‌ها را بازنمایی کند. شوک فشار قیمتی تورم را افزایش می‌دهد و بر متغیرهای حقیقی اثر انقباضی دارد. شوک نفتی از مسیر منابع ارزی، تقاضای کل و کانال‌های پولی می‌تواند هم تولید و هم تورم را افزایش دهد. شوک مخارج دولت نیز فشار تورمی و نوسان در متغیرهای حقیقی ایجاد می‌کند. درمقابل، شوک بهره‌وری با افزایش تولید و کاهش تورم همراه است که با منطق شوک عرضه سازگار است. واکنش به شوک پولی نیز نشان می‌دهد که رشد پول بر تورم اثرگذار است؛ اما انتقال این اثر در حضور چسبندگی‌های اسمی و اطلاعاتی می‌تواند تدریجی باشد.

دلالت سیاستی اصلی مقاله آن است که سیاست ضدتورمی در اقتصاد ایران نباید صرفاً به کنترل کمی متغیرهای پولی یا مهار تقاضای کل محدود شود. اگر اطلاعات چسبنده بخشی از سازوکار تورم باشد، سیاست‌گذار باید به نحوه شکل‌گیری انتظارات، سرعت انتشار اطلاعات، اعتبار اعلامیه‌های سیاستی و شفافیت مسیر آینده سیاست پولی و مالی نیز توجه کند. در محیطی که عاملان اقتصادی اطلاعات را به‌صورت کامل و هم‌زمان دریافت نمی‌کنند، حتی تصمیم‌های درست سیاستی نیز ممکن است با تأخیر و به‌صورت ناقص در قیمت‌ها منعکس شود؛ بنابراین، کاهش پایدار تورم مستلزم ترکیب انضباط پولی، هماهنگی مالی، اعتبار سیاست‌گذار و ارتباطات شفاف سیاستی است.

نتایج مقاله همچنین نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران، پیوند میان تورم، نفت، رشد پول و انتظارات اهمیت ویژه‌ای دارد. شوک‌های نفتی و مالی می‌توانند از مسیر منابع ارزی، پایه پولی، مخارج دولت و انتظارات تورمی به سطح قیمت‌ها منتقل شوند. از این‌رو، سیاست پولی در ایران زمانی می‌تواند اثربخشی بیشتری داشته باشد که با سیاست مالی و مدیریت منابع ارزی هماهنگ باشد. در غیراین‌صورت، حتی در صورت اعمال سیاست‌های انقباضی، نااطمینانی درباره مسیر مالی دولت یا منابع ارزی می‌تواند انتظارات تورمی را فعال نگه دارد و فرایند کاهش تورم را کند کند.

از نظر روش‌شناختی، مقاله نشان داد که استفاده از چارچوب DSGE-VAR برای اقتصاد ایران مناسب است؛ زیرا این چارچوب امکان ترکیب قیود نظری مدل DSGE با انعطاف آماری VAR را فراهم می‌کند. مقدار نسبتاً پایین پارامتر وزن پیشین DSGE در هر دو مدل نشان می‌دهد که داده‌های ایران به درجه‌ای از انعطاف آماری نیاز دارند. این نتیجه با ماهیت اقتصاد ایران که در معرض شوک‌های سیاستی، نفتی، ارزی و نهادی قرار دارد، سازگار است؛ بنابراین، اتکا به یک مدل DSGE کاملاً مقید ممکن است برای توضیح داده‌های ایران کافی نباشد و چارچوب DSGE-VAR می‌تواند ابزار مناسب‌تری برای تحلیل تجربی باشد.

با وجود نتایج روشن مقاله، چند ملاحظه برای پژوهش‌های آینده قابل طرح است. نخست، در این مقاله مقایسه مدل‌ها بر اساس چگالی حاشیه‌ای محاسبه‌شده با روش میانگین هارمونیک تعدیل‌شده انجام شده است. هرچند اختلاف چگالی حاشیه‌ای دو مدل بسیار بزرگ و نتیجه اصلی از نظر اقتصادی روشن است؛ اما استفاده از روش‌های تکمیلی مانند چیب-جلیاژکوف یا پل نمونه‌گیری می‌تواند استحکام مقایسه بیزی را افزایش دهد. دوم، اقتصاد ایران در دوره‌های مختلف با رژیم‌های متفاوت ارزی، مالی و تحریمی مواجه بوده است؛ بنابراین، توسعه مدل به سمت رژیم‌های متغیر یا برآوردهای زیرنمونه‌ای می‌تواند در شناخت بهتر پایداری نتایج مفید باشد. سوم، وارد کردن کانال نرخ ارز، انتظارات ارزی یا تفکیک دقیق‌تر بخش مالی می‌تواند تصویر کامل‌تری از سازوکار انتقال شوک‌ها به تورم ارائه کند.

دلالیت سیاستی اصلی مقاله آن است که مهار پایدار تورم در ایران فقط با کنترل رشد نقدینگی یا اعمال سیاست‌های انقباضی کوتاه‌مدت حاصل نمی‌شود. اگر اطلاعات چسبیده بخشی از سازوکار تورم باشد، سیاست‌گذار باید مسیر سیاست پولی و مالی را به‌گونه‌ای تنظیم و اعلام کند که برای عاملان اقتصادی قابل فهم، معتبر و نسبتاً پایدار باشد. در غیراین‌صورت، حتی تصمیم‌های درست سیاستی نیز ممکن است با تأخیر و به‌صورت ناقص در انتظارات و قیمت‌ها منعکس شود؛ بنابراین، سیاست

ضدتورمی در ایران باید سه رکن هم‌زمان انضباط پولی، هماهنگی مالی و ارزی، و ارتباطات شفاف و معتبر سیاستی را داشته باشد.

درمجموع، نتیجه اصلی مقاله آن است که اطلاعات چسبنده نقش مهمی در پویایی تورم ایران دارد. مدل چسبندگی دوگانه، که هم محدودیت تعدیل قیمت و هم کندی به‌روزرسانی اطلاعات را در نظر می‌گیرد، نسبت به مدل کالوو توان توضیحی بالاتری دارد و از نظر بیزی به‌طور قاطع ترجیح داده می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که پایداری تورم در ایران صرفاً محصول قیمت‌های چسبنده یا فشار هزینه نهایی نیست بلکه بخشی از آن به نحوه انتشار اطلاعات، شکل‌گیری انتظارات و اعتبار سیاست‌گذار مربوط است. بر همین اساس، مهار پایدار تورم در ایران نیازمند سیاستی است که هم‌زمان سه محور یعنی کنترل منبع‌های پولی و مالی تورم، کاهش نااطمینانی درباره مسیر آینده سیاست‌ها، و بهبود سازوکار ارتباطی و اطلاعاتی سیاست‌گذار با جامعه را دنبال کند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از حمایت و همکاری معنوی داوران ناشناس «پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی» کمال تشکر را دارد.

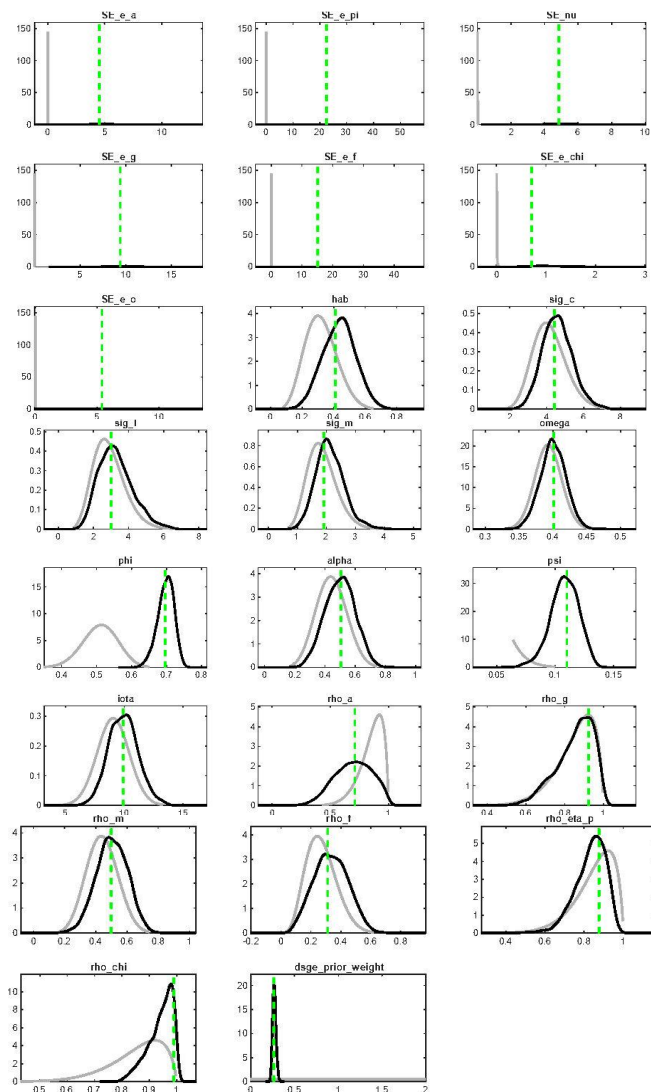
- An, S., & Schorfheide, F. (2007). Bayesian analysis of DSGE models. *Econometric Reviews*, 26(2-4), 113-172. <https://doi.org/10.1080/07474930701220071>
- Barzegari Marvasti, M., Taiebnia, A., Souri, A. & Rahmani, T. (2025). Comparing the response of inflation to demand and supply shocks in Iran. *Journal of Monetary & Banking Research*. 18(65): 411-442. (In Persian). <http://10.61882/jmbr.18.65.411>.
- Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383-398. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(83\)90060-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90060-0)
- Carroll, C. D. (2003). Macroeconomic expectations of households and professional forecasters. *Quarterly Journal of Economics*, 118(1), 269-298. <https://doi.org/10.1162/00335530360535207>
- Chib, S., & Jeliazkov, I. (2001). Marginal likelihood from the Metropolis-Hastings output. *Journal of the American Statistical Association*, 96(453), 270-281. <https://doi.org/10.1198/016214501750332848>
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M., & Evans, C. L. (2005). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, 113(1), 1-45. <https://doi.org/10.1086/426038>
- Coibion, O., & Gorodnichenko, Y. (2015). Information rigidity and the expectations formation process: A simple framework and new facts. *American Economic Review*, 105(8), 2644-2787. <https://doi.org/10.1257/aer.20110306>
- Del Negro, M., & Schorfheide, F. (2004). Priors from general equilibrium models for VARs. *International Economic Review*, 45(2), 643-673. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2004.00139.x>
- Ehsani, M. A., Taheri Bazkhaneh, S., & Keshavarz, H. (2024). Estimating the Phillips Curve in the Iranian Economy: New Evidence Based on Time-Frequency Analysis. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Egtesadi)*, 59(3), 465-494. (IN Persian). <https://doi.org/10.22059/jte.2024.374946.1008906>
- Gali, J. (2015). Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the New Keynesian framework and its applications (2nd ed.). *Princeton University Press*. <https://doi.org/10.1515/9781400866270>
- Geweke, J. (1999). Using simulation methods for Bayesian econometric models: Inference, development, and communication. *Econometric Reviews*, 18(1), 1-73. <https://doi.org/10.1080/07474939908800431>
- Hemati, M. (2022). Comparative study of Phillips curve under dual-stickiness model considering heterogeneity in Iran's economy. *The Journal of Planning and Budgeting*, 27(3), 27-74. <https://doi.org/10.52547/jpbud.27.3.27>
- Hemati, M. (2022). Modelling the Heterogeneous Price Setting Behavior of Firms (DSGE Approach): the Case of Iran. *Journal of Monetary & Banking Research*, 14(50). 747-782. <http://20.1001.1.26453355.1400.14.50.5.5>
- Hemati, M. & Tavakolian, H. (2019). Evaluation of Price Setting Models in Iran's Economy (DSGE Approach). *Journal of Monetary & Banking Research*, 11(38), 698-655. (In Persian). <http://20.1001.1.26453355.1397.11.38.6.1>
- Herbst, E., & Schorfheide, F. (2015). Bayesian estimation of DSGE models. Princeton

- University Press. <https://doi.org/10.23943/princeton/9780691161082.001.0001>
- Kass, R. E., & Raftery, A. E. (1995). Bayes factors. *Journal of the American Statistical Association*, 90(430), 773-795. <https://doi.org/10.1080/01621459.1995.10476572>
- Mankiw, N. G., & Reis, R. (2002). Sticky information versus sticky prices: A proposal to replace the New Keynesian Phillips curve. *Quarterly Journal of Economics*, 117(4), 1295-1328. <https://doi.org/10.1162/003355302320935034>
- Mankiw, N. G., & Reis, R. (2007). Sticky information in general equilibrium. *Journal of the European Economic Association*, 5(2-3), 603-613. <https://doi.org/10.1162/jeea.2007.5.2-3.603>
- Mankiw, N. G., Reis, R., & Wolfers, J. (2003). Disagreement about inflation expectations. *NBER Macroeconomics Annual*, 18, 209-248. <https://doi.org/10.1086/ma.18.3585256>
- Meng, X.-L., & Wong, W. H. (1996). Simulating ratios of normalizing constants via a simple identity: A theoretical exploration. *Statistica Sinica*, 6(4), 831-860.
- Rahmani T, Amiri H. (2011). Estimation of New- Keynesian Phillips Curve with Co-integration and VAR Methods: The Case of Iran. *Journal of Economic Research and Policies*; 19 (59) :81-100. (In Persian). <http://qjerp.ir/article-1-195-fa.html>
- Samadi, A. H., & Owjimehr, S. (2015). The Investigation of Persistency and Inertia of Inflation in Iran: a Comparison of Hybrid Price Stickiness and Information Stickiness Models. *Economic Modeling Research*, 6(19), 41-72. (In Persian). <https://doi.org/10.18869/acadpub.jemr.5.19.41>
- Sims, C. A. (2003). Implications of rational inattention. *Journal of Monetary Economics*, 50(3), 665-690. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(03\)00029-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(03)00029-1)
- Smets, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach. *American Economic Review*, 97(3), 586-606. <https://doi.org/10.1257/aer.97.3.586>
- Tavakolian, H. (2012). A New Keynesian Phillips Curve in a DSGE Model for Iran. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 47(3), 1-22. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jte.2012.29251>
- Woodford, M. (2003). Interest and prices: Foundations of a theory of monetary policy. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400830169>

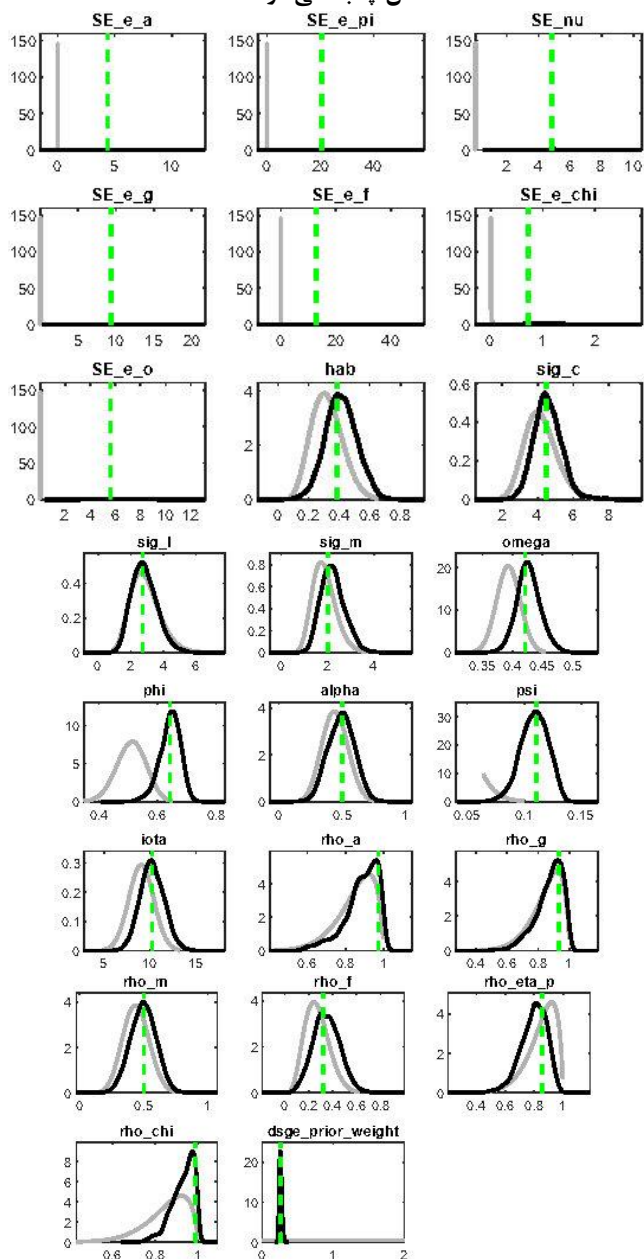
پیوست

نمودار (۸): توزیع پیشین و پسین بر آورد بیزی پارامتر مدل‌ها

مدل چسبندگی کالوو



مدل چسبندگی دوگانه



نحوه ارجاع به مقاله:

توکلیان، حسین (۱۴۰۵). پویایی‌های تورم و اطلاعات چسبنده در ایران: شواهد مبتنی بر DSGE-VAR. پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی، ۳۱(۱)، ۳-۴۴.

Tavakolian, H (2025). Inflation Dynamics and Sticky Information in Iran: Evidence from a DSGE-VAR model. *Economic and Planning Research*, 31(1). 3-44.

DOI: <https://doi.org/10.52547/eprj.31.1.3>

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Planning and Budgeting. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

