الگوسازی و پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی در برنامه‌ی پنجم توسعه براساس ساختاری ویژه از شبکه‌های عصبی غیرخطی

حمید خالوزاده*

دانشیار دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر، گروه کنترل، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی h_khaloozadeh@kntu.ac.ir

سعیده حمیدی علمداری

کارشناس ارشد علوم اقتصادی Hamidi_Saeedeh@yahoo.com

میررستم اسدالله زاده بالی

کارشناس ارشد علوم اقتصادی bali_asad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۸

چکیده

در این مقاله‌ی، پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی کشور طی سال‌های برنامه‌ی پنجم توسعه، با به‌کارگیری روش شبکه‌های عصبی غیرخطی انجام شده است. این پیش‌بینی بر مبنای داده‌های درآمدهای مالیاتی به تفکیک مالیات‌های کل، مستقیم، غیرمستقیم (سال‌های ۸۷-۱۳۳۸)، شرکت‌ها، درآمد، ثروت و واردات (۸۷-۱۳۴۲) بوده است.

از آن‌جا که پیش‌بینی‌ها مربوط به دوره‌ی میان‌مدت می‌باشد، شناخت نسبی از میزان پیچیدگی سری‌های زمانی موردنظر این امکان را فراهم می‌کند که با توجه به ساختار سری‌های زمانی، از مدل‌های مناسب برای پیش‌بینی و دستیابی به جواب‌های قابل اطمینان استفاده شود، لذا در این مقاله ابتدا ماهیت ساختاری سری زمانی درآمدهای مالیاتی از جهت آشوبی و تصادفی بودن و میزان پیچیدگی، با استفاده از آزمون بُعد همبستگی، بررسی شده است. نتایج تخمین بُعد همبستگی علاوه بر تأیید وجود آشوب در داده‌ها، نشانگر پیچیدگی در ساختار سری‌های زمانی موردنظر می‌باشد که میزان آن در مورد هر متغیر از جهت شدت و ضعف، متفاوت است. در مرحله‌ی بعد، درآمدهای مالیاتی به تفکیک منابع وصولی با استفاده از شبکه‌ی عصبی پیشنهادی ویژه‌ی مؤلفان با ساختار چندورودی – چندخروجی و قانون یادگیری پیشنهادی برای سال‌های ۹۳-۱۳۸۸، به صورت یک بازه‌ی درآمدی پیش‌بینی شده است. نتایج به‌دست آمده از فرآیند پیش‌بینی شش سال آینده در فاز آموزش بسیار مطلوب بوده است و انتظار می‌رود در سال‌های آینده نیز مقادیر پیش‌بینی شده چنان‌چه تغییر ساختار ویژه‌ی مالیاتی رخ ندهد، با دقت خوبی برقرار باشد.

طبقه‌بندی JEL: G11, G1

کلیدواژه‌ها: مالیات، پیش‌بینی، آشوب، بعدهمبستگی، شبکه‌ی عصبی مصنوعی، مدل چندورودی- چندخروجی.

---

* نویسنده‌ی مسئول

۱- مقدمه

نقش و تأثیر درآمدهای نفتی بر اقتصاد کشور و اتکای درصد بالایی از بودجه به این درآمدها تاکنون کشور را از دستیابی به منابع درآمدی ثابت و قابل اطمینان و با ثبات اقتصادی محروم کرده، به طوری که تداوم آن در سال‌های اخیر به‌ویژه با توجه به پیامدهای ناشی از نوسانات قیمت نفت در کشور، به صورت یک مشکل ساختاری، تأثیر منفی در جهت نیل به سیاست‌ها و اهداف قانونی گذارده است. تأمین مالی بودجه‌ی دولت از درآمدهای مالیاتی یکی از اهداف سه‌گانه‌ی وضع مالیات‌هاست (هدف بودجه‌ای، اقتصادی، اجتماعی) که وظیفه‌ی آن بر سازمان امور مالیاتی کشور سپرده شده است. اگرچه اهداف اقتصادی و اجتماعی مالیات نیز به طور پنهان در قوانین مالیاتی مستتر است، اما مهم‌ترین شاخص، ارزیابی عملکرد سازمان امور مالیاتی از سوی دستگاه‌های نظارتی درآمدهای مالیاتی است که در هر سال از منابع مختلف مالیاتی وصول می‌شود. از این‌رو آگاهی از توان پرداخت مالیات از سوی شهروندان و توانایی وصول مالیات از سوی دولت، اولین و مهم‌ترین گام در جهت مدیریت و تخصیص بهینه‌ی منابع محدود سازمانی برای وصول حقوق واقعی دولت می‌باشد.

سال‌های متمادی است که اقتصاددانان از مدل‌های خطی برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی استفاده می‌کنند، که دلیل تأکید بر مدل‌های خطی احتمالا امکان حل شدن تحلیلی آن‌ها می‌باشد. گرچه مدل‌های خطی، تصویری کلی و متقارن از واقعیات ارائه می‌دهند، اما نمی‌توانند تصویری کامل از ساختار بیش‌تر سیستم‌های اقتصادی عرضه کنند. در صورتی‌که در واقعیت، سیستم‌های اقتصادی که تحت تأثیر بسیاری از متغیرهای غیراقتصادی مانند عوامل روانی، اجتماعی، سیاسی و فرامرزی نیز هستند، رفتاری غیرخطی و نامتقارن از خود به نمایش می‌گذارند. ضعف روش‌های خطی در پیش‌بینی، ناتوانی این روش‌ها در تشخیص الگوهای موجود در داده‌های سری زمانی غیرخطی و عدم پایداری روش‌های خطی در برابر نویزهای موجود در داده‌های جهان واقعی، سبب شده است که شبکه‌های عصبی به عنوان یکی از روش‌های پیشرو در پیش‌بینی سری‌های زمانی مطرح شوند.

از این‌رو در این مقاله، از رویکرد مدل‌سازی شبکه‌های عصبی با ساختار پیشنهادی برای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی استفاده شده است. در ابتدا پس از مرور مختصر ادبیات موضوع و مطالعات انجام شده در این زمینه، امکان پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی به تفکیک منابع وصولی و میزان پیچیدگی ساختار سری‌های زمانی موردنظر با استفاده

از آزمون بُعد همبستگی بررسی و در نهایت با استفاده از شبکه‌های عصبی غیرخطی با قانون یادگیری پیشنهادی درآمدهای مالیاتی کشور به تفکیک منابع وصولی برای سال‌های ۹۳-۱۳۸۸پیش‌بینی می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات موضوع و مطالعات انجام شده

از سال ۱۹۴۰ تحقیقات و علاقمندی در زمینه‌ی شبکه‌های عصبی آغاز شده و اهداف این تحقیقات دستیابی به راز پردازشهای سریع مغز انسان، چگونگی پردازش اطلاعات در آن، چگونگی کار حافظه، مسئله‌ی یادگیری، یادآوری و. . . . بوده است. مدل‌های شبکه‌ی عصبی با استفاده از توابع و پرداشگرهای ریاضی به شبیه‌سازی عملکرد مغز انسان می‌پردازند و قادرند روابط ناشناخته‌ی به شدت غیرخطی را مدل‌سازی کنند.

گرچه هنوز بیش از ۵۰ سال از تولد روش‌های محاسباتی مبتنی بر شبکه‌های عصبی نمی‌گذرد، اما این شبکه‌ها به دلیل ویژگی‌هایی هم‌چون پردازش موازی، هوشمندی و انعطاف‌پذیری، جایگاه چشم‌گیری در مسائل پیچیده از قبیل شناخت الگو[1]، مدل‌سازی[2]، تخمین، شناسائی[3] و پیش‌بینی[4] برای خود پیدا کرده‌اند. (اصغری، ۱۳۸۱)

محققان شبکه‌های عصبی مصنوعی و مغز معتقدند که کلید اصلی درک رفتار انسان، به عنوان یک سیستم پردازش اطلاعات، در چگونگی ارتباط و اتصال نرون‌ها با یکدیگر است. شبکه‌های عصبی مصنوعی، قابلیت یادگیری رفتارهای پیچیده را دارا هستند. آن‌ها معمولا از چندین پردازشگر ساده‌ی غیرخطی متصل به هم به نام "گره" و یا "نرون" تشکیل می‌شوند. در یادگیری شبکه‌ی عصبی نیز هم‌چون یک ذهن یادگیرنده، هر چه مشاهدات کامل‌تر باشد آن‌چه نتیجه می‌شود، صحیح‌تر است. البته این احتمال وجود دارد که برخی از مشاهدات گمراه‌کننده بوده و با آهنگ کلی مشاهدات هم‌نوا نباشند. آن‌چه که به عنوان نمونه‌های آموزشی در اختیار شبکه‌ی عصبی قرار می‌گیرد تا حدامکان باید پالایش نباشند. و همسان باشد و در نهایت آن‌چه در حافظه‌ی شبکه نگهداری می‌شود آهنگ و برداشت کلی از مشاهدات می‌باشد.

شبکه‌ی عصبی همانند یک ذهن زنده، بسته به ساختار درونی‌اش در مواجه با مسائل مختلف عملکرد متفاوتی دارد. در برخی موارد بسیار مستعد، پیش‌رو و مؤفق و در برخی

1- Pattern Recognification .
2- Modeling.
3- Estimation & Identification.
4- Forecasting.

موارد بسیار کند و ناموفق عمل می‌کند، بنابراین انتخاب ساختار شبکه، متناسب با موضوع مسئله از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

کاربرد شبکه‌های عصبی در حوزه‌ی مسائل اقتصادی بسیار متنوع می‌باشد؛ اما اصلی‌ترین و مهم‌ترین کاربرد آن در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی است. در مطالعات انجام شده توسط شهشهانی و داولینگ (۱۳۵۶)، شهشهانی (۱۳۵۷)، محمدی (۱۳۶۳)، حمید رضا ارباب (۱۳۶۶)، حمید صفای نیکو (۱۳۷۵)، عیسی زاده روشن (۱۳۷۶)، فهیم یحیایی (۱۳۷۰)، قطمیری (۱۳۷۰)، مرتضی سامتی (۱۳۷۸) (سیستم معادلات هم‌زمان)، رسول بخشی دستجردی (۱۳۷۸)، صفری بکتاش (۱۳۸۰)، محمد حسین احسانفر (۱۳۸۰)، ملایی پور و فتحانی (۱۳۸۱)، محمد رضا منجذب و پارسا سلیمانی (۱۳۸۴)، الیزابت شیرازی (۱۳۸۵)، مطالعه‌ی قطمیری و اسلاملوئیان (۱۳۸۵) و روح الله مهربان (۱۳۸۶)، از روش‌های خطی برای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی (ظرفیت بالفعل یا ظرفیت عملکرد) استفاده شده است. دلیل استفاده از مدل‌های خطی احتمالا امکان حل شدن تحلیلی آن‌هاست. مدل‌های خطی، تصویری کلی و متقارن از واقعیات ارائه می‌دهند و نمی‌توانند تصویری کامل از ساختار بیش‌تر سیستم‌های اقتصادی ارائه کنند، در صورتی‌که در واقعیت، سیستم‌های اقتصادی که تحت تأثیر بسیاری از متغیرهای غیراقتصادی مانند عوامل روانی، اجتماعی، سیاسی و فرامرزی نیز هستند، رفتاری غیرخطی و نامتقارن از خود به نمایش می‌گذارند. ضعف روش‌های خطی در پیش‌بینی، ناتوانی این روش‌ها در تشخیص الگوهای موجود در داده‌های یک سری زمانی غیرخطی و عدم پایداری روش‌های خطی در برابر نویزهای موجود در داده‌های جهان واقعی، سبب شده است که شبکه‌های عصبی به عنوان یکی از روش‌های پیشرو در پیش‌بینی سری‌های زمانی مطرح شوند.

در زیر به تعدادی از مطالعات انجام شده با استفاده از روش‌های هوش مصنوعی اشاره شده است، که نتایج مطالعات ارائه شده همگی حاکی از عملکرد بهتر روش شبکه‌های عصبی نسبت به سایر روش‌های پیش‌بینی می‌باشد. به عنوان نمونه مونا و حسن شازی[1] (۱۹۹۷)، ژنگ و هو[2] (۱۹۹۷)، لیزی و اسکیاوو[3] (۱۹۹۹)، لی یانگ، چن و داک[4] (۲۰۰۰)، کوآی و یانگ وو[5] (۲۰۰۳)، لی یانگ و چن[6] در سال (۲۰۰۴)، از روش

1- Shazly, M. and Hassan E.El Shazly.
2- Zhang, G. and Michael, Y.HU.
3- Lisi, F. and Rosa A.Schiavo.
4- Leung, M. and An-Sing Chen and Hazem Daouk.
5- Qi, M. and Yangru, Wu.
6- Chen, An-S. and Mark T.Leung .

شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های سری زمانی برای پیش‌بینی نرخ ارز استفاده کرده‌اند و نتایج مطالعات آن‌ها حاکی از بهتر بودن عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد. توماس و همکارانش[1] (۱۹۹۹)، در مطالعه‌ای با عنوان حساسیت بازار فروش، دقت پیش‌بینی دو روش شبکه‌ی عصبی پیشخور و مدل MCI[2] را برای بازار رقابتی قهوه بر اساس داده‌های ماهانه مقایسه کرده‌اند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که روش شبکه‌های عصبی در مجموعه داده‌های کم، پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را نسبت به مدل‌های MCI ارائه می‌کند. فلاریوو و آورهن‌لوو[3] (۱۹۹۹)، در مطالعات خود به این نتیجه رسیده‌اند که در پیش‌بینی قیمت‌های سهام، عملکرد مدل شبکه‌ی عصبی نسبت به روش سری‌های زمانیARIMA بهتر است. پالیت و پوپاویک[4] (۲۰۰۰) نیز به این نتیجه رسیده‌اند که روش‌های هوش مصنوعی در مقایسه با روش‌های پیش‌بینی از جمله ARIMA , AR عملکرد بهتری دارد. مشیری و کامرون (۲۰۰۰) نیز با مقایسه‌ی عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، اقتصادسنجی سنتی، سری‌های زمانی و مدل‌های ساختاری BVAR، VAR برای پیش‌بینی نرخ تورم کانادا به نتایج مشابه دست یافتند. ویرلی و فریسلبن[5] (۲۰۰۰)، تأثیر ناپایایی بر پیش‌بینی تقاضای وام مسکن را در هلند با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی بررسی کرده‌اند. نتایج این بررسی نشان‌دهنده‌ی عملکرد بهتر شبکه‌ی عصبی پیشخور نسبت به مدل‌های ARIMA می‌باشد.

قدیمی و مشیری (۱۳۸۱)، در مطالعه‌ی خود کارایی یک مدل شبکه‌ی عصبی را با یک مدل رگرسیون خطی در پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی ایران (۱۳۸۰-۱۳۱۵) مقایسه کرده‌اند. اصغری (۱۳۸۱)، کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی را بررسی کرده است. راعی و چاوشی (۱۳۸۲)، در مطالعه‌ی خود رفتار بازده‌ی سهام در بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از اطلاعات قیمت روزانه‌ی سهام شرکت توسعه‌ی صنایع بهشهر به عنوان نمونه و به‌کارگیری مدل خطی عاملی و شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌بینی کرده‌اند. خالوزاده و خاکی صدیق (۱۳۸۲)، در مقاله‌ی خود با استفاده از اطلاعات سری زمانی قیمت و بازده‌ی سهام چند شرکت در بازار بورس تهران به پیش‌بینی قیمت سهام و نیز ارائه‌ی مدل بهینه پرداخته‌اند. مشیری و فروتن (۱۳۸۳)، به مقایسه‌ی نتایج پیش‌بینی قیمت‌های آتی نفت با مدل خطی ARIMA و غیرخطی

1- Tomas S.Gruca et al.
2- Multiplicative Competitive Interaction.
3- G.F.Fllareiov & E.O.Averehenkov.
4- Ajoy Kumar Palit & D.Popovic.
5- Francesco Virili & Bernd Freisleben.

GARCH و شبکه‌های عصبی پرداخته‌اند. حمیدی (۱۳۸۴)، درآمدهای مالیات بر مشاغل را با استفاده از روش‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی پیشخور و مدل رگرسیون خطی و ARIMA برای سال‌های (۸۱-۱۳۷۵) پیش‌بینی کرده است و در نهایت فرجام نیا، ناصری و احمدی (۱۳۸۶)، نتایج پیش‌بینی قیمت نفت از آوریل ۱۹۸۳ تا ژوئن ۲۰۰۵ با استفاده از روش ARIMA و شبکه‌ی عصبی مصنوعی، مقایسه کرده است. در مطالعه‌ی حمیدی (۱۳۸۴) از روش‌های خطی و غیرخطی (شبکه‌های عصبی پیشخور) برای پیش‌بینی درآمدهای مالیات بر مشاغل استفاده شده است. ساختار مدل غیرخطی مورد استفاده به شکلی است که قابلیت پیش‌بینی برای یک یا دو دوره‌ی بعد را دارد. حمیدی و خالوزاده (۱۳۸۷)، پیش‌بینی از درآمدهای مالیاتی به تفکیک منابع وصولی را با استفاده از شبکه‌های عصبی با ساختار موازی برای سال‌های ۸۸-۱۳۸۷ انجام داده است. عرب مازار و همکاران (۱۳۸۷)، ظرفیت بالفعل مالیاتی را با استفاده از شبکه‌های عصبی با ساختار موازی و مدل‌های سری زمانی ARIMA برآورد و در نهایت عملکرد دو روش با یکدیگر را مقایسه کرده‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از عملکرد بهتر روش شبکه‌ی عصبی می‌باشد. در تمامی موارد ذکر شده عملکرد شبکه‌ی عصبی مصنوعی در مقایسه با روش‌های اقتصادسنجی سنتی و سری‌های زمانی بهتر بوده است.

۳- بررسی و تحلیل ساختار سری زمانی درآمدهای مالیاتی کشور

قبل از انجام فرآیند مدل‌سازی و پیش‌بینی، ابتدا باید نوع ساختار و میزان پیچیدگی سری‌های زمانی بررسی شود. از آن‌جا که پیش‌بینی، ما برای دوره‌ی میان‌مدت است، بررسی میزان پیچیدگی سری‌های زمانی موردنظر این امکان را برای ما فراهم می‌کند که با توجه به ساختار سری‌های زمانی از مدل‌های مناسب برای پیش‌بینی و دستیابی به جواب‌های قابل اطمینان‌تر استفاده کنیم. برای رسیدن به این هدف از آزمون بعدهمبستگی[1] که یکی از آزمون‌های نظریه‌ی آشوب[2] است، استفاده می‌شود، اما قبل از انجام این آزمون، ابتدا باید پایایی سری‌های زمانی موردنظر بررسی شود؛ زیرا تخمین بعدهمبستگی، بر روی سری‌های زمانی پایا انجام می‌شود. نتایج آزمون ریشه‌ی واحد در مورد متغیرهای مورد بررسی در جدول ۱ آمده همان‌طورکه مشاهده می‌شود، نتایج، نشان‌دهنده‌ی ناپایایی سری‌های زمانی مورد نظر است. که تقریبا با یک‌بار تفاضل‌گیری

1- Correlation Dimension .
2- Chaos Theory.

پایا می‌شوند. مقدار وقفه‌ی بهینه نیز با استفاده از سه معیار آکائیک، شوارتز- بیزین و حنان کوئین انتخاب شده است.

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه‌ی واحد (۱۳۸۵-۱۳۴۲)

بررسی پایایی متغیرها				
سری‌های زمانی با وقفه	با روند		بدون روند	
	مقادیر بحرانی	نتیجه آزمون	مقادیر بحرانی	نتیجه آزمون
مالیات کل	-۲/۹۳۳۹	-۴/۴۶۳۲	-۳/۵۲۱۷	-۵/۹۴۷۰
مالیات مستقیم	-۲/۹۴۴۶	-۳/۲۶۴۶	-۳/۵۳۴۸	-۴/۱۵۱۱
مالیات غیرمستقیم	-۲/۹۴۴۶	-۶/۲۵۴۴	-۳/۵۳۸۶	-۶/۱۳۱۵
مالیات بر درآمد	-۲/۹۴۴۶	-۴/۲۴۸۹	-۳/۵۳۸۶	-۵/۲۵۹۵
مالیات بر ثروت	-۲/۹۴۲۲	-۴/۰۳۶۸	-۳/۵۳۴۸	-۶/۷۶۳۳
مالیات بر شرکت‌ها	-۲/۹۴۲۲	-۴/۱۷۲۹	-۳/۵۳۴۸	-۴/۹۶۱۶
مالیات بر واردات	-۲/۹۴۲۲	-۴/۷۰۹۸	-۳/۵۵۶۲	-۵/۵۵۸۱

سطح اهمیت آزمون ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

منبع: محاسبات تحقیق

$$C_M(r) = \lim_{N\to\infty} \frac{۲}{N_M(N-۱)} \sum_{t\le s} I_r(X_t^M, X_s^M) \qquad (۱)$$

که در آن $NM = N-(M-1)$ و M بعد محاط[1] است.

و $Ir(x, y)$، تابع مشخصه‌ای[2]، وابسته به x و y است و به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$I_r(x, y) = \begin{cases} ۰, & \|x-y\| > r \\ ۱, & \|x-y\| > r \end{cases} \qquad (۲)$$

در حقیقت با اندازه‌گیری و تخمین بعد همبستگی، میزان همبستگی و شباهت میان نقاط مختلف در جاذب غیرخطی منصوب به فرآیند را می‌توان اندازه‌گیری کرد. بعد همبستگی فرآیند DM برای بعد محاط M به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$D_M = \lim_{r\to ۰} \lim_{N\to\infty} \frac{\log C_M(r, N)}{\log(r)} \qquad (۳)$$

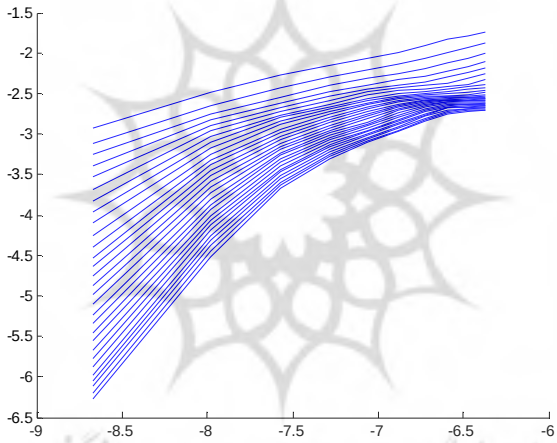
1- Embedding Dimension.
2- Indicator Function.

بعد همبستگی (D) برابر است با:

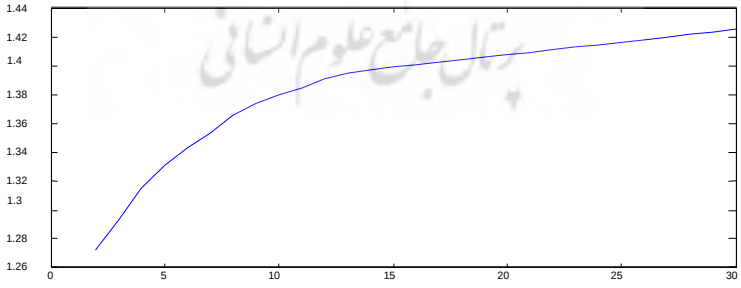
$$D = \lim_{M\to\infty} D_M \qquad (۴)$$

N، به اندازه‌ی تعداد داده‌های مالیاتی است و به دلیل کم بودن حجم اطلاعات، در انتخاب مقادیر r و M محدودیت وجود دارد و عملا نمی‌توان $r \to ۰$ و $M \to \infty$ را داشت. اگر سیستم آشوب‌گونه باشد، DM به ازای مقادیر بزرگ M به مقداری بزرگ‌تر از یک هم‌گرا می‌شود.

در این‌جا نیز شکل‌های مربوط به مراحل مختلف انجام تخمین بعدهمبستگی برای کل درآمدهای مالیاتی آورده شده است. شکل ۱ الف، نشانگر منحنی‌های (log (CM بر حسب log (r) به ازای مقادیر M از ۲ تا ۳۰ و شکل ۱ ب، نمایانگر بعد همبستگی این سری زمانی بر حسب M است.



شکل ۱ الف- منحنی‌های ($\log(C_M)$) بر حسب log (r) به ازای مقادیر M از ۲ تا ۳۰ (مالیات کل)



شکل ۱ ب- بعد همبستگی سری زمانی مالیات کل بر حسب M از ۲ تا ۳۰

مقادیر تخمین زده شده‌ی DM برای مالیات کل، با افزایش بعد M به مقدار۱/۴۴ هم‌گرا می‌شود. نتایج حاصل از آزمون بعدهمبستگی در مورد سایر منابع مالیاتی به تفکیک در جدول ذیل ارائه شده است:

جدول ۲- مقادیر بعد همبستگی (D_M) مربوط به سری زمانی درآمدهای مالیاتی

مالیات کل	مالیات مستقیم	مالیات غیرمستقیم	مالیات بردرآمد
$D_M = ۱/۴۴$	$D_M = ۱/۱$	$D_M = ۱/۷$	$D_M = ۱/۸۸$
مالیات برشرکت‌ها	مالیات برثروت	مالیات بر واردات	
$D_M = ۱/۶۵$	$D_M = ۱/۷۵$	$D_M = ۱/۵۳$	

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار بعد همبستگی D_M برای مالیات بردرآمد، بیش‌ترین و برای مالیات مستقیم کم‌ترین مقدار را داراست، بنابراین پیچیدگی سیستم مولد سری زمانی مالیات بردرآمد از بقیه بیش‌تر و متناظرا" مدل‌سازی و پیش‌بینی آن نیز مشکل‌تر خواهد بود، اما در مورد سیستم مولد سری زمانی مالیات مستقیم، برعکس، پیچیدگی کم‌تر و در نتیجه مدل‌سازی و پیش‌بینی در این مورد ساده‌تر می‌باشد.

۴- پیش‌بینی کل درآمدهای مالیاتی بر اساس شبکه‌های عصبی چند ورودی- چند خروجی (ساختار پیشنهادی)[۱]

اغلب روش‌های شبکه‌ی عصبی که دارای یک خروجی هستند و برای پیش‌بینی یک مرحله‌ی بعد به‌کار می‌روند، دارای عملکرد بسیار خوب بوده‌اند، در حالی‌که عملکرد ضعیفی در پیش‌بینی درازمدت و حتی میان مدت را دارا هستند، به‌طوری‌که حتی با تغییر تعداد نرون‌های شبکه, تعداد لایه‌ها، افزایش تعداد ورودی‌ها و غیره نیز بهبودی حاصل نمی‌شود، علت این امر آنست که چون بر طبق پیش پردازش‌های انجام شده‌ی فصل قبل، داده‌های مالیاتی مورد مطالعه از نوع آشوبی ضعیف هستند و در فرآیندهای آشوبی حساسیت بسیار بالایی نسبت به هر نوع خطا (جه در مدل و جه در ورودی‌ها) وجود دارد، لذا چنان‌چه از یک شبکه‌ی عصبی که دارای یک خروجی است، چند مرحله‌ی بعد را پیش‌بینی کند، می‌بایست از خروجی تخمین زده شده‌ی مرحله‌ی بعد

---

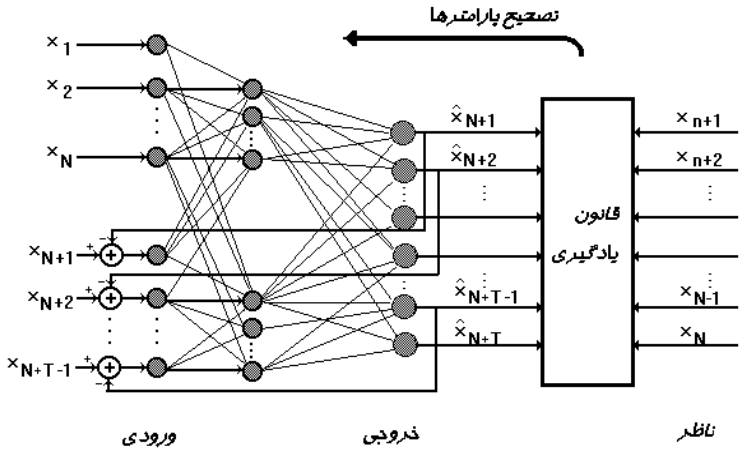
۱ - برای مطالعه‌ی بیش‌تر از روش مدل پیشنهادی، به خالوزاده و دیگران (۱۳۸۲) مراجعه کنید.

نیز به‌عنوان ورودی شبکه‌ی عصبی استفاده کرد و خروجی دو مرحله‌ی بعد را تخمین زد و نیز به‌همین ترتیب برای پیش‌بینی مراحل بعد.

از آن‌جایی‌که هر یک از این تخمین‌ها دارای مقداری ولو اندک خطاست و داده‌های موجود از یک فرآیند آشوبی پیروی می‌کنند که بسیار حساس به خطا در ورودی می‌باشند، لذا پیش‌بینی‌های چند مرحله‌ی بعد به طور عمده بسیار بد هستند. در حقیقت شبکه‌های عصبی یک خروجی موجود، به‌دلیل پیچیدگی فرآیند مولد سری زمانی مالیات، قادر به بازسازی و احیای دینامیک فرآیند مربوطه نبوده و جهت پیش‌بینی درازمدت کارآیی لازمه را ندارند. اکنون با توجه به عملکرد خوب مدل‌های شبکه‌ی عصبی یک خروجی، در پیش‌بینی‌های یک گام به جلو و کوچکی خطای نسبی آن، مسئله‌ی پیش‌بینی با افق بیش‌تر از یک مرحله، مشابه با پیش‌بینی با افق یک مرحله بررسی می‌شود، بدین ترتیب که از یک شبکه‌ی عصبی با بردار خروجی شامل چندین مؤلفه استفاده می‌شود، به‌طوری‌که هر مؤلفه یکی از سال‌هایی است که می‌بایست پیش‌بینی شود. در حقیقت شبکه‌ی عصبی موردنظر مدلی است چند متغیره (چند ورودی، چند خروجی).

در این شبکه، دنباله‌ی مرتب $X_{N+1}, X_{N+2}, ..., X_{N+T}$، براساس داده‌های موجود $X_1, X_2, ..., X_N$ به‌طور هم‌زمان پیش‌بینی می‌شوند.

از آن‌جا که مقادیر بعدهمبستگی به‌دست آمده از مرحله‌ی قبل نشان‌دهنده‌ی پیچیدگی ساختار سری‌های زمانی مورد بررسی می‌باشد، که البته شدت و ضعف آن در مورد هر متغیر متفاوت است، بنابراین در این قسمت از شبکه‌های عصبی با ساختارهای متفاوت از نظر تعداد ورودی، خروجی و میزان وقفه و تعداد نرون‌های لایه‌ی میانی، نوع یادگیری، نحوه‌ی آموزش، نوع توابع نرون‌های لایه‌ی میانی و... با توجه به میزان پیچیدگی ساختار سری‌های زمانی موردنظر، استفاده شده و در نهایت مدلی با ساختار بهینه براساس ساختار چندورودی – چندخروجی با قانون یادگیری پیشنهادی (با تعداد نرون‌ها و توابع محرک متفاوت در لایه میانی) به‌دست آمده و براساس آن، مدل‌های بهینه‌ی مالیات‌ها به تفکیک منابع وصولی برای ۶ سال آینده پیش‌بینی شده است. شکل زیر، مدل شبکه‌ی عصبی با ساختار پیشنهادی (چندورودی- چند خروجی) را برای پیش‌بینی میان‌مدت نشان می‌دهد.

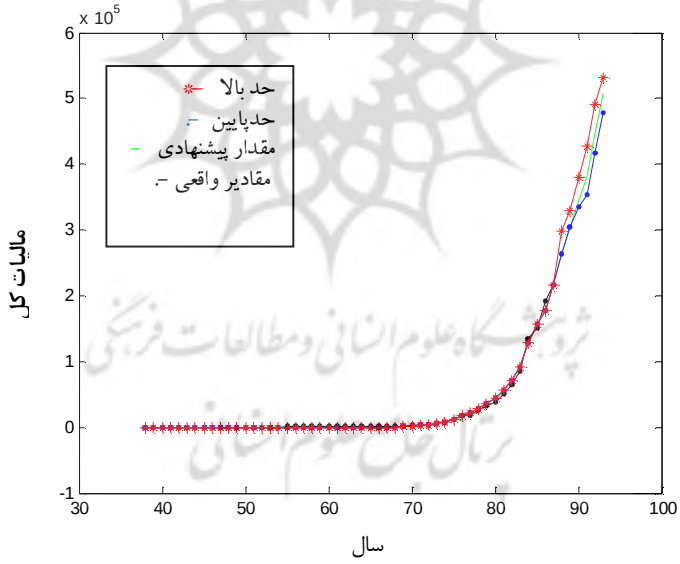


شکل ۲- شبکه‌ی عصبی با ساختار پیشنهادی چندورودی-چند خروجی برای پیش‌بینی میان‌مدت

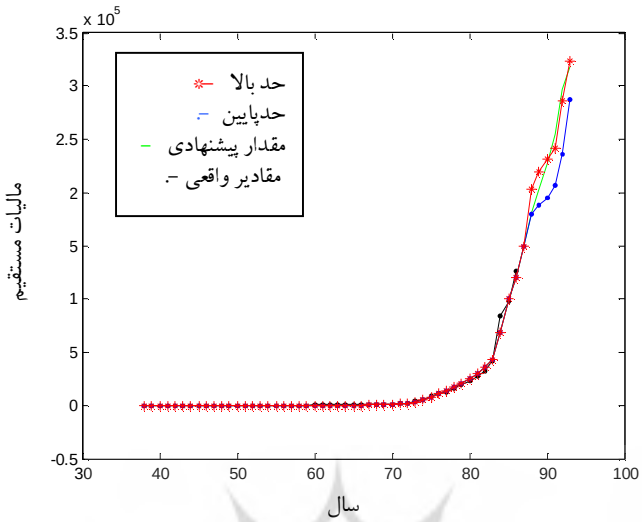
نحوه‌ی عملکرد شبکه‌ی پیشنهادی به این صورت است که اطلاعات داده شده به لایه‌ی ورودی به شکل دنباله‌ی مرتب $X_1, X_2, ..., X_N, X_{N+1} ... X_{N+T-1}$ و مقادیر پیش‌بینی شده اطلاعات در لایه‌ی خروجی به صورت $X_{N+1}, ..., X_{N+T-1}, X_{N+T}$ است. در این ساختار، از داده‌های تا لحظه‌ی N+T-۱ در مرحله‌ی آموزش و یادگیری استفاده می‌شود. بدین ترتیب، تا این‌جا مدل شبکه‌ی عصبی توصیف شده، عملا با استفاده از اطلاعات تا لحظه‌ی N+T-۱ پیش‌بینی داده X_{N+T} را انجام می‌دهد. برای انجام پیش‌بینی میان‌مدت داده‌های $X_{N+1}, ..., X_{N+T-1}, X_{N+T}$، نرون‌های اضافه‌ی N+۱ تا N+T-۱ در لایه‌ی ورودی، در فرآیند پیش‌بینی غیرضروری خواهد بود. چنین ملاحظاتی این ایده را القا می‌کنند که از مقادیر پیش‌بینی شده‌ی اطلاعات $X_{N+1}, ..., X_{N+T-1}$ به نرون‌های ورودی N+۱ تا N+T-۱ بازخورد منفی داده شود و در واقع، تفاضل داده‌های واقعی، $X_{N+1}, ..., X_{N+T-1}$ با مقادیر پیش‌بینی شده متناظر است که به عنوان ورودی به نرون‌های ورودی N+۱ تا N+T-۱ اعمال می‌شود. باید توجه داشت که با پیشرفت فرآیند یادگیری، این تفاضل‌ها به سمت صفر میل می‌کنند. بدین ترتیب، در مرحله‌ی تأیید مدل (دوره‌ی آزمون)، به نرون‌های ورودی N+۱ تا N+T-۱ مقادیر صفر وارد شده و هیچ‌گونه استفاده‌ای از داده‌های لحظات N+۱ تا N+T-۱ در پیش‌بینی مقادیر $X_{N+1}, ..., X_{N+T-1}, X_{N+T}$ انجام نمی‌گیرد. در مرحله‌ی آزمون که مربوط به سال‌های ۸۷-۱۳۸۰ می‌باشد، به منظور بررسی عملکرد

شبکه و انتخاب شبکه‌ی مناسب برای انجام پیش‌بینی، از دو معیار مجذور میانگین مربع خطا و میانگین قدرمطلق انحراف استفاده شده است. در صورت تأیید عملکرد، از شبکه‌ی مناسب برای پیش‌بینی دوره‌ی زمانی مربوطه استفاده می‌شود.

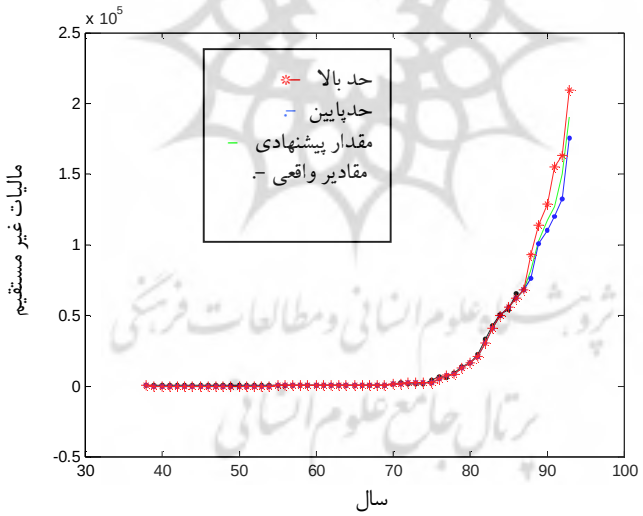
از میان ۵۸ مدل شبکه و مدل پویا، ۳۳ مدل برتر که از ساختار و عملکرد مناسبی در دوره‌ی آزمون برخوردار بوده‌اند، انتخاب شده‌اند، که نتایج این مدل‌ها برای پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی به تفکیک منابع وصولی به صورت یک بازه‌ی درآمدی تعیین شده است. در نهایت از بین این ۳۳ مدل خروجی، یک مدل که از نتایج دوره‌ی آزمون (۸۷-۱۳۸۰) بهتری برخوردار بوده، به عنوان مقادیر پیشنهادی ارائه شده است. دوره‌ی آزمون یا تست، دوره‌ی زمانی‌ای است که از آن برای بررسی عملکرد مدل استفاده می‌شود و از آن‌جا که دوره‌ی زمانی پیش‌بینی مربوط به سال‌های ۹۳-۱۳۸۸ می‌باشد، بنابراین از سال‌های ۸۷-۱۳۸۰ برای بررسی عملکرد مدل‌ها و انتخاب مدل برتر استفاده شده است. نمودارهای ارائه شده در زیر، بازه‌ی درآمدی و مقادیر پیشنهادی را به تفکیک منابع وصولی برای سال‌های ۹۳-۱۳۸۸ نشان می‌دهد.



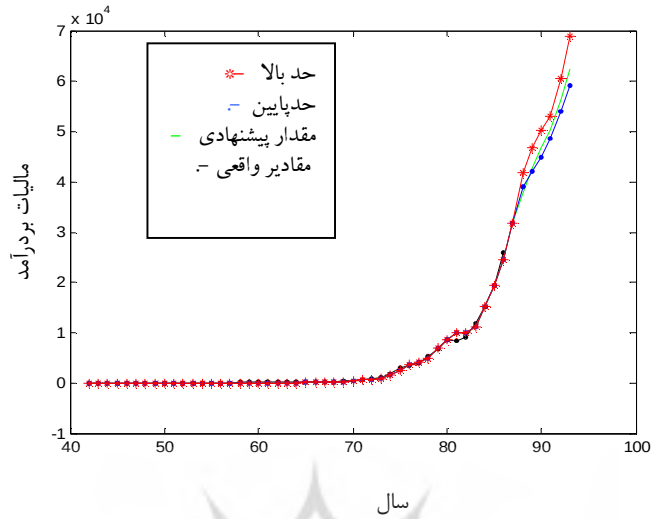
شکل ۳- پیش‌بینی میان‌مدت مالیات کل با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی



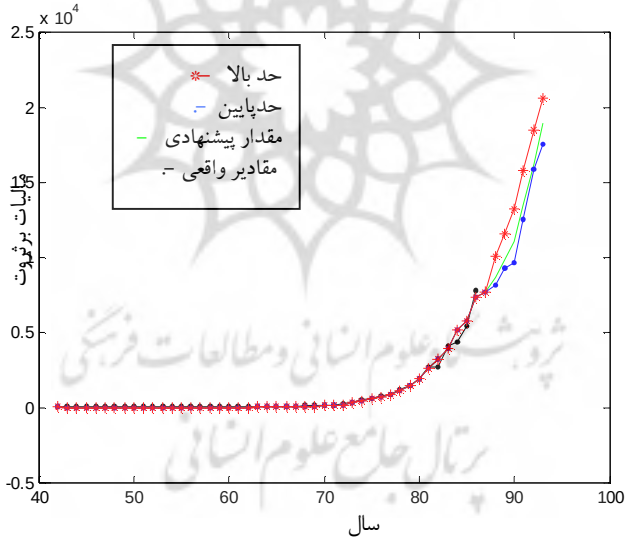
شکل ۴- پیش‌بینی میان‌مدت مالیات‌های مستقیم با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی



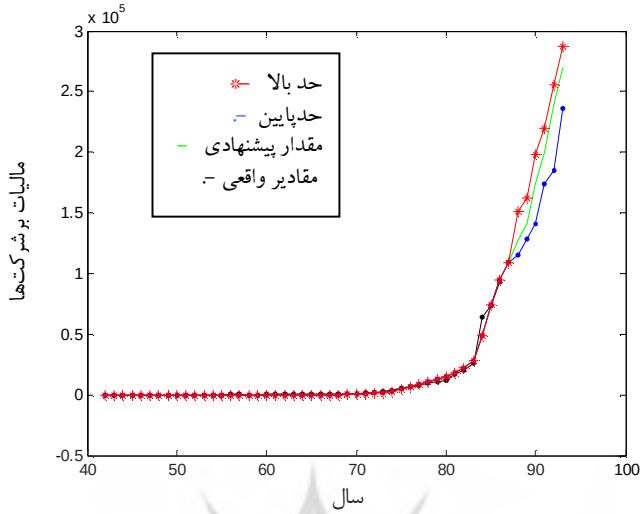
شکل ۵- پیش‌بینی میان‌مدت مالیاتهای غیرمستقیم با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی



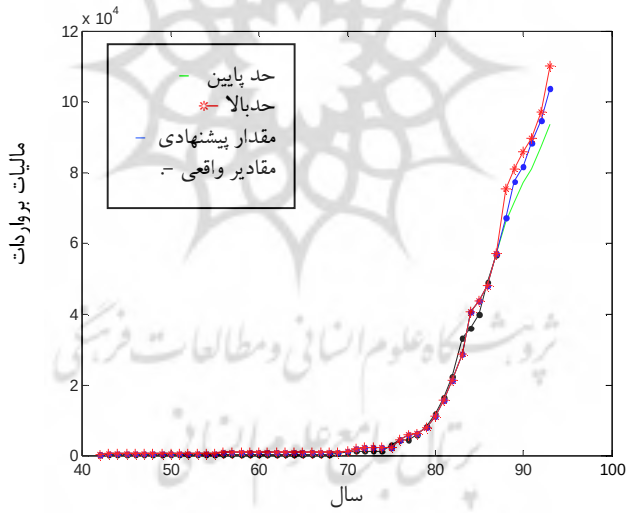
شکل ۶- پیش‌بینی میان‌مدت مالیات بر درآمد با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی



شکل ۷- پیش‌بینی میان‌مدت مالیات بر ثروت با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی



شکل ۸- پیش‌بینی میان‌مدت مالیات بر شرکت‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی



شکل ۹- پیش‌بینی میان‌مدت مالیات بر واردات با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشنهادی

نتایج پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی به صورت یک بازه‌ی درآمدی به تفکیک منابع وصولی برای سال‌های ۹۳-۱۳۸۸ در جدول ۳ آمده است. همان‌طور که در جدول نیز مشاهده می‌شود به استثناء مالیات بر ثروت سایر وصولی‌های مالیاتی در بازه‌ی

پیش‌بینی شده قرار دارد؛ از این‌رو نتـایج دوره‌ی پـیش‌بینـی را بـا اطمینـان بـیش‌تـری می‌توان پذیرفت.

جدول ۳- پیش‌بینی بازه‌ی درآمدی مالیات‌ها به تفکیک منابع وصولی برای سال‌های ۹۳-۱۳۸۸

سال		مالیات کل*	مالیات مستقیم	مالیات غیرمستقیم	مالیات بر شرکت‌ها*	مالیات بردرآمد	مالیات بر ثروت	مالیات بر واردات
۱۳۸۸	پیش‌بینی	-۲۹۸۷۷۹ ۲۶۳۲۶۸	-۲۱۲۷۹۲ ۱۷۹۴۰۱	-۹۹۷۷۷ ۷۶۸۲۰	-۱۵۰۷۸۴ ۱۱۵۲۲۰	-۳۸۸۷۸ ۳۱۳۲۶	-۹۱۳۱ ۸۱۲۲	-۷۵۲۴۲ ۶۶۲۵۹
	عملکرد	۲۶۴۰۳۵	۲۰۹۰۲۹	۹۱۰۰۵	۱۳۰۵۶۹	۳۳۴۲۸	۷۸۰۲	۶۶۸۴۳
۱۳۸۹		-۳۲۹۲۲۲ ۳۰۴۰۱۴	-۲۲۹۱۹۹ ۱۸۸۵۷۸	-۱۱۳۴۴۶ ۱۰۰۸۳۰	-۲۰۹۳۵۶ ۱۷۵۰۶۲	-۴۰۹۲۲ ۳۷۴۰۴	-۱۱۵۲۵ ۹۲۲۲	-۸۰۸۵۸ ۷۱۲۹۸
۱۳۹۰		-۳۷۹۷۵۶ ۳۳۵۹۶۴	-۲۳۱۵۷۱ ۱۹۴۵۶۸	-۱۲۸۵۴۰ ۱۱۰۲۰۱	-۱۹۸۰۳۶ ۱۴۰۶۶۷	-۴۶۷۱۰ ۴۱۹۹۱	-۱۳۱۷۹ ۹۵۷۶	-۸۵۷۲۴ ۷۶۹۹۶
۱۳۹۱		-۴۲۷۵۵۱ ۳۵۲۹۹۱	-۲۴۱۶۱۱ ۲۰۷۱۶۰	-۱۵۵۰۶۲ ۱۱۹۶۶۳	-۲۱۹۲۳۹ ۱۷۳۴۴۲	-۵۰۳۳۶ ۴۴۸۰۶	-۱۵۷۷۲ ۱۲۵۰۵	-۸۹۷۶۲ ۸۰۸۵۸
۱۳۹۲		-۴۹۰۲۵۸ ۴۱۷۶۷۸	-۲۸۵۷۳۱ ۲۳۶۲۰۸	-۱۶۲۴۴۹ ۱۳۲۳۶۰	-۲۵۵۴۹۷ ۱۸۵۳۵۲	-۵۳۰۷۲ ۴۸۵۹۸	-۱۸۴۵۲ ۱۵۸۱۷	-۹۶۹۹۵ ۸۷۲۲۴
۱۳۹۳		-۵۳۰۵۰۵ ۴۷۸۵۱۵	-۳۲۳۱۱۹۱ ۲۸۷۳۲۵	-۲۰۹۳۵۶ ۱۷۵۰۶۲	-۲۸۷۳۲۸ ۲۳۶۰۵۳	-۶۰۵۰۷ ۵۴۰۲۷	-۲۰۵۹۰ ۱۷۵۰۰	-۱۱۰۰۶۷ ۹۳۳۷۹

منبع: محاسبات تحقیق

* برآوردها بدون لحاظ نمودن مالیات عملکرد نفت انجام شده است.

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله درآمدهای مالیاتی کشور به تفکیک منابع وصولی که شامل مالیات‌هـای کل، مستقیم، غیرمستقیم، درآمد، شرکت‌ها، ثروت و واردات می‌باشـد، بـرای سـال‌هـای ۹۳-۱۳۸۸ با استفاده از روش شبکه‌های عصبی غیرخطی پیش‌بینی شده است. با توجـه به این که پیش‌بینی ما برای دوره‌ی میان مدت بوده است، بررسی نوع سـاختار و میـزان پیچیدگی سری‌های زمانی موردنظر این امکان را فراهم می‌کند که با توجه بـه سـاختار سری‌های زمانی، از مدل‌های مناسب برای پیش‌بینـی و دسـتیابی بـه جـواب‌هـای قابـل اطمینان‌تر استفاده کنیم. به این منظور از آزمـون بعدهمبسـتگی اسـتفاده شـده اسـت؛ نتایج تخمین بعدهمبستگی علاوه بر تأیید وجود آشوب در داده‌ها، نشانگر پیچیـدگی در

ساختار سری‌های زمانی موردنظر می‌باشد، که این پیچیدگی برای مالیات‌های مستقیم، کم‌ترین و برای مالیات بر درآمد بیش‌ترین مقدار است.

در مرحله‌ی بعد به منظور پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی از مدل‌های پویای هنون، نگاشت لجستیک و شبکه‌های عصبی با ساختارهای متفاوت از نظر تعداد ورودی، خروجی و میزان وقفه و تعداد نرون‌های لایه‌ی میانی، نوع یادگیری، نحوه‌ی آموزش، نوع توابع نرون‌های لایه‌ی میانی و. . . استفاده شده و در نهایت مدل شبکه‌ی عصبی با ساختار بهینه‌ی چندورودی- چندخروجی و قانون یادگیری پیشنهادی به‌دست آمده است. از میان ۵۸ مدل شبکه، ۳۳ مدل برتر که از ساختار و عملکرد بهتری در دوره‌ی آزمون برخوردار بوده، انتخاب شد، که نتایج این مدل‌ها دربازه درآمدی معین تعریف شده است. مقایسه عملکرد سال ۱۳۸۸ با نتایج پیش‌بینی، تأییدی بر عملکرد مناسب مدل مورد استفاده می‌باشد، لذا نتایج پیش‌بینی مدل را با اطمینان بیش‌تری می‌توان پذیرفت.

فهرست منابع

۱- اصغری اسکویی، محمدرضا، (۱۳۸۱)، کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی، مجموعه‌ی مقاله‌های اولین همایش معرفی و کاربرد مدل‌های ناخطی پویا و محاسباتی در اقتصاد، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، دانشگاه علامه طباطبائی، ص ۱۴۶-۱۲۱.

۲- حمیدی علمداری، سعیده (۱۳۸۴)، الگوسازی و پیش‌بینی درآمدهای ناشی از مالیات بر مشاغل در ایران (کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه‌ی آن با الگوهای اقتصادسنجی)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- خالوزاده، حمید و علی خاکی (۱۳۸۲)، ارزیابی روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام و ارائه‌ی مدل غیرخطی بر اساس شبکه‌های عصبی، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۶۳، ص ۴۳-۸۵.

۴- خالوزاده، حمید، سعیده حمیدی علمداری و آیت زایر (۱۳۸۷)، مدل‌سازی غیرخطی و پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی کشور به تفکیک منابع مالیاتی، دومین همایش سیاست‌های مالی و مالیاتی، سازمان امور مالیاتی کشور.

۵- دفتر مطالعات و تحقیقات مالیاتی (۱۳۸۷)، پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی در برنامه‌ی پنجم توسعه، سازمان امور مالیاتی کشور.
۶- راعی، رضا و کاظم چاوشی (۱۳۸۲)، پیش‌بینی بازده‌ی سهام در بورس اوراق بهادار تهران: مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل چند عاملی، مجله‌ی تحقیقات مالی، سال پنجم، شماره‌ی ۱۵.
۷- عرب مازار، عباس، حمیدی، سعیده و میررستم اسدلله زاده بالی و الهام غلامی و آیت زایر (۱۳۸۷)، برآورد ظرفیت مالیاتی، دفتر مطالعات و تحقیقات مالیاتی، سازمان امور مالیاتی کشور.
۸- فرجام نیا، ایمان، محسن ناصری و سید محمد مهدی احمدی (۱۳۸۶)، پیش‌بینی قیمت نفت با دو روش ARIMA و شبکه‌های عصبی مصنوعی، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۳۲.
۹- فلاحی، محمد علی، حمید خالوزاده و سعیده حمیدی علمداری (۱۳۸۵)، الگوسازی غیرخطی و پیش‌بینی درآمدهای مالیات بر مشاغل در اقتصاد ایران، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۶۳، ص۱۶۷-۱۴۳.
۱۰- قدیمی، محمدرضا و سعید مشیری (۱۳۸۱)، مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۱۲.
۱۱- مشیری، سعید و فائزه فروتن (۱۳۸۳)، آزمون آشوب و پیش‌بینی قیمت‌های آتی نفت خام، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۲۱.
12- Chen, An-S. and Mark T. Leung (2004), "Regression Neural Network for error Correction in Foreign Exchange Forecasting and Trading", Elsevier, pp. 1049-1068.
13- Fllareiov, G. F. and E. O. Averehenkov (1999), "Using Netural Nets for Time Series Forecasting", IEEE, pp. 249-253.
14- Gruca, S. Th. , Klemz, R. B. and A. Petersen, (1999), "Mining Sales Data Using a Neural Network Model of Market Response", ACM SIGDD, Vol. 1, pp. 39-43.
15- Khaloozadeh, H. and A. Khaki Sedigh, (2001), "Long Term Prediction of Tehran Price Index (TEPIX) using Neural Networks", IEEE-IFSA/NAFIPS, Vancouver, Canada, pp. 563-567
16- Leung, M., An-Sing Chen and Hazem Daouk (2000), "Forecasting Exchange Rate Using General Regression Neural Networks", Pergamon, pp. 1093-1110.

17- Lisi, F. and Rosa A. Schiavo (1999), "A Comparison Between Neural Networks and Chaotic Models for Exchange Rate Predition", Elsevier, pp. 87-102.
18- Moshiri, S. ,Cameron, N. , and Scuse, D. (1999). "Static, Dynamic and Hybrid Neural Networks in Forecasting Inflation", Computational Economics, 14, pp. 219-235.
19- Palit, A. and D. Popovic (2000), "Nonlinear Combination of Forecasts Using Artifical Neural Network, Fuzzy Logic and Neuro Fuzzy Approaches", IEEE, pp. 566-571.
20- Qi, M. and Yangru, Wu. (2003), "Nonlinear Prediction of Exchange Rates with Monetary Fundamentals", Elsevier, pp. 623-640.
21- Scheinkman and B. LeBaron, "Nonlinear Dynamics and Stock Returns," Journal of Business, No. 62,Vol. 3, pp. 311-338, 1989.
22- Shazly, M. and Hassan E. El Shazly (1997), "Comparing the Forecasting Performance of Neural Networks and Forward Exchange Rates", Elsevier, pp. 345-356.
23- Virili, F. and B. Freisleben, (2000), "Nonstionarity and Data Preprocessing for Neural Network Predictions of an Economic Time Series", IEEE, pp. 129-134.
24- Zhang, G. and Michael, Y. HU. (1998), "Neural Network Forecasting of the British Pound/US Dollar Exchange Rate", Pergamon, Vol. 26, No. 4, pp. 495-506.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی