

پیش‌بینی تاثیر تیمارهای ازن، کیتوزان و دما بر میزان اسیدیته خرماي مضافتي در طول دوره نگهداري با استفاده از شبکه عصبي مصنوعي

حمید سرحدی^{۱*}، محمد حسین حداد خداپرست^۲، ناصر صداقت^۲، محبت محبی^۲،
الناز میلانی^۳

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه فرآوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۱۸)

چکیده

رطب مضافتی یکی از ارقام شناخته شده و خوشمزه بوده که معمولاً جزو خرماهای مرطوب طبقه بندی شده و به رنگ قرمز تیره متمایل به سیاه و دارای بافت نرم می باشد. این خرما سومین رقم اقتصادی کشور بعد از سعمران و شاهانی بوده و با توجه به اهمیت تغییرات میزان اسیدیته در کیفیت آن، در این پژوهش تغییرات اسیدیته در طول دوره نگهداری توسط شبکه عصبي مصنوعي پیش‌بینی گردید. به همین منظور از گاز ازن، پوشش خوراکی کیتوزان و دماهای مختلف (۵، ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد) بعنوان راهکارهایی جهت افزایش ماندگاری رطب مضافتی در طی نگهداری (به مدت ۶۰ روز) استفاده شد و هر ۳ روز اسیدیته خرماها اندازه گیری شد. ازن، پوشش خوراکی کیتوزان و دماهای مختلف به عنوان ورودی شبکه عصبي مصنوعي مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد، شبکه عصبي مصنوعي newff با توپولوژی ۱-۱۷-۴ ضریب همبستگی ۰/۹۹۲۶۴ و میانگین مربعات خطای ۰/۰۰۱۳ با بکارگیری تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید هایپربولیکی و الگوی یادگیری لوبنرگ-مارکوات^۱ به عنوان بهترین مدل عصبي در پیش‌بینی تغییرات میزان اسیدیته می باشد. در مجموع می توان گفت شبکه عصبي مصنوعي روشی قابل اطمینان برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات اسیدیته خرما و محصولات مشابه می باشد.

کلید واژگان: ازن، خرما، شبکه عصبي مصنوعي، کیتوزان

*مسئول مکاتبات: sarhadi@iaubam.ac.ir

۱- مقدمه

خرما (*Phoenix dactylifera L.*) یکی از مهم‌ترین محصولات تجاری کشورهای خاورمیانه از جمله ایران می‌باشد. در سال ۲۰۱۱ ایران با تولید حدود ۱/۰۲ میلیون تن خرما یکی از بزرگترین تولیدکنندگان این محصول در جهان بوده و نزدیک به ۱۳/۵۵ درصد کل تولید خرمای جهان را در اختیار داشته است [۱]. سطح زیر کشت این محصول بیش از ۱۵۴ هزار هکتار است و در ۱۲ استان مختلف کشت می‌شود. تا کنون ۴۰۰ واریته مختلف آن در ایران شناسایی شده است. استان خوزستان با ۲۴ رقم و استان کرمان با ۶۰ رقم از مهم‌ترین استان‌های تولید کننده خرما محسوب می‌شوند [۲].

خرما معمولاً به صورت تازه مصرف می‌شود و یا اینکه به محصولات مختلفی تبدیل می‌شود. خرما ۴ مرحله رسیدن مشخص شامل کیمیری، خلال، رطب و تمر دارد. خرما در مرحله خلال و رطب بصورت تازه مصرف می‌شود و خرمای خشک در مرحله تمر مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳].

خرمای مضافتی در استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان از مهم‌ترین خرماها شناخته می‌شود. بطور کلی سومین خرمای ایران از نظر میزان کاشت محسوب می‌شود و میوه‌ای پهن دارد. محصول این خرما زیاد و از خرماهای تر می‌باشد [۴]. این نوع خرما با توجه به رطوبت بالا جزء خشکبار محسوب نمی‌شود. به طور کلی خرما شامل ۲۵ درصد ساکارز، ۵۰ درصد گلوکز و مواد آلبومینوئیدی، پکتین و آب می‌باشد. بعلاوه دارای ویتامین‌های مختلف از جمله ویتامین A, B, C و E و نیز املاح معدنی می‌باشد که هر کدام از این مواد نقش بسزایی در سلامتی انسان ایفا می‌کنند [۵]. رطب مضافتی بدلیل داشتن رطوبت زیاد (بیش از ۲۸٪) در شرایط عادی نگهداری ترش و فاسد می‌شود و تحت عمل میکروارگانیسم‌ها، تخمیر (تولید الکل) و ترشیدگی (تولید اسید لاکتیک و استیک) ایجاد می‌گردد [۶].

نقش باکتری‌ها در فساد خرما و میزان اهمیت آن به خوبی شناخته نشده است. میکروپ شناسان بر این باورند که

استوباکترها می‌توانند الکلی را که به وسیله مخمرها تولید گردیده است، به اسید استیک تبدیل کنند. بعضی از انواع خرما پس از ترش شدن بوی سرکه می‌دهند و در این صورت از نظر تجارتي بهتر است پیش از آن که باکتری‌های آن فعال شوند، خرماهای ترشیده را از بین ببرند. بعضی دیگر از پژوهشگران بر این باورند که باکتری‌های اسید لاکتیک^۲ موجب ترشیدگی خرما می‌شوند [۷ و ۸].

در چند دهه گذشته علاقه به استفاده از پوشش‌های خوراکی برای افزایش طول عمر نگهداری مواد غذایی افزایش یافته است [۹]. در بین پوشش‌های خوراکی، کیتوزان که از پوسته خارجی سخت پوستان بدست می‌آید و سمی نیست کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است (۱۰). کیتوزان باعث محدود شدن رشد طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها می‌شود و می‌تواند به‌عنوان ماده موثر برای کنترل فساد میوه‌ها بعد از برداشت مورد استفاده قرار گیرد [۱۱ و ۱۲].

یکی از راه‌هایی که می‌توان اسید تولیدی توسط باکتری‌ها را پیش‌بینی نمود، استفاده از شبکه عصبی مصنوعی^۳ است. شبکه‌های عصبی مصنوعی نوعی مدل‌سازی ساده انگارانه از سیستم عصبی واقعی هستند که کاربرد فراوانی در حل مسائل مختلف در علوم دارند. این شبکه‌ها برای تخمین^۴ و تقریب^۵ کارایی بسیار بالایی از خود نشان داده‌اند و حوزه‌ی کاربرد گسترده‌ای دارند که از کاربردهای طبقه‌بندی تا کاربردهایی نظیر درون‌یابی، تخمین، آشکارسازی، پیش‌بینی و ... را شامل می‌شود. به نظر می‌رسد مهم‌ترین مزیت این شبکه‌ها، توانایی وافر و سهولت استفاده از آن‌ها باشد [۱۳].

تاکنون مطالعات زیادی در مورد استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور پیش‌بینی فرآیندهای صنایع غذایی صورت گرفته که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش Goyal و Goyal (۲۰۱۲) در زمینه استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای تعیین

1. Acetobacter
2. Lactic acid bacteria
3. Artificial Neural Network
4. Estimation
5. Approximation

۲-۲- ازن زنی

برای این منظور از دستگاه ازن ساز (ساخت شرکت ازن آب مدل AS-1200M) استفاده شد. ایندیکیتور قابل حمل مدل OZO21ZX جهت تعیین میزان گاز ازن به میزان صفر تا ده قسمت در میلیون، مورد استفاده قرار گرفت. در این دستگاه برای تولید گاز ازن از اکسیژن خالص استفاده شد. ظرفیت دستگاه ۸ گرم بر ساعت گاز ازن بوده و میزان تولید گاز ازن از طریق صفحه نمایش دستگاه قابل کنترل بود. خرما در کیسه مخصوص قرار داده شد و به محفظه دستگاه جهت کاربرد گاز ازن انتقال یافت. خرما ی تهیه شده به سه قسمت مساوی شامل: قسمت اول بدون استفاده از گاز ازن، قسمت دوم استفاده از گاز ازن به میزان ۲/۵ قسمت در میلیون به مدت یکساعت و قسمت سوم نیز استفاده از گاز ازن به میزان ۵ قسمت در میلیون به مدت یک ساعت، تقسیم گردید [۱۸].

۲-۳- پوشش دهی

در تهیه پوشش خوراکی از ترکیب نشاسته خوراکی (شرکت برتر) و کیتوزان (۸۵٪ د استیل شده ساخت شرکت ام-پی سویس) استفاده گردید. برای تهیه محلول‌های ۱٪ و ۲٪ کیتوزان، به ترتیب ۱۰ و ۲۰ گرم کیتوزان به همراه ۵۰ گرم نشاسته ژلاتینه شده و ۲۰ میلی‌لیتر گلیسرول به ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر که حاوی ۱۰ میلی‌لیتر اسید استیک (ساخت شرکت مجلی) برای حل شدن کیتوزان بود، اضافه گردید و با استفاده از محلول سود ۰/۱ مولار تا pH معادل عدد ۶ تیتر شد. سپس محلول به حجم یک لیتر رسانده شد. محلول اسیدی بدون کیتوزان که pH آن ۶ بود به‌عنوان شاهد برای نمونه‌های فاقد پوشش کیتوزان مورد استفاده قرار گرفت [۱۹].

۲-۴- نگهداری در دماهای مختلف

در ادامه به‌منظور نگهداری در طول مدت آزمایشات، خرماهای تیمار شده تحت مقادیر مختلف ازن و کیتوزان در سه دمای ۵، ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس هر ۳ روز نمونه‌برداری شده و میزان اسیدیته مورد آزمون قرار گرفت.

مدت ماندگاری پنیر پروسس، اشاره کرد. این محققین اعلام کردند که استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند به عنوان یک راهکار بسیار موثر و عملی برای پیش‌بینی مدت ماندگاری پنیر بکار رود [۱۲]. همچنین Mohebbi و همکاران (۲۰۰۷)، با استفاده از ماشین بینایی و شبکه عصبی مصنوعی، میزان رطوبت در میگوی خشک شده را پیش‌بینی کرده و آن را به عنوان جایگزین مناسبی برای روش‌های رنگ سنجی دستگاهی که عمدتاً پیچیده و هزینه بر می‌باشند، توصیه نمودند [۱۵]. Goyal و Goyal (۲۰۱۱)، از شبکه عصبی مصنوعی به‌منظور ارزیابی زمان ماندگاری دسر شیری سفید حاوی مغز پسته استفاده نمودند. بر اساس نتایج این مطالعه، شبکه عصبی مصنوعی مدت زمان ماندگاری این دسر را ۲۰/۱۵ روز پیش‌بینی نمود که نزدیک به نتایج حاصل از آزمون‌های واقعی (۲۱ روز) بود [۱۶]. Siripatrawan و Jantawat (۲۰۰۸) یک مدل جدید برای ارزیابی عمر ماندگاری یک نوع اسنک بر پایه برنج را بر اساس شبکه عصبی مصنوعی، با دقت ۰/۹۸ و میانگین خطای ۰/۱۲ پیشنهاد دادند [۱۷].

در این پژوهش با اندازه‌گیری شیمیایی اسیدیته در رطب مضافتی نگهداری شده در دماهای مختلف و تحت تیمارهای ازن و کیتوزان، امکان پیش‌بینی میزان اسیدیته در روزهای مختلف فراهم گردیده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی خرما

خرمای مورد نیاز از چند نفر درخت خرما مضافتی در شهرستان بم برداشت شد و پس از مخلوط کردن، خرما تا زمان انجام آزمایشات به سردخانه با دمای چهار درجه سانتی‌گراد انتقال یافت.

۲-۵- اندازه‌گیری اسیدیته

اسیدیته خرما به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. در این روش ۵ گرم خرما را با ۵۰ میلی‌لیتر آب (ابتدا با مقدار کمی آب بصورت خمیر در آورده، سپس تمامی آب اضافه شد) و به مدت ۱۵ دقیقه با همزن ۵۰ دور در دقیقه همزده شد و پس از آن با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پی‌اچ ۸/۶-۸/۴ تیترا شد [۲۰].

۲-۶- مدل‌سازی با شبکه عصبی مصنوعی

مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی توسط نرم افزار متلب^۱ R2010a صورت پذیرفت. ساختار شبکه عصبی انتخابی در این تحقیق شامل لگاریتم سیگموئیدی هایپربولیک و تانژانت سیگموئیدی هایپربولیک شبکه‌های newff و newcf با یک لایه پنهان بود. در همین راستا دماهای مختلف نگهداری (۵، ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، میزان ازن‌زنی (۰، ۲/۵ و ۵ قسمت در میلیون)، میزان پوشش کیتوزان (۰، ۱ و ۲ درصد) و نیز مدت زمان نگهداری (۳-۶۰ روز) به عنوان ورودی شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفته شد. تعداد نرون مناسب در لایه میانی برای هر شبکه (متناظر با هر بردار مشخصات) از روش سعی و خطا تعیین شد. بدین منظور هر شبکه با تعداد ۲ الی ۲۰ نرون در لایه میانی آموزش دیده و نتایج حاصله ثبت گردید. از کل داده‌ها، ۶۰ درصد به گروه آموزش^۲، ۲۰ درصد به گروه ارزیابی^۳ و ۲۰ درصد نیز به گروه آزمایش^۴ تعلق گرفت. داده‌های گروه ارزیابی جهت جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه^۵ به کار می‌روند. مقادیر ابتدایی وزن‌ها در گره‌ها به طور تصادفی توسط نرم‌افزار انتخاب می‌شوند. جهت بدست آوردن مناسب‌ترین شبکه مقدار مینیمم تابع میانگین مربعات خطا^۶ (MSE) و تابع گرادیان^۷ برابر با صفر در نظر گرفته شده است. ورودی‌های شبکه به صورت دسته‌ای

1. Matlab
2. Train
3. Validation
4. Test
5. Overfit
6. Mean squared error
7. Gradient

به شبکه اعمال شده‌اند. در این روش تمامی ورودی‌ها به صورت یکجا به شبکه اعمال می‌شوند.

۳- نتایج و بحث

همانطور که در قسمت مقدمه اشاره شد، میکروارگانیسم‌ها عامل ایجاد اسید و حالت ترشیدگی در خرما می‌باشند که این حالت با افزایش مدت زمان نگهداری آن افزایش می‌یابد. در شکل ۱، نمودار مقادیر اسیدیته در سه دمای نگهداری و بدون تیمار ازن و کیتوزان آمده است و همانطوری که قابل پیش‌بینی بود با افزایش زمان نگهداری میزان اسید تولیدی افزایش یافته و نیز هرچه محصول در دمای بالاتری نگهداری گردد، مقدار اسید تولیدی افزایش می‌یابد.

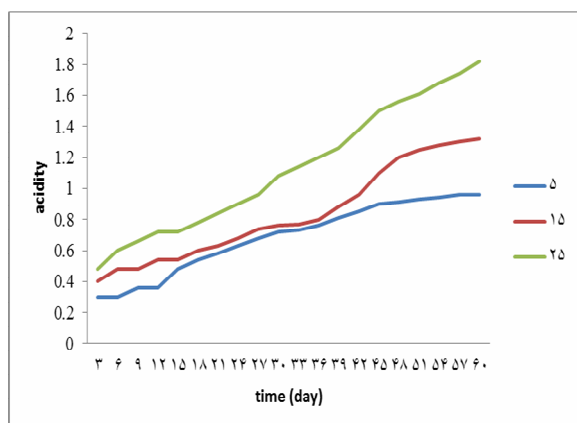
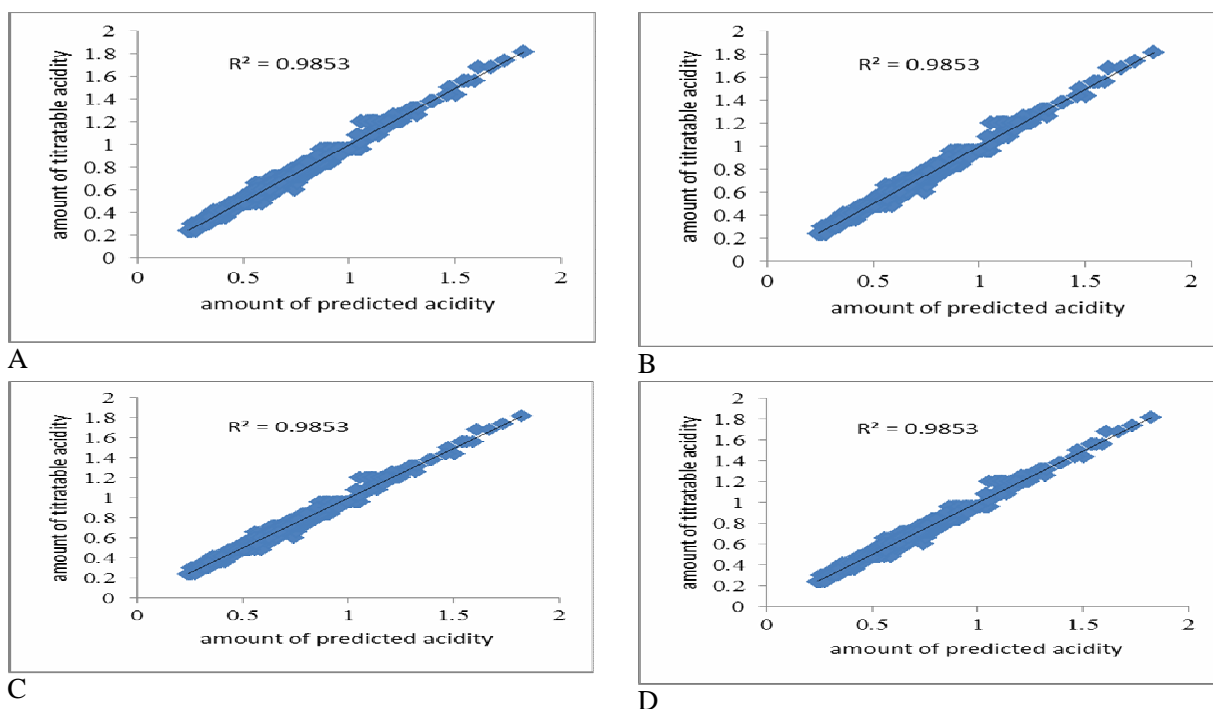


Fig 1 Acidity amount in (5, 15, 25 °C), for 60 days

جدول ۱ مقایسه اثر تعداد نرون‌ها در لایه پنهان و نیز نوع شبکه‌های مورد آزمون بر دقت پیش‌بینی میزان اسیدیته در دماهای مختلف و نیز غلظت‌های مختلف ازن و کیتوزان ارائه شده است. با توجه به MSE و R ارائه شده در این جدول در توپولوژی‌های مختلف، توپولوژی ۱-۱۷-۴ (یک لایه ورودی با چهار نرون- یک لایه پنهان با ۱۷ نرون - یک لایه خروجی با یک نرون) با ضریب همبستگی ۰/۹۹ و میانگین مربعات خطای ۰/۰۰۱۳ با بکارگیری تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید هایپربولیکی و الگوی یادگیری لونیبرگ - مارکوات به عنوان بهترین مدل عصبی در پیش‌بینی تغییرات میزان اسیدیته تعیین شد.

Table 1 Comparison of the number of neurons in the hidden layer and the type of networks on the accuracy of acidity prediction during storage

| The number of neurons in the hidden layer | Network | | | | | | | |
|-------------------------------------------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | Newcf | | | | Newff | | | |
| | Tansig | | Logsig | | tansig | | Logsig | |
| | MSE | R | MSE | R | MSE | R | MSE | R |
| 2 | 0.0089 | 0.95224 | 0.0056 | 0.97193 | 0.005 | 0.96607 | 0.006 | 0.96135 |
| 3 | 0.0033 | 0.9712 | 0.0037 | 0.97469 | 0.0054 | 0.97115 | 0.0037 | 0.96969 |
| 4 | 0.0036 | 0.9768 | 0.0048 | 0.97294 | 0.006 | 0.97016 | 0.0036 | 0.97322 |
| 5 | 0.0032 | 0.97746 | 0.005 | 0.97035 | 0.0035 | 0.97733 | 0.0047 | 0.97282 |
| 6 | 0.0048 | 0.9784 | 0.0048 | 0.97621 | 0.0046 | 0.97523 | 0.0042 | 0.95821 |
| 7 | 0.0031 | 0.98213 | 0.004 | 0.98014 | 0.0035 | 0.98162 | 0.0034 | 0.98095 |
| 8 | 0.0038 | 0.97306 | 0.0026 | 0.98315 | 0.0031 | 0.98079 | 0.0028 | 0.98276 |
| 9 | 0.0031 | 0.98405 | 0.0032 | 0.98075 | 0.0026 | 0.98364 | 0.0044 | 0.97725 |
| 10 | 0.0029 | 0.98431 | 0.0029 | 0.98629 | 0.0023 | 0.98731 | 0.0019 | 0.98665 |
| 11 | 0.0028 | 0.98441 | 0.0027 | 0.98455 | 0.0031 | 0.98422 | 0.0029 | 0.98757 |
| 12 | 0.0028 | 0.98635 | 0.0021 | 0.98434 | 0.0027 | 0.98599 | 0.0023 | 0.98783 |
| 13 | 0.0041 | 0.98166 | 0.0023 | 0.9862 | 0.0023 | 0.98813 | 0.0024 | 0.98621 |
| 14 | 0.0034 | 0.98398 | 0.0023 | 0.98823 | 0.0022 | 0.98743 | 0.0028 | 0.98558 |
| 15 | 0.0019 | 0.98908 | 0.0034 | 0.98572 | 0.002 | 0.98954 | 0.0017 | 0.99023 |
| 16 | 0.0032 | 0.98376 | 0.003 | 0.98713 | 0.0026 | 0.9894 | 0.002 | 0.98811 |
| 17 | 0.0019 | 0.98615 | 0.0026 | 0.98803 | 0.0013 | 0.99264 | 0.0024 | 0.98764 |
| 18 | 0.0019 | 0.98949 | 0.0017 | 0.9909 | 0.0029 | 0.98419 | 0.0017 | 0.99164 |
| 19 | 0.0025 | 0.98994 | 0.0022 | 0.98885 | 0.0018 | 0.99031 | 0.0021 | 0.99014 |
| 20 | 0.0017 | 0.99114 | 0.0018 | 0.98872 | 0.003 | 0.98625 | 0.0033 | 0.9857 |

**Fig 2** The variation of predicted acidity versus titratable acidity: a) Newcf network with hyperbolic sigmoidal tangent activation function, b) Newcf network with hyperbolic sigmoidal logarithm activation function, c) Newff network with hyperbolic sigmoidal tangent activation function, d) Newff network with hyperbolic sigmoidal logarithm activation function

شده توسط شبکه در مقابل تغییرات اسیدیته آزمایشگاهی رسم شد (شکل ۲). همچنین به منظور مقایسه بهتر این توپولوژی با

جهت تایید توپولوژی ۱-۱۷-۴ به عنوان بهترین توپولوژی توصیف کننده میزان اسیدیته، نمودار تغییرات اسیدیته پیش‌بینی

توصیه شده است. با مشخص بودن تابع فعال‌سازی در شبکه‌های عصبی که در این تحقیق تابع تانژانت سیگموئید هیپربولیکی می‌باشد و همچنین با در اختیار داشتن مقادیر وزن و بایاس، این روابط پیچیده در دسترس خواهند بود. در کل می‌توان با اطمینان خیلی بالایی به پیش‌بینی این مدل اعتماد کرده و از این مدل برای بهینه‌سازی و کنترل تغییرات اسیدیته در طول دوره نگهداری خرما استفاده نمود که این امر می‌تواند به صرفه‌جویی در انرژی و زمان منجر شده و از طرف دیگر محصول نهایی مطلوب‌تری را ایجاد نمود.

۵- منابع

- [1] Fisheries, F. (2011). Aquaculture Department. 2013. Global Aquaculture Production Statistics for the year.
- [2] Institute of standard and industrial research of Iran. (2008). Regulation of producing date from harvest to packaging. Iran Standard, No. 2381. July (in Persian).
- [3] Singh, V., Guizani, N., Essa, M. M., Hakkim, F. L., Rahman, M. S., (2012). Comparative analysis of total phenolics, flavonoid content and antioxidant profile of different date varieties (*Phoenix dactylifera* L.) from Sultanate of Oman, Int. Food Res., J., 19, 1062-1070.
- [4] Deputy of Planning and economics of Agricultural Jihad ministry. (2008). The office of statistics and information technology (in Persian).
- [5] Mirzaee, M. & Pourfazli, S. (2008). Producing fluid sugar from 3rd class date, Chemical engineering of the department of food industry, Amirkabir University (in Persian).
- [6] Terirgousian, G., Jelokhani, M. & Hemmati, E. A. (2008). Extracting sugar from date, report abstract, Sharif University of Technology (in Persian).
- [7] Khoshniyat, Kh. & Zandi, P. 1996. Edible films and covers. Proceedings of Iran's eighth national food industry congress. Pages: 162-183 (in Persian).
- [8] Ghanbarzadeh, B., Almasi, H. & Zahedi, Y. (2010). Biodegradable and edible biopolymers in pharmaceutical & food packaging. First

بهترین توپولوژی حاصل از سایر شبکه‌ها و توابع فعال‌سازی، میزان تغییرات اسیدیته پیش‌بینی شده توسط آن‌ها نیز در مقابل تغییرات اسیدیته آزمایشگاهی در این شکل رسم شد. همانطوری که از شکل ۲ مشاهده می‌گردد، با مقایسه بهترین اسیدیته‌های پیش‌بینی شده، تحت شبکه‌های مختلف و توابع فعال‌سازی مختلف، با اسیدیته‌های اندازه‌گیری شده، مشخص گردید شبکه newff با تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید هایپربولیک با توپولوژی ۱-۱۷-۴ بهترین کارایی را در پیش‌بینی تغییرات اسیدیته خرما در طول نگهداری دارد که این موضوع تایید کننده نتایج قسمت قبل می‌باشد.

نتایج پژوهش Goyal و Goyal (۲۰۱۱) در پیش‌بینی زمان ماندگاری کیک اسفنجی، نشان داد شبکه عصبی با الگوی یادگیری لونیگ - مارکوات و تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئیدی هایپربولیک با ۱۲ نرون در لایه پنهان در نوع یک لایه و نیز با ۱۴ نرون در لایه پنهان در نوع دولایه، بهترین شبکه‌ها می‌باشند [۲۱].

نتایج پژوهش Goyal (۲۰۱۱) در پیش‌بینی زمان ماندگاری نوعی شیرینی هندی به نام کالاکاند^۱ نشان داد که شبکه‌های عصبی با یک لایه پنهان با الگوی یادگیری لونیگ - مارکوات و تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئیدی هایپربولیک، بهتر از شبکه‌های عصبی با دو لایه پنهان عمل می‌کنند [۲۲].

بنابراین می‌توان با استناد به نتایج بدست آمده در این پژوهش چنین اظهار داشت که شبکه‌های عصبی مصنوعی با الگوریتم آموزش لونیگ - مارکوات، تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئیدی هایپربولیک و اغلب توپولوژی‌های دارای یک لایه پنهان بهترین مدل‌های عصبی برای پیش‌بینی مدت زمان ماندگاری و نیز مقادیر اسیدیته می‌باشند.

۴- نتیجه‌گیری

در حال حاضر دستیابی به محصولی با رقابت پذیری و پذیرش بالا از سوی مصرف‌کنندگان و نیز حفظ کیفیت آن قبل از رسیدن به دست مصرف‌کنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو استفاده از شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی زمان ماندگاری آن‌ها

1. Kalakand

- [15] Mohebi M. , Akbarzadeh Toutouchi, M. , Shahidi, F. & Pourshehaye, M. (2007). Analyzing practical possibility of visual machine and artificial neural network in predicting the humidity level of dried shrimp. Iran's fourth conference of visual machine and picture processing (in Persian).
- [16] Goyal, S., & Goyal, G. K. (2011). A new scientific approach of intelligent artificial neural network engineering for predicting shelf life of milky white dessert jeweled with pistachio. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 2, 1-4.
- [17] Siripatrawan, U., & Jantawat, P. (2008). A novel method for shelf life prediction of a packaged moisture sensitive snack using multilayer perceptron neural network. *Expert Systems with Applications*, 34, 1562-1567.
- [18] Habibi Najafi, M. B., & Haddad Khodaparast, M. (2009). Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits. *Food control*, 20, 27-30.
- [19] Durango, A., Soares, N., & Andrade, N. (2006). Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food control*, 17, 336-341.
- [20] Parvaneh. V. (2008). Food quality control and chemical experiments. University Of Tehran Press (UTP). Pages 332 (in Persian).
- [21] Goyal, S., & Goyal, G. K. (2011). Simulated neural network intelligent computing models for predicting shelf life of soft cakes. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 11, 29-33.
- [22] Goyal, S. (2011). Advanced computing research on cascade single and double hidden layers for detecting shelf life of kalakand: An artificial neural network approach. *International Journal of Computer Science & Emerging Technologies*, 2, 292-295.
- Edition, Publisher: Amirkabir University of Technology, 521(in Persian).
- [9] Diab, T., Biliaderis, C. G., Gerasopoulos. D., Sfakiotakis, E., (2001) Physicochemical properties and application of pullulan edible film and coating on fruit preservation. *J. Sci.Food.Agric.* 81, 988-1000.
- [10] Muzzarelli, R. A., Boudrant, J., Meyer, D., Manno, N., DeMarchis, M., & Paoletti, M. G. (2012). Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. *Carbohydrate Polymers*, 87, 995-1012.
- [11] Aider, M.,(2010) Chitosan application for active bio-based film production and potential in the food industry: review. *LWT-Food Science and Technology*. 43, 837-842.
- [12] Zhang, Y., Wei, W., Lv, P., Wang, L., & Ma, G. (2011). Preparation and evaluation of alginate-chitosan microspheres for oral delivery of insulin. *European Journal of pharmaceuticals and biopharmaceutics*, 77, 11-19.
- [13] Sayadi. A. (2009). Basic understanding of artificial neural networks. Sharif University of Technology, the faculty of Electronics Engineering (in Persian).
- [14] Goyal, S., & Goyal, G. K. (2012). A novel method for shelf life detection of processed cheese using cascade single and multi layer artificial neural network computing models. *ARNP Journal of Systems and Software*, 2, 79-83.

Predicting the effect of ozone, chitosan and temperature on acidity content of Mazafati date fruit during storage by using artificial neural network

Sarhadi, H.^{1*}, Hadad khodaparast, M. H.², Sedaghat, N.², Mohebi, M., Milani, E.³.

1. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran

2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

3. Associate professor, Department of food processing, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR)

(Received: 2014/11/16 Accepted: 2015/08/09)

Mazafati date is one of the most famous and delicious date varieties which has been classified as soft dates. It has a dark red and Soft tissue. This date is third economic variety of our country after Saamaran and Shahani. Regarding to the importance of acidity level the changes of acidity level during storage was predicted by neural network. In doing so, ozone gas, the edible coating of chitosan and different temperatures (5,15,25 °C) were used as strategies to increase durability of Mazafati date during 60 days, and dates acidity was measured every 3 days. Ozone, chitosan coating and different temperatures were used as input of network. The results showed that newff artificial network with topology of 1-17-4, the correlation coefficient of 0.99 and error square mean of 0.0013 by applying hyperbolic sigmoid tangent function and learning pattern of levenberg marquardt is considered as the best neural model in predicting the changes of acidity level. Generally, it can be said that artificial neural network is a reliable method to model and predict the changes of date acidity and similar products.

Keywords: Artificial neural network, Date, Chitosan, Ozone.

* Corresponding Author E mail Address: Sarhadi@iaubam.ac.ir