

محاسبه‌ی روند جهانی شدن و پیش‌بینی آن در برنامه‌ی چهارم، با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی در اقتصاد ایران

جلیل خداپرست شیرازی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز jks@iaushiraz.net

علیرضا رحمان ستایش

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی شیراز rsetayesh@gmail.com

رضا موسوی محسنی

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی شیراز moosavi@mpo-fr.gov.ir

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۷

چکیده

انسان، در طول حیات طولانی خود، همواره رویای خلق موجودی با توانایی‌های مشابه و یا برتر از خود را در سر می‌پرورانده است. در انتهای قرن بیستم با دست‌یابی به مدل ریاضی و منطقی شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای یادگیری (شبیه مغز انسان)، او را به این مسیر کشاند که خود خالق هوشی مجازی باشد، هوشی که با کمک آن یک ماشین می‌تواند مانند انسان بیندیشد و هم‌چون او محیط پیرامونش را درک کند، آنچه را که نیاز دارد، بیاموزد و بتواند از تجربه‌های گذشته استفاده کند و فراتر از آن، نگاهی به آینده داشته باشد.

در این مقاله با استفاده از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی، برخی از شاخص‌های جهانی شدن مربوط به بخش‌های عمده‌ی کشور (کشاورزی - صنعت و معدن - خدمات و ساختمان) طی سال‌های ۸۰-۱۳۳۸، مورد محاسبه و بررسی و برای سال‌های ۸۱ تا ۸۸، مورد پیش‌بینی قرار گرفته است.

پیش‌بینی‌های انجام شده نشان می‌دهد که هر چند میزان شاخص ادغام تجارت بین‌الملل (LIT) در بخش صنعت نسبت به بقیه‌ی بخش‌ها بالاتر است، ولی روند کاهش آن نشان از تضعیف این بخش در طول زمان، در عرصه‌ی تجارت جهانی دارد. از سوی دیگر، سایر بخش‌ها نیز افزایش شاخص جهانی شدن در طول برنامه‌ی چهارم توسعه را نشان می‌دهند.

طبقه‌بندی JEL : F13, F10

کلید واژه‌ها: جهانی شدن، شاخص‌های جهانی شدن، شبکه‌ی عصبی مصنوعی و برنامه‌ی چهارم توسعه‌ی اقتصادی اجتماعی

۱- مقدمه

در جهان طی دو دهه‌ی اخیر شاهد تحولات مهمی بوده است. فروپاشی نظام‌های اقتصادی مبتنی بر برنامه‌ریزی متمرکز و روی آوردن بیش‌تر آن‌ها به نظام اقتصادی مبتنی بر بازار، افزایش جمعیت جهان به بیش از ۶ میلیارد نفر، شکل‌گیری و ایجاد اتحادیه‌های مختلف اقتصادی و تجاری در آسیا، اروپا و آمریکا، گسترش (گات) سازمان تجارت جهانی، رشد فعالیت شرکت‌های چند ملیتی، رشد بازارهای مالی جهان، بین‌المللی شدن مسائل زیست محیطی، گسترش ارتباطات تجاری بین کشورها و اهمیت فزاینده‌ی عنصر اقتصادی در سطح ملی و بین‌المللی، در عمل فصل جدیدی در عرصه‌ی سیاست و تجارت جهانی گشوده است و پدیده‌ی نو ظهور «جهانی شدن»، محصول همین تحولات است.

جهانی شدن تأثیرات فراوانی در ابعاد مختلف سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی بر جا گذاشته و فرصت‌ها و چالش‌های مختلفی ایجاد کرده است. از لحاظ اقتصادی این پدیده آن‌چنان اقتصاد کشورها را به هم مرتبط کرده و به سمت یک‌پارچگی سوق داده است، که آثار هر پدیده، چه مثبت و چه منفی، در قلمرو یک اقتصاد محدود نمی‌ماند و به سرعت به سایر نقاط جهان تسری می‌یابد.

۲- مفهوم جهانی شدن

جهانی شدن واژه‌ی رایج دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی و دیدگاهی جهان‌شمول است که به وحدت در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و حقوقی می‌اندیشد. جهانی شدن فرآیندی از تحول است که مرزهای سیاسی و اقتصادی را کم رنگ می‌کند، ارتباطات را گسترش می‌دهد و تعامل فرهنگ‌ها را افزایش می‌دهد. «جهانی شدن» یک پدیده‌ی چند بعدی است که آثار آن قابل تسری به فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، حقوقی، فرهنگی، نظامی و فن‌آوری است و هم‌چنین فعالیت‌های اجتماعی نظیر محیط زیست را متأثر می‌کند (پراتون ۱۹۷۷).^۱

پژوهش‌گران اقتصادی، جهانی شدن را به روش‌های مختلف، تعریف و هر یک از دیدگاه خاصی به این مسأله نگاه کرده‌اند.

کروگمن^۲ و رنه بالز^۳، جهانی شدن را «ادغام بیش‌تر بازارهای جهانی» تعریف کرده‌اند. کول^۱ با بهره‌گیری از تعریف «سازمان همکاری و توسعه‌ی اقتصادی (OECD)،

1- Perraton, 1977, P258.

2- Naomi T. Krugman.

3- R. Balz.

(OECD)، جهانی شدن را الگوی تکامل یابنده‌ای از فعالیت‌های فرامرزی بنگاه‌ها و شرکت‌ها تعریف می‌کند، که شامل سرمایه‌گذاری بین‌المللی، تجارت و همکاری برای ابداع و نوآوری و توسعه‌ی فرآورده‌های تازه و نو، تولید، منبع‌شناسی و بازاریابی است. (Davos, 1999)

مک ایوان^۲، جهانی شدن را «گسترش بین‌المللی مناسبات تولیدی و مبادله‌ی سرمایه‌سالارانه» می‌داند.

ساتکلیف و گلین^۳، علاوه بر گسترش سرمایه‌داری، جهانی شدن را با «به هم پیوستگی بیش‌تر اقتصادها» تعریف می‌کنند. لئوارد^۴، بر این عقیده است که جهانی شدن وضعیتی است که در آن «رفاه یک مرد یا یک زن عادی دیگر فقط به عملکرد دولتشان وابسته نیست»

سیموز^۵، تعریف جامع‌تری از جهانی شدن را ارائه می‌دهد. او خصلت‌های جهانی شدن را در موارد زیر می‌داند:

- مرزهای ملی برای جداسازی بازارها اهمیت خود را از دست می‌دهند.
- فعالیت‌های تولیدی فرامرزی تخصصی می‌شوند و بنابراین شبکه‌های تولیدی چند ملیتی را ایجاد می‌کنند.
- قدرت‌های چند پایه‌ی تکنولوژیک شکل می‌گیرند که در نهایت به همکاری‌های بیش‌تر بین بنگاه‌های بین‌المللی منتهی می‌شوند.
- شبکه‌های اطلاعاتی جهانی همه‌ی جهان را به یکدیگر مرتبط و وابسته می‌کنند.
- همبستگی بالاتری در مراکز مالی دنیا به وجود می‌آید.
- بازانسون (۱۹۹۹)^۶ مشخصه‌های اصلی جهانی شدن را در موارد زیر می‌داند:
- یک‌پارچه شدن تجارت از طریق حذف مرزهای تجاری
- حرکت شفاف سرمایه
- تسریع در مبادله‌ی تکنولوژی
- افزایش عمومی در مصرف‌گرایی جهانی

1- Prof. C. Kool.

2 - M. Evan.

3- Satklif – Glin.

4- Leovard.

5- Simos.

6- Bazanson.

از دیدگاه مک‌گرو^۱ (۱۹۹۲)، جهانی شدن عبارت است از: " ... برقراری روابط متنوع و متقابل بین دولت‌ها و جوامع، که به ایجاد نظام جهانی کنونی می‌انجامد و نیز فرآیندی که از طریق آن حوادث، تصمیم‌ها و فعالیت‌ها در یک بخش از جهان، پیامدهای مهمی برای سایر افراد و جوامع در بخش‌های کاملاً دور کره‌ی زمین داشته باشند."

صندوق بین‌المللی پول (IMF)، جهانی شدن را «ادغام وسیع‌تر و عمیق‌تر» تعریف می‌کند. به عبارت دیگر، جهانی شدن را «رشد وابستگی متقابل اقتصادی کشورها در سراسر جهان، از طریق افزایش حجم و تنوع مبادلات کالا، خدمات و جریان سرمایه در ماورای مرزها و همچنین از طریق پخش گسترده‌تر و وسیع‌تر تکنولوژی، می‌داند.» (IMF, 1997, p45)

سیاست‌مداران و مسئولان سازمان‌های بین‌المللی نیز از جهانی شدن برداشت‌های (انتظارات) متفاوتی دارند.

نلسون ماندلا، رئیس‌جمهور سابق آفریقای جنوبی، در تجمع اقتصادی دووس در سال ۱۹۹۹، جهانی شدن را زیر سوال برده و می‌گوید: «آیا جهانی شدن برای آن است که به قدرتمندان، تأمین‌کنندگان مالی، سفته‌بازان، سرمایه‌گذاران و بازرگانان، سود برساند؟» (Davos, 1992)

کوفی عنان دبیر کل سازمان ملل متحد، در اجلاس دووس، از رهبران کار فرمایی جهان خواست که «یک قرارداد جهانی در زمینه‌ی ارزش‌ها و اصول به‌وجود آورند که به بازارهای جهانی چهره‌ای انسانی ببخشند».

جان کروسان^۲، رئیس بانک سرمایه‌گذاری گولدمن ساچ می‌گوید: «دنیاى امروز پیچیده‌تر از آن است که دست نامرئی آدام اسمیت بتواند تمام مسئولیت‌ها را به عهده بگیرد. سرمایه‌داری جهانی باید یک قلب مرئی و یک دست نامرئی داشته باشد.» (Davos, 1999)

در نهایت لستر تارو^۳ (۱۹۹۷)، در کتاب آینده‌ی سرمایه‌داری می‌گوید که «اقتصاد جهانی بنابه تعریف، اقتصادی است که در آن عوامل تولید، منابع طبیعی، سرمایه، دانش فنی، نیروی کار و نیز کالاها و خدمات، در سراسر جهان جابه‌جا می‌شوند»^۴.

1- McGrew.

2- John Crossan.

3- Lester Thurow.

۴- محمد مهدی بهکیش، (۱۳۸۰)، اقتصاد ایران در بستر جهانی شدن، نشرنی، تهران صص ۲۴ تا ۲۶.

۳- تعریف جهانی شدن اقتصاد

با توجه به تعاریف بالا، جهانی شدن اقتصاد را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد: جهانی شدن اقتصاد، «روند افزایش ادغام بازارهای جهانی کالاها، خدمات و عوامل تولید» است.

اجزای این تعریف عبارتند از:

الف- روند: این پدیده یک فرایند است، نه یک پروژه

ب- افزایش ادغام: این پدیده سبب ادغام بیش‌تر اقتصادها در یکدیگر می‌شود

ج- بازارهای جهانی: این پدیده در بازارهای جهانی تحقق می‌یابد و بر بازارهای داخلی اثرگذار است

د- کالاها، خدمات و عوامل تولید: ادغام بازارهای جهانی در زمینه‌ی بازار کالاها، بازار خدمات و بازار عوامل تولید (کار و سرمایه) صورت می‌گیرد.

ادغام بازار کالاها، از طریق کاهش موانع تجاری شامل تعرفه‌ها و موانع غیرتعرفه‌ای انجام می‌گیرد.^۱ یکی از اثرات جهانی شدن اقتصاد، تجدید مکان استقرار^۲ صنایع و جهانی شدن تولید است. و یکی از ویژگی‌های مهمی است که جهانی شدن را از بین‌المللی شدن متمایز می‌کند.^۳

۴- شاخص‌های جهانی شدن

اندازه‌گیری جهانی شدن اقتصاد هنوز در مراحل مقدماتی است، از این رو نقطه‌نظرات متفاوتی در این زمینه وجود دارد و برای نشان دادن تقویت و گسترش روند جهانی شدن، شاخص‌های متعددی مطرح شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

الف- نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی

ب- نسبت واردات به تولید ناخالص داخلی

ج- نسبت تجارت (صادرات + واردات) به تولید ناخالص داخلی^۴

این شاخص به درجه‌ی باز بودن یا درجه‌ی وابستگی متقابل اقتصاد نیز معروف است، به طوری که با افزایش حجم تجارت، درجه‌ی وابستگی اقتصادی متقابل کشورها افزایش می‌یابد. در طی سه دهه‌ی اخیر، درجه‌ی باز بودن بازارهای جهانی کالا و

1 - R.C.Hine, International Economic Integration, (1994).

2 - Relocation.

3 - Walter Goode, Dictionary of Trade Policy Terms, (1998).

4- P. Bergeijk and N.Mensink, (1997).

بازارهای مالی به شدت افزایش یافته است. البته، درجه‌ی باز بودن بازارهای مالی در کشورهای توسعه یافته، به مراتب از درجه‌ی باز بودن بازار کالاها بیش‌تر است، در حالی که در کشورهای در حال توسعه این موضوع برعکس است. در مطالعات گرت^۱ (۱۹۹۵ و ۱۹۹۸) و رودریک^۲ (۱۹۹۸)، مجموع صادرات و واردات نسبت به تولید ناخالص داخلی به‌عنوان شاخص مورد استفاده قرار گرفته است.

د- شاخص ادغام تجارت بین‌المللی (IIT^۳)

این شاخص بانام شاخص تجارت درون صنعتی^۴ و به‌عنوان یکی از معیارهای جهانی شدن مطرح و در مطالعات کمیجانی و نوری^۵ (۱۳۷۹)، کلباسی و موسوی و جلائی^۶ (۱۳۸۰) و موسوی، جلائی و سعیدی فر^۷ (۱۳۸۴)، به کار گرفته شده است. شاخص ادغام تجارت بین‌المللی، ادغام جهانی یک صنعت (یا بخش) را اندازه‌گیری می‌کند و معیار مناسبی برای درک جهانی شدن یک صنعت است.

این شاخص نخستین بار توسط گروبل و لوید^۸ (۱۹۶۷)، به کار گرفته شد و هم‌اکنون یکی از شاخص‌هایی است که در محاسبه‌ی تجارت درون صنعتی کاربرد فراوانی دارد. این شاخص به‌صورت زیر است:

$$IIT_t = 1 - \left[\frac{|M_t - X_t|}{(X_t + M_t)} \right] \quad (1)$$

M_t ارزش واردات

X_t ارزش صادرات

این شاخص نشان دهنده‌ی تجارت در درون یک صنعت (یا بخش) و $0 < IIT_t < 1$ است.

1- Garret.

2- Rodrik.

3- Integration on International Trade.

4- Intra-Industry Trade

۵- اکبر کمیجانی و کیومرث نوری، (۱۳۷۹)، «جهانی شدن اقتصاد و اثرات آن بر کشاورزی ایران (مطالعه‌ی موردی گندم و پسته)»، مجله‌ی علمی پژوهشی اقتصادی و مدیریت، شماره‌ی ۴۶، ص ۹، تهران.

۶- حسن کلباسی، رضا موسوی محسنی و سید عبدالمجید جلائی، (۱۳۸۲)، «بررسی اثرات جهانی شدن بر تجارت خارجی ایران»، مجموعه مقالات همایش جهانی شدن اقتصاد، مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، صص ۳۹۹-۲۹۹.

۷- موسوی محسنی، رضا، ع.جلائی و م. سعیدی فر (۱۳۸۴)، «اثرهای جهانی شدن بر تجارت خارجی ایران»، نشریه‌ی علمی تخصصی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سال پانزدهم شماره‌ی ۴۶، تهران، صص ۷۰-۱۳۹.

8- Grubel-Lloyd.

هنگامی که $III_t = 0$ باشد، آن کشور تنها صادر کننده یا تنها وارد کننده‌ی کالا است و تجارت درون صنعتی وجود ندارد. از سوی دیگر، اگر صادرات و واردات مساوی باشند، آن‌گاه $III_t = 1$ است، یعنی تجارت درون صنعتی حداکثر است.^۱

هد- شاخص سطح تجارت بین‌المللی (LIT^r)

این شاخص نشان دهنده‌ی وسعت ارتباط بین‌المللی برای صنعتی خاص و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$LIT_t = (X_t + M_t) / (Y_t + M_t - X_t) \quad (2)$$

به طوری که، X_t صادرات صنعتی، M_t واردات صنعتی، Y_t تولید صنعتی است. LIT_t کوچک‌تر، نشان دهنده‌ی این است که صنعت (یا بخش) با توجه به حجم تولید خود، کم‌تر در تجارت شرکت داشته است. این شاخص گرچه بسیار مناسب است، اما باید توجه داشت شرط لازم برای جهانی شدن اقتصاد بوده است و شرط کافی برای اندازه‌گیری جهانی شدن اقتصاد نیست.

و- نسبت رشد تجارت جهانی کالا و خدمات، به رشد تولید جهان

متوسط رشد سالانه‌ی تجارت جهانی کالا و خدمات جهانی طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۰، معادل ۶ درصد بوده است، که این رقم حدود ۲ برابر رشد تولید ناخالص جهان طی همین مدت است. به عبارت دیگر، سهم روز افزونی از تولید جهان، مورد مبادله بین کشورها قرار می‌گیرد.

بدیهی است که این روند در مورد تمامی کشورها یکسان نبوده است. در بحث صادرات کالا، در میان سی کشور جهان، که ۸۶/۳ درصد صادرات کالایی دنیا را به خود اختصاص می‌دهند، رشد صادرات کالاهای چین با ۱۵ درصد، مالزی و ایرلند، با ۱۳ درصد، تایلند با ۱۲ درصد، کره‌ی جنوبی و سنگاپور، با ۱۰ درصد، هنگ کنگ با ۹ درصد، کانادا و تایوان، با ۸ درصد و ایالات متحده، عربستان و اسپانیا، با ۷ درصد متوسط رشد سالانه، بیش‌ترین نقش را ایفا کرده‌اند.

در بحث واردات کالا نیز متوسط رشد سالانه‌ی کشورهای لهستان (۱۶ درصد)، چین و مکزیک (۱۵ درصد)، مالزی (۱۱ درصد)، برزیل، تایوان، هنگ کنگ (۱۰ درصد)، ایالات متحده‌ی آمریکا، کره جنوبی، ترکیه و ایرلند (۹ درصد)، سنگاپور و هند (۸ درصد) و کانادا (۷ درصد) بیش‌ترین رشد را نشان داده‌اند.

1- D. Salvatore, (1993).

2- Level of International Trade.

در بحث صادرات و واردات خدمات تجاری نیز کم و بیش همین وضعیت حاکم بوده است.^۱

۵- ساختار مدل

در این مقاله از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی استفاده شده است. اجزای یک شبکه‌ی عصبی، شامل تعداد لایه‌ها و نرون‌های لایه‌ی میانی - توابع محرک و ... هستند، که با تغییر هر کدام از آن‌ها می‌توان یک کلاس شبکه‌ی عصبی را به‌وجود آورد، در این مطالعه از یک کلاس شبکه‌ی عصبی با سه لایه‌ی پیشرو استفاده شده است. شبکه‌های عصبی با سه لایه، به MLP^۲ معروف‌اند، با یک لایه‌ی میانی، توابع محرک سیگموئید در لایه‌ی میانی و تابع محرک خطی در لایه‌ی خروجی که قادر به تقریب تمامی توابع با هر درجه‌ی تقریب خواهند بود، مشروط بر این که به اندازه‌ی کافی در لایه‌ی میانی نرون وجود داشته باشد. این موضوع نخستین بار توسط هچت نلسون (۱۹۸۷)^۳ و سپس توسط افرادی چون سینگو و هورنیک^۴ و دیگران مورد اثبات قرار گرفت آن‌ها قضیه‌ای را مرسوم به تقریب ساز جهانی (Universal Function Approximate) ثابت کردند. اگر چه این قضیه از نظر تئوری خیلی مهم است، ولی فقط اثبات وجود شبکه‌های MLP با یک لایه‌ی مخفی را جهت حل طبقه‌ی وسیعی از مسائل طبقه‌بندی و یادگیری توابع ارائه می‌دهد. به عبارت دیگر، اگر تابعی وجود داشته باشد، می‌توان شبکه‌ی MLP با یک لایه‌ی میانی پیدا کرد که چنین تابعی را تقریب بزند. برای استفاده از این شبکه برای پیش‌بینی سری‌های زمانی پارامترهای شبکه را باید مشخص کرد.

۶- تشخیص اندازه‌ی شبکه‌ی عصبی

شبکه‌های عصبی انعطاف پذیر هستند. منظور از انعطاف پذیری، قابلیت تقریب بهتر رابطه‌ی بین ورودی و خروجی است. با افزایش نرون‌های لایه‌ی میانی و ثابت بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها، می‌توان انعطاف پذیری شبکه‌های عصبی را بیش‌تر کرد. اما

۱- مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، (۱۳۸۱)، «جهانی شدن و اقتصاد ایران»، مجموعه‌ی گزارش‌های همایش چالش‌ها و چشم‌اندازهای توسعه‌ی ایران، ص ۲-۳۱.

2- Multi Layer Perceptron.

3- Hecht Nelson (1987).

4- Cybenko (1987) & Hornik (1989).

افزایش این انعطاف پذیری خطرناک است و سبب برآزش بیش از حد^۱ داده‌ها می‌شود. این مسأله سبب گسترش روش‌های تعیین اندازه‌ی بهینه‌ی شبکه‌های عصبی (روش‌های هرس کردن) را موجب می‌شود.

روش‌های هرس کردن^۲ شبکه‌های عصبی

این روش‌ها برای کاهش اندازه‌ی شبکه‌های عصبی بزرگ به کار می‌روند. کاهش شبکه‌ها را از دو طریق می‌توان دنبال کرد:

- ۱- کاهش سیگنال‌های پیوندی بین لایه‌های مختلف
- ۲- کاهش تعداد نرون‌ها

دو روش زیر برای تعیین و کاهش تعداد نرون‌ها استفاده می‌شوند:

روش افزایش سهم

در این روش سهم هر نرون در عملکرد کلی شبکه بررسی می‌شود. نرونی که سهم کمی دارد، برای خروج از شبکه انتخاب می‌شود (با تمام پیوندهایش) و تخمین دوباره‌ی شبکه‌ی کاهش یافته، این خروج را تصدیق می‌کند. برای اندازه‌گیری سهم یک نرون در عملکرد شبکه‌ی عصبی، از کمیت مربع ضریب وابستگی استفاده می‌کنیم.

مربع ضریب وابستگی (R^2) بین y و \hat{y} (خروجی‌های شبکه‌ی عصبی) را از فرمول زیر می‌توان محاسبه کرد، که برای سادگی y و \hat{y} انحراف از میانگین هستند:

$$R^2 = \frac{(\hat{y}y')^2}{(y'y)(\hat{y}'\hat{y})} \quad (11)$$

این فرآیند برای نرون‌های لایه‌ی میانی و هم‌چنین لایه‌ی ورودی به کار می‌رود. سهم نرون h با حذف این نرون و پیوندهایش از شبکه، به کمک مربع ضریب همبستگی قابل اندازه‌گیری است. وقتی نرون h حذف شود تخمین‌های شبکه را با \hat{y}_{-h} نشان می‌دهیم و R^2 مربوط به آن برابر است با:

$$R^2_{-h} = \frac{(\hat{y}'_{-h}y)^2}{(y'y)(\hat{y}'_{-n}\hat{y}_{-n})} \quad (12)$$

1- Over fitting.

2- Pruning.

سه‌م افزایشی $R_{incr}^2(h)$ با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:
 $R_{incr}^2(h) = R^2 - R_{-h}^2$ و نرون‌های با R_{incr}^2 کم برای حذف انتخاب می‌شوند.

معیارهای AIC و BIC

برای انتخاب مدلی که بهترین برازش را برای داده‌ها انجام دهد، می‌توان از معیار مجموع مربعات خطا S (یا مجموع قدر مطلق خطا s) استفاده کرد، اما هر چه تعداد نرون‌های شبکه بیش‌تر باشد، مقدار S یا s کوچک‌تر و سبب برازش بیش از حد مدل می‌شود، که در نتیجه، فرآیند یک پیش‌بینی ضعیفی خواهد داشت. به همین دلیل از معیارهای AIC و BIC برای انتخاب بهترین مدل از مدل‌های منتخب با تعداد پارامتری مختلف استفاده می‌شود.

این معیارها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$AIC = n_{eff} \times \ln\left(\frac{S}{n_{eff}}\right) + 2p \quad (13)$$

$$BIC = n_{eff} \times \ln\left(\frac{S}{n_{eff}}\right) + p + p \ln(n_{eff}) \quad (14)$$

که :

n_{eff} : تعداد مشاهدات مؤثر در یک مدل برازش شده است.

p : تعداد پارامترهای مدل

S : مجموع مربعات خطا

جمله‌ی اول در هر ۲ معیار، برازندگی مدل را اندازه‌گیری می‌کند و بقیه‌ی جملات از برازش بیش از حد جلوگیری می‌کنند. معیار BIC بیش‌تر از AIC تعداد پارامترهای مدل را مورد توجه قرار می‌دهد. هر چه مقدار معیار BIC و AIC محاسبه شده برای یک مدل کم‌تر باشد، آن مدل برای پیش‌بینی بهتر خواهد بود.

۷- استفاده از شبکه‌های عصبی برای تحلیل سری‌های زمانی

یک سری زمانی، دنباله‌ای از مشاهدات بر روی یک متغیر مورد توجه است. متغیر در نقاط گسسته‌ای از زمان، که معمولاً فاصله‌های مساوی دارند، مشاهده می‌شود. تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی تضمین‌کننده‌ی توصیف فرایند یا پدیده‌ای است که تولید دنباله می‌کند. برای پیش‌بینی سری‌های زمانی، لازم است که رفتار فرایند را با یک مدل ریاضی که قابل گسترش برای آینده باشد، توصیف کرد.

برای طراحی این مدل ریاضی و محاسبه‌ی پارامترهای آن روش‌های بسیار زیادی گسترش یافته است. یک کلاس از این روش‌ها، مدل‌های آماری (تصادفی) است. معروف‌ترین مدل در این کلاس، مدل میانگین متحرک اتورگرسیو انباشته (ARIMA) است، ولی این مدل‌های آماری دو مشکل اساسی دارند:

۱- محدودیت داده‌ها: به طوری که برای تقریب یک مدل ARIMA، حداقل ۵۰ دوره داده نیاز است.

۲- ایستا بودن سری زمانی: بیش‌تر سری‌های زمانی موجود، به ویژه سری‌های زمانی اقتصادی، غیرساکن هستند. این سری‌ها ممکن است دارای میانگین غیرثابت، گشتاورهای مرتبه‌ی دوم متغیر نسبت به زمان (نظیر واریانس غیرثابت)، یا هر دو این خصوصیت‌ها باشند. قبل از برآورد یک الگوی سری زمانی، می‌بایست ایجاد اطمینان کرد که سری زمانی تحت بررسی از طریق تبدیلات مورد نیاز (مانند لگاریتم‌گیری و تفاضل‌گیری لازم) به یک سری ساکن تبدیل شده است.

کلاس دیگر مدل سازی سری‌های زمانی، مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی است. در این مدل یک سری زمانی به یک شبکه‌ی عصبی تبدیل می‌شود که می‌تواند رابطه‌ی بین متغیرها را با تقریب دلخواه محاسبه کند. در طراحی این مدل‌ها، نیازی به انجام فرضیه‌های آماری خاص در مورد رفتار متغیرها، مانند فرضیه‌های مربوط به تابع توزیع احتمال آن‌ها و نحوه‌ی ارتباط بین آن‌ها وجود نیست. این مسأله برتری مهم این مدل‌ها نسبت به سایر مدل‌های ساختاری و سری‌های زمانی را مطرح می‌کند. طراحان شبکه‌های عصبی، می‌توانند با استفاده از تکنولوژی کامپیوتر و سرعت محاسباتی آن و بدون نیاز به فرض‌های استاندارد مدل‌های متداول، ارتباط بین متغیرها را هر چه قدر هم پیچیده باشند، فرا گرفته و از آن (برای پیش‌بینی) بهره‌گیرند. پیش‌بینی به وسیله‌ی شبکه‌ی عصبی شامل دو مرحله‌ی زیر است:

۱- مرحله‌ی آموزش

۲- مرحله‌ی پیش‌بینی

در مرحله‌ی آموزش، داده‌ها به دو قسمت تفکیک می‌شوند:

۱- مجموعه‌ی آموزشی^۱: شامل قسمت عمده‌ی داده‌هاست.

۲- مجموعه‌ی آزمون^۲

1- Training set.

2- Testing set.

در مرحله‌ی آموزش، ورودی و خروجی به شبکه‌ی عصبی داده می‌شود و طبق الگوریتم آموزشی، شبکه‌ی عصبی خروجی‌های خود را تولید کرده و می‌کوشد تا اختلاف بین خروجی تولید شده و واقعی را به حداقل مقدار ممکن برساند. پس با به دست آوردن وزن‌های بهینه که اختلاف بین خروجی واقعی و تولید شده را به حداقل رسانده‌اند، می‌توان با دادن ورودی، خروجی مورد نظر را به دست آورد. پس از آموزش، برای ارزیابی عملکرد شبکه از مجموعه‌ی آزمون استفاده می‌کنیم، بدین منظور داده‌های مجموعه‌ی آزمون را به شبکه‌ی داده و خروجی‌ها را با مقدار واقعی مقایسه می‌کنیم. معیار مورد استفاده برای ارزیابی، در صورت قابل قبول بودن عملکرد شبکه، می‌تواند آینده را برای سری زمانی با دادن اطلاعات حال پیش‌بینی کند.

ورودی‌های شبکه

به متغیرهای گذشته‌ی مؤثر بر x_t اصطلاحاً وقفه (Lag) گفته می‌شود، به‌عنوان مثال در صورتی که $x_t = f(x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}, x_{t-4})$ باشد، متغیرهای x_{t-1} و x_{t-2} و x_{t-3} و x_{t-4} را وقفه‌های x_t گوئیم. برای شناسایی وقفه‌های یک سری زمانی معیارهای زیادی وجود دارد. تعدادی از معروف‌ترین آن‌ها، معیارهای آکائیک، حنان-کوئین و شوارتز هستند. مقدار وقفه‌های یک مدل سری زمانی، ورودی‌های شبکه‌ی عصبی را تشکیل می‌دهد. البته یکی از ورودی‌های شبکه‌ی عصبی مقدار ثابتی به نام bias است. بنابر این اگر در یک مدل سری زمانی پس از تشخیص وقفه‌ها $(x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}, x_{t-4})$ باشد، آن‌گاه مقادیر x_{t-1} و x_{t-2} و x_{t-3} و x_{t-4} ورودی‌های شبکه را تشکیل می‌دهند.

خروجی‌های شبکه

خروجی‌های شبکه را به دو روش می‌توان تعیین کرد.
الف- تک خروجی^۱: در این روش، شبکه فقط یک خروجی دارد، به عبارت دیگر، رابطه‌ی بین یک متغیر و وقفه‌های قبل شناسایی می‌شود.
ب - چند خروجی^۲: در این روش خروجی شبکه چند متغیر است، که در این حالت رابطه‌ی بین چند مقدار آینده، یعنی x_t و x_{t-1} و x_{t-2} و x_{t-3} و x_{t-4} و ... با چند متغیر قبل x_{t-1} و x_{t-2} و x_{t-3} و x_{t-4} شناسایی می‌شود.

1- One step ahead.

2- Multi step ahead.

۸- برآورد و نتایج تحقیق

در قسمت قبل، شاخص جهانی LIT برای بخش‌های عمده‌ی اقتصادی ایران در سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ محاسبه شد. بنابراین چهار سری زمانی مختلف برای بخش‌های کشاورزی-صنعت و معدن-خدمات و ساختمان با طول ۴۳ سال در اختیار است. در تحلیل و پیش‌بینی یک سری زمانی، فرض می‌شود که مقدار هر سال به یک یا چند سال قبل بستگی دارد، این موضوع را می‌توان به صورت زیر نوشت، به طوری که مقدار هر سال فقط به مقدار یک سال قبل بستگی داشته باشد:

$$x_t = f(x_{t-1}) \quad (15)$$

زمانی که مقدار هر سال به مقدار دو سال قبل بستگی داشته باشد:

$$x_t = f(x_{t-1}, x_{t-2}) \quad (16)$$

زمانی که مقدار هر سال به مقدار سه سال قبل بستگی داشته باشد:

$$x_t = f(x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}) \quad (17)$$

با توجه به هر یک از روابط فوق، ورودی‌ها - خروجی‌ها و الگوهای یک مدل شبکه‌ی عصبی مشخص می‌شود. در صورتی که رابطه‌ی (۱۵) انتخاب شود، شبکه، یک ورودی و خروجی خواهد داشت. از سویی اطلاعات سری زمانی‌ای که در اختیار داریم (برای هر بخش)، مربوط به سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ است. بنابراین الگوی شبکه‌ی عصبی در این حالت:

$$(X_{1338}, X_{1339}), (X_{1339}, X_{1340}), \dots, (X_{1379}, X_{1380}) \quad (18)$$

که شامل ۴۲ الگو است. و مولفه‌های اول، ورودی و مولفه‌های دوم خروجی را نشان می‌دهد. این الگوها به دو مجموعه تقسیم می‌شوند:

۱- مجموعه‌ی آموزش: که شامل ۳۷ الگو است.

۲- مجموعه‌ی آزمون: که شامل ۵ الگو است.

در صورتی که رابطه‌ی (۱۶) انتخاب شود، شبکه، دو ورودی و یک خروجی خواهد داشت. چون سری‌های زمانی موجود از سال ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ است، بنابراین الگوی شبکه‌ی عصبی در این حالت به صورت زیر خواهد بود:

$$((X_{1338}, X_{1339}), X_{1340}), ((X_{1339}, X_{1340}), X_{1341}), \dots, ((X_{1378}, X_{1379}), X_{1380}) \quad (19)$$

که شامل ۴۱ الگو است و دو مؤلفه‌ی اول، ورودی و مؤلفه‌ی دوم خروجی را نشان می‌دهد. این الگوها را به دو مجموعه تقسیم می‌کنیم:

۱- مجموعه‌ی آموزش، که شامل ۳۶ الگوی اول است.

۲- مجموعه‌ی آزمون، که شامل ۵ الگوی آخر است.

در صورتی که رابطه‌ی (۱۷) انتخاب شود، شبکه، ۳ ورودی و یک خروجی خواهد داشت. چون سری‌های زمانی از سال ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ است، بنابراین الگوی شبکه‌ی عصبی در این حالت به صورت زیر خواهد بود:

$$(X_{1338}, X_{1339}, X_{1340}, X_{1341}), (X_{1339}, X_{1340}, X_{1341}, X_{1342}) \quad (20)$$

$$..., (X_{1377}, X_{1378}, X_{1379}, X_{1380})$$

سه مؤلفه‌ی اول، ورودی و مؤلفه‌ی آخر خروجی را نشان می‌دهد. این الگوها به دو مجموعه تقسیم می‌شوند:

۱- مجموعه‌ی آموزش، که شامل ۳۵ الگوی اول است.

۲- مجموعه‌ی آزمون، که شامل ۵ الگوی آخر است.

۹- شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای الگوی اول

با توجه به الگو و رابطه‌ی (۱۵)، شبکه‌ی عصبی سه لایه‌ای که شامل یک لایه‌ی ورودی، یک لایه‌ی خروجی و یک لایه‌ی میانی است، ساخته می‌شود که لایه‌ی ورودی شامل یک نرون ورودی X_{t-1} و یک بایاس و لایه‌ی خروجی نیز یک نرون با تابع محرک خطی است. برای انتخاب تعداد نرون‌های لایه‌ی میانی، از معیار AIC و SBC استفاده می‌شود. بدین منظور تعداد نرون‌ها را از ۱ تا ۱۰ به صورت متغیر انتخاب می‌کنیم و سپس به کمک این دو معیار تعداد نرون مطلوب در لایه‌ی میانی شبکه، (به عبارت دیگر، بهترین شبکه) را به دست می‌آوریم. بنابراین ابتدا شبکه را با استفاده از BP آموزش می‌دهیم، مجموع مربعات خطا و هم‌چنین مجموع قدر مطلق خطا را محاسبه می‌کنیم. با استفاده از دو معیار AIC و SBC، مدل مطلوب برای پیش‌بینی در هر چهار بخش عمده‌ی اقتصادی را انجام می‌دهیم. پس از انجام این مراحل نتایج زیر حاصل می‌شود:

۱- در بخش ساختمان، پس از طراحی ۱۰ شبکه که همگی در یک ورودی و یک بایاس در لایه‌ی ورودی و یک خروجی در لایه‌ی خروجی، مشابه و در تعداد نرون‌های

لایه‌ی میانی متفاوت هستند، آموزش داده شدند. از بین آن‌ها بهترین شبکه‌ی عصبی مصنوعی شبکه‌ای با یک نرون در لایه‌ی میانی شناخته شده است. (جدول ۱)

۲- در بخش خدمات، پس از طراحی ۱۰ شبکه که همگی در لایه‌ی ورودی و خروجی، مشابه و متفاوت در تعداد نرون‌های لایه‌ی میانی هستند، آموزش شبکه، با توجه به سری زمانی موجود انجام گرفته است. بهترین شبکه‌ی عصبی مصنوعی در این دسته، شبکه‌ای با تعداد دو نرون در لایه‌ی میانی به دلیل پایین‌تر بودن مقدار معیارهای AIC و SBC انتخاب شده است. (جدول ۲)

۳- در بخش صنعت و معدن، ۱۰ شبکه که همگی در لایه‌ی ورودی و خروجی، مشابه و در تعداد نرون‌های لایه‌ی میانی متفاوت هستند، طراحی شده است با توجه به سری زمانی در این بخش برای سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ بین شبکه‌های آموزش داده شده بهترین شبکه‌ی عصبی مصنوعی، شبکه‌ای با تعداد دو نرون در لایه‌ی میانی شناسایی شده است. (جدول ۳)

۴- در بخش کشاورزی با طراحی ۱۰ شبکه که همگی در لایه‌ی ورودی، خروجی مشابه و فقط در تعداد نرون لایه‌ی میانی متفاوت هستند و با توجه به سری زمانی در این بخش برای سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰، بین شبکه‌های آموزش داده شده، بهترین شبکه‌ی عصبی مصنوعی شبکه‌ای با تعداد دو نرون در لایه‌ی میانی است. (جدول ۴)

۱۰- شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای الگوی دوم

با توجه به رابطه‌ی دوم، شبکه‌ی عصبی سه لایه، شامل یک لایه‌ی ورودی، یک لایه‌ی خروجی و یک لایه‌ی میانی است. لایه‌ی ورودی شامل دو نرون ورودی X_{t-1} و X_{t-2} و یک بایاس و لایه‌ی خروجی نیز یک نرون با تابع خطی است. اطلاعات سری زمانی برای هر چهار بخش، از سال ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ است. این اطلاعات را به دو دسته‌ی ۱۳۳۸ تا ۱۳۷۵ و ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ تقسیم می‌کنیم. از اطلاعات دسته‌ی اول برای آموزش شبکه و از اطلاعات ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ برای تست کردن شبکه استفاده می‌کنیم. پس از آموزش و آزمون شبکه برای هر چهار بخش، مانند حالت قبل، با استفاده از شبکه‌هایی که فقط در تعداد نرون لایه‌ی میانی متفاوت هستند، جواب‌ها نشان‌دهنده‌ی بهتر بودن جواب الگوهای قبلی و یا به عبارت دیگر برآزش بهتر شبکه‌های با یک نرون ورودی است. این اطلاعات در جداول (۱)، (۲)، (۳) و (۴) ارائه شده‌اند.

۱۱- شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای الگوی سوم

با استفاده از رابطه‌ی سوم شبکه‌ی عصبی سه لایه، شامل یک لایه‌ی ورودی، یک لایه‌ی خروجی و یک لایه‌ی میانی است و لایه‌ی ورودی شامل سه نرون ورودی X_{t-1} و X_{t-2} و X_{t-3} و یک بایاس است. تنها تفاوت این شبکه با دو حالت قبل، لایه‌ی ورودی شبکه می‌باشد. هم‌چون حالت قبل، این نوع شبکه را آموزش می‌دهیم و سپس تست می‌کنیم. جواب‌ها نشان‌دهنده‌ی برتری همان الگوی اول است. این اطلاعات نیز در جداول (۱)، (۲)، (۳) و (۴) ارائه شده است.

در حالی که چشم انداز جمهوری اسلامی ایران و به‌دنبال آن برنامه‌ی چهارم که اولین برنامه از ۴ برنامه‌ی بلندمدت چشم انداز است، تعامل مناسب با اقتصاد جهانی را به‌عنوان مهم‌ترین مسأله‌ی خارجی در اقتصاد ایران بیان می‌کند، اما روند حرکت شاخص‌های جهانی شدن در اقتصاد ایران خلاف موضوع فوق این در حالی است که پیوستن به WTO ما را ملزم به مراودات بیش‌تر جهانی خواهد کرد. حرکت نزولی شاخص مورد بررسی در بخش صنعت، با رشد ۱۴/۸ درصدی بخش صنعت که در قانون برنامه‌ی چهارم، آمده، مغایر است. این در حالی است که در برنامه‌ی چهارم شاخص به سمت تعامل با اقتصاد جهانی در طی سال‌های ۸۴ تا ۸۸ می‌رود، که روند رشد کند پیش‌بینی شاخص در بخش‌های کشاورزی و ساختمان و روند نزولی این شاخص در بخش صنعت حکایت از مغایرت با پیش‌بینی در برنامه‌ی چهارم دارد.^۱

همان‌طور که از جدول (۵) و نمودار (۱) استنباط می‌شود، بخش صنعت که در برنامه‌ی چهارم یکی از اساسی‌ترین بخش‌های مربوط به این پیوند است روندی نزولی را دنبال می‌کند. بی‌شک این روند حکایت از عدم دستیابی به خواسته‌های کشور در برنامه‌ی چهارم و در نهایت چشم انداز را در پی خواهد داشت. تنها بخشی که بیش از سایر بخش‌ها روند صعودی داشته، بخش ساختمان است. همان‌طور که می‌دانیم، این بخش بیش‌تر جنبه‌ی داخلی و بومی دارد و کم‌تر از بخش‌هایی هم‌چون صنعت و معدن می‌تواند در بهبود شاخص‌های جهانی شدن به اقتصاد ایران کمک کند.

۱۲- نتیجه‌گیری

جهانی شدن واقعیتی است که چه مثبت و چه منفی، بسیار شتابان در حال حرکت است. این که آن را مثبت ارزیابی کنند و یا منفی، مقوله‌ای فرعی است، زیرا خواسته و یا ناخواسته اقتصاد ایران را نیز در بر می‌گیرد. در این حالت مهم‌ترین وظیفه این است که برای استفاده‌ی هر چه بهتر از مزایای و پیشگیری از معایب آن، باید آماده شد. برای رویارویی با این پدیده، لازم است که اولاً قوانین اقتصادی در خصوص اقتصاد بین‌الملل، سازگار با اقتصاد جهانی و پدیده‌ی جهانی شدن تدوین شود و ثانیاً از یک‌طرف به شناسایی بخش‌هایی پرداخته شود که از توانایی لازم برای حضور در بازارهای جهانی برخوردارند و با حمایت هدفمند این بخش‌ها آن‌ها را یاری کرد و از سوی دیگر با شناسایی بخش‌های ضعیف در رویارویی با این پدیده در جهت تقویت آن تلاش کرد.

در این مقاله با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، به بررسی روند حرکت یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده‌ی روند جهانی شدن در برنامه‌ی چهارم توسعه‌ی اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران در چهار بخش اصلی صنعت و معدن، کشاورزی، خدمات و ساختمان، پرداخته شده است.

همان‌طور که از جدول (۵) و نمودار (۱) استنباط می‌شود، در طول برنامه‌ی چهارم توسعه، بخش صنعت با یک روند نزولی حکایت از افزایش فاصله‌ی این بخش با اتفاقات جهانی و تضعیف آن در صحنه‌ی تجارت بین‌المللی دارد. این مهم می‌تواند زنگ خطری برای برنامه‌ریزان توسعه‌ی صنعتی باشد، تا در جهت تقویت آن کوشش کنند. از سوی دیگر بخش‌های خدمات، کشاورزی و ساختمان روندی صعودی را نشان می‌دهند. ولی به راحتی قابل مشاهده است که ناچیز بودن رقم این شاخص‌ها، با وجود حرکت صعودی آن‌ها حاکی از ضعف بودن این بخش‌ها در صحنه‌ی جهانی است.

در پایان به نظر می‌رسد که اگر بتوان این مطالعه و یا مطالعاتی از این قبیل را برای کالاهای صادراتی و وارداتی انجام داد، می‌توان نتایج مطلوب‌تری را در مورد جهت‌دهی سیاست‌های تجاری پیش از این که پدیده‌ی جهانی شدن به‌طور ناخواسته اقتصاد را در برگردد، به‌دست آورد.

جدول ۱ - نتایج مدل‌های شبکه‌ی عصبی برای شاخص Lit در بخش ساختمان

معیار BIC	معیار AIC	مجموع قدرمطلق انحرافات	تعداد پارامترهای شبکه	تعداد الگوها	تعداد نرون	ورودی
-۱۲۵,۰۲	-۱۳۵,۴۶	۰,۷۳	۴	۳۷	۱	Xt-۱
-۱۱۴,۳۸	-۱۳۲,۶۵	۰,۷۰	۷	۳۷	۲	Xt-۱
-۱۰۰,۷۰	-۱۲۶,۸۱	۰,۷۰	۱۰	۳۷	۳	Xt-۱
-۸۵,۶۶	-۱۱۹,۶۰	۰,۷۲	۱۳	۳۷	۴	Xt-۱
-۷۲,۸۰	-۱۱۴,۵۸	۰,۷۰	۱۶	۳۷	۵	Xt-۱
-۵۸,۷۰	-۱۰۸,۳۱	۰,۷۱	۱۹	۳۷	۶	Xt-۱
-۴۴,۳۷	-۱۰۱,۸۱	۰,۷۲	۲۲	۳۷	۷	Xt-۱
-۲۹,۹۲	-۹۵,۱۹	۰,۷۳	۲۵	۳۷	۸	Xt-۱
-۱۶,۸۴	-۸۹,۹۴	۰,۷۲	۲۸	۳۷	۹	Xt-۱
-۰,۵۲	-۸۱,۴۶	۰,۷۷	۳۱	۳۷	۱۰	Xt-۱
-۱۱۷,۶۵	-۱۳۰,۵۷	۰,۷۳	۵	۳۶	۱	Xt-۱, Xt-۲
-۱۰۱,۰۷	-۱۲۴,۳۲	۰,۶۹	۹	۳۶	۲	Xt-۱, Xt-۲
-۸۱,۷۳	-۱۱۵,۳۲	۰,۷۱	۱۳	۳۶	۳	Xt-۱, Xt-۲
-۶۲,۹۴	-۱۰۶,۸۶	۰,۷۲	۱۷	۳۶	۴	Xt-۱, Xt-۲
-۴۴,۳۰	-۹۸,۵۶	۰,۷۳	۲۱	۳۶	۵	Xt-۱, Xt-۲
-۲۷,۶۲	-۹۲,۲۱	۰,۶۹	۲۵	۳۶	۶	Xt-۱, Xt-۲
-۹,۸۸	-۸۴,۸۰	۰,۶۸	۲۹	۳۶	۷	Xt-۱, Xt-۲
۱۲,۷۴	-۷۲,۵۲	۰,۷۷	۳۳	۳۶	۸	Xt-۱, Xt-۲
۲۶,۶۹	-۶۸,۹۰	۰,۶۸	۳۷	۳۶	۹	Xt-۱, Xt-۲
۴۵,۵۷	-۶۰,۳۶	۰,۶۹	۴۱	۳۶	۱۰	Xt-۱, Xt-۲
-۱۱۰,۶۹	-۱۲۶,۰۲	۰,۶۸	۶	۳۵	۱	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۷۹,۶۷	-۱۰۷,۷۸	۰,۸۶	۱۱	۳۵	۲	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۶۵,۱۰	-۱۰۵,۹۸	۰,۶۸	۱۶	۳۵	۳	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۴۲,۱۷	-۹۵,۸۳	۰,۶۸	۲۱	۳۵	۴	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۱۸,۷۲	-۸۵,۱۶	۰,۷۰	۲۶	۳۵	۵	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۲,۳۴	-۷۶,۸۸	۰,۶۶	۳۱	۳۵	۶	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۲۴,۰۲	-۶۷,۹۸	۰,۶۴	۳۶	۳۵	۷	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۴۹,۰۳	-۵۵,۷۴	۰,۶۸	۴۱	۳۵	۸	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۷۰,۰۲	-۴۷,۵۳	۰,۶۵	۴۶	۳۵	۹	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۹۲,۱۹	-۳۸,۱۳	۰,۶۴	۵۱	۳۵	۱۰	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳

جدول ۲- نتایج مدل‌های شبکه‌ی عصبی برای شاخص LIT در بخش خدمات

معیار BIC	معیار AIC	مجموع قدرمطلق انحرافات	تعداد پارامترهای شبکه	تعداد الگوها	تعداد نرون	ورودی
-۱۶۶,۰۷	-۱۷۶,۵۲	۰,۲۵	۴	۳۷	۱	Xt-۱
-۱۷۳,۳۹	-۱۹۱,۶۷	۰,۱۴	۷	۳۷	۲	Xt-۱
-۱۶۰,۲۴	-۱۸۶,۳۵	۰,۱۴	۱۰	۳۷	۳	Xt-۱
-۱۴۶,۲۰	-۱۸۰,۱۴	۰,۱۴	۱۳	۳۷	۴	Xt-۱
-۱۳۲,۵۳	-۱۷۴,۳۰	۰,۱۴	۱۶	۳۷	۵	Xt-۱
-۱۱۸,۶۷	-۱۶۸,۲۸	۰,۱۴	۱۹	۳۷	۶	Xt-۱
-۱۰۴,۸۱	-۱۶۲,۲۵	۰,۱۴	۲۲	۳۷	۷	Xt-۱
-۹۰,۶۵	-۱۵۵,۹۲	۰,۱۴	۲۵	۳۷	۸	Xt-۱
-۷۷,۰۳	-۱۵۰,۱۴	۰,۱۴	۲۸	۳۷	۹	Xt-۱
-۶۲,۰۶	-۱۴۳,۰۰	۰,۱۵	۳۱	۳۷	۱۰	Xt-۱
-۱۶۸,۷۳	-۱۸۱,۶۵	۰,۱۸	۵	۳۶	۱	Xt-۱, Xt-۲
-۱۴۴,۸۰	-۱۶۸,۰۵	۰,۲۱	۹	۳۶	۲	Xt-۱, Xt-۲
-۱۴۰,۵۴	-۱۷۴,۱۳	۰,۱۴	۱۳	۳۶	۳	Xt-۱, Xt-۲
-۱۱۰,۲۳	-۱۵۴,۱۵	۰,۱۹	۱۷	۳۶	۴	Xt-۱, Xt-۲
-۹۱,۰۰	-۱۴۵,۲۵	۰,۲۰	۲۱	۳۶	۵	Xt-۱, Xt-۲
-۸۷,۲۴	-۱۵۱,۸۲	۰,۱۳	۲۵	۳۶	۶	Xt-۱, Xt-۲
-۶۰,۰۲	-۱۳۴,۹۵	۰,۱۷	۲۹	۳۶	۷	Xt-۱, Xt-۲
-۴۷,۴۳	-۱۳۲,۶۹	۰,۱۴	۳۳	۳۶	۸	Xt-۱, Xt-۲
-۲۶,۷۴	-۱۲۲,۳۳	۰,۱۵	۳۷	۳۶	۹	Xt-۱, Xt-۲
۶,۳۷	-۹۹,۵۶	۰,۲۳	۴۱	۳۶	۱۰	Xt-۱, Xt-۲
-۱۵۰,۹۲	-۱۶۶,۲۵	۰,۲۱	۶	۳۵	۱	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۱۳۵,۶۲	-۱۶۳,۷۳	۰,۱۷	۱۱	۳۵	۲	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۱۱۳,۰۹	-۱۵۳,۹۷	۰,۱۷	۱۶	۳۵	۳	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۹۱,۲۷	-۱۴۴,۹۳	۰,۱۷	۲۱	۳۵	۴	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۵۷,۶۱	-۱۲۴,۰۵	۰,۲۳	۲۶	۳۵	۵	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۵۱,۰۶	-۱۳۰,۲۸	۰,۱۴	۳۱	۳۵	۶	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۲۵,۹۲	-۱۱۷,۹۲	۰,۱۵	۳۶	۳۵	۷	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۳,۸۰	-۱۰۰,۹۷	۰,۱۹	۴۱	۳۵	۸	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۴۷,۶۵	-۶۹,۹۰	۰,۳۴	۴۶	۳۵	۹	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۳۹,۱۵	-۹۱,۱۸	۰,۱۴	۵۱	۳۵	۱۰	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۳- نتایج مدل‌های شبکه‌ی عصبی برای شاخص LIT در بخش صنعت

معیار BIC	معیار AIC	مجموع قدرمطلق انحرافات	تعداد پارامترهای شبکه	تعداد الگوها	تعداد نرون	ورودی
-۱۰۶,۱۷	-۱۱۶,۶۱	۱,۲۸	۴	۳۷	۱	Xt-۱
-۱۰۵,۲۳	-۱۲۳,۵۰	۰,۹	۷	۳۷	۲	Xt-۱
-۸۰,۵۷	-۱۰۶,۶۷	۱,۲۱	۱۰	۳۷	۳	Xt-۱
-۶۵,۵۳	-۹۹,۴۷	۱,۲۵	۱۳	۳۷	۴	Xt-۱
-۵۶,۸۹	-۹۸,۶۷	۱,۰۸	۱۶	۳۷	۵	Xt-۱
-۳۸,۱۱	-۸۷,۷۲	۱,۲۴	۱۹	۳۷	۶	Xt-۱
-۲۹,۰۶	-۸۶,۵۰	۱,۰۹	۲۲	۳۷	۷	Xt-۱
-۱۷,۷۲	-۸۲,۹۹	۱,۰۲	۲۵	۳۷	۸	Xt-۱
-۴,۵۸	-۷۷,۶۹	۱,۰۰	۲۸	۳۷	۹	Xt-۱
۱۲,۹۸	-۶۷,۹۶	۱,۱۰	۳۱	۳۷	۱۰	Xt-۱
-۱۰۰,۰۶	-۱۱۲,۹۸	۱,۱۸	۵	۳۶	۱	Xt-۱, Xt-۲
-۸۳,۴۹	-۱۰۶,۷۴	۱,۱۳	۹	۳۶	۲	Xt-۱, Xt-۲
-۶۳,۸۰	-۹۷,۳۸	۱,۱۷	۱۳	۳۶	۳	Xt-۱, Xt-۲
-۴۴,۰۵	-۸۷,۹۷	۱,۲۲	۱۷	۳۶	۴	Xt-۱, Xt-۲
-۲۷,۰۳	-۸۱,۲۸	۱,۱۷	۲۱	۳۶	۵	Xt-۱, Xt-۲
-۶,۰۲	-۷۰,۶۱	۱,۲۶	۲۵	۳۶	۶	Xt-۱, Xt-۲
۶,۱۴	-۶۸,۷۸	۱,۰۶	۲۹	۳۶	۷	Xt-۱, Xt-۲
۲۳,۵۴	-۶۱,۷۲	۱,۰۴	۳۳	۳۶	۸	Xt-۱, Xt-۲
۴۲,۵۵	-۵۳,۰۴	۱,۰۶	۳۷	۳۶	۹	Xt-۱, Xt-۲
۵۸,۶۷	-۴۷,۲۶	۰,۹۹	۴۱	۳۶	۱۰	Xt-۱, Xt-۲
-۸۹,۸۲	-۱۰۵,۱۶	۱,۲۳	۶	۳۵	۱	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۷۱,۶۰	-۹۹,۷۱	۱,۰۸	۱۱	۳۵	۲	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۴۸,۸۶	-۸۹,۷۴	۱,۰۸	۱۶	۳۵	۳	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۲۵,۹۶	-۷۹,۶۲	۱,۰۸	۲۱	۳۵	۴	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۲,۵۶	-۶۹,۰۰	۱,۱۰	۲۶	۳۵	۵	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۶۸,۶۷	-۱۰,۵۴	۴,۴۰	۳۱	۳۵	۶	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۴۲,۷۳	-۴۹,۲۶	۱,۰۹	۳۶	۳۵	۷	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۶۴,۹۸	-۳۹,۷۹	۱,۰۸	۴۱	۳۵	۸	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۸۷,۰۴	-۳۰,۵۱	۱,۰۶	۴۶	۳۵	۹	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۱۱۱,۸۷	-۱۸,۴۵	۱,۱۲	۵۱	۳۵	۱۰	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۴- نتایج مدل‌های شبکه‌ی عصبی برای شاخص LIT در بخش کشاورزی

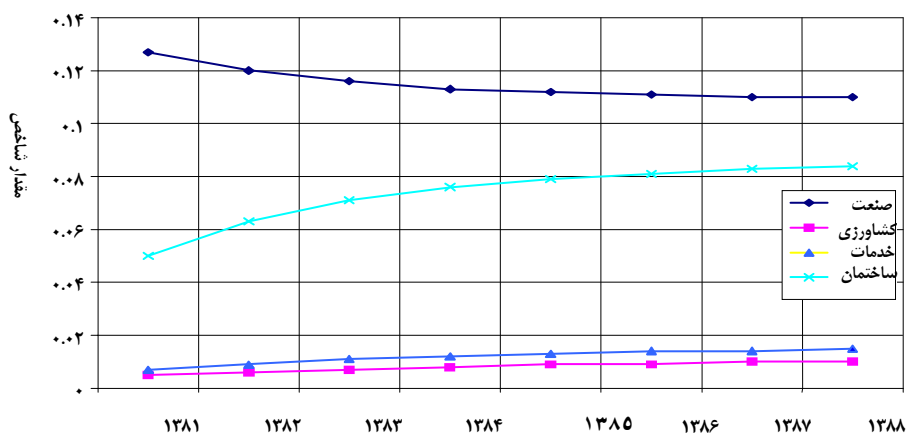
معیار BIC	معیار AIC	مجموع قدر مطلق انحرافات	تعداد پارامترهای شبکه	تعداد الگوها	تعداد نرون	ورودی
-۱۷۹,۷۲	-۱۹۰,۱۶	۰,۱۷	۴	۳۷	۱	Xt-۱
-۱۷۸,۵۲	-۱۹۶,۸۰	۰,۱۲	۷	۳۷	۲	Xt-۱
-۱۶۴,۹۵	-۱۹۱,۰۶	۰,۱۲	۱۰	۳۷	۳	Xt-۱
-۱۵۱,۱۱	-۱۸۵,۰۵	۰,۱۲	۱۳	۳۷	۴	Xt-۱
-۱۳۷,۲۹	-۱۷۹,۰۷	۰,۱۲	۱۶	۳۷	۵	Xt-۱
-۱۲۳,۷۱	-۱۷۳,۳۱	۰,۱۲	۱۹	۳۷	۶	Xt-۱
-۱۱۰,۴۴	-۱۶۷,۸۸	۰,۱۲	۲۲	۳۷	۷	Xt-۱
-۹۲,۸۳	-۱۵۸,۱۰	۰,۱۳	۲۵	۳۷	۸	Xt-۱
-۸۳,۲۴	-۱۵۶,۳۵	۰,۱۲	۲۸	۳۷	۹	Xt-۱
-۷۱,۴۸	-۱۵۲,۴۲	۰,۱۱	۳۱	۳۷	۱۰	Xt-۱
-۱۶۶,۰۳	-۱۷۸,۹۵	۰,۱۹	۵	۳۶	۱	Xt-۱, Xt-۲
-۱۴۳,۶۴	-۱۶۶,۸۹	۰,۲۱	۹	۳۶	۲	Xt-۱, Xt-۲
-۱۴۴,۹۸	-۱۷۸,۵۷	۰,۱۲	۱۳	۳۶	۳	Xt-۱, Xt-۲
-۱۱۵,۱۷	-۱۵۹,۰۹	۰,۱۷	۱۷	۳۶	۴	Xt-۱, Xt-۲
-۸۷,۴۲	-۱۴۱,۶۷	۰,۲۲	۲۱	۳۶	۵	Xt-۱, Xt-۲
-۶۹,۷۹	-۱۳۴,۳۷	۰,۲۱	۲۵	۳۶	۶	Xt-۱, Xt-۲
-۷۲,۴۱	-۱۴۷,۳۴	۰,۱۲	۲۹	۳۶	۷	Xt-۱, Xt-۲
-۲۱,۸۸	-۱۰۷,۱۴	۰,۲۹	۳۳	۳۶	۸	Xt-۱, Xt-۲
-۲۷,۸۰	-۱۲۳,۳۹	۰,۱۵	۳۷	۳۶	۹	Xt-۱, Xt-۲
-۱۰,۵۳	-۱۱۶,۴۶	۰,۱۵	۴۱	۳۶	۱۰	Xt-۱, Xt-۲
-۱۴۶,۳۱	-۱۶۱,۶۴	۰,۲۵	۶	۳۵	۱	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۱۳۷,۶۰	-۱۶۵,۷۱	۰,۱۶	۱۱	۳۵	۲	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۱۰۴,۱۸	-۱۴۵,۰۷	۰,۲۲	۱۶	۳۵	۳	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۹۴,۰۰	-۱۴۷,۶۶	۰,۱۶	۲۱	۳۵	۴	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۶۰,۶۷	-۱۲۷,۱۱	۰,۲۱	۲۶	۳۵	۵	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۴۳,۴۰	-۱۲۲,۶۲	۰,۱۸	۳۱	۳۵	۶	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۱۲,۸۳	-۱۰۴,۸۲	۰,۲۲	۳۶	۳۵	۷	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
-۵,۳۷	-۱۱۰,۱۴	۰,۱۴	۴۱	۳۵	۸	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۴۶,۲۱	-۷۱,۳۳	۰,۳۳	۴۶	۳۵	۹	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳
۶۶,۹۵	-۶۳,۳۷	۰,۳۱	۵۱	۳۵	۱۰	Xt-۱, Xt-۲, Xt-۳

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۵- پیش‌بینی شاخص LIT برای بخش‌های عمده‌ی اقتصادی تا پایان برنامه‌ی چهارم توسعه

بخش	ورودی	تعداد نرون	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸
صنعت	Xt-۱	۲	۰,۱۲۷	۰,۱۲۰	۰,۱۱۶	۰,۱۱۳	۰,۱۱۲	۰,۱۱۱	۰,۱۱۰	۰,۱۱۰
کشاورزی	Xt-۱	۲	۰,۰۰۵	۰,۰۰۶	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	۰,۰۱۰	۰,۰۱۰
خدمات	Xt-۱	۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۹	۰,۰۱۱	۰,۰۱۲	۰,۰۱۳	۰,۰۱۴	۰,۰۱۴	۰,۰۱۵
ساختمان	Xt-۱	۱	۰,۰۵۰	۰,۰۶۳	۰,۰۷۱	۰,۰۷۶	۰,۰۷۹	۰,۰۸۱	۰,۰۸۳	۰,۰۸۴

مأخذ: نتایج تحقیق



نمودار ۱- پیش‌بینی شاخص LIT در بخش‌های مختلف در فاصله سال‌های ۸۸-۱۳۸۱

فهرست منابع

- ۱- سازمان آمار ایران، سال‌نامه‌ی آماری کشوری سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۳۸.
- ۲- کلیاسی، حسن، رضا موسوی محسنی و عبدالمجید جلایی (۱۳۸۰)، "بررسی اثرات جهانی شدن بر تجارت خارجی ایران"، مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی سمینار جهانی شدن اقتصاد، تهران، صص ۳۲۹-۲۹۹.
- ۳- کميجانی، اکبر و کیومرث نوری (۱۳۷۹)، جهانی شدن اقتصاد و اثرات آن بر کشاورزی ایران، مجله‌ی علمی پژوهشی اقتصاد مدیریت تهران.
- ۴- منهای، محمد باقر (۱۳۸۴)، هوش محاسباتی (جلد اول، مبانی شبکه‌های عصبی)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

- ۵- موسوی محسنی، رضا، عبدالمجید جلالی و مریم سعیدی فر (۱۳۸۴)، "اثرهای جهانی شدن بر تجارت خارجی ایران" نشریه‌ی علمی- تخصصی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سال پانزدهم شماره‌ی ۴۶، صص ۱۱۷۰-۱۳۹.
- ۶- نوفرستی، محمود و عباس عرب مازار (۱۳۷۳)، یک الگوی اقتصادسنجی کلان برای اقتصاد ایران، پژوهشی‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره‌ی یک سال دوم، تهران.
- 7- Cai, Y.-D. Liu, X.-J. , Xu, X.-b. , Chou, K.-C. (2002), Artificial neural network method for predicting protein secondary structure content, *Computers and Chemistry*, 26 (4), pp.347-350.
- 8- Davos (1999) , «The G word» ,*World Link March*, April.
- 9- Hemphill, S. (1979), The Effects of Foreign Exchange Receipts on Exports of Less Developed Countries, I.M.F Staff Paper, No. 21. PP. 632-677.
- 10- J. Comp. in Civ. Engrg (1994), Neural Networks for River Flow Prediction, Volume 8, Issue 2, pp. 201-220.
- 11- Mohsen Hayati, Tooraj Yousefi, Mehdi Ashjaee, Abdolsamad Hamidi, and Yazdan Shirvany, (2007), Application of Artificial Neural Networks for Prediction of Natural Convection Heat Transfer from a confined Horizontal Elliptic Tube, *PROCEEDINGS OF WORLD ACADEMY OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY VOLUME 22*.
- 12- Bergeijk, P. and N, Mensink, (1997), Measuring Globalization, *Journal of World Trade*, Vol. 31, No. 3, P. 163.
- 13- Sarmad, K. (1988), the Functional Form of the Aggregate Import Demand Equation, Evidence From Developing Countries, Vol. 27, PP. 309-315.
- 14- Seyf, A. (1997), Globalization and the crisis in the international economy, in *global society* vol. 11, No. 3.
- 15- Yu-Dong Cai and Kuo-Chen Chou,(2000) Using Neural Networks for Prediction of Sub cellular Location of Prokaryotic and Eukaryotic Proteins, Volume 4, Issue 3, Pages 172-173.
- 16- A Reinhardt, T Hubbard - *Nucleic Acids Research*, (1998), uses neural networks for prediction of the sub cellular location of proteins, Oxford University Press.