



بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

مجموعه پژوهشهای اقتصادی

اداره بررسیها و سیاستهای اقتصادی

شماره ۳۴

استخراج پنهان‌های نااطمینانی

پیش‌بینی تورم

فروردین ۱۳۸۸

مؤلف: محمد اخباری

مندرجات این مقاله لزوماً بازگوکننده نظرات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نیست.

نقل مطالب این مجموعه با ذکر ماخذ مجاز است.

نشانی پایگاه اطلاع‌رسانی: پژوهش‌ها/نشریات و پژوهش‌ها/<http://www.cbi.ir>

فهرست عناوین

صفحه

پیشگفتار

چکیده	۱
۱- مقدمه	۲
۲- سابقه موضوع	۳
۱-۲- تجربه انگلستان	۴
۲-۲- تجربه سوئد	۵
۳- فرایند استخراج پهناهای نااطمینانی (نمودار پنکه‌ای)	۶
۱-۳- ارزیابی نااطمینانی	۷
۳-۱-۱- مد پیش‌بینی	۷
۳-۱-۲- فرض توزیع	۸
۳-۱-۳- ارزیابی نااطمینانی	۹
۳-۲- توزیع پیش‌بینی تورم	۱۲
۳-۲-۱- چولگی پیش‌بینی تورم	۱۲
۳-۲-۲- واریانس پیش‌بینی تورم	۱۳
۴- نمودار پنکه‌ای پیش‌بینی تورم سال ۱۳۸۶	۱۴
۴-۱- احتمال قرار گرفتن تورم در فواصل معین	۱۹
۵- نتیجه‌گیری	۲۱

استخراج پهنای ناطمینانی (نمودار پنکه‌ای) پیش‌بینی تورم

پیشگفتار

پیش‌بینی تورم یکی از اقدامات اساسی و مهم در حوزه سیاست‌گذاری پولی می‌باشد که در جهت تدوین و به کارگیری سیاست‌های مناسب در راستای کنترل تورم در دامنه اهداف مورد نظر به کار می‌رود. در این ارتباط، گزارش حاضر در صدد ارائه نمودار پنکه‌ای پیش‌بینی تورم می‌باشد، به گونه‌ای که ناطمینانی و ریسک موجود در متغیرهای اثرگذار بر تورم را با ترکیبی از ناطمینانی داده‌های تاریخی و نیز قضاوت در خصوص ناطمینانی و ریسک آتی این متغیرها به دست دهد. نمودارهای مزبور تصویر واقعی‌تری نسبت به روند آتی تورم ارائه داده و به سیاست‌گذار در انجام اقدامات لازم در راستای دستیابی به اهداف اعلام شده یاری می‌رسانند.

همچنین نمودارهای پنکه‌ای، دیدگاه‌های مقام پولی را در خصوص چشم‌انداز آینده تورم آشکار می‌سازند و نشان می‌دهند که براساس چه پیش‌بینی‌هایی، تصمیمات سیاست پولی اتخاذ می‌شوند. به عبارتی در صورتی که نمودار پنکه‌ای نشان دهد که تورم آینده احتمالاً بسیار بالا خواهد بود، نتیجتاً سیاست‌گذار پولی، اقداماتی را در جهت مقابله با آن اتخاذ می‌نماید. به عبارت دیگر، نمودارهای پنکه‌ای یک ویژگی کلیدی فرآیند تصمیم‌سازی سیاست پولی بوده‌اند و انتشار آنها گام مهمی در راستای افزایش شفافیت سیاست پولی قلمداد گردیده است.

این پژوهش توسط **آقای محمد اخباری** محقق اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی تهیه شده است.

چکیده:

در گزارش حاضر این موضوع که چگونه توازن ریسک مربوط به متغیرهای کلان می‌تواند به نااطمینانی در تورم ارتباط یابد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحقیق حاضر براساس این فرض کلیدی تهیه شده است که نااطمینانی تورم از نااطمینانی در متغیرهای کلان ناشی می‌شود؛ زیرا تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده آتی، دارای حساسیت بالایی نسبت به برخی از متغیرهای کلان مورد بررسی می‌باشد. در این مقاله بر روی نحوه استخراج چولگی پیش‌بینی تورم از نااطمینانی در متغیرهای کلان توضیح‌دهنده تورم تمرکز می‌شود که در نتیجه منجر به استخراج نمودار پنکه‌ای می‌شود. همواره نااطمینانی متغیرهای کلان با توجه به سابقه تاریخی این متغیرها یعنی از انحراف معیارهای تاریخی آنها به دست می‌آید. لیکن در بررسی حاضر این نااطمینانی به صورت قضاوتی، در صورتی که دلیلی برای نااطمینانی کمتر یا بیشتر نسبت به نااطمینانی تاریخی متغیرهای مذکور وجود داشته باشد، تعدیل می‌شود. همچنین ارزیابی قضاوتی توازن ریسک‌ها یعنی اینکه آیا توابع توزیع چگالی احتمال متقارن هستند یا خیر، نیز امکان‌پذیر می‌باشد.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی تورم، نمودار پنکه‌ای، نااطمینانی تورم، توزیع نرمال دوبخشی، چولگی.

مدل‌ها شکل ساده شده‌ای از دنیای واقعی هستند و بر این اساس اکثر اقتصاددانان موافقند که هیچ نوع مدل کاملی وجود ندارد. امروزه مدل‌ها به طور گسترده در پیش‌بینی و تحلیل‌های مختلف در زمینه سیاست‌گذاری به کار می‌روند. البته در غیاب و نیز در کنار استفاده از چنین مدل‌هایی اهمیت و ضرورت به‌کارگیری قضاوت در پیش‌بینی و تحلیل‌های سیاستی پذیرفته شده است (برای مثال لارنس و همکاران (۱۹۸۵)، مک نیس (۱۹۹۰)، ریفشیدر و همکاران (۱۹۹۷)، ساندرس و ریتزمن (۱۹۹۹)، سونسون (۲۰۰۵) و سونسون و تتلاو (۲۰۰۵) را ببینید). سونسون ضمن ارائه تعریف کیفی از قضاوت، معتقد است که به چهار دلیل قضاوت اهمیت دارد:

۱- ارزش‌های آتی شناخته شده‌ای برای یک یا تعداد بیشتری از متغیرها در سیستم وجود دارد و اینها از مقادیری که توسط مدل پیشنهاد شده است متفاوت می‌باشند.

۲- ارزش‌های آتی شناخته شده‌ای در خصوص یک یا تعداد بیشتری از متغیرها که در سیستم وجود ندارند، اما سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهند، وجود دارد و اینها از مسائلی که به طور ضمنی در مدل استفاده می‌شوند، اختلاف دارند.

۳- تابع چگالی احتمال (PDF)^۱ مورد تلقی یک عامل برای پیش‌بینی‌های مربوط به یک یا تعداد بیشتری از متغیرهای مدل از آنچه که توسط مدل ارائه می‌شود متفاوت است.

۴- تابع چگالی احتمال مورد تلقی یک عامل برای یک یا تعداد بیشتری از متغیرهایی که در سیستم وجود ندارند، اما سیستم را متاثر می‌سازند، از آنچه که به طور ضمنی در مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند، متفاوت است.

با این توضیح هدف مقاله حاضر ارائه چارچوبی است که قضاوت بتواند به شیوه‌ای نظام‌مند و سازگار با مدل در فرآیند پیش‌بینی تورم وارد شود. زیرا که برای مقاصد سیاستی، به کارگیری پهناهای نااطمینانی^۲ که مهمترین بخش آن را قضاوت تشکیل می‌دهد به چند دلیل اهمیت دارد:

اولین و مهمترین این دلایل، تشریح این موضوع است که پیش‌بینی تورم خود ذاتاً نامطمئن می‌باشد. نااطمینانی هم در خصوص شوک‌هایی است که اقتصاد را متاثر می‌سازند و هم در خصوص ماهیت کیفی و کمی مکانیسم انتقال.

دوم، پهناهای نااطمینانی به منظور نشان دادن دیدگاه بانک مرکزی در خصوص توازن ریسک‌ها به عموم و مشارکت‌کنندگان در بازار می‌باشد. به طور خاص، بانک مرکزی می‌تواند با حداقل ابهام در مورد اینکه

۱ - Probability Density Function (PDF)

۲ - Fan Chart

ریسک رو به بالا می‌باشد به طوری که تورم کمتر از پیش‌بینی خواهد بود تا اینکه بیشتر از آن باشد، صحبت کند. در برخی شرایط وضعیت می‌تواند معکوس باشد، که آن نیز با عموم در میان گذاشته می‌شود.

سوم، ساختن پهنای به تمرکز بر روی مباحث داخلی بانک مرکزی در خصوص منابع نااطمینانی تورم و اهمیت مقداری آنها کمک می‌کند.

در ادامه چگالی‌های پیش‌بینی مربوط به سناریوهای مختلف با یک ترکیب خطی وزنی تجمیع می‌شوند. این شیوه موجب می‌شود تا قضاوت در نمودار پنکه‌ای نهایی به شیوه‌ای سازگار با مدل که به طور صحیحی منعکس کننده نااطمینانی عاملان تولیدکننده پیش‌بینی است، به کار گرفته شود.

در مطالعات پیشین، یک شیوه جهت بیان قضاوت عبارت بود از اینکه سطح متغیر انتخاب شده با تصحیحات عرض از مبدا یا عوامل افزوده (Add Factors) تعدیل شود (سونسون ۲۰۰۵). چنین تعدیل‌هایی ممکن است مبتنی بر روش‌های خطاهای پیش‌بینی تاریخی سیستماتیک و قواعد سرانگشتی باشند. روش‌شناسی پیشنهادی در گزارش حاضر شیوه‌ای رسمی‌تر برای به کارگیری قضاوت است.

در بخش دوم، سابقه نمودارهای پنکه‌ای در کشورهای انگلستان و سوئد مرور می‌شود. در بخش سوم نحوه استخراج نمودارهای پنکه‌ای و ارزیابی‌های تشخیصی و فروض توزیعی مورد بحث قرار می‌گیرند. همچنین در مورد اینکه چگونه ارزیابی‌های تشخیصی تجمیع می‌شوند، بحث می‌شود. به طور خاص، نشان داده می‌شود که چگونه چولگی بالقوه در توزیع‌های احتمال متغیرهای کلان می‌تواند به چولگی توزیع پیش‌بینی تورم ارتباط یابد. واریانس توزیع پیش‌بینی در ابتدا ثابت در نظر گرفته می‌شود که از انحراف معیار خطاهای پیش‌بینی تاریخی استخراج می‌شود. سپس نشان داده می‌شود که چگونه این فرض را می‌توان با در نظر گرفتن اینکه نااطمینانی تشخیصی در متغیرهای کلان نیز واریانس توزیع پیش‌بینی تورم را متاثر می‌سازد، کنار گذاشت. در بخش چهارم، نمودار پنکه‌ای پیش‌بینی تورم مربوط به ایران ارائه می‌گردد، و در انتها نتیجه‌گیری از مباحث مطروحه ارائه می‌شود.

۲- سابقه موضوع

بانک مرکزی انگلستان و سوئد، استفاده از نمودار پنکه‌ای را در فرآیند سیاست‌گذاری پولی برای اولین بار رسمیت بخشیدند. برای این منظور در ادامه به تجربیات این دو بانک اشاره می‌شود.

طی دوره زمانی مه ۱۹۹۷ تا دسامبر ۲۰۰۳، هدف اصلی سیاست پولی انگلستان دستیابی به نرخ تورم (RPIX)^۱ ۲/۵ درصد در سال بود که البته در دسامبر ۲۰۰۳ این هدف گذاری به نرخ هدف ۲/۰ درصدی CPI تغییر یافت. تورم هدف توسط دولت تعیین می شود و کمیته سیاست پولی (MPC)^۲ بانک انگلستان استقلال عملکردی برای دستیابی به این هدف را دارا می باشد. در همان حال، همچنین دولت تصریح نموده است که در مواردی که تورم به میزان ۱ واحد درصد از هدف دور شود، بانک ملزم به نوشتن یک نامه سرگشاده به دولت به منظور تشریح علت انحراف و نیز اقداماتی که در جهت بازگرداندن تورم به هدف اتخاذ نموده است، می باشد. به هر حال سیاست پولی انگلستان در کنترل تورم فصلی در داخل دامنه مربوطه بسیار موفق بوده است.

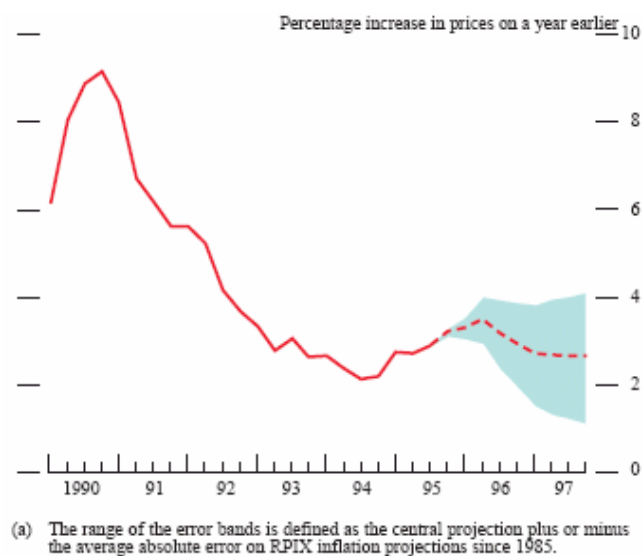
ویژگی دیگر رژیم جدید عبارت از انتشار «نمودارهای پنکه‌ای» (تصویرهای تورم احتمالی آینده) در گزارش فصلی تورم بانک بود. اولین نمودارهای پنکه‌ای در گزارش تورم در فوریه سال ۱۹۹۶ منتشر شدند (نمودار ۱)، اما بانک تا اوت ۱۹۹۷ پارامترهایی را که نمودارهای پنکه‌ای تورم مبتنی بر آنها بودند، منتشر نمود. این نمودارهای پنکه‌ای نماینده توابع چگالی احتمال پیش‌بینی تورم طی افق زمانی تا هشت فصل آتی هستند؛ براساس این فرض که هرکدام از این توابع چگالی احتمال یک شکل خاص می‌گیرند که به عنوان توابع نرمال دو بخشی (۲PN) شناخته شده‌اند (پیوست ۱ را ببینید) و پیش‌بینی‌های MPC از پارامترها را به عنوان ورودی استفاده می‌کنند. هرکدام از نمودارهای پنکه‌ای تصویر مرکزی تورم که توسط سری‌هایی از فواصل پیش‌بینی در سطوح مختلف احتمال احاطه شده‌اند را نشان می‌دهند.

نمودارهای پنکه‌ای دیدگاه‌های MPC در خصوص چشم‌انداز آینده تورم را آشکار می‌سازند و براساس چنین پیش‌بینی‌هایی، تصمیمات سیاست پولی اتخاذ می‌شوند. در صورتی که تصویر نمودار پنکه‌ای نشان دهد که تورم آینده احتمالاً بسیار بالا می‌باشد، در نتیجه MPC متمایل به افزایش نرخ‌های بهره می‌شود و برعکس. نمودارهای پنکه‌ای یک ویژگی کلیدی فرآیند تصمیم‌سازی سیاست پولی بوده‌اند و انتشار نمودارهای پنکه‌ای به همراه پارامترهای پیش‌بینی (این پارامترها محققان مستقل را قادر می‌سازند تا پیش‌بینی‌های تابع چگالی احتمال مربوط به تورم بانک را خود نیز تولید کنند) گام مهمی در راستای افزایش شفافیت سیاست پولی است.

۱- Retail Price Index Excluding Mortgage Rate

۲- Monetary Policy Committee(MPC)

نمودار ۱- تصویر تورم RPIX سال ۱۹۹۵، با نشان دادن پهنای خطای نامتقارن



در روش کاربردی بانک مرکزی انگلستان، همان‌طور که توسط بریتون، فیشر و وایتی (۱۹۹۸) ارائه شده است، توزیع پیش‌بینی تورم از کمیته سیاست پولی (MPC) شروع می‌شود و از این منظر می‌توان آن را به عنوان رویکردی از بالا به پایین تصور نمود.

۲-۲- تجربه سوئد

در ژانویه ۱۹۹۳ هیات عامل بانک مرکزی سوئد، هدف تورم مشخصی را تعیین نمود که حاکی از این بود که افزایش سالانه شاخص قیمت مصرف‌کننده در سال ۱۹۹۵ و از آن به بعد می‌بایست در حدود ۲ درصد با نوسانی در حدود ± 1 واحد درصد محدود شود. با توجه به اینکه سیاست پولی با وقفه ۱ تا ۲ ساله بر روی تورم تاثیر می‌گذارد، بانک مرکزی می‌بایست سیاست پولی خود را بر پایه ارزیابی تورم آینده قرار دهد.

این کار با پیش‌بینی تورم صورت می‌گیرد که مشروط بر در نظر گرفتن تمامی اطلاعات مرتبط می‌باشد و همچنین مشروط بر این فرض است که نرخ بهره (Repo) طی افق پیش‌بینی تغییر نمی‌کند. بانک مرکزی دیدگاه خود نسبت به چشم‌انداز تورم را با عموم از طریق گزارش تورم در میان می‌گذارد، این گزارش در مقاطع فصلی منتشر می‌شود. از دسامبر ۱۹۹۷، گزارش تورم شامل پیش‌بینی تورم با پهنای نااطمینانی می‌باشد، که این پیش‌بینی را احاطه کرده‌اند.

رویکرد مورد استفاده توسط بانک مرکزی سوئد به گونه‌ای است که ارزیابی اولیه و تجمیع ابتدا در اداره اقتصادی بانک مرکزی صورت گرفته و سپس جهت اصلاح به مقامات بالا ارسال می‌گردد.

۳- فرآیند استخراج پهناهای نااطمینانی (نمودار پنکه‌ای)

استخراج نمودار پنکه‌ای یا به عبارتی پهناهای نااطمینانی نیازمند حصول به ارزیابی نسبت به نااطمینانی پیش‌بینی است. برای این منظور می‌بایستی پارامترهای توزیع چگالی احتمال تورم محاسبه گردند که در ادامه به این فرآیند اشاره می‌شود.

در گزارش حاضر هدف ارائه روشی برای ساخت پهناهای نااطمینانی حول پیش‌بینی تورم باشد. برای این منظور از رویکرد بانک مرکزی انگلستان و سوئد استفاده می‌شود. به طور خاص، از فروض استفاده شده توسط بریتون، کانینگهام و وایتی (۱۹۹۷) در خصوص ارزیابی‌های تشخیصی استفاده می‌شود و همان فروض توزیعی را مورد استفاده قرار می‌دهیم.

روش حاضر با ارزیابی نااطمینانی مربوط به متغیرهای کلان آغاز می‌شود و سپس نااطمینانی‌های محاسبه شده به منظور پیش‌بینی تورم تجمیع می‌شوند. تجمیع نااطمینانی با در نظر گرفتن نقش کاملاً مشخص^۱ قضاوت‌های تشخیصی مهمترین هدف گزارش حاضر می‌باشد. با یک فرض منطقی می‌توان توازن ریسک‌ها در متغیرهای کلان را به توازن ریسک‌های تورم ارتباط داد. به عبارتی دیگر، ارزیابی تشخیصی متغیرهای کلان، توازن ریسک‌های تورم را تعیین می‌کند.

رویکرد آماری استاندارد در استخراج پهناهای خطای پیش‌بینی با تخمین مدل اقتصادسنجی پیش‌بینی‌های تورم شروع می‌شود. در یک مدل خطی چند متغیره فرض می‌شود که شوک‌های برونزا به صورت نرمال توزیع شده‌اند، به این معنا که متغیرهای درونزا (تورم نیز در میان آنها است) نیز به صورتی نرمال توزیع شده‌اند. استخراج پهناهای خطای پیش‌بینی در این خصوص یک مساله آماری شناخته شده می‌باشد. در یک مدل چند متغیره غیرخطی، شبیه‌سازی به منظور به دست آوردن پهناهای خطای پیش‌بینی به کار برده می‌شود که کاری زمان‌بر اما ساده می‌باشد.

در گزارش حاضر به چند دلیل از این روش استاندارد استفاده نمی‌شود. اول اینکه مدل واحدی در بانک‌های مرکزی برای انجام پیش‌بینی تورم استفاده نمی‌شود. دوم، رویکرد استاندارد اجازه استفاده از اطلاعات مشخص مرتبط با دوره پیش‌بینی خاص را نمی‌دهد. سوم، برای افق‌های زمانی نسبتاً کوتاه مدت، اثبات شده است که قضاوت‌های تشخیصی برای انجام پیش‌بینی‌های خوب، اهمیت دارند. بنابراین ترجیح داده می‌شود تا از رویکردی استفاده شود که به طور مشخص قضاوت‌های تشخیصی را در خصوص نااطمینانی در نظر می‌گیرد. قضاوت در خصوص ریسک‌های رو به بالا یا رو به پایین به مانند قضاوت در خصوص اینکه آیا نااطمینانی بیشتر یا کمتر از گذشته می‌باشد، مورد توجه قرار می‌گیرند.

۱- Well-defined

شایان ذکر است که بین متغیرهای کلانی که بر روی تورم تاثیر می‌گذارند و خود تورم تمایز صورت می‌گیرد. متغیرهای کلان به طور مستقیم در ارتباط با نااطمینانی تشخیصی تعدیل می‌شوند که در بخش ۱-۳ در این ارتباط بحث می‌شود. به عبارتی دیگر نااطمینانی در پیش‌بینی تورم، از ارزیابی‌های نااطمینانی متغیرهای کلان پس از یک فرض کلیدی استخراج می‌شود. این موضوع در بخش ۲-۳ مورد بحث قرار می‌گیرد. نگاه متفاوت به تورم و سایر متغیرهای کلان تنها انعکاسی از سیاست هدفگذاری تورم بانک مرکزی می‌باشد. از آنجا که پیش‌بینی تورم و نااطمینانی تورم برای تصمیمات سیاستی مورد توجه قرار می‌گیرند، مطلوب‌تر می‌باشد تا نااطمینانی تورم به صورت درونزا از فروزی که در نظر گرفته می‌شوند، استخراج گردد.

۱-۳- ارزیابی نااطمینانی

در این بخش در خصوص چارچوب ارزیابی نااطمینانی پیش‌بینی تورم بحث می‌شود. پیش‌بینی تورم خود موضوع گریزناپذیر این روش می‌باشد، اما به صورت صریح مورد بحث قرار نمی‌گیرد و از قبل مشخص در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱-۱- مد (نما) پیش‌بینی^۱

یکی از جنبه‌های پیش‌بینی تورم، که نیاز به بررسی دارد همچنان که بانک مرکزی انگلستان و سوئد صورت می‌دهند، مد یا نمای پیش‌بینی است، که با μ نشان داده می‌شود به جای میانگین پیش‌بینی که با $\tilde{\mu}$ نشان داده شده است. مد یک توزیع شاخصی متفاوت از میل مرکزی (Central Tendency) است، که در توزیع گوسی استاندارد^۲ با میانه و میانگین برابر می‌باشد. مد، مشاهده‌ای با بالاترین فراوانی در توزیع می‌باشد و از این جهت محتمل‌ترین پیشامدی است که تحت تاثیر وقایع حدی نظیر مشاهدات در دنباله‌های انتهایی توزیع قرار نمی‌گیرد.

همچنین مد از اطلاعات اندکی در خصوص توزیع استفاده می‌کند و بنابراین نسبت به وقایع غیرمحتمل حساس نمی‌باشد. دیگر اینکه مد ممکن است در صورتی که توزیع چند مدی^۳ باشد، گمراه‌کننده باشد، به طوری که یکی از پیک‌ها (اوج‌ها) انتخاب شود و سایر مدها کنار گذاشته شوند. این موضوع مادامی که توزیع دارای یک نقطه اوج است و مسطح نیست، نگرانی جدی نمی‌باشد.

میانه توزیع به طور ضمنی در روش حاضر محاسبه می‌شود. در حقیقت، اختلاف بین میانه و مد که با $\gamma \equiv \tilde{\mu} - \mu$ نشان داده می‌شود، نقش مهمی را در تحلیل‌های حاضر بازی می‌کند. پارامتر گاما (γ)، که در

۱- Mode

۲- Standard Gaussian Distribution

۳- Multi Modal

بخش بعد مورد بحث قرار می‌گیرد، شاخصی از چولگی توزیع می‌باشد. هنگامی که γ منفی است توزیع به سمت چپ چوله است، یا به عبارتی دیگر، ریسک رو به پایین بیشتری نسبت به ریسک رو به بالا وجود دارد. به طور رسمی، این را می‌توان به صورت $pr[X \leq \mu] > 0.5$ نشان داد. به طور معکوس، در صورتی که γ مثبت باشد، حاکی از آن است که ریسک رو به بالای بیشتری نسبت به ریسک رو به پایین وجود دارد. هنگامی که توزیع متقارن باشد، چولگی وجود نخواهد داشت ($\gamma = 0$).

از این رو پارامتر γ ، توازن ریسک‌ها را به صورت چولگی در خود خلاصه می‌کند. فرض کنید توزیع بسیار چوله باشد به طوری که γ بزرگ باشد، در نتیجه این دلیلی است برای بررسی مجدد فروض پیش‌بینی تورم. به هر حال احتمال یک مشاهده اکسترم (بی‌نهایت) نظیر بدتر شدن بحران آسیا، می‌بایست موجب بازنگری در پیش‌بینی با در نظر گرفتن معیار قضاوت گردد.

۳-۱-۲- فرض توزیع

متغیرهای کلانی که به نظر می‌رسد بر روی سطح آتی تورم اثرگذار باشند با X_j نشان داده می‌شوند که در آن $j = 1, \dots, n$. در حالی که تورم با $\pi(t)$ نشان داده می‌شود. فرض می‌گردد هر X_j (به مانند تورم) از توزیع تک متغیره پیروی می‌کند که با رابطه زیر نشان داده می‌شود.

$$f(x; \mu, \sigma_1, \sigma_2) = \begin{cases} C \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_1^2}(x - \mu)^2\right\} & x \leq \mu \\ C \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_2^2}(x - \mu)^2\right\} & x > \mu \end{cases} \quad (1)$$

به طوری که $C = k(\sigma_1 + \sigma_2)^{-1}$ ، $k = \sqrt{2/\pi}$ و μ عبارت است از مد. این توزیع در ادبیات آماری به عنوان توزیع نرمال دو بخشی شناخته شده است (برای اطلاعات بیشتر به جانسون، کوتز و بالاکریشن (۱۹۹۴) مراجعه کنید). این توزیع با سه پارامتر مد و دو شاخص انحراف معیار مشخص می‌شود. در سمت چپ مد این توزیع، آن متناسب با توزیع گوسی استاندارد با میانگین μ و انحراف معیار σ_1 است؛ در سمت راست مد، آن متناسب با یک توزیع گوسی با میانگین μ و انحراف معیار σ_2 می‌باشد. توزیع دارای این ویژگی است که در صورتی که $\sigma_1 = \sigma_2$ باشد، آن به توزیع گوسی استاندارد تبدیل می‌شود. هنگامی که $\sigma_1 > \sigma_2$ باشد، چولگی به سمت چپ دارد یعنی $pr[X \leq \mu] > 0.5$ ، و به طور معکوس هنگامی که $\sigma_1 < \sigma_2$ باشد.

این نوع توزیع توسط جان (۱۹۸۲) مورد بحث قرار گرفته است، وی نشان می‌دهد که $pr[L_1 \leq x \leq L_2]$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\int_{L_1}^{L_2} f(x)dx = \frac{\gamma\sigma}{(\sigma_1 + \sigma_2)} \left[\phi\left(\frac{L_2 - \mu}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{L_1 - \mu}{\sigma}\right) \right], \quad (2)$$

در رابطه فوق $\phi(\cdot)$ تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد است و

$$\begin{cases} \sigma = \sigma_1 & \text{if } L_1 \leq L_2 \leq \mu \\ \sigma = \sigma_2 & \text{if } \mu \leq L_1 \leq L_2 \end{cases} \quad (3)$$

همچنین به منظور محاسبه احتمال $L_1 \leq \mu \leq L_2$ ، انتگرال می‌بایست به صورت

$$\int_{L_1}^{\mu} f(x)dx + \int_{\mu}^{L_2} f(x)dx$$

تبدیل گردد. به علاوه نشان داده می‌شود که واریانس از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{var}(x) = (1 - k^2)(\sigma_2 - \sigma_1)^2 + \sigma_1\sigma_2 \quad (4)$$

گشتاور مرکزی سوم (چولگی) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E[(x - \mu)^3] = k(\sigma_2 - \sigma_1)[(1 - k^2)(\sigma_2 - \sigma_1)^2 + \sigma_1\sigma_2], \quad (5)$$

به طوری که چولگی متناسب با $k(\sigma_2 - \sigma_1)$ می‌باشد، از آنجا که $1 - k^2 > 0$ می‌باشد، بنابراین از

رابطه زیر به عنوان شاخصی از چولگی استفاده خواهد شد:

$$\gamma \equiv \tilde{\mu} - \mu = k(\sigma_2 - \sigma_1) \quad (6)$$

مزیت رابطه (6) نسبت به رابطه (5) در این است که رابطه فوق از اختلاف بین میانگین و مد توزیع به

دست می‌آید. شایان ذکر است هر دو رابطه (5) و (6) هنگامی که چولگی وجود ندارد، صفر می‌شوند و واریانس در

رابطه 4 به رابطه استاندارد تبدیل می‌شود. به عبارتی دیگر، بدون وجود چولگی، توزیع به توزیع گوسی استاندارد

تبدیل می‌شود. به علاوه، از رابطه (6) میانگین توزیع به راحتی با $\tilde{\mu} = \mu + k(\sigma_2 - \sigma_1)$ محاسبه می‌شود.

۳-۱-۳- ارزیابی نااطمینانی

به عنوان ورودی روش نیازمند ارزیابی‌های نااطمینانی در خصوص متغیرهای کلان هستیم. ارزیابی تا

حدودی قضاوتی است اما به عنوان نقطه شروع داده‌های تاریخی مورد توجه قرار می‌گیرد. برای فرموله کردن

قضاوت، دو پرسش در خصوص متغیر X_j با در نظر گرفتن مد پیش‌بینی مطرح می‌شود:

۱- شانس اینکه نتیجه پایین‌تر از مد پیش‌بینی باشد به چه میزان است؟ به عبارتی دیگر، ریسک

رو به پایین چیست؟ یا به صورت رسمی‌تر، احتمال اینکه $P_j = pr[X_j \leq \mu_j]$ باشد، چه میزان است؟ در

صورتی که پاسخی به این پرسش داده نشود، ۵۰ درصد به عنوان پاسخ در نظر گرفته می‌شود که به عنوان

ارزش مرجع نیز می‌باشد.

۲- نااطمینانی مربوط به پیش‌بینی در مقایسه با نااطمینانی تاریخی که با انحراف معیار اندازه‌گیری می‌شود، چه میزان است؟ پاسخ با h_j نشان داده می‌شود، h_j یک عامل ضرب می‌باشد که در انحراف معیار ضرب می‌شود. ارزش مرجع، واحد در نظر گرفته می‌شود اما اگر اطلاعات مشخصی در خصوص این پرسش وجود داشته باشد، که نشان دهند نااطمینانی کمتر یا بیشتر می‌باشد، h_j بر آن اساس تعیین می‌شود.

به‌عنوان مثالی از پاسخ به پرسش‌های فوق، واردات را در نظر بگیرید. در نتیجه بحران‌های آسیا، پیش‌بینی هم دارای ریسک رو به پایین است و هم اینکه نااطمینانی نسبت به نااطمینانی تاریخی بیشتر می‌باشد که این دو را می‌توان به صورت تقریبی فرضی با $P_j = 0.06$ و $h_j = 1/3$ نشان داد.

این شیوه کمی کردن نااطمینانی به چند دلیل اهمیت دارد. در حالی که اختلاف نظر اندکی در خصوص اینکه آیا $h_j = 1/3$ صحیح است یا $h_j = 1/29$ وجود دارد، لیکن پاسخ‌ها، نقطه مرجعی را برای بحث فراهم می‌سازند. تفاوت بین ۱۰ درصد نااطمینانی بیشتر نسبت به داده‌های تاریخی می‌تواند در مقابل اینکه برای مثال ۳۰ درصد نااطمینانی بیشتر نسبت به داده‌های تاریخی وجود دارد، مطرح گردد. کمی کردن در این شیوه، مباحث را روی موضوعات ایجادکننده نااطمینانی و فروض مربوط به آن متمرکز می‌نماید.

پرسش دیگری که مطرح می‌شود این است که به چه دلیل نااطمینانی مورد نظر نسبت به نااطمینانی محاسبه شده از داده‌های تاریخی بیشتر می‌باشد؟ برای مثال، در صورتی که مطمئن باشیم در مقطع زمانی مورد نظر اقتصاد در مسیر نقطه بازگشت^۱ در یک سیکل تجاری حرکت می‌کند در این صورت مطمئناً نااطمینانی بیشتری وجود خواهد داشت، چرا که پیش‌بینی نقاط بازگشت کار بسیار دشواری است.

در این ارتباط موارد دیگری را نیز می‌توان عنوان نمود، برای مثال شرایطی را در نظر بگیرید که پیش‌بینی برای مقطع زمانی صورت می‌گیرد که قرار است در آن مقطع انتخابات نیز برگزار گردد که در این صورت این امکان وجود دارد تا انتقالات قابل توجهی در سیاست‌ها حادث شود.

همچنین ممکن است نااطمینانی کمتری نسبت به نااطمینانی حاصل از داده‌های تاریخی وجود داشته باشد. برای مثال هنگامی که دور چانه‌زنی دستمزد تکمیل شد، در افق زمانی پس از آن دلیلی برای نااطمینانی نسبت به افزایش دستمزدها وجود نخواهد داشت.

اما چگونه می‌توان از پاسخ‌های فوق در توزیع پیش‌بینی مشخص شده در رابطه (۱) استفاده نمود؟ برای این موضوع، واریانس X_j که با پارامتر نااطمینانی مقیاس‌بندی شده است به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\omega_{j,j}(t) = (h_j(t)\sigma_j(t))^2 \quad (7)$$

به طوری که $\sigma_j(t)$ عبارت است از انحراف معیار تاریخی X_j . برای به دست آوردن انحراف معیارهای $\sigma_{1,j}$ و $\sigma_{2,j}$ ابتدا پاسخ به پرسش‌های اول و دوم مربوط به بخش ۳-۱-۳ یعنی P_j و h_j را در نظر می‌گیریم با این توضیح که با توجه به رابطه (۷)، $\omega_{j,j}(t)$ با مشخص بودن h_j مشخص می‌شود. رابطه (۲) نشان می‌دهد که:

$$\int_{-\infty}^{\mu} f(x) dx = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2}, \forall \mu$$

از این رو $\sigma_{1,j}$ و $\sigma_{2,j}$ می‌بایست چنان انتخاب شوند که داشته باشیم:

$$\frac{\sigma_{1,j}(t)}{\sigma_{1,j}(t) + \sigma_{2,j}(t)} = P_j(t),$$

و با توجه به رابطه (۴) خواهیم داشت:

$$(1 - k^2)(\sigma_{1,j}(t) - \sigma_{2,j}(t))^2 + \sigma_{1,j}(t)\sigma_{2,j}(t) = \omega_{j,j}(t),$$

و با توجه به روابط فوق می‌توان $\sigma_{1,j}$ و $\sigma_{2,j}$ را براساس معادلات (۸) و (۹) محاسبه نمود:

$$\sigma_{1,j}(t : \omega_{j,j}, P_j) = \omega_{j,j}(t) \left[(1 - k^2) \left(\frac{1 - 2P_j(t)}{P_j(t)} \right)^2 + \left(\frac{1 - P_j(t)}{P_j(t)} \right)^2 \right]^{-1}, \quad (8)$$

$$\sigma_{2,j}(t : \omega_{j,j}, P_j) = \omega_{j,j}(t) \left[(1 - k^2) \left(\frac{1 - 2P_j(t)}{1 - P_j(t)} \right)^2 + \left(\frac{P_j(t)}{1 - P_j(t)} \right)^2 \right]^{-1} \quad (9)$$

درک این عبارات ساده است. روابط (۸) و (۹) متناسب با روابط زیر می‌باشند:

$$\sigma_{1,j}^2 \cong h^2 \sigma^2 P / (1 - P)$$

$$\sigma_{2,j}^2 \cong h^2 \sigma^2 (1 - P) / P$$

از این رو عامل h دارای اثر مقیاس‌بندی شاخص‌های انحراف معیار می‌باشد به گونه‌ای که h بزرگ هر دو σ_1 و σ_2 را افزایش خواهد داد و h کوچک برعکس. اثر P شاید با مثال قبل که تا حدودی ریسک رو به پایین وجود داشت به گونه‌ای که $P = 0.6$ بود بهتر درک گردد.

با در نظر گرفتن $P = 0.6$ خواهیم داشت $1 < P / (1 - P) < 1$ و $1 > (1 - P) / P > 1$ و در نتیجه σ_1 رو به بالا و σ_2 رو به پایین مقیاس‌بندی خواهند شد. البته بزرگتر بودن σ_1 از σ_2 به این معناست که احتمال بیشتری وجود دارد تا در سمت چپ مد یا به عبارتی دیگر ریسک رو به پایین بیشتری وجود داشته باشد.

۳-۲- توزیع پیش‌بینی تورم

در قسمت قبل همان‌طور که دیده شد قضاوت‌های تشخیصی از نقش قابل توجهی در ارزیابی‌ها برخوردار بودند. در این بخش در خصوص چگونگی تجمیع این ارزیابی‌ها بحث خواهد شد.

۳-۲-۱- چولگی پیش‌بینی تورم

نقطه آغازی، این فرض است که پیش‌بینی تورم نیز دارای توزیع دو بخشی که در رابطه (۱) نشان داده شد با پارامترهای μ_π ، $\sigma_{1,\pi}$ و $\sigma_{2,\pi}$ می‌باشد. پیش‌بینی تورم $\mu_\pi(t)$ به مانند واریانس پیش‌بینی تورم داده شده در نظر گرفته می‌شود. از این‌رو مساله باقی مانده اتصال ارزیابی‌های نااطمینانی X_j به تورم و بدان وسیله استخراج تخمین‌های $\sigma_{1,\pi}$ و $\sigma_{2,\pi}$ است.

پرسش کلیدی این است که چگونه توزیع‌های پیش‌بینی مربوط به متغیرهای کلان را به پیش‌بینی تورم ارتباط دهیم. در صورتی که فرض شود یک رابطه خطی بین متغیرهای X_j و تورم وجود دارد، می‌توان در اصل یک توزیع پیش‌بینی را برای تورم استخراج کرد. اما به نظر می‌رسد این رویکرد غیر عملی باشد. با داشتن n متغیر X_j ، نیازمند یک انتگرال n بعدی هستیم، که حتی برای ارزش‌های کم n بسیار پیچیده خواهند بود. به‌علاوه، توزیع منتجه به طور قطع یک توزیع دو بخشی نرمال یا هرگونه توزیع شناخته شده دیگری که بتوان با تعداد محدودی پارامتر آنرا مشخص کرد، نخواهد بود.

در رویکرد حاضر در عوض فرض کلیدی در خصوص اینکه چگونه نااطمینانی در متغیرهای کلان X_j به تورم آینده اتصال می‌یابد، صورت می‌گیرد به گونه‌ای که:

$$\gamma_\pi(t) = \sum_{j=1}^n \beta_j(t) \gamma_j(t) \quad (10)$$

در اینجا γ_π چولگی تورم و γ_j چولگی متغیرهای X_j می‌باشند. معادله (۱۰) نشان می‌دهد که چولگی متغیرهای کلان X_j تورم را با وزن β_j متاثر می‌سازند.

اگرچه رابطه (۱۰) یک تخمین آماری است، منطق پایه‌ای آن از استدلال‌های اقتصادی ناشی می‌شود. این موضوع را می‌توان با مثالی ساده تشریح نمود. ابتدا، یک مورد آزمایشی که در آن چولگی در هیچ کدام از متغیرهای کلان وجود ندارد را در نظر بگیرید. معادله (۱۰) نشان می‌دهد که در این صورت چولگی در تورم وجود نخواهد داشت. دوم، اگر چولگی منفی برای مثال در مصرف وجود داشته باشد، این منجر به چولگی منفی تورم با توجه به اینکه وزن مصرف غیر منفی است، می‌شود. در نهایت، فرض کنید برخی دیگر از متغیرها، نظیر نرخ دستمزد، دارای چولگی مثبت باشند. اینکه مجموع چولگی مصرف و دستمزد منتج به چولگی مثبت یا منفی تورم شوند، به اهمیت نسبی آنها در تورم آینده بستگی دارد که این اهمیت نسبی با وزن‌های β_j نشان داده می‌شوند.

وزن‌ها β_j ، کشش تورم نسبت به متغیرهای کلان می‌باشند که با در نظر گرفتن یک تغییر در هر کدام از متغیرهای X_j در مدل اقتصادسنجی کلان و استخراج اثرات آن بر روی تورم در افق پیش‌بینی به دست می‌آیند.

پارامترهای چولگی سمت راست معادله (۱۰) از کسر رابطه (۸) و (۹) از (۶) به دست می‌آید:

$$\gamma_j(t) \cong \tilde{\mu}_j(t) - \mu_j(t) = k(\sigma_{v,j}(t) - \sigma_{v,j}(t)). \quad (11)$$

با داشتن چولگی تورم $\gamma_\pi(t)$ از معادله (۱۰) و انحراف معیار خطاهای پیش‌بینی گذشته $\sigma_\pi(t)$ ، می‌توان $\sigma_{v,\pi}$ و $\sigma_{v,\pi}$ را به دست آورد. با بازخوانی از (۴) و (۶) که $\sigma_\pi(t)$ و $\gamma_\pi(t)$ از آن تعریف شدند خواهیم داشت:

$$\sigma_\pi^v(t) = (1 - k^v) [\sigma_{v,\pi}(t) - \sigma_{v,\pi}(t)]^v + \sigma_{v,\pi}(t) \sigma_{v,\pi}(t) \quad (12)$$

$$\gamma_\pi(t) = k(\sigma_{v,\pi}(t) - \sigma_{v,\pi}(t)). \quad (13)$$

در اینجا دو معادله و دو مجهول وجود دارد، که می‌توان به صورت معادله (۱۴) خلاصه کرد:

$$\sigma_{v,\pi}^v(t) + b \sigma_{v,\pi}(t) + c = 0 \quad (14)$$

به طوری که $b = (\gamma_\pi/k)$ و $c = -[(1 - 1/k^v)\gamma_\pi^v + \sigma_\pi^v]$ دو جواب برای معادله (۱۴) به دست می‌آید، اما تنها یکی از آنها مرتبط خواهد بود (جواب دیگر منفی است). این جواب برای $\sigma_{v,\pi}(t)$ را می‌توان در رابطه (۱۳) جای‌گذاری نمود، که از آن، $\sigma_{v,\pi}(t)$ به دست می‌آید.

۳-۲-۲- واریانس پیش‌بینی تورم

در بخش قبل واریانس پیش‌بینی تورم داده شده در نظر گرفته شد، که از خطاهای پیش‌بینی گذشته محاسبه می‌شد. با برخی فروض دیگر می‌توان اجازه داد تا این واریانس تحت تاثیر فروض مربوط به X_j قرار گیرد. به طور خاص اگر فرض شود که:

$$\sigma_\varepsilon^v(t; \sigma_\varepsilon^v) = \beta'(t) \sum (t; \sigma_\varepsilon^v) \beta(t), \quad t = 1, \dots, T \quad (15)$$

به طوری که

$$\beta' = [1 \quad \beta_1 \quad \dots \quad \beta_n],$$

$$\sum (t; \sigma_\varepsilon^v) = \begin{bmatrix} \sigma_\varepsilon^v & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \omega_{1,1} & \dots & \omega_{1,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \cdot & \omega_{n,1} & \dots & \omega_{n,n} \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\omega_{i,j} = \begin{cases} \text{var}[X_j(t)] \text{ for } i = j \\ \text{cov}[X_i(t), X_j(t)] \text{ for } i \neq j \end{cases} \quad (17)$$

واریانس رابطه (17) در رابطه (7) داده شده است، در حالی که کوواریانس آن از رابطه (18) به دست می‌آید:

$$\text{cov}[X_i(t), X_j(t)] = \rho_{i,j} \sqrt{\omega_{i,i}(t)\omega_{j,j}(t)} \quad (18)$$

در رابطه فوق $\rho_{i,j}$ عبارت است از همبستگی بین X_i و X_j (فرض می‌شود که به t بستگی ندارند). ماتریس کوواریانس را می‌توان به صورت یک نسخه مقیاس‌بندی شده¹ از ماتریس کوواریانس تجربی تصور نمود، به طوری که هرگونه اختلاف بین این دو نشانگر قضاوت‌های تشخیصی می‌باشد. عبارت $\sigma_{\epsilon}^2(t)$ واریانس شوک تورم می‌باشد که مستقل از X_j است و می‌تواند به‌عنوان بخشی از نااطمینانی پیش‌بینی که با افزایش افق پیش‌بینی با توجه به اینکه هرچه جلوتر می‌رویم نااطمینانی بیشتر می‌شود، تفسیر گردد.

۴- نمودار پنکه‌ای پیش‌بینی تورم سال ۱۳۸۶

در مقاله حاضر به منظور استخراج عملیاتی نمودار پنکه‌ای، سال ۱۳۸۶ به عنوان مثال انتخاب شده است که در ادامه نحوه استخراج نمودار پنکه‌ای تورم سال مزبور ارائه می‌شود. قابل توجه است که میانگین وزنی نتایج پیش‌بینی فصلی تورم سال ۱۳۸۶ که از مدل‌های پیش‌بینی تورم به دست آمده‌اند، به عنوان مد توزیع مورد توجه قرار گرفته و پهنای نااطمینانی با توجه به روش‌شناسی ارائه شده استخراج می‌گردند. همان‌طور که بیان شد نمودار پنکه‌ای به نوعی نمایانگر نااطمینانی موجود در پیش‌بینی‌های مبتنی بر مدل می‌باشد، که با استفاده از اطلاعات آتی که عمدتاً در مدل‌سازی لحاظ نمی‌شوند، ترسیم می‌گردند. متغیرهای کلان اقتصادی که به منظور تشکیل پهنای نااطمینانی مورد توجه قرار گرفته‌اند شامل، قیمت نفت، نرخ ارز، نرخ سود بانکی، قیمت واردات، نقدینگی، قیمت مسکن، رشد اقتصادی، انتظارات تورمی و شکاف تولید می‌باشند. مطابق روش‌شناسی اشاره شده، به منظور شناسایی پارامترهای توزیع دو بخشی مراحل زیر طی شده است:

- محاسبه حساسیت تورم نسبت به هریک از متغیرهای کلان
- محاسبه انحراف معیار تاریخی این متغیرها
- برآورد قضاوتی ریسک رو به بالا و رو به پایین هریک از متغیرهای مذکور
- قضاوت در خصوص اینکه این انحراف معیار تاریخی طی دوره‌های پیش‌بینی افزایش یا کاهش خواهد یافت.
- تجمیع نااطمینانی مربوط به متغیرها
- تجمیع ریسک مربوط به متغیرها

جدول ۱- نحوه محاسبه ریسک (چولگی) تورم

متغیرهای رفتاری	تبادل رو به بالا (۱)	چولگی تورم پیش‌بینی شده (میانگین منهای مد)	چولگی مربوط به متغیرها در پایان سال پیش‌بینی (میانگین منهای مد)	پارامتر گاما γ
قیمت نفت	۰/۸۰	-۰/۰۶	۰/۳۵	-۰/۸۸
نرخ ارز	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
قیمت واردات	۰/۹۰	۰/۰۱	۰/۱۴	-۰/۹۸
شکاف تولید	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
قیمت زمین	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
نقدینگی	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
رشد اقتصادی	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
نرخ سود بانکی	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
انتظارات تورمی	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
		-۰/۰۵		

۱- ارقام مثبتی بر قضاوت می‌باشند.

برای محاسبه چولگی توزیع، ابتدا چولگی توزیع تورم محاسبه می‌شود، که برای محاسبه آن ریسک رو به بالا به صورت قضاوتی برای هر یک از متغیرها تعیین شده و سپس از این مقدار چولگی مربوط به هر یک از متغیرها به دست می‌آید. با مشخص شدن چولگی مربوط به هر یک از متغیرها با در نظر گرفتن حساسیت تورم نسبت به متغیرها، چولگی تورم محاسبه می‌شود؛ در بررسی صورت گرفته چولگی $-۰/۰۵$ به دست آمده است.

جدول ۲- نحوه محاسبه نااطمینانی تورم (۱)

قضاوت در خصوص نااطمینانی	حساسیت تورم نسبت به متغیرها	نااطمینانی تاریخی
قیمت نفت	۱/۵	-۰/۱۷
نرخ ارز	۱/۰۰	۰/۰۷۴
قیمت واردات	۱/۶	۰/۰۳۰
شکاف تولید	۱/۰۰	۰/۰۱۸
قیمت زمین	۱/۰۰	۱/۷
نقدینگی	۱/۰۰	۲
رشد اقتصادی	۱/۰۰	۲
نرخ سود بانکی	۱/۰۰	۰/۳۹
انتظارات تورمی	۱/۰۰	۰/۰۰
قضاوت خنثی		۱/۵۱۹۰
قضاوت پیش‌بینی	۱/۵۰۳۴	

۱- ارقام فوق مثبتی بر برآوردهای نگارنده می‌باشند.

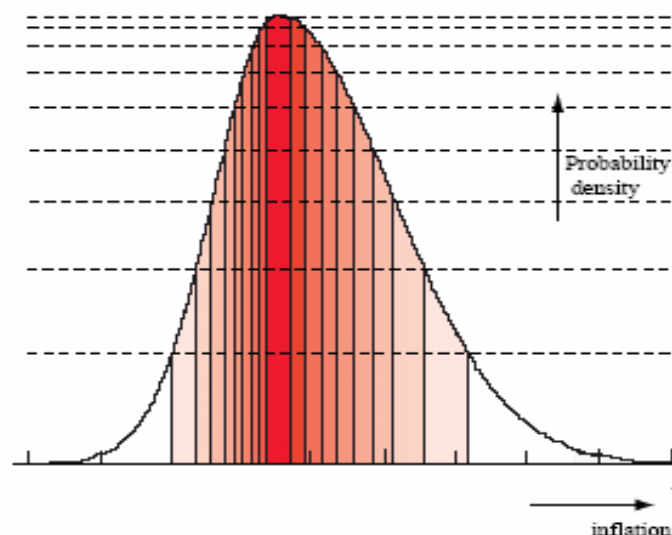
از جمع حاصل ضرب‌های قضاوت در خصوص نااطمینانی، نااطمینانی تاریخی و حساسیت تورم نسبت به متغیرها مقدار $1/50$ حاصل می‌شود و بدون در نظر گرفتن قضاوت در خصوص نااطمینانی تاریخی این میزان $1/52$ می‌باشد. برای محاسبه نااطمینانی توزیع تورم این دو مقدار بر هم تقسیم شده و در نااطمینانی مدل ($0/87$) ضرب می‌شود که رقم $0/86$ حاصل می‌شود که به‌عنوان نااطمینانی توزیع پیش‌بینی تورم لحاظ می‌گردد.

با مشخص شدن پارامترهای توزیع دو بخشی، توزیعی که ترسیم می‌شود با در نظر گرفتن تصویر مرکزی (پیش‌بینی مبتنی بر مدل) به‌عنوان مد، واریانس و توازن ریسک‌ها، تولید می‌شود. چولگی و واریانس‌ها برای تصویر یک سال پیش‌رو ارزیابی می‌شوند و سپس برای نمودار پنکه‌ای فصلی درون‌یابی می‌شوند. با این کار توزیع مربوطه ترسیم می‌شود.

با به‌دست آوردن توزیع پیش‌بینی تورم در هر نقطه در چهار فصل پیش‌بینی پیش‌رو، در مورد بیان گرافیکی آن نیز انتخاب صورت می‌گیرد. نمودار پنکه‌ای برای رسیدن به ملاکی که اطلاعاتی در خصوص کل توزیع پیش‌بینی بدون ادعای جعلی درجه بالای دقت، انتخاب شده است.

با توجه به نمودارهای (۲) و (۳) می‌توان به درک بهتری نسبت به نمودار پنکه‌ای دست یافت. بخش عمودی نمودار در هر دوره زمانی (برای مثال خطوط سیاه ضخیم در نمودار (۵) نشان داده شده است) با تابع چگالی احتمال برای آن دوره متناظر است. این تابع چگالی احتمال در نمودار (۲) نشان داده شده است. ارتفاع تابع فوق متناسب با احتمال اینکه تورم یک ارزش ویژه را در آن دوره زمانی به خود اختصاص دهد، می‌باشد. از این‌رو، تصویر مرکزی متناظر با اوج توزیع است، به طوری که آن با مد مرتبط است.

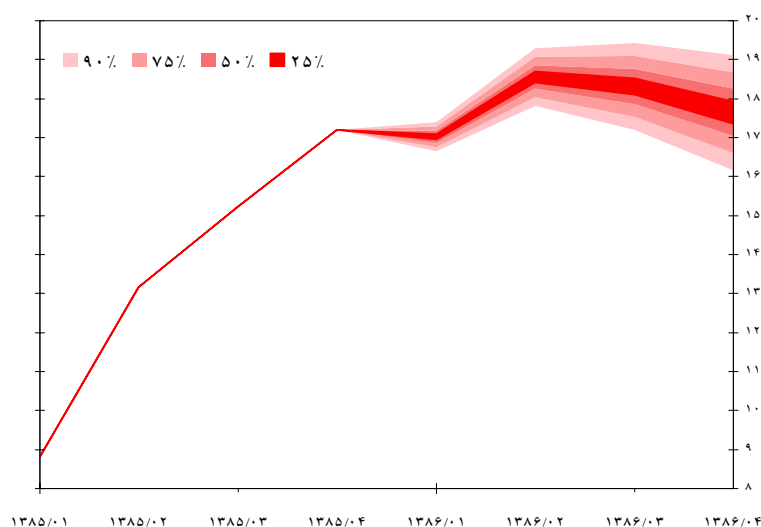
نمودار ۲- توزیع احتمال مقطعی تورم با فواصل اطمینان ۱۰ درصد



نمودار فوق به این صورت تفسیر می‌شود که غلظت رنگ منعکس‌کننده احتمال نسبی تورمی است که در یک پهنای ویژه قرار می‌گیرد. برای ترسیم پهنای، قاعده زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو نقطه با

چگالی احتمال یکسان نشان داده می‌شود، هر کدام در یک طرف مد. سپس دو نقطه فوق به طور همزمان از مرکز دور می‌شوند با حفظ یکسانی ارزش‌های چگالی احتمال، تا هنگامی که ۱۰ درصد توزیع در یک فاصله مرکزی واحد وجود داشته باشد، با این دو نقطه لبه‌های بیرونی مشخص می‌شوند. آن پهنا با غلیظ‌ترین رنگ مشخص می‌شود. دو نقطه فوق بار دیگر در هر دو طرف پهنای اولیه (هنوز با حفظ چگالی احتمال یکسان) تا زمانی که ۱۰ درصد دیگری از توزیع به توزیع اولیه افزوده شود از هم دور می‌شوند، در این هنگام یک جفت از پهناها در هر دو طرف مرکز مشخص می‌شوند. این دو پهنا با رنگ‌های یکسانی رنگ‌آمیزی می‌شوند، اما روشن‌تر از رنگ‌های اولیه. این کار تا زمانی که ۹۰ درصد توزیع پوشش داده شود ادامه می‌یابد.

نمودار ۳- تصویر تورم در سال ۱۳۸۶

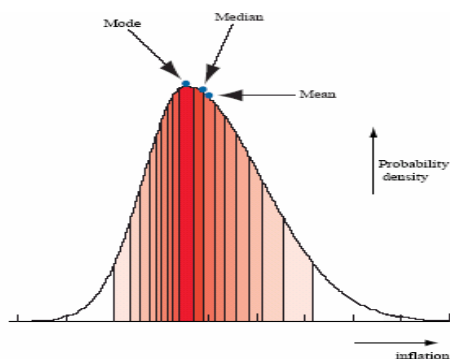


نمودار پنکه‌ای همواره دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:

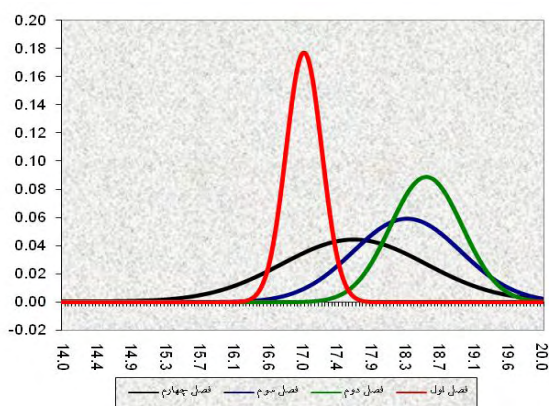
- ۱- تعداد برابری از پهناهای قرمز رنگ در هر طرف پهنای مرکزی (هشت) وجود دارد.
 - ۲- هر جفت از پهناها ۱۰ یا ۲۵ درصد از توزیع را پوشش می‌دهند، اما در صورتی که ریسک‌ها نامتوازن باشند، پهناهای هم رنگ دارای عرض یکسانی نمی‌باشند (که نشان‌دهنده فواصل احتمال نابرابر است).
 - ۳- تصویر مرکزی همواره در پهنای با غلیظ‌ترین رنگ قرار دارد چرا که آن با مد رابطه دارد.
 - ۴- برای ریسک‌هایی که به میزان زیادی نامتوازن هستند، میانه و میانگین ممکن است خارج از پهنای با رنگ غلیظ قرار داشته باشند، همان‌طور که در نمودار (۴) دیده می‌شود.
- در هر زمان خاص در دوره پیش‌بینی، سایه‌ها در صورتی که احتمال اینکه تورم در پهناهایی که از مرکز دورتر می‌باشند قرار گیرد کاهش یابد، روشن‌تر می‌شوند. اما در صورتی که عدم اطمینان با افق پیش‌بینی افزایش پیدا کند (توزیع‌های فصل اول تا چهارم را در نمودار (۵) مقایسه کنید)، همچنین می‌توانیم طی زمان سایه‌ها را تغییر دهیم. این کار به طور ضمنی در نمودار (۶ الف) با یک نمودار سه بعدی نشان داده شده است

که احتمال در بردار عمودی قرار دارد. رنگ آمیزی (سایه زنی) این نمودار تاکید می کند که اطمینان کمتری در خصوص فصل چهارم نسبت به یک فصل پیش رو وجود دارد. در نمودار دو بعدی، افزایش نااطمینانی با عریض تر شدن پهناها نشان داده شده اند.

نمودار ۴- گرایش مرکزی توزیع احتمال پیش بینی نمودار



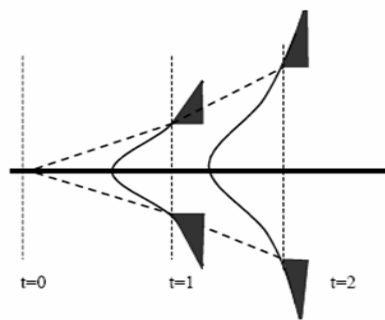
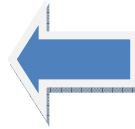
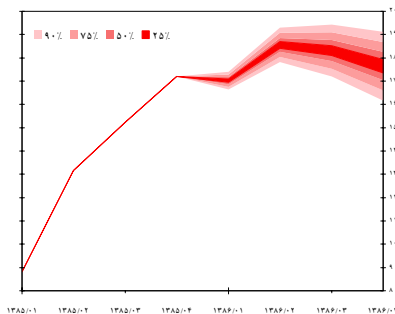
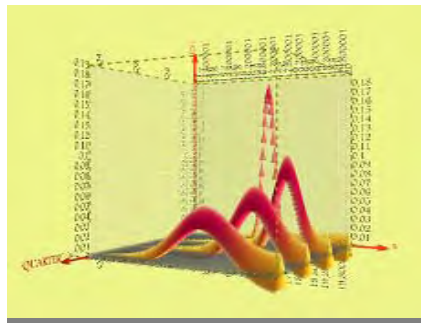
نمودار ۵- توابع چگالی احتمالی تورم ۱۳۸۶



تا حدودی تصویرهای مشترک اشتباهی در خصوص نمودار وجود دارد. اول اینکه همان طور که پیش از این توضیح داده شد، نمودار پنجه ای ۱۰۰ درصد احتمال را پوشش نمی دهد. دوم اینکه، تصویر مرکزی (مد) لزوماً مرکز پهنایی با غلیظ ترین رنگ نمی باشد (اگر چه آن همواره در داخل آن قرار دارد و معمولاً نزدیک به مرکز است). سوم، اگر چه نمودار پنجه ای می تواند برای بیان یک توزیع پیش بینی نشان داده شود که با روش های صرفاً آماری نظیر شبیه سازی تصادفی از یک مدل تولید شده اند، رویکرد حاضر بیان یک توزیع ذهنی (فردی) برای تصویر تورم مبتنی بر تحلیل های اقتصادی و قضاوت است.

با در نظر داشتن نااطمینانی ذاتی مدل و اطلاعات فوق، توابع چگالی احتمال پیش بینی تورم برای چهار فصل سال ۱۳۸۶ ترسیم شده است. همان طور که در شکل نشان داده شده است به منظور استخراج پهناهای نااطمینانی، این توابع ۹۰ درجه چرخش داده شده و به شکل ساده بیانگر نمودار پنجه ای است.

نمودار ۶- فرآیند ترسیم نمودار پنکه‌ای



خطوط نقطه‌چین: نمودار پنکه‌ای

خط منحنی: توزیع پیش‌بینی برای هر دوره

خط تیره: میانگین توزیع پیش‌بینی

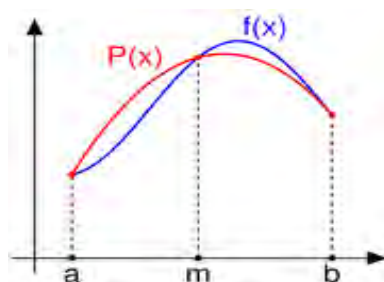
منطقه تیره رنگ: منطقه بحرانی

۴-۱- احتمال قرار گرفتن تورم در فواصل معین

با توجه به اینکه توزیع دو بخشی دارای پارامترهایی می‌باشد که متفاوت از توزیع نرمال می‌باشد، لذا به منظور محاسبه انتگرال یا به عبارتی احتمال قرار گرفتن تورم در فواصل معین از قاعده سیمپسون استفاده می‌شود. به عبارتی در صورتی که فاصله انتگرال $[a, b]$ کوچک باشد، قاعده سیمپسون تخمین مناسبی از سطح زیر تابع نمودار چگالی احتمال ارائه می‌دهد (نمودار ۷). به این صورت که فاصله $[a, b]$ به تعداد کوچکتری از فواصل تقسیم می‌شود. سپس قاعده سیمپسون برای هر یک از فواصل به کار برده می‌شود، با تجمیع نتایج تخمین از انتگرال برای کل فاصله به دست می‌آید. به این شیوه انتگرال‌گیری اصطلاحاً قاعده ترکیبی سیمپسون گفته می‌شود، که فرمول محاسباتی آن به شرح ذیل می‌باشد:

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{3} [f(x_0) + f(x_1) + 4f(x_2) + 2f(x_3) + \dots + 4f(x_{n-1}) + f(x_n)]. \quad (19)$$

نمودار ۷- تابع چگالی احتمال x



با استفاده از قاعده سیمپسون، احتمال قرار گرفتن تورم در بازه‌های مختلف در فصول مختلف سال ۱۳۸۶ محاسبه شده و در جدول آمده است.

جدول ۳- تورم شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی (درصد)

فصل اول	فصل دوم	فصل سوم	فصل چهارم	
۱۷/۰۲	۱۸/۵۵	۱۸/۳۱	۱۷/۶۵	مد
۱۷/۰۱	۱۸/۵۳	۱۸/۲۸	۱۷/۶۱	میانه
۱۷/۰۱	۱۸/۵۳	۱۸/۲۷	۱۷/۶۰	میانگین
۰/۲۲	۰/۴۴	۰/۶۶	۰/۸۸	واریانس
-۰/۰۱	-۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۰۵	چولگی

جدول ۴- احتمال واقع شدن پیش‌بینی تورم در کرانه‌های تعیین شده

۰/۰٪	۰/۰٪	۰/۰٪	۰/۰٪	Pr. {<۱۴٪}
۰/۲٪	۰/۰٪	۰/۰٪	۰/۰٪	Pr. {۱۴٪ - ۱۵٪}
۳/۵٪	۰/۰٪	۰/۰٪	۰/۰٪	Pr. {۱۵٪ - ۱۶٪}
۲۱/۱٪	۲/۸٪	۰/۰٪	۴۸/۲٪	Pr. {۱۶٪ - ۱۷٪}
۴۲/۵٪	۳۰/۸٪	۱۱/۸٪	۵۱/۸٪	Pr. {۱۷٪ - ۱۸٪}
۳۲/۶٪	۶۶/۳٪	۸۸/۲٪	۰/۰٪	Pr. {>۱۸٪}
۴۸/۲٪	۴۸/۲٪	۴۸/۲٪	۴۸/۲٪	Pr. {>Mode}
۶۷/۴٪	۳۳/۷٪	۱۱/۸٪	۱۰۰/۰٪	Pr. {<۱۸٪}

همان طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود توزیع تابع چگالی احتمال نامتقارن و چوله می‌باشد. این چولگی در فصل چهارم بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. همچنین واریانس پیش‌بینی تورم

نیز با افزوده شدن بر افق زمانی پیش‌بینی افزایش یافته است و به بیشترین مقدار خود یعنی ۰/۸۸ در فصل چهارم رسیده است. با توجه به محاسبات صورت گرفته همان طور که در جدول (۴) نشان داده شده است، بیشترین احتمال وقوع تورم به ترتیب در فصول اول، دوم، سوم و چهارم در بازه‌های ۱۷-۱۸ درصد، بیشتر از ۱۸ درصد، بیشتر از ۱۸ درصد و بین ۱۷-۱۸ درصد می‌باشند.

۵- نتیجه‌گیری

پیش‌بینی تورم همراه با ناطمینانی این پیش‌بینی‌ها هم‌اکنون در اکثر بانک‌های مرکزی که استراتژی هدف‌گذاری تورم را برگزیده‌اند و در تعقیب سیاست‌های پولی برای بازگرداندن تورم به مسیر هدف‌گذاری شده می‌باشند، منتشر می‌شود. در گزارش حاضر هدف عبارت بود از درون‌زا نمودن ارزیابی‌های قضاوتی متغیرهای کلانی که تورم را تحت تاثیر قرار می‌دهند. سپس با انجام این ارزیابی‌های تشخیصی تلاش شد تا توزیع احتمال مربوط به پیش‌بینی تورم استخراج گردد.

برای این منظور نشان داده شد که توازن ریسک‌های مربوط به متغیرهای کلان یعنی چولگی توزیع‌های مربوط به این متغیرها می‌تواند به توازن ریسک تورم ارتباط داده شود. ارزیابی ریسک مربوط به متغیرهای کلان عمدتاً مبتنی بر قضاوت و نیز داده‌های تاریخی این متغیرها می‌باشد.

- 1- Blix, M. and Sellin, P. (1998), "Uncertainty Bands for Inflation Forecasts", Mimeo, Sveriges Riksbank.
- 2- Blix, M. (1998), "Forecasting Swedish Inflation with a Markov Switching VAR", Working Paper No. 65, Sveriges Riksbank.
- 3- Britton, Erick, Paul Ficher Och John Whitley (1998), "The Inflation Report Projections: Understanding the Fan Chart", Bank of England Quarterly Bulletin.
- 4- Britton, Erick, Alastair Gunningham Och John Whitley (1997), "Asymmetry, Risks and a Probability Distribution of Inflation", Mimeo, Bank of England.
- 5- Clemen, R. T. and Winkler, R. L. (1999), "Combining Probability Distributions from Experts in Risk Analysis", *Risk Analysis* 19, 187-203.
- 6- Cogley, T., Morozov, S. and Sargent, T. J. (2005), "Bayesian Fan Charts for U.K. Inflation: Forecasting and Sources of Uncertainty in an Evolving Monetary System", *Journal of Economic Dynamics and Control* 29, 1893-1925.
- 7- Diacogiannis, G.P. (1994), "Three-parameter Asset Pricing", *Managerial and Decision Economics* 15, 149-158.
- 8- John, S. (1982), "The Three-parameter Two-piece Normal Family of Distributions and its Fitting", *Communications in Statistical Theory and Methods*, 11(8), 879-885.
- 9- Johnson, Katz, and Balakrishnan (1994), *Continues Univariate Distributions*, Vol. 1, P. 173.
- 10- Lawrence, M. J., Edmundson, R. H. and O'Connor, M. J. (1985), "An Examination of the Accuracy of Judgemental Extrapolation of Time Series", *International Journal of Forecasting* 1, 14-25.
- 11- McNees, S. K. (1990), "The Role of Judgement in Macroeconomic Forecasting Accuracy", *International Journal of Forecasting* 6, 287-299.
- 12- Reifschneider, D. L., Stockton, D. J. and Wilcox, D. W. (1997), "Econometric Models and the Monetary Policy Process", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 47, 1-37,
- 13- Sanders, N. R. and Ritzman, L. P. (1999), "Judgemental Adjustments of Statistical Forecasts". In: Armstrong, J. S. (ed), *Principles of Forecasting*. Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- 14- Svensson, L. E. O. (2005), "Monetary Policy with Judgement: Forecast Targeting", *International Journal of Central Banking* 1, 1-54.
- 15- Svensson, L. E. O. and Tetlow, R. J. (2005), "Optimal Policy Projections", *International Journal of Central Banking* 1, 177-20

نمودار پنکه‌ای‌های تورم مبتنی بر این فرض می‌باشند که تابع چگالی احتمال نرخ تورم (RPIX) از یک ۲PN تبعیت می‌کند، که می‌توانیم آن را به صورت یک تابع چگالی نرمالی تصور کنیم که برای چولگی به طور خاصی تعدیل شده است. تابع چگالی احتمال ۲PN را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$f(x) = \begin{cases} A \exp\left\{\frac{-(x-\mu)^2(1+\gamma)}{2\sigma^2}\right\}, & x \leq \mu \\ A \exp\left\{\frac{-(x-\mu)^2(1-\gamma)}{2\sigma^2}\right\}, & x > \mu \end{cases} \quad 20$$

به طوری که :

$$A = \frac{2}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1 + \sigma_2)}, \quad \sigma_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{1+\gamma}}, \quad \sigma_2 = \frac{\sigma}{\sqrt{1-\gamma}}$$

این تابع چگالی دارای سه پارامتر می‌باشد. اولی محتمل‌ترین ارزش یعنی مد می‌باشد که با μ نشان داده شده است. پارامتر دوم، γ می‌باشد که بیانگر شاخصی از چولگی یا عدم تقارن است. پارامتر سوم، σ است که عدم اطمینان یا پراکندگی متغیر تصادفی را تشریح می‌کند. این پارامتر به میزان زیادی به انحراف معیار ارتباط می‌یابد اما همان انحراف معیار نمی‌باشد، به استثنای مورد خاصی که چولگی صفر است. از این‌رو، در صورتی که $\gamma = 0$ باشد، چگالی ۲PN متقارن بودن و معادل با یک نرمال میانه و مد μ و انحراف معیار σ است. اما اگر $\gamma < 0$ ، pdf به سوی ارزش‌های بالاتر تورم، چولگی دارد به طوری که در نمودار پنکه‌ای نمودار ۵ نشان داده شده است و اگر $\gamma > 0$ ، pdf به سوی ارزش‌های پایین‌تر تورم، چولگی دارد.

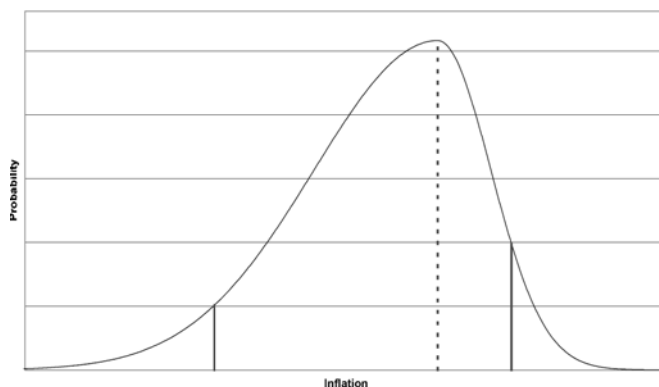
همان‌طور که گفته شد هنگامی که نمودار پنکه‌ای منتشر می‌شود، بانک همچنین بر روی سایت خود ارزش پارامترهایی را که نمودار پنکه‌ای مبتنی بر آنها است گزارش می‌کند. بانک ارزش مربوط به هر سه پارامتر پیش‌گفته شده (چولگی برابر با اختلاف بین میانه و مد می‌باشد) را برای هر کدام از ۹ افق زمانی پیش‌بینی که از فصل جاری تا هشت فصل آینده می‌شوند منتشر می‌کند. پس از اینکه MPC ارزش پارامترهای مربوط به هر کدام از دوره‌های زمانی را مشخص کرد، سپس مدل پیش‌بینی کامل شده و اطلاعات مورد نیاز از آن معین می‌شوند.

پیوست ۲

برای تشریح ویژگی‌های نرمال دو بخشی ساده‌تر است تا یک مثال فرضی را در نظر بگیرید به طوری که ریسک رو به پایین قدرتمندی حول پیش‌بینی تورم وجود داشته باشد.

فرض کنید تجمیع ریسک پارامترهای توزیع پیش‌بینی تورم عبارت باشد از $pr[\pi \leq \mu_\pi] = 0.7$. توزیع نتیجه شده در شکل زیر نشان داده شده است:

توزیع چوله



خط نقطه‌چین، مد را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود در سمت چپ مد در حدود ۷۰ درصد احتمال وجود دارد. خطوط ممتد در سمت چپ و راست مد حاکی از ۵ درصد احتمال می‌باشند. از این‌رو در بین این دو خط ممتد فاصله اطمینان ۹۰ درصد می‌باشد.

شکل فوق به منظور نشان دادن اینکه چگونه نرمال دو بخشی تحت تاثیر چولگی قرار می‌گیرد ترسیم شده است. دو نکته در اینجا قابل بیان است؛ اول اینکه دو منطقه بیرونی سطح اطمینان دارای اشکال متفاوتی هستند و دوم، بیشتر فاصله اطمینان در سمت چپ مد قرار دارد.

شیوه دیگر برای تشریح ویژگی‌های توزیع آن است که احتمال اینکه نتایج در فاصله اطمینان مشخصی قرار گیرند در نظر گرفته شوند. برای مثال می‌توان احتمال اینکه تورم کمتر از ۱ درصد، بین ۱ و ۲ درصد و نظایر آنها باشد را محاسبه نمود. نوسان فاصله‌ای برای تورم که بانک مرکزی سوئد در نظر می‌گیرد

بین یک تا سه درصد است که احتمال آن به صورت $\int_1^3 f(\pi) d\pi$ محاسبه می‌شود.

In the Name of God

**Extracting Uncertainty Bands (Fan Charts)
of Inflation Forecasts in 1386**

By:

Mohammad Akhbari

**Economic Research and Policy Department
Central Bank of the Islamic Republic of Iran
April 2009**

Abstract

The paper tries to show how the balance of risk for various macro variables could be linked to inflation uncertainty. In other words, we will show how inflation uncertainty is implied by uncertainties in macroeconomic variables and this function is important in the evaluation of inflation expectation formation, as inflation expectation has a high elasticity with respect to changes in the other macroeconomic variables which could lead to derivation of fan charts for inflation forecast. The standard deviation and the skewness of distribution functions of macroeconomic variables can normally be derived from historical observations of these variables. However, this study concentrates on judgmental uncertainties irrelevant to past historical performance of macroeconomic variables which may lead to lower or higher uncertainties in the variables. Moreover, the judgmental evaluation of risk balances (symmetry/asymmetry of risks) in terms of macroeconomic distribution function skewness could be evaluated. In conclusion, the fan chart of inflation forecast on quarterly basis is provided.

Keywords: Inflation Forecast, Fan Chart, Inflation Uncertainty, Two-piece Normal Distribution, Skewness

پژوهشهایی که تاکنون انتشار یافته است

- شماره ۱- پیش‌بینی حجم نقدینگی و شاخص قیمت‌ها با روش باکس و جنکینز
- شماره ۲- بهای انرژی در ایران و جهان
- شماره ۳- بررسی پس‌انداز ملی در ایران طی دوره ۷۴-۱۳۵۳
- شماره ۴- واگذاری سهام شرکتهای دولتی
- شماره ۵- پیش‌بینی درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت خام طی دوره ۹۹-۱۳۷۵
- شماره ۶- تحولات اخیر در بازار نفت و اثرات آن بر اقتصاد ایران
- شماره ۷- مالیات بر ارزش افزوده
- شماره ۸- شکاف تولید و متغیرهای موثر بر آن در اقتصاد ایران
- شماره ۹- محاسبه نسبت کفایت سرمایه بانکهای تجاری و تخصصی در نظام بانکی ایران
- شماره ۱۰- نکاتی در مورد حساب ذخیره تعهدات ارزی
- شماره ۱۱- آزادسازی تجارت خارجی در کشورهای در حال توسعه و تجربه ایران
- شماره ۱۲- سازوکار عرضه پول در اقتصاد ایران
- شماره ۱۳- سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
- شماره ۱۴- بررسی تاثیر اعتبارات بانکی بر سرمایه‌گذاری و تولید در اقتصاد ایران با تاکید بر بخشهای صنعت و معدن و کشاورزی
- شماره ۱۵- بررسی وضعیت معافیتهای مالیاتی در ایران
- شماره ۱۶- خصوصی‌سازی
- شماره ۱۷- تسهیلات تکلیفی و اثرات آن بر سیستم بانکی کشور
- شماره ۱۸- بررسی تاثیر حذف یارانه برخی کالاهای اساسی بر دهکهای درآمدی به تفکیک خانوارهای شهری و روستایی
- شماره ۱۹- بررسی وضعیت چکهای بانکی در شبکه بانکی کشور
- شماره ۲۰- بررسی وجود حباب قیمتی در بورس اوراق بهادار تهران طی سالهای اخیر
- شماره ۲۱- بررسی رابطه تورم و پول در اقتصاد ایران بر اساس مدل پیش‌بینی تورم P^*
- شماره ۲۲- تجاری کردن کشاورزی در ایران
- شماره ۲۳- مکانیسم وصول درآمد حاصل از صادرات نفت، فرآورده‌های نفتی و گاز در ایران
- شماره ۲۴- بررسی بهره‌وری در اقتصاد ایران
- شماره ۲۵- تغییر در ارزش داراییهای خارجی بانک مرکزی رویه‌های حسابداری و ملاحظات سیاستی
- شماره ۲۶- نقش بانک مسکن در تامین مالی مسکن
- شماره ۲۷- ابعاد گوناگون فقر در ایران
- شماره ۲۸- بازار رهن و نارسایی تامین مالی مسکن در ایران
- شماره ۲۹- اندازه دولت در اقتصاد ایران
- شماره ۳۰- بررسی مقایسه‌ای شاخص‌های فضای کسب و کار در ایران و جهان
- شماره ۳۱- تورم، نااطمینانی تورم و پراکندگی قیمت‌های نسبی در ایران
- شماره ۳۲- کاربرد الگوریتم ژنتیک در ترکیب پیش‌بینی‌های تورم
- شماره ۳۳- شاخص‌های کمی نمودن فن‌آوری و جایگاه ایران در مقایسه‌های بین‌المللی
- شماره ۳۴- استخراج پهنای نااطمینانی پیش‌بینی تورم