

## تحلیل خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی دولت در اقتصاد ایران

عزت ا... عباسیان<sup>۱</sup>، وحید محمودی<sup>۲</sup>، ایمان شاکر<sup>۳</sup>

**چکیده:** این مقاله خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی دولت را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. برای این منظور، با استفاده از معادله‌ی رگرسیون و شاخص‌های آماری میانگین درصد خطا، جذر میانگین مجذور خطا، میانگین قدرمطلق درصد خطا و ضرایب نابرابری تایل خطای پیش‌بینی درآمد ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۵ تحلیل می‌شود. از معادله‌ی تفکیک اجزاء خطا به‌منظور تحلیل منشأ خطای پیش‌بینی این درآمدهای مالیاتی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد، به‌طور متوسط در طول دوره‌ی مورد بررسی برآورد مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش بالاتر از حد واقعی (خوش‌بینانه) و برآورد مالیات بر اشخاص حقوقی پایین‌تر از حد واقعی (محافظه‌کارانه) بوده است. همچنین خطای پیش‌بینی مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش به‌طور عمده از نوع غیرسیستماتیک و خطای پیش‌بینی مالیات بر ثروت بیشتر از نوع سیستماتیک بوده است. تحلیل مربوط به کارایی پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد، خطای پیش‌بینی هیچ‌یک از درآمدهای مالیاتی الگو و روند معناداری در طول زمان ندارد.

**واژه‌های کلیدی:** خطای پیش‌بینی، درآمدهای مالیاتی، ضرایب نابرابری تایل، تفکیک اجزاء خطا، کارایی پیش‌بینی.

طبقه‌بندی JEL: H27

۱. دانشیار، دانشکده اقتصاد بوعلی سینا همدان، ایران

۲. دانشیار، دانشکده مدیریت مالی دانشگاه تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۰۶/۱۴

نویسنده مسئول مقاله: عزت ا... عباسیان

E-mail: e.abbasian@gmail.com

**مقدمه**

بودجه شاهرگ حیاتی دولت است و در واقع یک آیین‌هی تمام‌نما از همه‌ی برنامه‌ها و فعالیت‌های دولت بوده و نقش بسیار مهم و حیاتی در توسعه‌ی اقتصاد ملی ایفا می‌نماید. با توجه به اینکه دولت ایران سهم بالابیرا در اقتصاد به خود اختصاص داده است، اهمیت و نقش بودجه در هدایت و جهت‌دهی به بخش‌های مختلف اقتصاد آشکار می‌شود؛ به‌طوری که با جرأت می‌توان گفت هر نوع پیشرفت و توسعه در بخش‌های گوناگون اقتصاد جامعه، مدیون برنامه‌ریزی عملیاتی دولت در قالب بودجه بوده و برعکس، هر نوع عقب‌ماندگی و عدم توسعه در بخش‌های مختلف اقتصادی را می‌توان به نواقص و کمبودهای نظام بودجه‌بندی نسبت داد. بنابراین بودجه‌ی دولت نقش مهمی را در مدیریت و اداره بخش عمومی ایفا می‌کند و یکی از مهم‌ترین اجزا این فرآیند، پیش‌بینی درآمد است. پیش‌بینی درآمد در فضایی سرشار از نااطمینانی که ناشی از اثرات سیاسی، اقتصادی و نهادی است، صورت می‌پذیرد.

یکی از اهداف اقتصادی برنامه‌های توسعه اقتصادی - اجتماعی و سند چشم‌انداز کاهش اتکا به ذخایر نفتی و درآمدهای حاصل از آن است؛ بنابراین افزایش سهم درآمدهای مالیاتی در بودجه دولت بهترین شیوه برای کاهش اتکای کشور به درآمدهای نفتی است. از آنجاکه قیمت نفت تحت تأثیر بازار جهانی است، به‌هنگام وقوع یک بحران در جهان، قیمت و به‌دنبال آن درآمد حاصل از فروش نفت به شدت کاهش می‌یابد و اقتصاد کشور را با مشکلی جدی روبه‌رو خواهد کرد، ولی در مقابل اتکا به درآمدهای مالیاتی، یک منبع درآمدی پایدار و درون‌زای ملی را فراروی دولت قرار خواهد داد.

زمانی که سطح درآمد واقعی دولت‌ها پایین‌تر از سطحی باشد که در بودجه‌هایشان پیش‌بینی کرده‌اند، متحمل فشارهای سیاسی، اجتماعی گسترده‌ای خواهند شد. نتایج ناشی از یک پیش‌بینی غلط (غیردقیق) در یک کسری بودجه یا اتلاف فرصت به‌منظور تأمین اعتبارات عمرانی و اجرایی تجلی می‌یابد. چنانچه نقش کسری بودجه را به‌عنوان ابزار سیاست مالی انبساطی که دولت به منظور رهایی از رکود به‌کار می‌گیرد نادیده بگیریم، کسری بودجه‌ی دولت اثرات نامطلوبی بر اقتصاد دارد. برای مثال چنانچه کسری بودجه‌ی دولت به‌علت افزایش مخارج جاری (مصرفی) باشد، با توجه به اینکه این نوع مخارج فقط باعث افزایش تقاضای کل می‌شود، ممکن است باعث ایجاد تورم شود. از طرف دیگر اگر مخارج جاری دولت، مخارج مولد درآمد نباشد و دولت را مجبور به استقراض کند، بهره و کارمزد پرداختی تأمین مالی این مخارج، باعث فشار اضافی بر جامعه خواهد شد.

اگر کسری بودجه دولت از طریق استقراض از بانک مرکزی، به صورت انتشار پول صورت گیرد، در نتیجه افزایش بدهی ملی، افزایش تقاضای کل بسیار شدید می‌شود و به علت افزایش نقدینگی، آثار نامساعد اقتصادی از قبیل تورم به همراه خواهد داشت [۳].

بنابراین به منظور اجتناب از آثار منفی روبه‌رو شدن با کسر بودجه‌های پیش‌بینی شده و پیش‌بینی نشده دولت در اقتصاد، اتکا به درآمدهای مالیاتی پایدار راه حل منطقی و عقلایی در برخورد با این مسئله است. از طریق پیش‌بینی درست و عقلایی درآمدهای مالیاتی دولت که امکان اجتناب از کسر بودجه‌های پیش‌بینی نشده را فراهم می‌سازد، این امر ممکن می‌شود.

### مبانی نظری

در طول دو دهه‌ی گذشته نحوه شکل‌گیری انتظارات نقش پر اهمیتی در اقتصاد کلان نظری و کاربردی داشته است. اقتصاددانان کلاسیک جدید، مدل‌های خود را مبتنی بر فرض انتظارات عقلایی و تعادل بازارها پایه‌گذاری کرده و با توجه به آن، کارایی سیاست‌های اقتصادی را در بسیاری از زمینه‌ها زیر سؤال برده‌اند. کینزین‌های جدید نیز با فرض شکل‌گیری انتظارات به شیوه‌ای عقلایی را پذیرفته‌اند. اما آن‌ها فرض تعادل در بازارها را رد کرده و با مطرح کردن چسبندگی قیمت‌ها و دستمزدها، همچنان کارایی سیاست‌های اقتصادی دولت برای نیل به اهداف کلان حمایت می‌کنند. پس به جرأت می‌توان گفت، در حال حاضر تقریباً تمامی مکاتب اقتصادی فرض انتظارات عقلایی را به رسمیت شناخته‌اند.

انتظارات عقلایی اولین بار توسط موت (۱۹۶۱) مطرح شده است. وی توجه کرد که الگوسازی انتظارات که در تجزیه تحلیل مدل‌های پویای اقتصادی استفاده می‌شود، شباهت کمی با واقعیات اقتصادی دارد. اگر سیستم اقتصادی تغییر کند، شیوه‌ی شکل‌گیری انتظارات باید تغییر کند. در مدل‌های سنتی که انتظارات به‌طور برون‌زا شکل می‌گیرد، اما در مدل‌های سنتی که انتظارات به‌طور برون‌زا شکل می‌گیرد، امکان چنین تغییری ملحوظ نمی‌شود. علاوه بر این، شکل قوی و کامل انتظارات عقلایی مستلزم این است که شما در انجام پیش‌بینی از نهایت توان خود استفاده نموده و در واقع بهترین پیش‌بینی ممکن را که از طریق واریانس جملات خطا اندازه‌گیری می‌شود، ارایه می‌کند. ایجاد بهترین پیش‌بینی کننده و تخمین در گرو ترکیب و پردازش همه اطلاعات موجود جاری است. شکل ضعیف انتظارات عقلایی صرفاً مستلزم بدون تورش بودن است و کاری به واریانس جمله خطا ندارد. هر چه قدر از شکل‌های قوی انتظارات عقلایی به سمت شکل‌های ضعیف آن حرکت کنیم واریانس جمله خطا بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و

افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر تحقق انتظارات کامل و قوی عقلایی مستلزم دو چیز است: یکی صفر بودن ارزش انتظاری خطاها و دیگری حداقل بودن (یا صفر بودن) واریانس جمله خطا. یکی از دلالت‌های بدون تورش بودن انتظارات عقلایی این است که ارزش انتظاری همه‌ی خطاهایی پیش‌بینی برابر صفر است. اختلاف بین واقعیت و تحقق یک متغیر با مقدار پیش‌بینی شده‌ی آن معادل یک جمله خطای تصادفی با میانگین صفر و واریانس معین است. اگرچه وجود مقداری خطا اجتناب‌ناپذیر و مسلم است، ولی این خطا از جهت کیفیت وقوع همان اندازه شانس مثبت بودن دارد که شانس منفی بودن؛ بنابراین، هیچ‌کس نمی‌تواند از قبل بگوید که خطا مثبت خواهد بود یا منفی. البته به نوعی هرچه افق پیش‌بینی طولانی‌تر می‌شود، واریانس خطاها افزایش می‌یابد.

اگر پیش‌بینی‌ها کاملاً عقلایی باشند در این صورت خطای پیش‌بینی یک دوره، به‌طور کامل در شکل دادن پیش‌بینی دوره‌ی بعد به حساب آورده می‌شود و بنابراین، هیچ‌کس نمی‌تواند با ملاحظه خطاهای پیش‌بینی، حتی یک مورد خطا پیدا کند که او را در پیش‌بینی خطای دوره بعد کمک کند. به اصطلاح متخصصان خطاها به‌طور سری زمانی نسبت به هم همبستگی ندارند یا به عبارت دیگر ارزش انتظاری حاصلضرب دو خطا، برابر صفر است (کوواریانس آن‌ها برابر صفر است). چون در مکانیسم انتظارات عقلایی به محض اینکه خطای پیش‌بینی مشاهده شود آن را در پیش‌بینی بعدی منظور کرده و به‌عنوان یک اطلاعات مفید به‌طور کامل به کار می‌گیرند. ولی در مکانیسم انتظارات تطبیقی آن را به‌طور جزئی تعدیل می‌کنند و فرآیند اصلاح تا چند دوره طول می‌کشد و اثر آن در شکل‌دهی انتظارات جاری، تدریجی و جزئی است.

انتظارات عقلایی در میان اقتصاددانان از جذابیت فراوانی برخوردار است، چون مکانیسم این فرضیه به دیدگاه ما نسبت به انسان اقتصادی به‌عنوان فردی که به‌طور کاملاً عقلایی حداکثر نمودن مطلوبیت انتظاری خود را تعقیب می‌کند، خیلی نزدیک است. به نفع هر فرد است که مقداری از فرصت و تلاش خود را وقف انجام پیش‌بینی‌های خوب و صحیح بنماید چون چون داشتن آگاهی بیشتر از قبل حداقل وضع انسان را بدتر نمی‌کند. بلکه اغلب به وی امکان می‌دهد، تصمیمات بهتری بگیرد.

به‌نظر می‌رسد، انتظارات عقلایی مردم را در واکنش نسبت به ضربه‌ها و شوک‌ها و رویدادهایی که مدام در انتظار آن‌هاست منعطف‌تر و آماده‌تر می‌سازد.

مشکل اصلی مربوط به انتظارات عقلایی این است که در یک مدلی با اندک پیچیدگی، لازم است که برای انجام پیش‌بینی‌ها توسط مردم و بنگاه‌ها وقت خیلی زیادی صرف شود، به‌ویژه اگر الزام داشته باشیم که مردم بهترین پیش‌بینی ممکن را انجام دهند. البته این امکان وجود دارد که

یک بنگاه بزرگ و یا یک عامل اقتصادی در بازارهای مالی انگیزه کافی برای انجام این مهم داشته باشند، ولی کارگران معمولی یا بنگاه‌های کوچک چنین انگیزه و مجالی را نخواهند داشت. مقدار منابعی که شما مجبورید برای انجام پیش‌بینی‌ها اختصاص دهید، از موضوع‌های تصمیم‌گیری اقتصادی است؛ زیرا برای انجام پیش‌بینی که خود در گرو جمع‌آوری، طبقه‌بندی و خلاصه کردن داده‌ها و انتشار اطلاعات است به منابع حقیقی نیاز دارید و چه‌بسا یکی از دلایل عدم کارایی و کامل نبودن بازار اطلاعات همین باشد.

در این مطالعه منظور از پیش‌بینی درآمد، پیش‌بینی میزان مالیات وصول شده و مقدار وجوه یک دولت است که در یک دوره زمانی مشخص دریافت می‌شود. یکی از اصول ۱۰ گانه بودجه که نخستین بار توسط «لئونسه» در سال ۱۸۸۵ مطرح شد، اصل تقدم در آمد بر مخارج است. منظور از این اصل آن است که دولت برخلاف بخش خصوصی، قبل از هر گونه اقدامی در امر بودجه‌ریزی، ابتدا باید منابع درآمدی و سقف هریک از آنها به‌طور دقیق پیش‌بینی شود و اثرات آنها بر شاخص‌های کلان اقتصاد مورد بررسی قرار گیرد. مفهوم پیش‌بینی درآمد ۴ بخش مختلف دارد:

- ۱- فرآیند پیش‌بینی درآمد: راجع به شیوه‌های انجام پیش‌بینی، تجدید نظر و به‌روز رسانی پیش‌بینی‌ها است.
- ۲- روش‌های مورد استفاده برای پیش‌بینی درآمد: مانند روند سال قبل، نظرات کارشناسی، مدل‌های اقتصادسنجی
- ۳- متغیرهای اصلی به کار گرفته شده شامل: الف) متغیرهای اقتصادی (تولید ناخالص داخلی، نرخ اشتغال، شاخص قیمت مصرف کننده و...)

- ب) سیاسی (مربوط به ایدئولوژی و رقابت سیاسی بین احزاب)
- ج) سازمانی (وابسته به ساختار و نوع سازمان‌دهی دولت برای پیش‌بینی درآمد است)
- د) قانونی (شامل الزامات قانونی جدید یا تغییر در قانون مالیات‌ها)
- ۴- دقت در پیش‌بینی درآمدها: که به منشأ خطاها وابسته است. منشأ خطا در پیش‌بینی درآمد مربوط به متغیرها و روش‌های به کار گرفته شده است. برای پیش‌بینی و برآورد درآمدهای بودجه نیز روش‌های مختلفی وجود دارد که هر کدام در جایگاه خود کاربرد دارند:

- ۱- روند سال قبل: این روش یکی از متداول‌ترین روش در پیش‌بینی درآمدهاست و زمانی مؤثر است که اقتصاد کشور از روند ثابتی برخوردار باشد.

- ۲- نمونه‌گیری: در این روش درآمد نمونه‌های انتخابی از یک بخش محاسبه و نتایج حاصل به سایر موارد مشابه تعمیم داده می‌شود.
- ۳- تخمین کارشناسی: در این روش کارشناسان با بررسی عوامل داخلی و خارجی و اوضاع و احوال اقتصادی، با تجربه کاری که دارند نسبت به پیش‌بینی درآمدها اقدام می‌نمایند.
- ۴- نتایج تجربی از مطالعات تطبیقی: در این روش با مطالعه وضع عمومی اقتصاد کشور، بررسی وضع بازار، شناخت عوامل ایجاد درآمد و غیره، درآمدهای آتی پیش‌بینی می‌گردد.
- ۵- برآورد بر اساس مدل‌های اقتصادسنجی: در این روش برای هر یک از بخش‌های درآمدی، مدلی طراحی می‌شود که براساس آن درآمدهای بخش مربوط قابل برآورد است. هرچه مدل‌های اقتصادی دقیق‌تر طراحی شوند، نتایج آن به واقعیت نزدیک‌تر می‌شوند.
- برای بررسی خطای پیش‌بینی روش‌های مختلفی وجود دارد که استفاده از شاخص‌های آماری و معادلات رگرسیونی بیش از همه متداول هستند. شاخص‌های آماری مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از: میانگین درصد خطا (MPE)<sup>۱</sup>، جذر میانگین مجذور خطا (RMSE)<sup>۲</sup>، میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE)<sup>۳</sup> و ضرایب نابرابری تایلر<sup>۴</sup>. در این مقاله ما از این شاخص‌ها به منظور تحلیل خطای پیش‌بینی درآمد ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش و کل درآمدهای مالیاتی استفاده می‌کنیم. همچنین پس از معرفی این شاخص‌ها به تفکیک اجزا خطای پیش‌بینی و در نهایت به تحلیل کارایی و روند خطای پیش‌بینی توسط معادله‌ی رگرسیونی می‌پردازیم.

### پیشینه‌ی پژوهش و مطالعات تجربی

تحلیل خطای پیش‌بینی و بررسی دقت پیش‌بینی یکی از ابزارهای مهم و کلیدی در تصمیم‌گیری و اجرای سیاست‌هاست که توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. در ادامه برخی از این پژوهش‌ها که به‌طور عمده در زمینه‌ی تحلیل خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی و غیرمالیاتی و پیش‌بینی قیمت سهام انجام شده‌اند، اجمالی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

---

1. Mean percentage error  
 2. Root mean square error  
 3. Mean absolute percentage error  
 4. Thiel inequality coefficient

### مطالعات داخلی

آذر و رجب زاده در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی ترکیبی روش‌های پیش‌بینی در بورس اوراق بهادار تهران به‌منظور پیش‌بینی قیمت سهام" با استفاده از داده‌های مربوط به قیمت هفتگی سهام شرکت پارس الکترونیک برای یک دوره‌ی سه ساله به مقایسه‌ی دقت پیش‌بینی روش‌های سری زمانی (فردی) با روش‌های ترکیبی می‌پردازند. به‌منظور این مقایسه از سه شاخص MAD<sup>۱</sup>، MAPE و MSE استفاده می‌شود. در این پژوهش پیش‌بینی قیمت سهام برای ۱۴ دوره با استفاده از روش‌های مختلف انجام گرفته و در پایان ۵ روش هموارسازی نمایی خطی، هولت، باکس، جنگینز، روند قدرت و روند درجه دوم که با داده‌ها، بیشتر سازگار بوده و خطای کمتری داشته‌اند وارد ترکیب می‌شوند. آن‌ها نتیجه می‌گیرند که کاهش خطاهای پیش‌بینی با استفاده از این مدل نهایی (ترکیبی) نسبت به بهترین روش پیش‌بینی سری زمانی با توجه به شاخص MSE برابر ۰/۰۶۴، بر اساس شاخص MAD، ۰/۲۶ و با توجه به شاخص MAPE برابر ۰/۲۴ است که کاهش چشمگیر خطای مدل ترکیبی را نسبت به سایر روش‌ها نشان می‌دهد [۱].

حمیدی علمداری و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان "الگوسازی غیرخطی و پیش‌بینی درآمدهای مالیات بر مشاغل در اقتصاد ایران (کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه آن با الگوهای رگرسیون خطی و سری زمانی)" الگوی سری زمانی و رگرسیون خطی و الگوی شبکه عصبی را بر اساس داده‌های موجود در دوره ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۸ بررسی نموده و آن را برای پیش‌بینی درآمد ناشی از مالیات بر مشاغل در ایران طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ به کار می‌گیرند. همچنین در این مقاله جهت بررسی عملکرد این سه الگو، از معیارهای میانگین قدرمطلق انحراف و مجذور میانگین مربعات خطا به‌منظور تحلیل خطای پیش‌بینی این سه روش استفاده می‌شود و با مقایسه نتایج این دو معیار، الگوی شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی درآمدهای مالیات بر مشاغل نسبت به الگوی رگرسیون خطی و الگوی سری زمانی عملکرد بهتری را نشان می‌دهد [۴].

### مطالعات خارجی

هی لی در مقاله‌ای تحت عنوان "تورش در پیش‌بینی درآمد" با مقایسه مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده‌ی درآمدهای ناشی از مالیات بر ثروت، مالیات بر درآمد و مالیات محلی و سایر اقلام مالیاتی در بودجه‌ی دولت‌های محلی آمریکا طی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۶ به بررسی تورش و عقلانیت در

1. Mean absolute deviation

پیش‌بینی‌ها با استفاده از تحلیل‌های آماری و مدل‌های اقتصادسنجی می‌پردازد. بر اساس یافته‌های او یک تورش سیستماتیک در پیش‌بینی همه منابع درآمدی وجود دارد. مالیات بر درآمد و مالیات بر ثروت دارای تورش خوش‌بینانه<sup>۱</sup>، سایر اقلام مالیاتی و مالیات محلی دارای تورش محافظه‌کارانه<sup>۲</sup> هستند [۱۴].

محمد شریفال در پایان‌نامه خود تحت عنوان "بررسی عملکرد پیش‌بینی درآمد دولت‌های محلی در کانادا" به بررسی خطای پیش‌بینی درآمدهای ناشی از مالیات بر درآمد، مالیات بر شرکت‌ها، مالیات بر فروش و سوخت، درآمد از منابع طبیعی و نقل و انتقالات برای ۶ ایالت کانادا شامل: بریتیش کلمبیا، مانیتوبا، اونتاریو، ساسکاچوان، کبک، آلبرتا طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۶ می‌پردازد. او به‌منظور انجام این تحلیل از برخی شاخص‌های آماری همچون میانگین خطا، قدر مطلق میانگین خطا، جذر میانگین مجذور خطا و مدل‌های رگرسیونی استفاده می‌نماید. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، به‌طور متوسط در طول دوره‌ی مورد بررسی، مالیات بر درآمد در همه ایالات به جزء ساسکاچوان دارای تورش محافظه‌کارانه و مالیات بر شرکت‌ها در تمامی ایالت‌ها دارای برآورد بالاتر از حد واقعی (خوش‌بینانه) بوده است. مالیات بر فروش و سوخت به جزء ایالت مانیتوبا در مابقی ایالات دارای برآورد بالاتر از حد و برآورد درآمد ناشی از نقل و انتقالات نیز در همه‌ی ایالات پایین‌تر از حد (محافظه‌کارانه) بوده‌اند. پیش‌بینی درآمد ناشی از منابع طبیعی در ایالت‌های آلبرتا و ساسکاچوان محافظه‌کارانه و در بریتیش کلمبیا خوش‌بینانه است [۱۵].

دشامپس (۲۰۰۴)، در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی تأثیر عوامل نهادی بر دقت پیش‌بینی: مطالعه موردی پیش‌بینی بودجه در ایالت واشنگتن" به بررسی ارتباط بین تغییرات نهادی و دقت در پیش‌بینی پرداخته و بیان می‌دارد که با ایجاد یک نهاد مستقل و کارگروه فنی غیرسیاسی در فرآیند پیش‌بینی و بهبود ارتباط بین کارشناسان و پیش‌بینی‌کنندگان، دقت در پیش‌بینی افزایش خواهد یافت. این مطالعه با استفاده از شاخص MAPE به تحلیل داده‌های ماهانه‌ی مربوط به مقادیر واقعی و پیش‌بینی درآمدهای بیمه‌ای و غیر بیمه‌ای دولت ایالتی واشنگتن از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ می‌پردازد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد اولاً به طور متوسط پیش‌بینی‌های ۶ ماهه نسبت به پیش‌بینی‌های یکساله دقت بیشتری داشته و ثانیاً دقت پیش‌بینی درآمدهای بیمه‌ای بیشتر از درآمد‌های غیر بیمه‌ای در دولت ایالتی واشنگتن است [۱۱].

---

1. Optimistic bias  
2. Conservative bias



چاکربرتی و سینها در مقاله‌ای تحت عنوان: "پیش‌بینی بودجه در هند: خطای اجزا و آزمون انتظارات عقلایی" با استفاده از ضریب نابرابری تایل به تجزیه و تحلیل خطای پیش‌بینی اجزا بودجه برای سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۰۳ در هند می‌پردازند [۹]. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد، برای هر دو جزء درآمد و هزینه بودجه، خطای در پیش‌بینی وجود دارد. یافته‌های آن‌ها بیانگر این موضوع است که در بیشتر سال‌های مورد بررسی، پیش‌بینی درآمدهای واقعی دولت (درآمدهای مالیاتی، درآمد حاصل از مالکیت دولت و...) بالاتر از حد واقعی و پیش‌بینی درآمد حاصل از دارایی‌های سرمایه‌ای به‌طور عمده پایین‌تر از حد واقعی بوده‌اند.

### داده‌های مورد استفاده

ما به‌منظور تحلیل خطای پیش‌بینی، مقادیر واقعی درآمد ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش و کل درآمدهای مالیاتی را از سالنامه‌ی آماری و مقادیر پیش‌بینی شده‌ی آن‌ها را از لایحه‌ی بودجه که دولت هر ساله تقدیم مجلس می‌نماید، برای سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۵ به دست آورده‌ایم. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده ما به وسیله‌ی شاخص قیمت ضمنی<sup>۱</sup> GDP حقیقی شده‌اند.

### تحلیل خطای پیش‌بینی

برای بررسی خطای پیش‌بینی روش‌های مختلفی وجود دارد که استفاده از شاخص‌های آماری و معادلات رگرسیونی بیش از همه متداول هستند:

### شاخص‌های آماری

شاخص‌های آماری مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از: میانگین درصد خطا، جذر میانگین مجذور خطا، میانگین قدرمطلق درصد خطا و ضرایب نابرابری تایل (U). ما در ابتدا به معرفی این شاخص‌ها و بیان مزایا و معایب آن‌ها پرداخته و سپس با استفاده از آن‌ها عملکرد خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی دولت طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۵ را ارزیابی می‌کنیم. در روابط و معادلات معرفی شده،  $A_t$  بیانگر مقادیر واقعی،  $P_t$  بیانگر مقادیر پیش‌بینی و  $n$  تعداد مشاهدات است.

۱. شاخص قیمت ضمنی از نسبت GDP اسمی به GDP حقیقی به دست می‌آید.

### الف) میانگین درصد خطا

معیار MPE، میانگین اختلاف بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی را در طول دوره‌ی مورد بررسی نشان می‌دهد. هی لی [۱۱] و بوتنر [۱۵] به‌منظور تحلیل خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی و غیرمالیاتی از این شاخص استفاده نموده‌اند. فرمول MPE به دو صورت و برحسب مقادیر واقعی و مقادیر برآوردی بیان می‌شود که ما آن‌ها را  $MPE^a$  و  $MPE^b$  می‌نامیم و طبق روابط زیر تعریف می‌شوند:

$$MPE^a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(A_t - P_t)}{A_t} \times 100 \quad (۱)$$

$$MPE^b = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(A_t - P_t)}{P_t} \times 100 \quad (۲)$$

تفسیر میانگین درصد خطا بر مبنای علامت آن است. زمانی که  $MPE > 0$  بدین معنی است که طراحان بودجه به‌طور متوسط پیش‌بینی کمتر از حد واقعی داشته‌اند و در این وضعیت تورش رو به پایین داریم. زمانی که  $MPE < 0$  بدین معنی است که به‌طور متوسط پیش‌بینی‌ها بالاتر از حد واقعی بوده‌اند و در این وضعیت تورش رو به بالا داریم. شاخص  $MPE^a$  بیانگر میانگین خطای پیش‌بینی به ازای هر ۱۰۰ واحد مقدار واقعی متغیر مربوط است ولی شاخص  $MPE^b$  میانگین خطای پیش‌بینی را به ازای هر ۱۰۰ واحد مقدار پیش‌بینی شده (برآوردی) نشان می‌دهد. اگر شاخص  $MPE^b$  علامت شاخص  $MPE^a$  را تأیید نماید (یعنی علامت‌ها یکسان باشد) این وضعیت دلیل محکمی است بر این موضوع که متوسط خطای پیش‌بینی دارای تورش مثبت یا منفی است.

از آنجاکه موضوع مهم برای طراحان بودجه و سیاستگذاران، سطح واقعی است نه سطح پیش‌بینی شده؛ بنابراین با توجه به توضیح بالا در صورتی که علامت‌های شاخص‌های بالا متفاوت باشند علامت  $MPE^a$  به‌جای علامت  $MPE^b$  برای تعیین ماهیت تورش در پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ب) جذر میانگین مجذور خطا

این شاخص معیاری برای اندازه‌گیری دقت در پیش‌بینی است. شاخص RMSE از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - P_t)^2} \quad (3)$$

در این شاخص خطای پیش‌بینی به علت مجذور شدن بزرگ‌تر می‌شود. هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد، دقت پیش‌بینی بالاتر است. شاخص  $\sqrt{RMSE}$  محدودیت دارد. نخست، به مقیاس اندازه‌گیری وابسته است؛ بنابراین یک دامنه‌ی مشخص ندارد، درثانی بر خلاف معیار MPE بین برآورد بالاتر از حد و پایین‌تر از حد تمایز قائل نمی‌شود.

### ج) میانگین قدر مطلق درصد خطا

یکی از معیارهای مناسب به منظور مقایسه‌ی خطای پیش‌بینی، میانگین قدر مطلق درصد خطا است. برشیندر و گرر، فرانک و وانگ از افرادی هستند که از این شاخص به منظور بررسی دقت پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی استفاده نموده‌اند [۷] [۱۳]. این معیار صرف‌نظر از علامت خطا، میانگین ارزش مطلق تفاوت بین مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی را در طول دوره مورد بررسی نشان می‌دهد. این شاخص نیز به دو صورت و بر حسب مقادیر واقعی و مقادیر برآوردی بیان می‌شود که ما آن‌ها را MAPEa و MAPEb می‌نامیم و طبق روابط زیر تعریف می‌شوند:

$$MAPE^a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - P_t|}{A_t} \times 100 \quad (4)$$

$$MAPE^b = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - P_t|}{P_t} \times 100 \quad (5)$$

شاخص MAPEa بیانگر میانگین قدر مطلق خطای پیش‌بینی به ازای هر ۱۰۰ واحد مقدار واقعی متغیر مربوط است ولی شاخص MAPEb میانگین قدر مطلق خطای پیش‌بینی را به ازای هر ۱۰۰ واحد مقدار پیش‌بینی شده (برآوردی) نشان می‌دهد. مزیتی که این شاخص نسبت به RMSE دارد این است که یک دامنه‌ی مشخص داشته و بر حسب درصد بیان می‌شوند ولی همانند RMSE بین برآورد بالاتر از حد و پایین‌تر از حد تمایز قائل نمی‌شود.

#### د) ضرایب نابرابری تایل

ضریب نابرابری تایل اولین بار توسط تایل (۱۹۵۸) به منظور تحلیل خطای پیش‌بینی ارائه شد. مبنای ضریب نابرابری تایل بر اساس جذر میانگین مجذور خطا است. رابطه‌ی مربوط به اولین ضریب نابرابری تایل عبارت است از:

$$U_1 = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - P_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t^2 + \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n P_t^2}} \quad (۶)$$

ضریب تایل  $U_1$  بر خلاف شاخص RMSE یک دامنه مشخص دارد. در واقع  $U_1$  شاخص RMSE را به گونه‌ای تعدیل می‌کند که همواره بین صفر و یک باشد. زمانی که برای همه مشاهدات  $A_t = P_t$  باشد،  $U_1$  برابر صفر است (یعنی یک پیش‌بینی کامل) و زمانی که یک تناسب منفی بین  $A_t$  و  $P_t$  برقرار باشد یا یکی از متغیرها صفر باشد، ضریب  $U_1$  برابر یک است (نابرابری کامل). در نتیجه هر چه  $U_1$  به صفر نزدیک باشد پیش‌بینی دقیق‌تر است. تایل در سال ۱۹۶۶ به منظور اصلاح ضریب اولیه، ضریب نابرابری جدیدی را معرفی نمود. رابطه ضریب نابرابری جدید ( $U_2$ ) عبارت است از:

$$U_2 = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - P_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t^2}} \quad (۷)$$

در مخرج  $U_2$  مقادیر پیش‌بینی وجود ندارد. در یک پیش‌بینی ایده آل  $U_2 = 0$  است، یعنی به ازای همه‌ی مشاهدات  $A_t$  برابر  $P_t$  است  $U_2 = 1$  است، زمانی که روش پیش‌بینی دارای یک روند بدون تغییر ساده باشد یا منجر به یک انحراف معیار یکسان در بین خطا شود. نکته قابل توجه این است که  $U_2$  دارای کران بالا نیست و هر چه  $U_2$  به صفر نزدیک‌تر باشد، پیش‌بینی دقیق‌تر است. بلیمل (۱۹۷۳) با مقایسه ضرایب  $U_1$  و  $U_2$  نتیجه می‌گیرد شاخص  $U_1$  با وجود اینکه بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی به دلیل برخی محدودیت‌ها نمی‌تواند معیار مناسبی برای سنجش دقت پیش‌بینی باشد [۱۲]. در نتیجه ضریب  $U_2$  نسبت به  $U_1$  مزیت دارد.

شبهات ضرایب نابرابری تایل با شاخص RMSE این است که هر دو بین برآورد بالاتر از حد و پایین‌تر از حد تمایز قائل نمی‌شوند.

در جدول (۱) شاخص‌های آماری که در قبل توضیح دادیم، به‌منظور تحلیل خطای پیش‌بینی درآمدهای ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات، مالیات بر مصرف و فروش و کل درآمدهای مالیاتی دولت نشان داده شده‌اند. همچنین ما به‌منظور تحلیل دقیق‌تر، از انحراف معیار خطای پیش‌بینی به منظور بررسی نااطمینانی در خطای پیش‌بینی سالانه درآمدهای مالیاتی استفاده می‌کنیم.

جدول ۱. شاخص‌های آماری تحلیل خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی

	مالیات بر اشخاص حقوقی	مالیات بر درآمد	مالیات بر ثروت	مالیات بر واردات	مالیات بر مصرف و فروش	درآمد مالیاتی کل
MPE <sup>a</sup>	۰/۸۷	-۱/۶	-۱۵/۸۱	-۹/۵۳	-۳۳/۶۱	-۴/۴۵
St. Error	۴۱/۸۵	۲۳/۴۸	۴۵/۲۲	۳۶/۳۲	۴۸/۲۲	۱۳/۱۵
MPE <sup>b</sup>	۸/۸۹	۴/۳۹	-۴/۰۳	۲/۰۶	-۱۵/۳۰	-۲/۷۲
St. Error	۲۲/۳۴	۲۶/۹۴	۲۸/۳۰	۳۵/۸۹	۳۰/۰۳	۱۲/۳۶
MAPE <sup>a</sup>	۲۱/۵۸	۱۸/۶۵	۲۹/۸۴	۲۷/۷۱	۴۲/۶۲	۱۱/۶۴
St. Error	۳۵/۸۷	۱۴/۳۴	۳۷/۴۸	۲۵/۳۴	۴۰/۴۷	۷/۵۷
MAPE <sup>b</sup>	۱۹/۵۵	۲۰/۱۵	۲۲/۹۱	۶۲/۱۲	۲۷/۸۷	۱۰/۹۱
St. Error	۱۳/۹۷	۱۸/۴۱	۱۷/۰۹	۲۴/۷۱	۱۸/۹۶	۶/۴۲
RMSE (میلیاردریال)	۱۱۱۴/۵۱	۶۰۵/۸۵	۳۸۷/۶۱	۱۶۰۳/۸۵	۱۰۸۲/۶۴	۲۲۸۱/۶۴
U <sub>۱</sub>	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۰۷
U <sub>۲</sub>	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۵۴	۰/۳۰	۰/۴۷	۰/۱۴

نتایج بیانگر این است که به‌طور متوسط طی دوره مورد بررسی برآورد طراحان بودجه برای درآمدهای ناشی از مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش، بالاتر از حد واقعی ( $MPEa < 0$ ) و برای درآمد ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی، پایین‌تر از حد واقعی ( $MPEa > 0$ ) بوده است. کل درآمدهای مالیاتی نیز مشمول یک برآورد بالاتر از حد بوده است. در حالی که بر مبنای شاخص MPEb به‌طور متوسط مالیات بر ثروت و مالیات بر مصرف و فروش دارای برآورد بالاتر از حد ( $MPEb < 0$ ) و مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد و مالیات بر واردات دارای برآورد پایین‌تر از حد ( $MPEb > 0$ ) بوده‌اند. علامت‌های یکسان MPEa و MPEb برای مالیات بر ثروت و مالیات بر فروش (هر دو منفی) یک برآورد بالاتر از حد (خوش‌بینانه) را برای آن‌ها تأیید می‌کند. به‌طور مشابه علامت مثبت این

دو شاخص برای مالیات بر اشخاص حقوقی بیانگر این است که برآورد این نوع درآمد مالیاتی پایین تر از حد بوده است. اما علامت این دو شاخص برای مالیات بر درآمد و مالیات بر واردات متفاوت است. همان گونه که در قبل توضیح دادیم، موضوع مهم برای طراحان بودجه و سیاستگذاران دولت سطح درآمد واقعی است نه سطح پیش بینی شده؛ بنابراین، علامت MPEa به جای علامت MPEb برای تعیین ماهیت تورش در پیش بینی مالیات بر درآمد و مالیات بر واردات مورد استفاده قرار می گیرد.

با توجه به شاخص MAPEa در بین انواع درآمدهای مالیاتی، مالیات بر درآمد دارای کمترین خطای پیش بینی با رقمی برابر ۱۸/۶۵ است. این نتیجه دور از انتظار نیست؛ زیرا تنها قشر حقوق بگیر جامعه هستند که قبل از دریافت حقوق، مالیات شان کسر می شود؛ یعنی در واقع یک نوع مالیات تکلیفی به آن ها تعلق گرفته است. در نتیجه پیش بینی مالیات بر درآمد به مقادیر تحقق یافته ی آن نزدیک است. مقدار میانگین درصد خطای این نوع مالیات برابر ۱/۶- درصد و بیانگر یک پیش بینی بالاتر از حد (تورش مثبت) است. پیش بینی بالاتر از حد ۱/۶ درصدی بدین معنی است که به طور میانگین یک کسری ۱/۶ ریالی به ازای هر ۱۰۰ ریال درآمد تحقق یافته (واقعی) از مالیات بر درآمد (یا کسری ۱۶۰۰۰ ریالی به ازای هر یک میلیون ریال) در طول دوره مورد بررسی وجود داشته است. علاوه بر این بالاترین خطای پیش بینی مربوط به مالیات بر مصرف و فروش با مقدار MAPEa برابر ۴۲/۶۲ است. با توجه به اینکه مالیات بر مصرف و فروش جزء مالیات های غیرمستقیم است، مقدار آن به مقدار فروش کالاها و خدماتی که مشمول مالیات هستند، بستگی دارد. از طرفی پیش بینی مقدار آن نیز در گرو پیش بینی میزان فروش این کالاها است. در نتیجه خطا در پیش بینی فروش این کالاها به افزایش خطا در پیش بینی درآمد دولت از محل مالیات بر مصرف و فروش منجر می شود. معیارهای MPEa و MPEb برای این نوع مالیات به ترتیب برابر ۳۳/۶۱- و ۱۵/۳۰- درصد هستند. این ارقام بیانگر این هستند که طراحان بودجه به طور متوسط یک کسری ۳۳۶۱۰۰ ریالی را به ازای هر یک میلیون ریال درآمد وصول شده از مالیات بر مصرف و فروش و کسری در حدود ۱۵۳۰۰۰ ریالی به ازای هر یک میلیون درآمد پیش بینی شده از مالیات بر مصرف و فروش در طول دوره مورد بررسی تجربه کرده اند. شاخص MAPEb به منظور ارزیابی قدر مطلق خطای پیش بینی به ازای هر ۱۰۰ ریال درآمد پیش بینی شده (برآوردی) در طول دوره مورد نظر استفاده می شود. براساس این شاخص کمترین و بیشترین دقت پیش بینی به ترتیب مربوط به مالیات بر واردات و مالیات بر اشخاص حقوقی با ارقامی برابر ۶۲/۱۲ و ۱۹/۵۵ درصد است. نتایج MAPEb نتایج شاخص MAPEa را تأیید نمی کند. زمانی که انحراف معیار بزرگ است، پیش بینی دقیق توسط طراحان بودجه دشوار

خواهد بود و باعث گسترش نااطمینانی در برآورد خواهد شد. به‌منظور بررسی دقت پیش‌بینی می‌توان از انحراف معیار گفته شده در زیر هر یک از شاخص‌ها نیز استفاده کرد. نتایج به‌دست آمده از انحراف معیار خطاها با نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های میانگین آن‌ها یکسان است. برای مثال براساس شاخص  $MAPE_a$  مالیات بر مصرف و فروش دارای بالاترین خطا است؛ از طرفی انحراف معیار مربوط به این نوع درآمد مالیاتی در بین انواع درآمدهای مالیاتی بالاترین مقدار است. به‌منظور ساختن فاصله‌ی اطمینان برای خطای پیش‌بینی ما از شاخص  $MPE_a$  و انحراف معیار آن استفاده خواهیم کرد. انحراف معیار خطای پیش‌بینی درآمد ناشی از مالیات بر مصرف و فروش برابر  $48/22$  درصد است که کمترین دقت پیش‌بینی را دارد. با فرض اینکه خطاهای پیش‌بینی سالانه دارای توزیع نرمال هستند، احتمال اینکه خطای پیش‌بینی در محدوده‌ی  $(-81/83 و 14/61)$  قرار بگیرد حدود  $68\%$  است [۱۲]. به‌عبارت دیگر در  $68$  درصد موارد، نتایج بیانگر یک برآورد کمتر از حد یا بیشتر از حد هستند. بنابراین طراحان بودجه یک کسری  $818300$  ریالی به ازای هر یک میلیون ریال درآمد تحقق یافته از مالیات بر مصرف و فروش یا یک مازاد  $146100$  ریالی به ازای همان میزان درآمد مالیاتی در طول دوره مورد بررسی تجربه می‌کنند. همچنین کمترین انحراف معیار مربوط به خطای پیش‌بینی مالیات بر درآمد و مقدار آن برابر  $23/48$  درصد است. با فرض اینکه خطاهای پیش‌بینی سالانه دارای توزیع نرمال هستند، احتمال اینکه خطای پیش‌بینی در محدوده‌ی  $(-25/08 و 21/88)$  قرار بگیرد حدود  $68\%$  است. طراحان بودجه یک کسری  $250800$  ریالی به ازای هر یک میلیون ریال درآمد تحقق یافته از مالیات بر مصرف و فروش یا یک مازاد  $218800$  ریالی را به ازای همان میزان درآمد مالیاتی در طول دوره مورد بررسی تجربه می‌کنند. با توجه به این مباحث می‌توان نتیجه گرفت، نااطمینانی در برآورد مالیات بر درآمد نسبت به برآورد مالیات بر مصرف و فروش کمتر و دقت پیش‌بینی مالیات بر درآمد بیشتر است. اگر چه  $RMSE$  معیاری پرکاربرد در اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی است ولی با توجه به محدودیت‌هایش، کاربرد آن در برخی موارد مناسب نیست. بر اساس این شاخص مالیات بر واردات بالاترین خطای پیش‌بینی و مالیات بر ثروت بهترین برآورد در بین انواع درآمدهای مالیاتی دارد. ولی این نتیجه تا حدودی گمراه‌کننده است زیرا مالیات بر ثروت پایین‌ترین سهم از کل درآمد مالیاتی دارد (حدود  $4$  درصد) [۱۲]. این نتیجه به‌علت آن است که شاخص  $RMSE$  به مقیاس اندازه‌گیری (میلیارد ریال) وابسته است؛ بنابراین ما باید برای مقایسه از شاخص‌های مناسب دیگری استفاده نماییم.

با مقایسه ضریب  $U_1$  در جدول (۱)، متوجه می‌شویم بالاترین دقت پیش‌بینی مربوط به مالیات بر اشخاص حقوقی با ضریبی برابر  $0/09$  است. بر اساس ضریب  $U_2$  نیز مالیات بر

اشخاص حقوقی با ضریبی برابر  $0/18$  دارای کمترین خطا و بالاترین دقت پیش‌بینی است. یکی از دلایل پایین بودن خطای پیش‌بینی این نوع درآمد مالیاتی می‌تواند ناشی از این باشد که مالیات بر اشخاص حقوقی بر مبنای اظهار نامه‌ی مالیاتی است که شرکت‌ها به سازمان امور مالیاتی ارائه می‌دهند و چون پیش‌بینی‌ها بر اساس این اظهار نامه‌ها صورت می‌پذیرد، از خطای پایین‌تری برخوردارند. ضرایب  $U_1$  و  $U_2$  برای مالیات بر ثروت به ترتیب برابر  $0/23$  و  $0/54$  که هر دو بیانگر این موضوع هستند که بالاترین خطای پیش‌بینی، مربوط به این نوع مالیات است. (برخلاف نتایج RMSE که مالیات بر ثروت دارای پایین‌ترین خطای و بالاترین دقت پیش‌بینی است). شاید علت این امر در ماهیت مالیات بر ثروت باشد. با توجه به ارقام مالیات بر ثروت همچون مالیات بر ارث، مالیات بر نقل و انتقالات سهام، مالیات بر نقل و انتقالات املاک، مالیات بر نقل و انتقال سرقفلی می‌توان به این موضوع پی برد که تقریباً تمامی این نوع مالیات‌ها به جز مالیات بر ارث به وضعیت بازار و شرایط اقتصادی حاکم بر کشور وابسته هستند. برای مثال رکود یا رونق در بازار املاک بر درآمد مالیاتی که از نقل و انتقالات املاک نصیب دولت می‌کند، تأثیر می‌گذارد. درحقیقت طراحان بودجه برای پیش‌بینی درآمد ناشی از این نوع مالیات‌ها باید وضعیت بازار و شرایط اقتصادی را در سال آتی مدنظر قرار دهند. وضعیت بدتر خواهد شد اگر اثرات شوک‌ها و عوامل غیر قابل پیش‌بینی بر این بازارها را به مشکلات طراحان بودجه اضافه کنیم. در مورد مالیات بر ارث می‌توان گفت چون به‌طور کلی ماهیتی غیرقابل پیش‌بینی دارد، دقت پیش‌بینی آن نیز کم است.

در تحلیل خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی نتایج به‌دست آمده از شاخص MAPE و ضرایب نابرابری تایل متفاوت است. از مقایسه فرمول این شاخص‌ها مشخص می‌شود که در ضرایب نابرابری تایل از مجذور خطا و در فرمول MAPE از قدر مطلق خطا استفاده می‌شود. اگرچه ضرایب تایل تا حدودی محدودیت‌های شاخص RMSE رفع می‌کند، ولی همان‌طور که در بحث مربوط به نتایج حاصل از RMSE مطرح شد، ممکن است در برخی مواقع مجذور شدن عبارت خطا نتایجی گمراه‌کننده به بار آورد بنابراین از بحث فوق می‌توان نتیجه گرفت، برای مقایسه‌ی دقت پیش‌بینی انواع درآمدهای مالیاتی شاخص MAPE نسبت به ضرایب نابرابری تایل مناسب‌تر است.

### تفکیک اجزا خطای پیش‌بینی

منشأ خطای پیش‌بینی را می‌توان به دو جزء تقسیم کرد: جزء اول ناشی از اشتباه محاسباتی، قضاوت نادرست و به‌طور کلی عوامل درون‌زا و جزء دوم ناشی از شوک‌های برون‌زا و عوامل



بیرونی است. جزء اول خطای سیستماتیک نامیده می‌شود و جزء دوم خطای غیرسیستماتیک. برای مثال قضاوت نادرست در مورد برخی از متغیر اقتصادی کلیدی همچون درآمد ملی، سرمایه‌گذاری، پس‌انداز، تورم و . . . که تأثیر مهمی بر بودجه دولت دارند و همچنین برآورد نامناسب از کشش‌های مالیاتی منجر به خطای سیستماتیک در برآورد درآمدهای مالیاتی می‌شود. برای تفکیک خطای سیستماتیک و غیر سیستماتیک (تصادفی) پیش‌بینی باید از معیار میانگین مجزورات خطا (MSE) استفاده شود. بدین منظور از معادله‌ی زیر که اولین بار توسط مورفی ارایه شد، استفاده می‌کنیم [۱۶]:

$$\frac{\bar{1}}{n} \quad (۸)$$

در معادله (۹)،  $\bar{P}$  و  $\bar{A}$  به ترتیب میانگین مقادیر پیش‌بینی و مقادیر واقعی هستند.  $S_A$  و  $S_P$  به ترتیب بیانگر انحراف معیار مقادیر پیش‌بینی و مقادیر واقعی هستند و  $r$  ضریب همبستگی بین مقادیر پیش‌بینی و مقادیر واقعی است. چوپین و کامبن، چاکر ابرتی و سینه‌ها با استفاده از این معادله به تفکیک خطای پیش‌بینی پرداخته‌اند (اثبات این معادله در زیرنویس آمده است) [۹][۱۰]. اجزای خطای سیستماتیک شامل نسبتی از خطای پیش‌بینی هستند که ناشی از تورش و نابرابری واریانس هستند. اولین عبارت از معادله (۹) بیانگر نسبتی از خطای پیش‌بینی است که ناشی از تورش است. در واقع این جزء آن نسبتی از خطا را که ناشی از پیش‌بینی کمتر از حد یا بیشتر از حد میانگین مقادیر است، اندازه می‌گیرد. دومین عبارت از معادله (۹)، بیانگر نسبتی از خطای پیش‌بینی است که ناشی از نابرابری واریانس هاست. در واقع این جزء نسبتی از خطا را که ناشی از پیش‌بینی کمتر از حد یا بیشتر از حد واریانس مقادیر است، اندازه می‌گیرد. سومین عبارت از معادله (۹) میزان خطای غیرسیستماتیک (تصادفی) را اندازه می‌گیرد. مجموع این سه جزء برابر یک است. احتمالاً دو منبع اول خطا که سیستماتیک هستند، به وسیله‌ی بهبود تکنیک‌های پیش‌بینی کاهش خواهند یافت، در حالی که جزء تصادفی خطا خارج از کنترل پیش‌بینی کننده است. نتایج تفکیک اجزای خطای پیش‌بینی مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر ثروت، مالیات بر واردات مالیات و مالیات بر ثروت در طول دوره مورد بررسی در جدول (۲) نشان داده شده است. ارقام جدول برای سادگی بر حسب درصد بیان شده‌اند.

جدول ۲. تفکیک اجزاء خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی

منابع خطا		مالیات بر اشخاص حقوقی	مالیات بر درآمد	مالیات بر ثروت	مالیات بر واردات	مالیات بر مصرف و فروش	درآمد مالیاتی کل
سیستماتیک	تورش	۵	۰	۱۲	۳	۲۱	۹
	نابرابری واریانس	۱	۷	۵۴	۱۲	۱	۸
غیر سیستماتیک	اثرات تصادفی	۹۴	۹۳	۳۴	۸۵	۷۸	۸۳

نزدیک به ۹۴ درصد از خطای پیش‌بینی مالیات بر اشخاص حقوقی از نوع غیرسیستماتیک و در حدود ۶ درصد از نوع سیستماتیک بوده است. از این ۶ درصد خطای سیستماتیک خطای ناشی از تورش سهم بیشتری نسبت به نابرابری واریانس‌ها دارد. همان‌طور که قبلاً گفته شد، از آنجا که پیش‌بینی درآمد ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی بر مبنای اظهارنامه‌های مالیاتی است؛ بنابراین عمده خطایی که در پیش‌بینی این نوع مالیات رخ می‌دهد ناشی از شوک‌ها و عوامل برون‌زایی است که ممکن است اثرات مثبت یا منفی به همراه داشته باشد. برای مثال شروع جنگ تحمیلی به‌عنوان یک شوک و عامل برون‌زا بر فعالیت اقتصادی شرکت‌ها تأثیر منفی گذاشته و مانع تحقق درآمدهای پیش‌بینی شده برای سال ۱۳۵۹ شده است؛ به‌گونه‌ای که ماکزیم خطای پیش‌بینی برای مالیات بر اشخاص حقوقی در این سال رخ داده است (حدود ۲۲۸- درصد). مالیات بر درآمد نیز تقریباً وضعیتی مشابه با مالیات بر اشخاص حقوقی دارد. تقریباً ۹۳ درصد از خطای پیش‌بینی این مالیات، غیر سیستماتیک و در حدود ۷ درصد سیستماتیک است که به‌طور عمده ناشی از نابرابری واریانس‌ها است. با توجه به تکلیفی بودن این نوع مالیات برای قشر حقوق بگیر، قسمت اعظم خطای پیش‌بینی این نوع مالیات نیز مربوط به شوک‌ها و عوامل برون‌زا است، به‌عبارت دیگر خطای طراحان بودجه در برآورد این درآمد مالیاتی الگو و روند خاصی ندارد. برای مثال ممکن است عوامل برون‌زا (جنگ، شوک‌های نفتی و...) موجب ورشکستگی بنگاه‌های خصوصی در سطح وسیع و اخراج کارکنان آن‌ها شود و به‌دنبال آن مقادیر پیش‌بینی شده برای مالیات بر درآمد محقق نشود. در مورد مالیات بر ثروت وضعیت به‌گونه‌ای دیگر است. نتایج بیانگر آن هستند که نزدیک به ۳۴ درصد از خطای پیش‌بینی مالیات بر ثروت از نوع غیر سیستماتیک و در حدود ۶۸ درصد از نوع سیستماتیک بوده است. از این ۶۸ درصد

خطای سیستماتیک، خطای ناشی از تورش در حدود ۱۲ درصد و خطای ناشی از نابرابری واریانس‌ها نزدیک به ۵۴ درصد است. این نتایج بیانگر این هستند که خطای پیش‌بینی این مالیات‌الگو و روند مشخصی داشته و کمتر تحت تأثیر عوامل برون‌زا بوده است و احتمالاً با بهبود روش‌های پیش‌بینی، تصویب قوانین مناسب به منظور جلوگیری از فرار مالیاتی، شناخت مناسب از متغیرهای کلان اقتصادی و... می‌توان خطای پیش‌بینی را کاهش داد. نتایج بررسی خطای پیش‌بینی، طی دوره مورد نظر نشان می‌دهد که قسمت عمده‌ی خطای پیش‌بینی مالیات بر واردات غیرسیستماتیک (حدود ۸۵ درصد) و تنها ۱۵ درصد آن سیستماتیک بوده است. به عبارت دیگر شوک‌ها و عوامل برون‌زا و بیشترین تأثیر را در خطای پیش‌بینی این نوع مالیات دارند. برای مثال وقوع یک بحران اقتصادی جهانی یا تحریم‌های اقتصادی موجب کاهش حجم واردات شده و بخشی از مقادیر پیش‌بینی شده برای درآمد ناشی از مالیات بر واردات محقق نخواهد شد. در مورد مالیات بر مصرف و فروش نیز می‌توان گفت عمده خطای پیش‌بینی از نوع غیر سیستماتیک بوده است (حدود ۷۸ درصد). سهم خطای ناشی از تورش و نابرابری واریانس در پیش‌بینی این مالیات به ترتیب برابر ۲۱ درصد و یک درصد است که در مجموع خطای سیستماتیکی برابر ۲۲ درصد تشکیل می‌دهند. در این مورد نیز می‌توان نتیجه گرفت، در طول دوره مورد بررسی خطای پیش‌بینی این نوع مالیات بیشتر تحت تأثیر عوامل تصادفی بوده است. با توجه به اینکه پیش‌بینی درآمد ناشی از این مالیات به پیش‌بینی میزان مصرف و فروش کالاهای مشمول این نوع مالیات بستگی دارد؛ بنابراین به کارگیری روش‌های مناسب برای پیش‌بینی دقیق میزان فروش این کالاهای، به کاهش خطای سیستماتیک منجر خواهد شد. نزدیک به ۸۳ درصد از خطای پیش‌بینی کل درآمدهای مالیاتی از نوع غیر سیستماتیک و در حدود ۱۷ درصد سیستماتیک بوده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت، تأثیر عوامل تصادفی و برون‌زا بر خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی بیشتر است.

### معادله‌ی رگرسیون

یکی از سؤالات مهمی که در تحلیل خطای پیش‌بینی مطرح می‌شود این است که آیا خطاهای پیش‌بینی در طول زمان بهبود یافته است یا خیر؟ به منظور پاسخگویی به این سؤال معادله رگرسیونی زیر را که توسط فینبرگو محمد شریفال برای تحلیل کارایی و روند پیش‌بینی انواع درآمدهای دولت مورد استفاده قرار گرفته، به کار می‌گیریم [۱۲] [۱۵]:

$$\frac{|A_t - P_t|}{A_t} = \alpha_0 + \alpha_1(t) \quad (9)$$

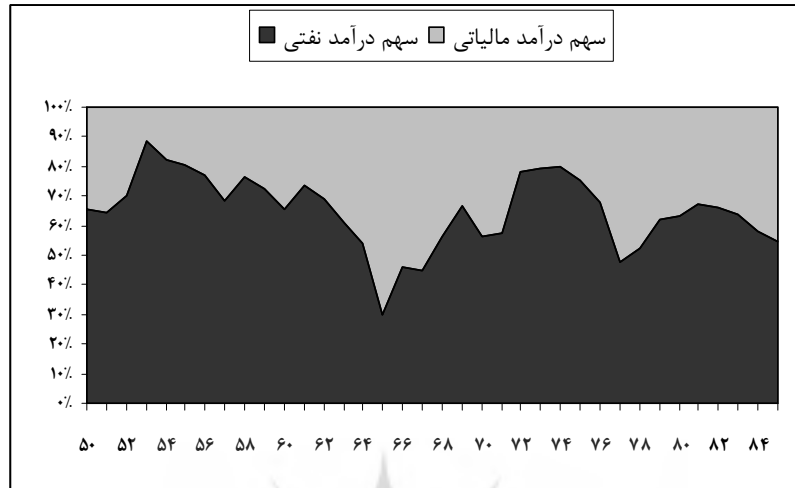
درواقع ما در این رگرسیون قدر مطلق درصد خطای پیش‌بینی را بر روی زمان رگرس می‌کنیم. اگر  $\alpha_1 < 0$  باشد، بیانگر این است که خطای پیش‌بینی در طول زمان کاهش یافته و در صورتی که  $\alpha_1 > 0$  باشد، بیانگر این است که خطای پیش‌بینی در طول زمان افزایش یافته است. نتایج معادله‌ی رگرسیونی بالا برای ۵ نوع درآمد مالیاتی و همچنین درآمد مالیاتی کل در جدول ۳ نشان داده شده است.<sup>۱</sup>

جدول ۳. نتایج رگرسیون روند برای انواع درآمدهای مالیاتی

	درآمد مالیاتی کل	مالیات بر مصرف و فروش	مالیات بر واردات	مالیات بر ثروت	مالیات بر درآمد	مالیات بر اشخاص حقوقی
$\alpha_1$	۰/۱۰۴	-۰/۴۶۸	۰/۲۴۰	-۰/۱۸۲	۰/۲۱۵	۰/۲۴۷
آماره t	۴/۰۹۴	۳/۴۵۱	۲/۸۲۷	۱/۴۷۴	۴/۴۸۲	۵/۴۰
$\alpha_2$	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۳
آماره t	۰/۵۸۰	-۰/۳۶۲	۰/۵۱۳	۱/۰۸۹	-۰/۶۸۳	-۱/۳۲۷
$R^2$	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۳۴	۰/۰۱۳۵	۰/۰۵
D. W	۲/۶۱	۱/۵۹۰	۱/۷۴۵	۱/۴۸۳	۱/۹۰	۲/۱۴
آماره F	۰/۳۳۷	۰/۱۳۱	۰/۲۶۳	۱/۱۸۶	۰/۴۶۶	۱/۷۶۲
Prob	۰/۵۶۶	۰/۷۲۰	۰/۶۱۱	۰/۲۸۴	۰/۴۸۰	۰/۱۹۳

نتایج بیانگر آن است که خطای پیش‌بینی هیچ‌یک از درآمدهای مالیاتی بهبود معناداری در طول دوره مورد بررسی ندارند. در واقع با توجه به آماره (F) و احتمال آن معناداری کل رگرسیون‌ها رد می‌شود. از طرفی ضریب  $\alpha_1$  که مبنای تفسیر ما نیز قرار دارد با توجه به آماره (t) در تمامی رگرسیون‌ها بی‌معنی است. ممکن است یکی از دلایل عدم بهبود خطای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی در طول زمان، وابستگی زیاد به درآمدهای نفتی باشد. ما این موضوع را با استفاده سهم درآمدهای مالیاتی و درآمدهای نفتی از GDP طی دوره مربوط، ارزیابی کرده‌ایم.

۱. آزمون‌های وایت و LM نبود خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی را برای تمامی رگرسیون‌ها تأیید می‌کنند.



نمودار ۱. سهم درآمد مالیاتی و درآمد نفتی از کل GDP طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۵

همان‌گونه که در نمودار (۱) مشخص است، هرگاه سهم درآمدهای نفتی افزایش یافته، سهم درآمدهای مالیاتی کاهش و هرگاه سهم درآمدهای نفتی کاهش یافته، سهم درآمدهای مالیاتی افزایش یافته است. ممکن است علت این وضعیت کاهش انگیزه برای تصویب قوانین مالیاتی محکم و اجرای آن‌ها به هنگام سرازیر شدن دلارهای نفتی به کشور باشد.

### نتیجه‌گیری

- به‌طور خلاصه می‌توان نتایج به دست آمده از مطالعه‌ی حاضر را تحت عناوین زیر بیان نمود:
۱. بر اساس شاخص‌های  $MPE^a$  و  $MPE^b$  به‌طور متوسط در طول دوره‌ی مورد بررسی برآوردها از درآمد ناشی از مالیات بر ثروت و مالیات بر مصرف و فروش، قویاً بالاتر از حد (خوش‌بینانه) بوده‌اند، در حالی که برآورد درآمد ناشی از مالیات بر اشخاص حقوقی قویاً پایین‌تر از حد (محافظه‌کارانه) بوده است.
  ۲. با توجه به متفاوت بودن علامت دو شاخص  $MPE^a$  و  $MPE^b$  برای مالیات بر درآمد و مالیات بر واردات و با توجه به مهم بودن مقادیر واقعی درآمد برای سیاست‌گذاران، ملاک ما شاخص  $MPE^a$  است؛ بنابراین، بر مبنای این شاخص مالیات بر درآمد و مالیات بر واردات نیز به‌طور متوسط دارای یک برآورد بالاتر از حد (خوش‌بینانه) بوده‌اند.

۳. با توجه به شاخص  $MAPE^a$ ، در بین انواع درآمدهای مالیاتی، مالیات بر درآمد دارای بالاترین دقت پیش‌بینی است. این نتیجه دور از انتظار نیست؛ زیرا تنها قشر حقوق بگیر جامعه هست که قبل از دریافت حقوق، مالیاتشان کسر می‌شود، یعنی در واقع یک نوع مالیات تکلیفی به آن‌ها تعلق گرفته است. در نتیجه پیش‌بینی مالیات بر درآمد به مقادیر تحقق یافته‌ی آن نزدیک است. برای این نوع مالیات به طور میانگین یک کسری  $1/6$  ریالی به ازای هر ۱۰۰ ریال درآمد تحقق یافته (واقعی) از مالیات بر درآمد در طول دوره‌ی مورد بررسی وجود داشته است. همچنین بر مبنای این شاخص بالاترین خطای پیش‌بینی (پایین‌ترین دقت) مربوط به مالیات بر مصرف و فروش است. با توجه به این که مقدار مالیات بر مصرف و فروش به مقدار فروش کالاها و خدماتی که مشمول مالیات هستند بستگی دارد و پیش‌بینی آن در گرو پیش‌بینی میزان فروش این کالاهاست؛ بنابراین، خطا در پیش‌بینی فروش به افزایش خطا در پیش‌بینی درآمد ناشی از مالیات مصرف و فروش منجر می‌شود.

۴. بر اساس شاخص  $RMSE$  مالیات بر واردات بالاترین خطای پیش‌بینی و مالیات بر ثروت بهترین برآورد را در بین انواع درآمدهای مالیاتی داشته‌اند. از آنجاکه این شاخص به مقیاس اندازه‌گیری (میلیارد ریال) و مجذور خطا وابسته است، ممکن است نتایج آن تا حدودی گمراه کننده باشد.

۵. بر مبنای ضرایب  $U_1$  و  $U_4$  بالاترین دقت پیش‌بینی مربوط به مالیات بر اشخاص حقوقی است که مقدار این ضرایب برای آن به ترتیب برابر  $0/09$  و  $0/18$  است و پایین‌ترین دقت پیش‌بینی مربوط به مالیات بر ثروت است که مقدار این ضرایب برای آن به ترتیب برابر  $0/23$  و  $0/54$  هستند (برخلاف نتایج شاخص  $RMSE$  که مالیات بر ثروت دارای پایین‌ترین خطا و بالاترین دقت پیش‌بینی است).

۶. نتایج به دست آمده از معادله‌ی تفکیک اجزا خطا نشان می‌دهد، خطای پیش‌بینی مالیات بر اشخاص حقوقی، مالیات بر درآمد، مالیات بر واردات و مالیات بر مصرف و فروش به‌طور عمده از نوع غیرسیستماتیک است، بدین مفهوم که در طول دوره مورد بررسی خطای پیش‌بینی بیشتر تحت تأثیر شوک‌ها و عوامل تصادفی بوده که از کنترل طراحان بودجه خارج هستند و این در حالی است که خطای پیش‌بینی مالیات بر ثروت از نوع سیستماتیک بوده است؛ یعنی با بهبود روش‌های پیش‌بینی امکان کاهش خطا وجود دارد. همچنین خطای پیش‌بینی کل درآمدهای مالیاتی نیز به‌طور عمده از نوع غیرسیستماتیک بوده است.

۷. نتایج به دست آمده از معادله رگرسیون روند (کارایی پیش‌بینی) بیانگر آن است که خطای پیش‌بینی هیچ‌یک از درآمدهای مالیاتی بهبود معناداری در طول دوره مورد بررسی ندارند.

نتایج بیانگر آن است که در طول دوره مورد به بررسی هرگاه سهم درآمدهای نفتی افزایش یافته، سهم درآمدهای مالیاتی کاهش و هرگاه سهم درآمدهای نفتی کاهش یافته، سهم درآمدهای مالیاتی افزایش یافته است. ممکن است علت این وضعیت کاهش انگیزه هم در تصویب قوانین محکم و هم در اجرای قوانین مالیاتی و دریافت مالیات به‌هنگام سرازیر شدن دلارهای نفتی به کشور باشد.

### منابع

۱. آذر عادل، رجب‌زاده علی (۱۳۷۹). ارزیابی ترکیبی روش‌های پیش‌بینی در بورس اوراق بهادار تهران به‌منظور پیش‌بینی قیمت سهام، مجله مدرس؛ ۴(۲): ۱۵۳ - ۱۶۷.
۲. بابائی حسن (۱۳۷۹). بودجه‌ریزی دولتی در ایران، تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
۳. جعفری صمیمی احمد (۱۳۷۱). اقتصاد بخش عمومی (۲)، تهران: انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها.
۴. حمیدی علمداری و همکاران (۱۳۸۴). الگوسازی غیرخطی و پیش‌بینی درآمدهای مالیات بر مشاغل در اقتصاد ایران (کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه‌ی آن با الگوهای رگرسیون خطی و سری زمانی)، مجله تحقیقات اقتصادی؛ ۱۴۳: ۷۶-۱۶۷.
۵. گجراتی دامودار (۱۳۸۷). مبانی اقتصاد سنجی، ترجمه حمید ابریشمی. جلد دوم. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.
6. Bliemel Friedhelm (1973). Theil's Forecast Accuracy Coefficient: A Clarification, *Journal of Marketing Research*; 10(4): 444-446.
7. Bretschneider S (1989). Political and Organizational Influences on the accuracy of Forecasting State Government Revenue. *International Journal of Forecasting*; 5(3): 307-319.
8. Buettner Thiess (2007). Are German Tax-Revenue Forecasts Flawed? In a Becker. Ifo Institute and Munich University.
9. Chakraborty Lekha S, Sinha Darshy (2008). Budgetary Forecasting in India: Partitioning Errors and Testing for Rational Expectations. Mpra Paper, University Library of Munich, Germany, working paper.
10. Chuine G & et al (2000). Scaling phenology from the local to the regional level: advances from species-specific phenological models. *Journal of Global Change Biology*; 6: 943-952.

11. Deschamps Elaine (2004). The impact of institutional change on forecast accuracy: A case study of budget forecasting in Washington State. International Journal of Forecasting, Vol 20. pp 647- 657.
12. Feenberg, Daniel R & et al (1989). Testing the Rationality of State Revenue forecasts. The Review of Economics and Statistics; 71: 300-308.
13. Frank H, Wang X (1994). Judgmental vs time series vs deterministic models in local revenue forecasting: A Florida case study. Public Budgeting and Financial Management; 4: 493- 517.
14. Hee lee young (1991). Bias in government revenue. korea local administration institute, working paper.
15. Mohammad shariful islam, Abu reza (1999). An Economic Study of Forecast Performances of Provincial Budget Revenue Estimates in Canada during 1971to 1997. PhD Thesis of Simon Fraser University, British Columbia, Canada.
16. Murphy A. H (1995). The coefficients of correlation and determination as measures of performance in forecast verification, Wea, Forecast; 10: 681-688.

