

کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی ضایعات نان

میترا ژاله رجیبی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، گروه حسابداری، زنجان، ایران
ناصر شاهنوشی، دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، گروه اقتصاد کشاورزی
علی فیروز زارع، کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
فرزانه صالحی، کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده:

مهم‌ترین فرآورده گندم، نان می‌باشد که غذای اصلی مردم ایران و تأمین‌کننده بخش اعظم کالری و پروتئین دریافتی آن‌ها است. برخی آمارها بیانگر این موضوع است که به دلیل تولید نامناسب نان و استفاده ناصحیح از آن، حدود 30 درصد از نان‌های تولیدی کشور روانه نان خشکی‌ها می‌شود. پیش‌بینی مقادیر آتی ضایعات نان به صورت سری زمانی، کمک مؤثری به تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران می‌باشد تا بتوانند نسبت به مدیریت صحیح مسائل آرد و نان با دید گسترده‌تر اقدام نمایند. از اینرو مطالعه حاضر درصدد است به منظور پیش‌بینی ضایعات نان از الگوی ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی استفاده نماید. نتایج تحقیق نشانگر آن است که الگوی شبکه عصبی مصنوعی نسبت به الگوی رقیب برتری داشته و این نتیجه دور از انتظار نخواهد بود. بر اساس پیش‌بینی‌ها طی افق آتی به طور میانگین سالانه 3 میلیون تن گندم تولیدی به شکل ضایعات مرحله آرد و نان از چرخه خارج می‌شود. بر اساس قیمت گندم در سال مبنای مقایسه (هر تن 225/9 دلار) مبلغی معادل 667700000 دلار به شکل ضایعات از چرخه اقتصاد خارج می‌شود که می‌توانست به همین مقدار صرفه جویی ارزی به شکل کاهش واردات یا ارزی به شکل صادرات وجود داشته باشد. این امر در صورت عدم تغییر وضعیت و تداوم سیاست‌های یارانه مساوی نان رخ خواهد داد و لزوم اجرای سیاست‌های هدفمندی یارانه نان و اصلاح الگوی مصرفی و بهبود کیفیت نان را پررنگ می‌سازد.

مقدمه:

گندم به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی از دیرباز مورد توجه بشر بوده است. در بین غلات و مواد غذایی مورد استفاده انسان، این محصول به دلیل سازگاری گسترده کشت با شرایط مختلف آب و هوایی، سهولت کشت، امکان نگهداری به مدت طولانی، ارزانی، ارزش غذایی بالا و قابلیت مصرف در اشکال مختلف از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در ایران نیز گندم مهم‌ترین محصول زراعی بوده و بالاترین سطح زیر کشت را بین محصولات کشاورزی به خود اختصاص داده است. مهم‌ترین فرآورده گندم، نان می‌باشد که غذای اصلی مردم ایران و تأمین‌کننده بخش اعظم کالری و پروتئین دریافتی آن‌ها است. برخی آمارها بیانگر این موضوع است که به دلیل تولید نامناسب نان و استفاده ناصحیح از آن، حدود 30 درصد از نان‌های تولیدی کشور روانه نان خشکی‌ها می‌شود (صفاخو،). با توجه به شرایط و محدودیت‌های موجود از نقطه نظر افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش سطح زیر کشت، تأمین نهاده‌های مورد نیاز، محدودیت واردات به لحاظ تنگناهای حمل‌ونقل و بندری، با جلوگیری و کاهش ضایعات گندم، آرد و نان، در قبال افزایش سطح زیر کشت، علاوه بر پایدار نمودن خودکفایی در زمینه گندم، می‌توان با استفاده از منابع در دسترس، افزایش کارایی و بهره‌وری این محصول و نیز سایر محصولاتی که ایران در تولید آن‌ها از ظرفیت‌های بالفعل

بالقوه برخوردار است را فراهم نمود. پیش‌بینی مقادیر آتی ضایعات نان به صورت سری زمانی، کمک مؤثری به تصمیم‌گیران و سیاست‌گزاران می‌باشد تا بتوانند نسبت به مدیریت صحیح مسائل آرد و نان با دید گسترده‌تر اقدام نمایند. از اینرو مطالعه حاضر در صدد است به منظور پیش‌بینی ضایعات نان از الگوی ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی استفاده نماید.

مواد و روش‌ها:

الگوی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک ARIMA

در الگوهای سری زمانی فرض می‌شود تمام عوامل و ارتباطات مؤثر در شکل‌گیری یک متغیر در مقادیر خود آن نمود پیدا می‌کند، بنابراین از مقادیر قبلی خود متغیر می‌توان به عنوان مهم‌ترین منبع برای توضیح تغییرات متغیر استفاده نمود و پیش‌بینی را تنها با استفاده از اطلاعات قبلی خود متغیر انجام داد. بر طبق این دیدگاه اگر بتوان فرآیند مولد یک متغیر را به دست آورد پیش‌بینی آن متغیر نسبتاً به راحتی امکان‌پذیر خواهد بود (مشیری و فروتن، 1383). فرآیند ARIMA(p,d,q) برای متغیر X را می‌توان به صورت رابطه (1) نشان داد.

$$y_t = f(t) + \sum_{i=1}^p \Phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j e_{t-j} + e_t \quad (1)$$

که در آن:

$f(t)$ روند زمانی را (در صورت وجود) در t برآورد می‌کند. در فرآیند ARIMA(p,d,q)، p,d,q به ترتیب بیانگر تعداد جملات خود توضیح، مرتبه تفاضل‌گیری و تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشند. در صورتی که d برابر با صفر گردد فرآیند ARIMA تبدیل به فرآیند ARMA می‌شود. معمولاً برای تخمین از روش باکس-جنکینز استفاده می‌شود که دارای چهار مرحله شناسایی، تخمین، تشخیص دقت پردازش و پیش‌بینی می‌باشد (گرین، 2000).

شبکه عصبی مصنوعی

پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی رایانه، فرصت ایجاد شبکه‌های عصبی مصنوعی با خصوصیات مشابه همتای بیولوژیکی آن را فراهم می‌کند. شبکه عصبی مصنوعی بدون توجه به نوع مسئله، از یک ساختار مشابه پیروی می‌نماید. یک شبکه عصبی معمولاً از سه لایه ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است. نرون‌های ورودی، سیگنال‌های خارجی را که به شبکه تغذیه می‌شود، دریافت می‌کنند. این سیگنال‌ها به وسیله وزن‌هایی تعدیل می‌شوند. مطابق این تعدیلات، در هر نرون خروجی، ورودی‌های موزون جمع زده می‌شوند و سپس این مجموع از طریق یک تابع فعالساز¹ عبور داده می‌شوند. خروجی تابع فعالساز، خروجی مورد نظر است (هایکین، 1999). هر ورودی می‌تواند به بیش از یک نرون خروجی وارد شود و هر خروجی ممکن است ورودی مجموعه دیگری از نرون‌های خروجی جدید شود. در این حالت، نرون‌ها در لایه میانی، نرون‌های پنهان نامیده می‌شود. توضیحات ارائه شده یک شبکه پیش‌خور² را معرفی می‌نماید. وقتی شبکه پیش‌خور نرون‌های پنهان را شامل شود، شبکه پرسپترون چند لایه³ نامیده می‌شود (هاف، 3003).

معادله زیر یک توضیح ریاضی از پردازش سیگنال نرون‌ها را نشان می‌دهد.

1-Transfer Function.

2. Feedforward.

3. Multilayer perceptron.

$$y_k = j \left(\sum_{j=1}^m w_{kj} x_j + b_k \right) \quad (2)$$

x_j : ورودی ها (m تعداد ورودی هاست)، y_k : خروجی k امین نرون، $j(0)$: تابع فعالسازی، w_{kj} : وزن های سیناپسی و b_k : بایاس k امین نرون است. در این معادله، وزن های سیناپسی برای تعریف قدرت و اندازه هر ورودی منتقل شده، استفاده می شوند. این وزن ها در طی فرآیند آموزش برای رسیدن به ساختار شبکه عصبی مناسب، تعدیل می شوند. بایاس، نرون ارب است که یک مقدار ورودی ثابت دارد و مفهومی مشابه عرض از مبداء در الگوهای اقتصاد سنجی را نشان می دهد. تابع فعالسازی باید پیوسته، مشتق پذیر و یکنواخت باشد. مهم ترین توابع فعالسازی مورد استفاده در شبکه های عصبی تابع سیگموئید¹ و تابع تانژانت هیپربولیک² می باشند (مشیری و مروت، 1385). در ادبیات شبکه عصبی، به جای تخمین ضرایب از اصطلاح یادگیری یا آموزش برای پیدا کردن ارزش های وزن های شبکه استفاده می شود (قدیمی و مشیری، 1381). هدف از آموزش، تعدیل وزن های ارتباطی، در جهت حداقل سازی خطای شبکه است. در طول مسیر طراحی، شبکه به طور مداوم خروجی ها را بر اساس دقت برآورد قبلی، تعدیل می کند. این فرآیند تا زمانی ادامه می یابد که شبکه نتواند در جهت کاهش خطاها، تغییر بزرگ تری در وزن ها دهد. وقتی آموزش به خطای حداقل پیش بینی رسید، شبکه، وزن ها را ذخیره می کند و آموزش پایان می پذیرد (وو، 2001). الگوریتم های آموزش بسیاری برای شبکه های عصبی مصنوعی استفاده شده اند. الگوریتم پس انتشار خطا رایج ترین الگوریتم آموزش است. برای اطمینان از دقت و اعتبار شبکه و توانایی تعمیم شبکه و همچنین امکان مقایسه الگوهای رقیب، شبکه طراحی شده بایستی به طور مداوم آزمون شود. عملیات آزمون به وسیله عبور یک مجموعه داده مجزا تحت عنوان مجموعه آزمون، از شبکه عصبی مصنوعی آموزش دیده و ثبت نتایج، انجام می شود. نتایج حاصل، با نتایج واقعی مقایسه می گردد. شبکه در صورتی پذیرفته می شود که نتایج خوبی برای مجموعه آزمون ارائه دهد. برای این منظور داده ها به دو مجموعه آموزش و آزمون مجموعه جدا تقسیم می شود و جهت مقایسه دقت پیش بینی و انتخاب بهترین روش، از معیارهای میانگین مربع خطا، ریشه میانگین مربع خطا، معیار میانگین قدر مطلق خطا و میانگین قدر مطلق درصد خطا استفاده می شود.

نتایج و بحث:

الگوی ARIMA

نتایج آزمون ایستایی سری زمانی ضایعات نان حاکی از آن است که متغیر مورد استفاده در الگو در سطح ایستا نمی باشد، اما با یک بار تفاضل گیری ایستا می شود. به منظور مقایسه روش های معمول پیش بینی، داده ها به دو گروه آموزش و آزمون تقسیم می گردد. در این بخش از مطالعه از داده های دوره 1374-1338 به منظور آموزش و از داده های سال های 1385-1375 جهت ارزیابی و آزمون الگو استفاده شده است

¹. Sigmoid function

². Hyperbolic Tangent transfer function.

پنجمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی
تهران - دانشگاه تربیت مدرس 1390/09/09

جدول 1- نتایج آزمون ایستایی ضایعات نان سال های 1374-1338

متغیر	آماره دیکی فولر	تعداد وقفه بهینه	مرتبۀ ایستایی	وضعیت عرض از مبدا و روند
ضایعات نان	$-3/32^*$	3	$I(1)$	با عرض از مبدا و روند

مأخذ: یافته های تحقیق

* معنی دار بودن در، 5 درصد

پس از تعیین مرتبۀ ایستایی (d)، تعداد جملات خود توضیح (p) و تعداد جملات میانگین متحرک (q)، با بهره گیری از روش پسران و پسران (1977) و معیار آکائیک و شوارتز-بیزین، محاسبه شدند. کمترین آماره ها مربوط به فرآیندی با تعداد جملات خود توضیح برابر با 3 و میانگین متحرک برابر با 2 می باشد. لذا از میان حالت های مختلف، فرآیند $ARIMA(2,1,3)$ به عنوان بهترین حالت برای پیش بینی انتخاب گردید. سپس مقادیر ضایعات نان برای سال های 1375-1385 که به عنوان داده های آزمون در نظر گرفته شده بود پیش بینی گردید.

الگوی شبکه عصبی مصنوعی بر پایه الگوی ARIMA

در این بخش از مطالعه دو نوع شبکه عصبی پیش خور شامل شبکه پرسپترون چند لایه و شبکه پیش خور تعمیم یافته مورد استفاده قرار گرفته اند. برای هر دو شبکه الگوریتم پس انتشار خطا با مجموعه متغیرهای ورودی گرفته شده از الگو ARIMA در نظر گرفته شد. به منظور دسترسی به بهترین ساختار شبکه جهت پیش بینی، شبکه هایی با تعداد مختلف لایه های پنهان، توابع فعالسازی مختلف در لایه پنهان و قوانین مختلف یادگیری برآورد گردید. تعداد لایه های پنهان یک و دو لایه، توابع فعالسازی لایه پنهان توابع لجستیک شامل سیگموئید و تانژانت هیپربولیک و تابع فعالسازی لایه خروجی تابع فعالسازی خطی در نظر گرفته شد. از میان قوانین محاسباتی الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا، قوانین Levenberg-Morguan، Delta Bar Delta، Momentum و Conjugate Gradient انتخاب گردید. علی رغم وجود فرمول های مختلف، بهترین روش برای تعیین تعداد نرون های لایه پنهان روش آزمون و خطاست. به این منظور برای کلیه ساختارهای شبکه، تعداد نرون های پنهان از یک تا بیست تغییر داده شد تا اینکه تعداد نرون های لایه پنهان متناظر با بهترین معیار ارزیابی پیش بینی به دست آمده انتخاب گردید. نتیجه گزارش شده برای هر ساختار بهترین نتیجه ممکن از سه بار شروع مجدد، 1000 تکرار و تعداد نرون بهینه برای آن ساختار است. به منظور مقایسه داده های آموزش و آزمون مشابه الگو ARIMA در نظر گرفته شدند. از میان ساختارهای مختلف، ساختاری با ضریب همبستگی بالا و کمترین خطای آموزش و آزمون انتخاب شد. بدین ترتیب شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه با یک لایه پنهان، 9 نرون در لایه پنهان، تابع فعالسازی تانژانت هیپربولیک در نرون های لایه پنهان با قانون یادگیری momentum به عنوان ساختار بهینه الگوی شبکه عصبی انتخاب گردید. مقایسه نتایج آزمون قدرت پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی منتخب و الگوی ARIMA در جدول 2 خلاصه شده است.

پنجمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی
تهران - دانشگاه تربیت مدرس 1390/09/09

جدول 2- نتایج ارزیابی و مقایسه دقت پیش بینی دو الگوی رقیب

MAD	MAPE	RMSE	MSE	تکرار	شروع	تعداد نرون پنهان	نام معیار
							نو الگو
150804	0/054	189480	35902751021	13	1	9	ANN-ML-(3-1-1)(tan-lin)mom
152103	0/056	204303	41739571525	-	-	-	ARIMA(2,1,3)

بر اساس کلیه معیارها شبکه عصبی مصنوعی با ساختار انتخاب شده به میزان قابل توجهی دقیق تر از الگوی ARIMA است. در ادامه میزان و درصد رشد ضایعات نان نسبت به سال 1385 برای دوره 1386-1393 با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی منتخب پیش بینی شده است، که نتایج آن در جدول 3 آورده شده است.

جدول 3- مقادیر پیش بینی شده ضایعات نان (تن) با استفاده از شبکه عصبی مبتنی بر ARIMA

سال	الگو	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393
میزان		3000	2978	2981	3022	3003	3012	3005	3017
ضایعات									
(هزار تن)	ANN-ML-(3-1-1)(tan-lin)mom								
درصد رشد		3/46	2/68	2/79	4/2	3/55	3/86	3/62	4/03
نسبت به									
1385									

مأخذ: یافته های تحقیق

پیش بینی های انجام گرفته بر اساس الگوی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه مبتنی بر ARIMA برای سال های 1386 تا 1393 حاکی از آنست که طی این سال ها نیز، مقدار ضایعات نان با افزایش نسبت به سال 1385 رقم بسیار بالایی خواهد بود. محاسبات رشد ضایعات نان نسبت به ضایعات سال 1385 نیز این نتیجه را تصدیق می نماید.

نتیجه گیری:

نتایج تحقیق نشانگر آن است که الگوی شبکه عصبی مصنوعی نسبت به الگوی رقیب برتری داشته و تا حد زیادی دقت پیش بینی را بهبود می بخشد که با توجه به توانایی الگوهای غیرخطی در شناسایی ساختارهای غیرخطی موجود در داده ها، این نتیجه دور از انتظار نخواهد بود. بر اساس پیش بینی ها طی افق آتی به طور میانگین سالانه 3 میلیون تن گندم تولیدی به شکل ضایعات مرحله آرد و نان از چرخه خارج می شود که بر اساس قیمت گندم در سال مبنای مقایسه (هر تن 225/9 دلار) مبلغی معادل 667700000 دلار به شکل ضایعات از چرخه اقتصاد خارج می شود که می توانست به همین مقدار صرفه جویی ارزی به شکل کاهش واردات یا ارز اوری به شکل صادرات وجود داشته باشد. این امر در صورت عدم تغییر وضعیت و تداوم سیاستهای یارانه

مساوی نان رخ خواهد داد و لزوم اجرای سیاست های هدفمندی یارانه نان و اصلاح الگوی مصرفی و بهبود کیفیت نان را پررنگ می سازد.

منابع:

- 1- صفاخو، ع. ر. 1380. ضایعات نان را دریابید. ابرار اقتصادی. 31 مرداد 1380.
- 2- قدیمی، م. و مشیری، س. 1381. مدل سازی و پیش بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، مجموعه مقاله های اولین همایش معرفی و کاربرد مدل های ناخطی پویا و محاسباتی در اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران.
- 3- مشیری، س. و مروت، ح. 1385. پیش بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدل های خطی و غیر خطی. فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی. 41: 245 تا 270.
- 4- Heravi, S., Osborn, D. R. and C. R. Birchenhall. 2004. Linear versus neural networks forecasts for european industrial production series, *International Journal of Forecasting*, 20: 435-446.
- 5- Hoff, J.L. 2003. Prediction of dose- time profiles for solar particle events using neural networks. PHD Thesis, The University of Tennessee, Knoxville.
- 6- Greene, W.H. 2000. *Econometric Analysis*. 4THed, Prentice Hall International Edition. New York university