



بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی رب گوجه‌فرنگی با استفاده از عصاره دانه رازیانه و گیاه کاکوتی کوهی و پیش‌بینی نتایج حاصله با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

مریم محبی^{۱*}

۱- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی، میکروبیولوژی مواد غذایی تهران، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

این مطالعه با هدف تولید رب گوجه‌فرنگی با استفاده از نگه‌دارنده‌های طبیعی به‌عنوان جایگزین نگه‌دارنده‌های شیمیایی انجام شد. عصاره دانه رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*) و کاکوتی کوهی (*Ziziphora clinopodioides Lam.*) به‌عنوان نگه‌دارنده طبیعی مورد استفاده قرار گرفتند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی رب گوجه‌فرنگی مثل pH، اسیدیته و مواد جامد محلول کل (بریکس) در طول ۵ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شدند. خصوصیات حسی رب گوجه‌فرنگی با کمک ارزیابی‌های حسی آموزش دیده و آموزش ندیده با استفاده از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. برای پیش‌بینی داده‌ها از شبکه عصبی مصنوعی با توپولوژی ۱-۳۷-۲ با تعداد دو ورودی شامل طول دوره نگهداری و غلظت‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی و اسیدیته به‌عنوان پارامتر هدف در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد به‌کارگیری غلظت‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته رب‌های گوجه‌فرنگی شدند. افزایش سطح عصاره‌ها در نمونه‌های رب گوجه‌فرنگی به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) منجر به افزایش بریکس در طول دوره نگهداری شدند. ارزیابی حسی نشان داد که از لحاظ رنگ، شکل ظاهری و قوام تیمارهایی که حاوی غلظت‌های پایین عصاره بودند (۰/۵ و ۱ درصد از هر دو عصاره) امتیاز بیشتری را کسب کردند. از لحاظ طعم و بو تیمارهای ۳ و ۴ (به ترتیب حاوی ۲ و ۳ درصد عصاره دانه رازیانه) بالاترین امتیاز را داشتند. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از ۲ یا ۳ درصد عصاره دانه رازیانه به‌عنوان نگه‌دارنده طبیعی در رب گوجه‌فرنگی منجر به خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب می‌شوند. نتایج پیش‌بینی اسیدیته نشان داد که ضریب همبستگی و میانگین مربعات خطا برای داده‌های کل برابر با ۰/۹۹۲۳۲ و ۰/۰۰۰۰۲ می‌باشد که نشان از یک پیش‌بینی موفق است.

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۱۰

کلمات کلیدی:

رب گوجه‌فرنگی،

نگه‌دارنده طبیعی،

دانه رازیانه،

کاکوتی کوهی،

شبکه عصبی مصنوعی

DOI: 10.22034/FSCT.20.141.1

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.141.1.9

* مسئول مکاتبات:

m.mohebbi512@gmail.com

۱- مقدمه

در قرن حاضر، حفظ ایمنی ماده غذایی و کیفیت آن در دوره ماندگاری امری است که نه تنها توجه متخصصین صنعت غذا و مسئولین سلامت کشورها را به خود جلب کرده است، بلکه بی توجهی یا کم توجهی به آن می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به جامعه وارد کند. امروزه بیماری‌های ناشی از مصرف غذاهای آلوده در همه جای دنیا حتی در کشورهای پیشرفته‌ای چون آمریکا هم یک مشکل اساسی به شمار می‌رود. طبق گزارشات سازمان بهداشت جهانی (WHO^۱) بیماری‌های ناشی از مصرف غذا و آب آلوده، سالانه جان ۲/۲ میلیون نفر در جهان را می‌گیرد که ۱/۹ میلیون نفر از این قربانیان را کودکان تشکیل می‌دهند. با توجه به این گزارش‌ها و لزوم تامین امنیت غذایی جامعه، تولید مواد غذایی سالم، ایمن و با کیفیت یکی از اهداف مهم تولید کنندگان مواد غذایی به شمار می‌رود [۱]. در حال حاضر استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی متداول‌ترین راه برای حفظ ایمنی و سلامت ماده غذایی در طول دوره نگهداری است. غذاهای فاسد شده علاوه بر آسیب به سلامت مصرف کننده، به تولید کننده نیز از لحاظ اقتصادی ضرر می‌رسانند. عدم اطمینان مصرف کنندگان به ایمنی مواد غذایی محتوی نگهدارنده‌های سنتزی، از طرفی گزارش‌های بدست آمده از اثرات سمی‌ای که این نگهدارنده‌ها از خود در بدن بر جای می‌گذارند [۲]، منجر شده مردم به مواد غذایی طبیعی، که فاقد این نگهدارنده‌های شیمیایی هستند و در آنها از محصولات طبیعی یا ترکیبات مشتق شده از آنها به عنوان جایگزین نگهدارنده‌ها استفاده شده و همزمان دارای قابلیت نگهداری در دوره زمانی مورد نظر هستند، روی بیاورن [۳-۴]. از جمله ترکیبات طبیعی که می‌توانند به عنوان نگهدارنده در مواد غذایی به کار روند اسانس‌های گیاهی هستند. عصاره و اسانس‌های گیاهی بدست آمده از گیاهان معطر دارای خاصیت ضد باکتریایی، ضدقارچی، ضد

اکسایشی و ضدسرطانی بوده و قادر هستند رشد پاتوژن‌ها و تولید سم توسط میکروارگانیسم‌ها را کنترل کنند [۴]. بررسی پژوهشگران نشان می‌دهد در بین گیاهان دارویی شناخته شده، گیاهانی که ترکیبات فنولی بیشتری در اسانس آنها وجود دارد از خاصیت ضد میکروبی قبل توجهی برخوردار هستند [۵]. بررسی عصاره های استخراج شده از قسمت‌های مختلف گیاه رازیانه نشان می‌دهد، که قادر به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد حاصل از اکسیداسیون می‌باشند. حضور ترکیبات فنلیک و اسیدهای چربی مانند اولئیک، لینولئیک و پالمیتیک اسیدها در قسمت‌های مختلف این گیاه می‌توانند در فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن موثر باشند. علاوه برخواص فنولی و آنتی‌اکسیدانی عصاره دانه رازیانه، این عصاره دارای ترکیبات ضدقارچی و ضد میکروبی نیز می‌باشد [۶]. مورالس و همکاران [۷]، اثر عصاره های طبیعی (پونه کوهی، آویشن، دارچین، گل کاغذی و چای سبز) را بر تشکیل آکریل آمید در سیب زمینی های سرخ شده بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که عصاره های چای سبز، دارچین و پونه کوهی موجب کاهش سطح آکریل آمید، به ترتیب تا ۶۲، ۳۹ و ۱۷ درصد شدند. سیب زمینی های غوطه ور شده در عصاره های گل کاغذی و دارچین، پارامترهای رنگی متفاوتی نسبت به سیب زمینی های شاهد داشتند. با این حال، تفاوت معنی داری در بافت و مقادیر پراکسید یافت نشد. همچنین ارزیابی حسی نشان داد که پذیرش سیب زمینی‌ها تحت تاثیر تیمارهای مورد استفاده قرار نگرفت. از این رو، مشخص گردید که پیش تیمار کردن سیب زمینی با آنتی‌اکسیدان‌ها پیش از سرخ کردن، اثر مفیدی بر کاهش میزان آکریل آمید خواهد داشت، بدون این که تغییرات قابل توجهی در خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی آن‌ها ایجاد شود. آلتانکایا و همکاران [۸]، پایداری اکسیداتیو و ایمنی شیمیایی سس مایونز غنی‌سازی شده با عصاره هسته انگور را مورد ارزیابی قرار دادند. این محققین سس مایونز را با سطح مختلف از

1- World Health Organization

گذاری، وزن کل تخم مرغ تولیدی و ضریب تبدیل غذایی غیرمعنی دار و بر میانگین وزن تخم مرغ و نیز کل خوراک مصرفی در کل دوره معنی دار بود. ($P < 0.05$) شاخص رنگ زرده در تیمار حاوی آویشن و کتان با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان داد. ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که عصاره های آویشن و رازیانه سبب بهبود عملکرد مرغ های تخمگذار و فاکتورهای کیفی تخم مرغ شدند و استفاده توام دانه کتان با آویشن ترکیب اسیدهای چرب و کلسترول زرده را بهبود داد. طباطبایی و همکاران [۱۱] تاثیر استفاده از عصاره گیاه چوبک در سه سطح غلظت (۰، ۱ و ۱،۵ درصدوزنی/وزنی) بر خصوصیات رئولوژیکی نمونه های حاوی عصاره و نمونه کنترل توسط مدل‌های مشهور رئولوژیکی (بینگهام، هرشل بالکلی، کاسون و قانون توان) و با استفاده از قوام سنج بوستویک و ویسکومتر بروکفیلد مورد برازش قرار دادند. افزودن این ترکیب هیدروکلوئیدی به فرمولاسیون سس کچاپ در غلظت های مذکور و گذشت زمان تاثیر معنی داری بر قوام نمونه ها داشت ($P < 0.05$) و باعث بهبود خصوصیات بافتی و کیفی سس کچاپ شد. همچنین با در نظر گیری بالا ترین ضریب تبیین، مناسبترین مدل برای پیشگویی رفتار جریان تمام نمونه ها مدل رئولوژیکی بینگهام است.

در مطالعه ای که توسط مختاریان و همکاران صورت [۱۲] پذیرفت به منظور پیش بینی نسبت رطوبت ورقه های گوجه فرنگی خشک شده از دو ابزار هوشمند از جمله شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و الگوریتم ژنتیک (GA) استفاده شد. برای این منظور، ابتدا ۴ مدل ریاضی از سایر مطالعه ها استخراج شد و سپس با داده های تجربی مطابقت داده شدند و بهترین مدل برازش برای منحنی خشک کردن گوجه فرنگی انتخاب شد. طبق نتایج، مدلی که پیشنهاد شد، عملکرد بسیار خوبی به منظور پیش بینی نسبت رطوبت ورقه های گوجه فرنگی خشک شده نشان داد. علاوه بر این، از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی بهترین مدل

عصاره هسته انگور غنی‌سازی و به مدت ۸ هفته در دمای اتاق نگهداری نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که بالاترین ظرفیت آنتی اکسیدانی و کمترین محتوی لیوپرواکسید (شاخص پراکسید) و شاخص اسید تیوباریتوریک در نمونه سس مایونز حاوی بالاترین درصد از عصاره هسته انگور یافت شد. بنابراین پایداری اکسیداتیو سس مایونز غنی‌سازی شده با عصاره هسته انگور، عمرماندگاری آن را به مقدار کمی افزایش داد. با این وجود از لحاظ خصوصیات حسی نمونه سس مایونز بدون عصاره هسته انگور دارای بیشترین قابلیت پذیرش نسبت به نمونه‌های غنی‌سازی شده بود. سلوتی [۹]، کارایی سیر را به عنوان نگهدارنده در صنایع رب گوجه فرنگی مورد بررسی قرار داد. طی این پژوهش از سیر تازه و عصاره سیر با غلظت ۰،۱۲۵، ۰،۲۵، ۰،۵، ۰،۷۵، ۱، ۱،۵، ۲، ۲،۵ و ۳ درصد استفاده شد. نتایج پژوهش او نشان داد که حداقل غلظت مهاری (MIC) در مورد سیر تازه و عصاره کلروفومی سیر در رب گوجه فرنگی به ترتیب عبارت بودند از: ۳ درصد و ۰،۵ درصد. از لحاظ تاثیر سیر روی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و طعم رب گوجه فرنگی نتایج نشان داد که سیر تازه و عصاره کلروفومی سیر به مقادیر حداقل غلظت مهاری، روی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی رب گوجه فرنگی تاثیر معنی‌داری نداشتند، اما تغییرات ایجاد شده در طعم رب گوجه فرنگی بسته به سلیقه شخص افراد، مطلوب یا نامطلوب ارزیابی شد.

وکیلی [۱۰] به بررسی اثر عصاره های گیاهی رازیانه و آویشن با و بدون کتان بر عملکرد و کیفیت تخم مرغ تولیدی مرغ های تخم گذار در سن ۲۶ هفتگی پرداخت. آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۲۰۰ مرغ در ۵ تیمار و ۵ تکرار و ۸ قطعه مرغ تخم گذار در هر تکرار به مدت ۱۲ هفته اجرا شد. عصاره الکلی گیاهان رازیانه و آویشن به مقدار ۴۰ میلی لیتر در کیلوگرم خوراک استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد تخم

مصنوعی در پیش بینی داده ها با تعداد نوروں های مشخص است. همچنین پارامترهای ورودی به شبکه عصبی مصنوعی شامل طول دوره نگهداری و غلظت های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی و همچنین اسیدیته به عنوان پارامتر هدف در نظر گرفته شد و در نهایت دقت شبکه عصبی پرسپترون با استفاده از میانگین مربعات خطا و ضریب همبستگی ارزیابی خواهد شد.

۲- مواد و روش

در جداول ۱ و ۲ مواد و تجهیزات مورد آزمایش نشان داده شده است.

تجربی استفاده شد. در نهایت، نتایج این تحقیق با نتایج مشاهده شده در مدل های شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک مقایسه شد. نتایج نشان داد که مدل الگوریتم ژنتیک دقت بالاتری را به منظور پیش بینی نسبت رطوبت گوجه فرنگی خشک با ضریب همبستگی ۰/۹۹۸۷ ارائه می دهد.

در مطالعه حاضر تاثیر استفاده از عصاره دانه رازیانه و گیاه کاکوتی کوهی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی رب گوجه فرنگی مورد ارزیابی قرار می گیرد. می توان گفت مطالعات کمتری در بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی رب گوجه فرنگی با استفاده از عصاره های ذکر شده انجام شده است. نوآوری بررسی حاضر استفاده از شبکه عصبی

Table 1. The materials used in this study

Material	country	Manufacturer Company
Tomato paste	Iran	Yek O Yek
Ziziphora clinopodioides Lam.	Iran	Zanjan area
Fennel seed	Iran	Atary
Ethanol	Germany	Merck
Normal soda 0.1	Germany	Merck
0.1 Silver nitrate	Germany	Merck
Phenolphthalein	Germany	Merck
Potassium chromate	Germany	Merck
Buffer 4	Germany	Merck
Buffer 7	Germany	Merck

Table 2. Equipment required in this research

Country	Manufacturer	device
Germany	Memert	Bain marie
Germany	Memert	Oven
Germany	heidolph	Rotary
Germany	Sartorios	laboratory-balance(0.001)
America	Uniqe	Refractometer
South Korea	IKA	Magnetic stirrer
England	Jenway	pH Meter
Germany	Shimadzu	sampler

دانه خشک شده گیاه رازیانه به مقدار لازم از شرکت گیاهان دارویی هندوستان ابهر خریداری شد، و پس از تایید و حصول اطمینان از کارشناسان مجرب کشاورزی گیاهان

۲-۱- تهیه عصاره الکلی دانه رازیانه

دستگاه تبخیر کننده چرخان تحت خلا در دمای ۵۰ درجه سلسیوس قرار داده تا به ترکیبات فنولی آسیاب وارد نشود. عصاره بدست آمده به مدت یک ساعت با صافی میلی پور سرنگی ۰/۲۵ میکرون فیلتر شده و تا زمان استفاده در ظرف تیره و استریل شده و دمای یخچال تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شد [۱۳].



دارویی، ۱ کیلو گرم دانه این گیاه با استفاده از دستگاه آسیاب با مش ۴۰ به پودر تبدیل شدند و سپس ۳۰ گرم از گیاه پودر شده در داخل ارلن و با ۱۰۰ میلی لیتر اتانول ۷۰ (با نسبت ۱ به ۳) مخلوط شد. سپس در ارلن با فویل آلومینیومی بسته شد و به مدت ۳ روز روی همزن مغناطیسی در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفت تا کاملاً هم بخورد. بعد از گذشت این زمان مخلوط حاصل توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شد و محلول بدست آمده برای تغلیظ عصاره با دستگاه تبخیر کننده چرخان تحت خلا (روتاری) شکل ۱ در دمای ۵۰ درجه سلسیوس قرار داده تا به ترکیبات فنولی آسیاب وارد نشود. عصاره بدست آمده به مدت یک ساعت با صافی میلی پور سرنگی ۰/۲۵ میکرون فیلتر شده و تا زمان استفاده در ظرف تیره و استریل شده و دمای یخچال تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شد [۱۳].

۲-۲- تهیه عصاره الکلی برگ کاکوتی

کوهی

گیاه کاکوتی کوهی در فصل بهار از دامنه کوههای استان زنجان، شهرستان ابهر، جمع آوری گردید، و پس از شناسایی و تایید توسط کارشناسان واحد دانشگاه علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه عصاره، برگ این گیاه شستشو داده شد و در آن با دمای ۵۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت تا کاملاً خشک شود. سپس برگ‌های خشک شده با استفاده از دستگاه آسیاب با مش ۴۰ به پودر تبدیل شدند. در مرحله بعد ۳۰ گرم از گیاه پودر شده در داخل ارلن و با ۱۰۰ میلی لیتر اتانول ۷۰ (با نسبت ۱ به ۳) مخلوط شد. سپس در ارلن با فویل آلومینیومی بسته شد و به مدت ۳ روز روی همزن مغناطیسی در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفت تا کاملاً هم بخورد. بعد از گذشت این زمان مخلوط حاصل توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شد و محلول بدست آمده برای تغلیظ عصاره با



Figure 1. Vacuum rotary device

۳- آنالیز فیزیکی و شیمیایی رب گوجه‌فرنگی با عصاره

کاکوتی کوهی و دانه رازیانه

برای آنالیز فیزیکی و شیمیایی رب گوجه‌فرنگی با عصاره کاکوتی کوهی و دانه رازیانه ابتدا ۱۰۰ گرم رب گوجه‌فرنگی پاستوریزاسیون شده را وزن کرده و سپس غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ درصد از عصاره‌های دانه رازیانه

طریق تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS.22 انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p < 0.05$) استفاده شد. جهت رسم نمودارهای حاصل نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

۴- شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون

شبکه عصبی مصنوعی ANN^۱ ایده‌ای است برای پردازش اطلاعات که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می‌پردازد. عنصر کلیدی این ایده، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده به هم پیوسته تشکیل شده که برای حل یک مسأله با هم هماهنگ عمل می‌کند. ANN ها، نظیر انسان‌ها، با مثال یاد می‌گیرند. یک ANN برای انجام وظیفه‌ای مشخص، مانند شناسایی الگوها و دسته بندی اطلاعات، در طول یک پروسه یادگیری، تنظیم می‌شود. در سیستم‌های زیستی یادگیری با تنظیماتی در اتصالات سیناپسی که بین اعصاب قرار دارد همراه است. روشی برای محاسبه است که بر پایه اتصال به هم پیوسته چندین واحد پردازشی ساخته می‌شود. شبکه از تعداد دلخواهی سلول یا گره یا واحد یا نرون تشکیل می‌شود که مجموعه ورودی را به خروجی ربط می‌دهند. در این بررسی به علت طولانی بودن محاسبات شبکه تنها یک پارامتر اسیدیتیه مورد پیش بینی قرار گرفت. داده های ورودی شامل طول دوره نگهداری و غلظت‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی به عنوان پارامتر ورودی و اسیدیتیه به عنوان پارامتر هدف در نظر گرفته شد. در پیش بینی اسیدیتیه ۷۰ درصد از داده ها بطور تصادفی به عنوان داده ی آموزشی و ۱۵ درصد آنها به عنوان داده های تست و مابقی برای صحت سنجی بکار گرفته شده است. همچنین

و کاکوتی کوهی استریل شده به رب گوجه فرنگی اضافه گردید و در دمای انکوباتور 25 ± 0.5 درجه سلسیوس به مدت ۵ هفته (۳۵ روز) نگهداری شدند. آنالیز به شرح زیر با ۳ بار تکرار انجام شد [۱۴].

۱-۳- اندازه گیری pH

برای این منظور ابتدا دستگاه pH را با بافرهای ۴ و ۷ کالیبره کرده و بعد نمونه رب گوجه فرنگی در سل این دستگاه قرار گرفته و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس pH نمونه‌ها اندازه گیری شد (استاندارد ملی ایران شماره، ۷۶۱). طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۱ pH رب گوجه فرنگی حداکثر باید ۴/۳ باشد.

۲-۳- اندازه گیری اسیدیتیه

برای اندازه گیری اسیدیتیه ۱۰ گرم از نمونه رب گوجه فرنگی همراه با ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و پس از صاف کردن، ۱۰ میلی لیتر از محلول صاف شده را با ۵۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و چند قطره فنول فتالین اضافه گردید و با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیترو گردید. (استاندارد ملی ایران شماره، ۷۶۱).

۳-۳- اندازه گیری مواد جامد محلول (بریکس)

بریکس نشان دهنده درصد وزن مواد جامد موجود در یک محلول می‌باشد. از دستگاه رفاکتومتر برای این منظور استفاده شد. در ابتدا این دستگاه با آب مقطر در دمای ۲۰ دجه سلسیوس کالیبره گردید و سپس اندازه‌گیری صورت گرفت. برای این منظور ابتدا بوسیله کاغذ صافی واتمن، آب رب گوجه فرنگی گرفته شد و چند قطره از آن در رفاکتومتر قرار داده شد و سپس دستگاه را به طرف نور قرارداده تا بریکس رب گوجه فرنگی به دست آمد. (استاندارد ملی ایران شماره، ۷۶۱).

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکی و شیمیایی، میکروبی و حسی به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از

1-Artificial Neural Network

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن از لحاظ تغییرات pH نمونه‌های رب گوجه‌فرنگی حاوی درصد‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی در طی دوره نگهداری ۵ هفته‌ای در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که جداول تحلیل واریانس نشان دادند (جدول ۴) تغییرات pH نمونه‌های مختلف رب گوجه‌فرنگی در طی دوره نگهداری به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) وابسته به زمان نگهداری، غلظت عصاره بکار رفته و تاثیر متقابل این دو متغیر (زمان و غلظت عصاره) بود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با افزایش زمان نگهداری رب گوجه‌فرنگی حاوی درصد‌های مختلف عصاره به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) pH نمونه‌ها کاهش یافت. در بین نمونه‌های مختلف مشخص شد نمونه شاهد که حاوی هیچ‌گونه افزودنی نبود به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) در طی دوره‌های مختلف نگهداری داری pH بالاتری می‌باشد. مقایسه تغییرات pH نمونه‌های رب گوجه‌فرنگی حاوی درصد‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی نشان داد که با افزایش درصد عصاره از ۰/۵ به ۲ درصد (برای هر دو عصاره) به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) pH کاهش یافت، اما با افزایش درصد عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی از ۲ به ۳ درصد تغییر معنی‌داری در میزان pH مشاهده نشد ($p > 0.05$). به طوری که در پایان دوره نگهداری (هفته پنجم) بالاترین pH (۴/۲۴) مربوط به تیمار شاهد و کمترین pH مربوط به تیمارهای ۳ (حاوی ۲ درصد عصاره دانه رازیانه) (۳/۸۱) و ۷ (حاوی ۲ درصد عصاره کاکوتی کوهی) (۳/۷۹) بود.

از الگوریتم لوبنرگ مارکوات در شبکه عصبی پرسپترون استفاده گردید. از آنجایی که تعداد نورون‌ها در لایه پنهان بر روی عملکرد داده‌ها تاثیر گذار می‌باشد بر روی این پارامتر آنالیز حساسیت سنجی صورت گرفت. به منظور ارزیابی نتایج بدست آمده از میانگین مربعات خطا (MSE^1) و ضریب همبستگی (R^2) استفاده شد [۱۵]:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (A_i^{Exp} - A_i^{ANN})^2 \quad (1)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i^{Exp} - \bar{A})^2 - \sum_{i=1}^N (A_i^{Exp} - A_i^{ANN})^2}{(\sum_{i=1}^N (A_i^{Exp} - \bar{A})^2)} \quad (2)$$

در روابط بالا A_i^{Exp} ، A_i^{ANN} و \bar{A} مقادیر اسیدیته، اسیدیته حاصل از پیش‌بینی توسط شبکه عصبی مصنوعی و مقادیر متوسط اسیدیته می‌باشد. برای استفاده از شبکه عصبی مصنوعی از نرم افزار متلب ورژن ۲۰۱۰ استفاده شد. همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود ۲ پارامتر ورودی شامل طول دوره نگهداری و غلظت‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی بوده و تعداد نورون‌های لایه مخفی ۳۷ می‌باشد و لایه خروجی نیز شامل پارامتر اسیدیته است.

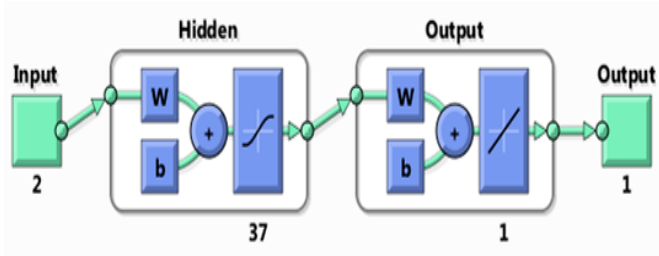


Figure 2. The schematic of multilayer perceptron network used

۵- نتایج و بحث

۵-۱- تغییرات pH رب گوجه‌فرنگی حاوی

عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی

Table 3. pH variations in tomato paste containing different percentages of plant extracts

Sample	First	Second	Third	Forth	Fifth
Control	0.05 ^{aA} ±4.44	0.02 ^{aA} ±4.42	0.05 ^{abAB} ±4.35	0.07 ^{aAB} ±4.34	0.29 ^{ab} ±4.24
Treatment 1	0.02 ^{aA} ±4.41	0.07 ^{abAB} ±4.34	0.20 ^{bAB} ±4.32	0.00 ^{cB} ±4.10	0.03 ^{bcC} ±3.85
Treatment 2	0.03 ^{aA} ±4.38	0.00 ^{abA} ±4.36	0.08 ^{bA} ±4.33	0.22 ^{aA} ±4.30	0.01 ^{bcB} ±3.86
Treatment 3	0.00 ^{abA} ±4.32	0.00 ^{abA} ±4.31	0.00 ^{bA} ±4.27	0.16 ^{abA} ±4.26	0.02 ^{cB} ±3.81
Treatment 4	0.00 ^{abA} ±4.32	0.02 ^{abA} ±4.31	0.01 ^{bA} ±4.30	0.00 ^{abA} ±4.25	0.00 ^{bB} ±3.86
Treatment 5	0.00 ^{aA} ±4.42	0.00 ^{aA} ±4.40	0.00 ^{aA} ±4.40	0.00 ^{abB} ±4.28	0.01 ^{bc} ±3.91
Treatment 6	0.01 ^{aA} ±4.45	0.00 ^{aA} ±4.41	0.00 ^{aA} ±4.41	0.01 ^{bB} ±4.24	0.01 ^{bc} ±3.92
Treatment 7	0.01 ^{aA} ±4.47	0.00 ^{aA} ±4.42	0.01 ^{aA} ±4.41	0.01 ^{bB} ±4.21	0.01 ^{cC} ±3.79
Treatment 8	0.01 ^{aA} ±4.44	0.02 ^{aA} ±4.41	0.01 ^{cB} ±4.19	0.05 ^{dC} ±3.86	0.01 ^{bc} ±3.86

* Different letters a-d represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

* Different letters A-C represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

Table 4. pH variance analysis

Variation source	Degree of freedom	Mean squares	F	P
Storage time (A)	4	0.933	176.039	0.000*
Sample type (B)	8	0.063	11.869	0.000*
Interaction(A × B)	32	0.043	8.032	0.000*
R-Sq (R ²)	92.1%			

* Significant difference at probability level 5%.

($p < 0.05$) وابسته به زمان نگهداری و غلظت عصاره بود اما تاثیر متقابل این دو متغیر تاثیر معنی داری روی اسیدیت نمونه‌ها در طی دوره نگهداری نداشت ($p > 0.05$). به طور کلی اسیدیت نمونه‌های مختلف با افزایش زمان نگهداری از هفته اول تا هفته پنجم به طور معنی داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. مقایسه تیمارهای مختلف از لحاظ اسیدیت نشان داد که تیمار شاهد (بدون هیچ‌گونه عصاره‌ای) در طی دوره نگهداری نسبت به سایر تیمارها به طور معنی داری ($p < 0.05$) دارای اسیدیت کمتری بود. همچنین مقایسه تاثیر افزودن درصد‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی به رب گوجه فرنگی نشان داد که

۲-۵- تغییرات اسیدیت رب گوجه فرنگی حاوی

عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی

نتایج حاصل از تاثیر درصد‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی روی میزان اسیدیت رب گوجه فرنگی در طی دوره‌های مختلف نگهداری براساس آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج حاصل از جدول تحلیل واریانس (جدول ۶) تاثیر زمان نگهداری، غلظت عصاره و اثر متقابل این دو متغیر (زمان نگهداری و غلظت عصاره) روی میزان اسیدیت رب گوجه فرنگی غنی‌سازی شده نشان داد که تغییرات اسیدیت در طی دوره نگهداری به طور معنی داری

نمونه‌های رب گوجه فرنگی از لحاظ اسیدیته تفاوت چشمگیری نداشتند، اما در پایان دوره نگهداری (هفته پنجم) پایین‌ترین اسیدیته در نمونه شاهد (۰/۵۰۶) و بالاترین میزان آن در تیمارهای ۳ (حاوی ۲ درصد عصاره دانه رازیانه) (۰/۵۲۶) و تیمار ۷ (حاوی ۲ درصد عصاره گیاه کاکوتی کوهی) (۰/۵۲۷) مشاهده شد.

با افزایش درصد عصاره هرکدام از دو گیاه به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) اسیدیته رب گوجه فرنگی افزایش یافت، اما این روند صعودی اسیدیته تا غلظت ۲ درصد هر دو عصاره مشاهده شد و با افزایش غلظت عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی از ۲ به ۳ درصد تفاوت معناداری از لحاظ اسیدیته مشاهده نشد. در هفته اول نگهداری تمامی

Table 5. Acidity variations in tomato paste containing different percentages of extracts during the storage period

sample	Acidity variations during different weeks				
	first	Second	third	fourth	fifth
Control	0.00 ^{dB} ±0.400	0.00 ^{cD} ±0.406	0.00 ^{cC} ±0.415	0.02 ^{aB} ±0.476	0.00 ^{bA} ±0.506
Treatment 1	0.00 ^{cD} ±0.415	0.00 ^{dCCD} ±0.423	0.00 ^{dC} ±0.433	0.01 ^{cB} ±0.483	0.01 ^{abA} ±0.510
Treatment 2	0.00 ^{cE} ±0.413	0.00 ^{cD} ±0.446	0.00 ^{cD} ±0.463	0.01 ^{bB} ±0.492	0.00 ^{abA} ±0.510
Treatment 3	0.03 ^{aD} ±0.470	0.00 ^{aC} ±0.486	0.00 ^{aBC} ±0.498	0.04 ^{aAB} ±0.513	0.00 ^{aA} ±0.526
Treatment 4	0.01 ^{dD} ±0.465	0.02 ^{abC} ±0.474	0.02 ^{abBC} ±0.488	0.04 ^{aAB} ±0.509	0.01 ^{aA} ±0.520
Treatment 5	0.00 ^{cD} ±0.418	0.00 ^{dCD} ±0.426	0.00 ^{dC} ±0.434	0.00 ^{cB} ±0.480	0.00 ^{abA} ±0.510
Treatment 6	0.01 ^{bD} ±0.437	0.00 ^{cCD} ±0.444	0.00 ^{cC} ±0.459	0.00 ^{bB} ±0.490	0.01 ^{abA} ±0.513
Treatment 7	0.01 ^{aC} ±0.467	0.00 ^{aBC} ±0.485	0.00 ^{aB} ±0.501	0.01 ^{aAB} ±0.516	0.00 ^{aA} ±0.527
Treatment 8	0.01 ^{aD} ±0.464	0.02 ^{abC} ±0.476	0.02 ^{abBC} ±0.487	0.01 ^{abAB} ±0.503	0.01 ^{aA} ±0.519

* Different letters a-c represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

* Different letters A-E represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

Table 6. Acidity variance analysis

Source variation	Degree of freedom	Mean squares	F	P
Storage time (A)	4	0.051	251.357	0.000*
Sample type (B)	8	0.002	7.701	0.000*
Interaction (A×B)	32	0.000	1.327	0.150
R-Sq (R ²)	92.5%			

* Significant difference at probability level 5%

رازیانه و کاکوتی کوهی به عنوان نگهدارنده طبیعی براساس آزمون مقایسه‌ای چند دامنه‌ای دانکن را نشان می‌دهد. براساس نتایج به دست آمده از جدول تحلیل واریانس مشخص شد که تغییرات بریکس رب گوجه فرنگی حاوی درصدهای مختلف عصاره در طی دور نگهداری به طور

۳-۵- تغییرات بریکس رب گوجه فرنگی حاوی

عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی

جدول ۷ نتایج حاصل از مقایسه میانگین تغییرات بریکس رب گوجه فرنگی حاوی درصدهای مختلف عصاره دانه

دانه رازیانه و کاکوتی کوهی، تیمارهایی که حاوی درصدهای پایین‌تری از عصاره‌های گیاهی بودند به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای مواد جامد محلول در آب بالاتری در مقایسه با تیمارهای حاوی غلظت بالاتر عصاره‌های گیاهی می‌باشند. اگرچه تیمارهای حاوی ۳ درصد عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی در طی دوره نگهداری از لحاظ مواد جامد محلول در آب تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p > 0.05$)، اما این تیمارها به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای مواد جامد محلول در آب پایین‌تری در مقایسه با سایر تیمارها بودند.

معنی‌داری ($p < 0.05$) وابسته به غلظت عصاره‌ها، مدت زمان نگهداری و تاثیر متقابل این دو متغیر بود (جدول ۸). در نمونه‌های غنی‌سازی شده با درصدهای مختلف عصاره‌های گیاهی بسته به تغییرات درصد عصاره به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) میزان مواد جامد محلول آن‌ها افزایش یافت، از طرف دیگر بریکس نمونه شاهد که حاوی هیچ گونه عصاره و نگهدارنده‌ای نبود در طول دوره نگهداری به طور واضح‌تری نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت. از این‌رو نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری در تیمارهای حاوی درصدهای مختلف عصاره

Table 7. Brix variations in tomato paste containing different percentages of extracts during the storage period

Sample	Brix variations during different weeks				
	firth	second	third	fourth	fifth
Control	0.00 ^{aE} ±27.50	0.00 ^{aD} ±27.81	0.01 ^{cC} ±28.13	0.06 ^{aB} ±28.50	0.10^{aA}±27.84
Treatment 1	0.00 ^{bE} ±27.20	0.13 ^{bD} ±27.42	0.07 ^{bC} ±27.62	0.07 ^{bB} ±27.86	0.05^{bA}±27.08
Treatment 2	0.11 ^{bDE} ±27.16	0.10 ^{bcD} ±27.32	0.17 ^{bC} ±27.53	0.12 ^{bcB} ±27.71	0.45^{bcA}±27.92
Treatment 3	0.01 ^{cD} ±26.96	0.00 ^{cdC} ±27.16	0.12 ^{cBC} ±27.29	0.05 ^{cAB} ±27.63	0.07^{cA}±27.81
Treatment 4	0.01 ^{cC} ±26.94	0.12 ^{dC} ±27.02	0.06 ^{dC} ±27.11	0.09 ^{dB} ±27.38	0.06^{dA}±27.62
Treatment 5	0.05 ^{bE} ±27.18	0.10 ^{bD} ±27.39	0.05 ^{bC} ±27.64	0.16 ^{bB} ±27.89	0.02^{bA}±28.12
Treatment 6	0.15 ^{bE} ±27.13	0.13 ^{bD} ±27.34	0.14 ^{bcC} ±27.56	0.10 ^{bcB} ±27.74	0.10^{bcA}±27.96
Treatment 7	0.11 ^{cE} ±26.92	0.10 ^{cdD} ±27.18	0.05 ^{cC} ±27.33	0.03 ^{CB} ±27.66	0.12^{cA}±27.85
Treatment 8	0.20 ^{cC} ±26.95	0.12 ^{dC} ±27.05	0.11 ^{dC} ±27.14	0.11 ^{dB} ±27.41	0.06^{dA}±27.65

* Different letters a-d represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

* Different letters A-E represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

Table 8. Brix variance table

Source variation	Degree of freedom	Mean squares	F	P
Storage time (A)	4	1.006	28.846	0.000*
Sample type (B)	8	3.597	103.099	0.000*
Interaction (A×B)	32	0.154	4.414	0.000*
R-Sq (R ²)	92.3%			

* Significant difference at probability level 5%

۴-۵- نتایج ارزیابی حسی رب گوجه فرنگی

حاوی عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی

نتایج حاصل از تاثیر درصدهای مختلف دو نوع عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی در طی روزهای مختلف روی خصوصیات حسی (رنگ، بو، مزه، قوام و شکل ظاهری) رب گوجه فرنگی در جدول‌های ۹ تا ۱۳ نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف دو عصاره روی رنگ رب گوجه فرنگی نشان می‌دهد (جدول ۹) به طور کلی امتیاز حسی رنگ با افزایش زمان

نگهداری کاهش می‌یابد. تیمارهای حاوی ۱ و ۲ درصد از عصاره‌های دانه رازیانه (تیمارهای ۱ و ۲) و عصاره کاکوتی کوهی (تیمارهای ۵ و ۶) در طول دوره نگهداری به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای امتیاز حسی بالاتری از لحاظ رنگ نسبت به سایر تیمارها بودند، اما این تیمارها از لحاظ امتیاز رنگ تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد نداشتند ($p > 0.05$). همچنین استفاده از غلظت‌های بالاتر هر دو عصاره به طور معنی‌داری موجب افت امتیاز حسی از لحاظ رنگ شد.

Table 9. Color variations in tomato paste containing different percentages of fennel seed and ziziphora clinopodioides Lam. extracts during the storage period

Sample	Color variations during different weeks				
	First	Second	Third	Fourth	Fifth
Control	0.34 ^{abA} ±4.66	0.34 ^{aA} ± 4.66	0.57 ^{aA} ±4.33	0.64 ^{abA} ±3.66	0.00 ^{aA} ±4.00
Treatment 1	0.00 ^{aA} ±5.00	0.57 ^{abAB} ±4.33	0.57 ^{ab} ±4.33	0.57 ^{ab} ±4.33	0.57 ^{ab} ±3.66
Treatment 2	0.00 ^{aA} ±5.00	0.57 ^{abAB} ±4.33	0.57 ^{abC} ±4.33	0.57 ^{aC} ±4.33	0.44 ^{aD} ±3.66
Treatment 3	0.36 ^{bcA} ±4.33	0.00 ^{abB} ±4.00	0.00 ^{ab} ±4.00	0.00 ^{aC} ±4.00	0.44 ^{aD} ±3.66
Treatment 4	0.00 ^{ca} ±4.00	0.00 ^{abA} ±4.00	0.44 ^{ab} ±3.66	0.00 ^{abC} ±4.00	0.44 ^{aC} ±3.66
Treatment 5	0.00 ^{aA} ± 5.00	0.57 ^{abA} ±4.33	0.57 ^{aA} ±4.33	4.33±0.57 ^{aAB}	0.57 ^{ab} ±4.33
Treatment 6	0.00 ^{aA} ± 5.00	0.57 ^{abAB} ±4.33	0.57 ^{ab} ±4.33	0.57 ^{aC} ±4.33	0.00 ^{aD} ±4.00
Treatment 7	0.57 ^{bcA} ±4.33	0.00 ^{abA} ±4.00	0.64 ^{ab} ±3.66	0.44 ^{abC} ±3.66	0.57 ^{aD} ±3.33
Treatment 8	0.00 ^{ca} ±4.00	0.64 ^{ba} ±3.66	0.44 ^{ab} ±3.66	0.00 ^{ab} ±3.00	0.57 ^{abC} ±3.33

* Different letters a-c represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

* Different letters A-D represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

شاهد و تیمارهای حاوی درصدهای پایین عصاره‌های دانه رازیانه و کاکوتی کوهی (۱/۵ و ۱ درصد) بوی مطلوب خود را از دست دادند و با گذشت زمان به طور معنی‌داری

نتایج حاصل از تاثیر درصدهای مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی روی کیفیت حسی از لحاظ بو در جدول ۱۰ نشان داده شده است. با افزایش زمان نگهداری تیمار

۳ عصاره دانه رازیانه) به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای امتیاز حسی بالاتری از لحاظ بو نسبت به سایر تیمارها بودند. اما با افزایش زمان نگهداری تیمارهایی که حاوی درصد‌های بالای عصاره دانه رازیانه بودند (تیمارهای حاوی ۲ و

Table 10. Smell variations in tomato paste containing different percentages of fennel seed and ziziphora clinopodioides Lam. extracts during the storage period

Sample	Smell variations during different weeks				
	First	Second	Third	Fourth	Fifth
Control	0.57 ^{bA} ±4.33	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{bA} ±4.00	0.64 ^{bA} ±3.66	0.64^{bA}±3.33
Treatment 1	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aAB} ±5.00	0.00 ^{aB} ±5.00	0.57 ^{abB} ±4.33	0.57^{abB}±4.33
Treatment 2	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aAB} ±5.00	0.00 ^{aBC} ±5.00	0.57 ^{abC} ±4.33	0.44^{ad}±4.66
Treatment 3	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aB} ±5.00	0.00 ^{aB} ±5.00	0.00 ^{aC} ±5.00	0.00^{ad}±5.00
Treatment 4	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aAB} ±5.00	0.00 ^{aBC} ±5.00	0.00^{aC}±5.00
Treatment 5	0.57 ^{bA} ±4.33	0.64 ^{bA} ±3.66	0.00 ^{bAB} ±4.00	0.44 ^{bb} ±3.66	0.57^{abB}±4.33
Treatment 6	0.00 ^{aA} ±5.00	0.44 ^{aAB} ±4.66	0.44 ^{ab} ±4.66	0.44 ^{abC} ±4.66	0.57^{ad}±4.33
Treatment 7	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.44 ^{abAB} ±4.66	0.44^{bc}±3.66
Treatment 8	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.44 ^{abAB} ±4.66	0.57^{abB}±4.33

* Different letters a-b represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

* Different letters A-D represent significant difference at probability level 95% ($p < 0.05$).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

به سایر تیمارها مشهودتر بود، به طوری‌که در پایان دوره نگهداری، تیمارهای حاوی ۲ و ۳ درصد عصاره کاکوتی به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای امتیاز حسی پایین‌تری از لحاظ مزه نسبت به سایر تیمارها بودند. از طرف دیگر دو تیمار ۲ و ۳ که به ترتیب حاوی ۲ و ۳ درصد عصاره دانه رازیانه بودند در پایان دوره نگهداری به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) نسبت به سایر تیمارها دارای امتیاز حسی بالاتری از لحاظ مزه بودند.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی ناشی از بکارگیری درصد‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی در رب گوجه فرنگی و تاثیر آن‌ها روی مزه محصول نهایی در جدول ۱۱ نشان داده شده است. به طور کلی با افزایش زمان نگهداری به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) مزه تیمار شاهد و محصولات غنی‌سازی شده با درصد‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی کاهش یافت، اما میزان این کاهش در تیمارهای حاوی درصد‌های مختلف عصاره کاکوتی نسبت

Table 11. Taste variations in tomato paste containing different percentages of fennel seed and ziziphora clinopodioides Lam. extracts during the storage period

Sample	taste variations during different weeks				
	First	Second	Third	Fourth	Fifth
Control	0.00 ^{bA} ±4.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±4.00	0.54 ^{bA} ±3.66	0.57^{abA}±3.33
Treatment 1	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aAB} ±5.00	0.64 ^{ab} ±4.66	0.57 ^{abB} ±4.33	0.64^{abB}±3.66
Treatment 2	0.11 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aAB} ±5.00	0.44 ^{aBC} ±4.66	0.57 ^{aC} ±4.33	0.00^{abD}±4.00
Treatment 3	0.57 ^{bA} ±4.33	0.44 ^{abB} ±4.66	0.00 ^{aB} ±4.00	0.34 ^{aC} ±4.66	0.57^{ad}±4.33
Treatment 4	0.00 ^{cA} ±3.00	0.00 ^{cA} ±4.00	0.44 ^{aAB} ±3.66	0.34 ^{aBC} ±4.66	0.57^{aC}±4.33

Treatment 5	0.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.64 ^{aA} ±4.66	0.57 ^{aAB} ±4.33	0.57^{abB}±3.33
Treatment 6	0.00 ^{aA} ±5.00	0.44 ^{abAB} ±4.66	0.57 ^{aB} ±4.33	0.57 ^{aC} ±4.33	0.44^{bcD}±2.66
Treatment 7	0.00 ^{ba} ±4.00	0.47 ^{bc} ±4.33	0.00 ^{aB} ±4.00	0.34 ^{cC} ±2.66	0.44^{cdD}±1.66
Treatment 8	0.54 ^{ca} ±2.66	0.00 ^{dA} ±3.00	0.44 ^{aAB} ±3.66	0.57 ^{cB} ±2.33	0.57^{dBC}±1.33

* Different letters a-c represent significant difference at probability level 95% (p < 0.05).

* Different letters A-D represent significant difference at probability level 95% (p < 0.05).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

قوام نشان داد که تیمار شاهد و تیمارهای حاوی درصدهای پایین هر دو عصاره (۰/۵ و ۱ درصد) به طور کلی با افزایش زمان نگهداری از هفته اول تا پایان هفته چهارم به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای قوام بالاتری نسبت به سایر تیمارها بودند.

تغییرات حاصل از کیفیت حسی رب گوجه‌فرنگی حاوی درصدهای مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی از لحاظ قوام در جدول ۱۲ نشان داده شده است. با افزایش زمان نگهداری به طور کلی قوام نمونه‌های رب گوجه‌فرنگی کاهش می‌یابد. ارزیابی حسی توسط ارزیاب‌ها از لحاظ

Table 12. Consistency variations in tomato paste containing different percentages of fennel seed and ziziphora clinopodioides Lam. extracts during the storage period

Sample	Consistency variations during different weeks				
	First	Second	Third	Fourth	Fifth
Control	0.00 ^{aA} ±5.00	0.44 ^{aA} ±4.66	0.00 ^{aA} ±4.00	0.57 ^{aA} ±4.33	0.57^{aA}±4.33
Treatment 1	0.34 ^{aA} ±4.66	0.57 ^{aAB} ±4.33	0.44 ^{aB} ±4.66	0.00 ^{abB} ±4.00	0.57^{aB}±4.33
Treatment 2	0.57 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{aAB} ±4.33	0.44 ^{abC} ±4.66	0.00 ^{abC} ±4.00	0.00^{aD}±4.00
Treatment 3	0.57 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{aB} ±4.33	0.00 ^{aB} ±4.00	0.57 ^{bC} ±3.33	0.57^{aD}±3.33
Treatment 4	0.00 ^{aA} ±4.00	0.57 ^{aA} ±4.33	0.44 ^{aAB} ±3.66	0.57 ^{bBC} ±3.33	0.54^{aC}±3.33
Treatment 5	0.34 ^{aA} ±4.66	0.57 ^{aA} ±4.33	0.44 ^{aA} ±4.66	0.00 ^{abAB} ±4.00	0.44^{aB}±4.33
Treatment 6	0.57 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{aAB} ±4.33	0.57 ^{aB} ±4.33	0.44 ^{abC} ±3.66	0.54^{aD}±4.33
Treatment 7	0.57 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{aB} ±4.33	0.54 ^{bC} ±3.33	0.57^{aD}±3.33
Treatment 8	0.00 ^{aA} ±4.00	0.00 ^{aA} ±4.00	0.00 ^{aAB} ±4.00	0.57 ^{bB} ±3.33	0.57^{aBC}±3.33

* Different letters a-B represent significant difference at probability level 95% (p < 0.05).

* Different letters A-D represent significant difference at probability level 95% (p < 0.05).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

افت کیفیت از لحاظ خصوصیات ظاهری در تیمارهای حاوی درصدهای بالای عصاره‌های مختلف (۲ و ۳ درصد) نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره کاکوتی و دانه رازیانه به طور مشهودتری مشاهده شد.

ارزیابی کیفیت حسی نمونه‌های مختلف رب گوجه‌فرنگی حاوی درصدهای مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی از لحاظ شکل ظاهری در جدول ۱۳ نشان داده شده است. با افزایش زمان نگهداری امتیاز حسی که توسط ارزیاب‌ها به تیمارهای مختلف از لحاظ شکل ظاهری داده شد به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت، اما این

Table 13. Appearance variations in tomato paste containing different percentages of fennel seed and ziziphora clinopodioides Lam. extracts during the storage period

Sample	Appearance variations during different weeks				
	First	Second	Third	Fourth	Fifth
Control	0.57 ^{aA} ±4.66	0.00 ^{bA} ±4.00	0.64 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{abA} ±3.66	0.00^{aA}±4.00
Treatment 1	0.57 ^{aA} ±4.66	0.57 ^{abAB} ±4.66	0.57 ^{ab} ±4.66	0.00 ^{abB} ±4.00	0.00^{ab}±4.00
Treatment 2	0.64 ^{aA} ±4.33	0.64 ^{abAB} ±4.66	0.57 ^{abC} ±4.66	0.00 ^{abC} ±4.00	0.00^{ad}±4.00
Treatment 3	0.00 ^{aA} ±4.00	0.00 ^{ab} ±5.00	0.57 ^{ab} ±4.66	0.57 ^{bcC} ±3.33	0.64^{ad}±3.66
Treatment 4	0.64 ^{aA} ±3.66	0.57 ^{abA} ±4.66	0.57 ^{aAB} ±4.33	0.57 ^{bcBC} ±3.33	0.57^{ac}±3.33
Treatment 5	0.57 ^{aA} ±4.66	0.57 ^{abA} ±4.66	0.64 ^{aA} ±4.66	0.57 ^{abB} ±4.33	0.00^{ab}±4.00
Treatment 6	0.65 ^{aA} ±4.33	0.57 ^{abAB} ±4.66	0.44 ^{ab} ±4.66	0.00 ^{abC} ±4.00	0.00^{ad}±4.00
Treatment 7	0.00 ^{aA} ±4.00	0.00 ^{aA} ±5.00	0.44 ^{ab} ±4.66	0.44 ^{abC} ±3.66	0.44^{ad}±3.66
Treatment 8	0.54 ^{bA} ±3.66	0.64 ^{abA} ±4.66	0.57 ^{aAB} ±4.33	0.00 ^{cb} ±3.00	0.57^{abC}±3.33

* Different letters a-c represent significant difference at probability level 95% (p < 0.05).

* Different letters A-D represent significant difference at probability level 95% (p < 0.05).

Treatment 1 (containing 0.5% fennel seed extract), treatment 2 (containing 1% fennel seed extract), treatment 3 (containing 2% fennel seed extract), treatment 4 (containing 3% fennel seed extract), treatment 5 (containing 0.5% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 6 (containing 1% ziziphora clinopodioides Lam. extract), treatment 7 (containing 2% ziziphora clinopodioides Lam. extract) and treatment 8 (containing 3% ziziphora clinopodioides Lam. extract).

یک باشد روند پیش بینی موفقیت آمیز بوده است به عنوان

مثال این ضریب برای کلیه داده ها دارای مقدار ۰/۹۹۲۳۲

می باشد و این نشان از یک پیش بینی موفق شبکه است.

همان طور که در شکل ۳ دیده می شود مقادیر ضریب

همبستگی برای داده های آموزش، صحت سنجی، تست و

کلیه داده ها دارای مقادیر مطلوب بوده و هر چه نزدیک به

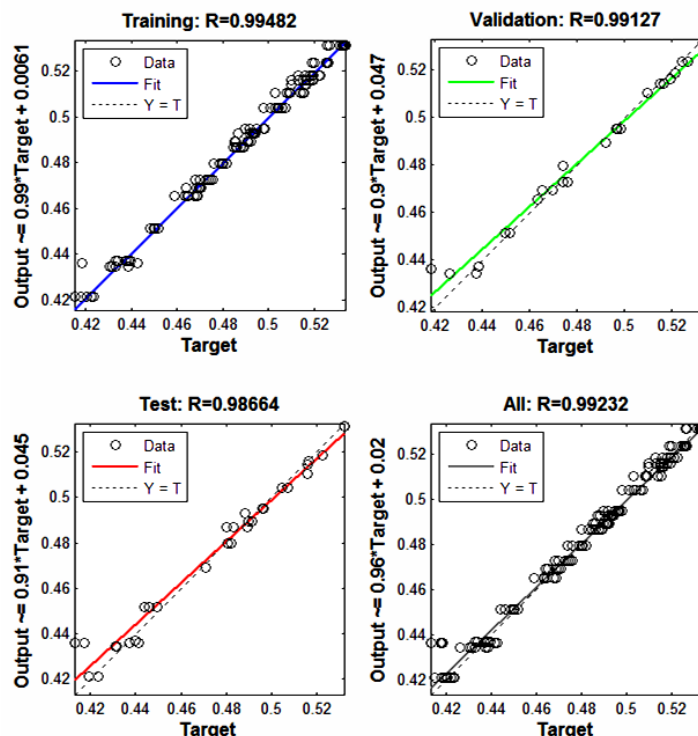


Figure 3. The obtained values of the correlation coefficient (R^2) for training, validation, test and all data from the artificial neural network (acidity)

در شکل های ۴ و ۵ مقادیر حاصل شده میانگین مربعات خطا نشان داده شده است. در شکل ۴ به خوبی دیده می شود که در اپوچ ۲ بهترین نتیجه خطا برای داده های آموزش، صحت سنجی و تست حاصل شده است به طوری که این مقدار برابر با 0.000029222 می باشد در واقع روند نزولی خطا بسیار مطلوب است و هر چه به صفر نزدیکتر شویم نتیجه مطلوب تر است. مقادیر دقیق میانگین مربعات خطا در شکل ۵ نشان داده شده است که این مقدار خطا برای داده های آموزش کمترین مقدار است. شکل ۶ مقادیر حاصل شده اسیدیته با شبکه عصبی مصنوعی و مقادیر آزمایشگاهی با یکدیگر قیاس شده اند. همان طور که دیده می شود بیشتر مقادیر حاصل شده انطباق خوبی با مقادیر آزمایشگاهی دارد.

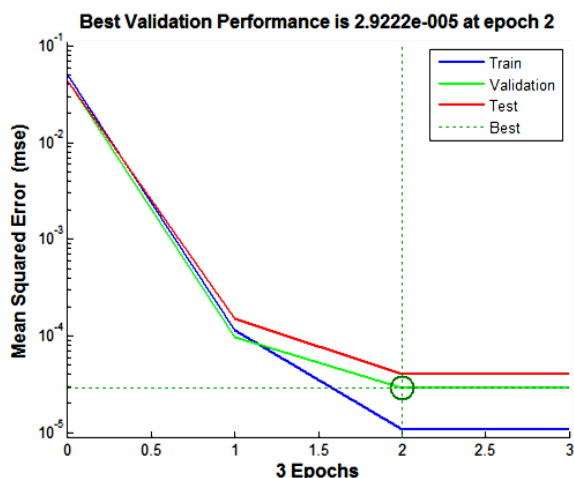


Figure 4. Mean Square Error (MSE) variations during training steps for training, validation and testing for a neural network with 1 hidden layer and 37 neurons (acidity)

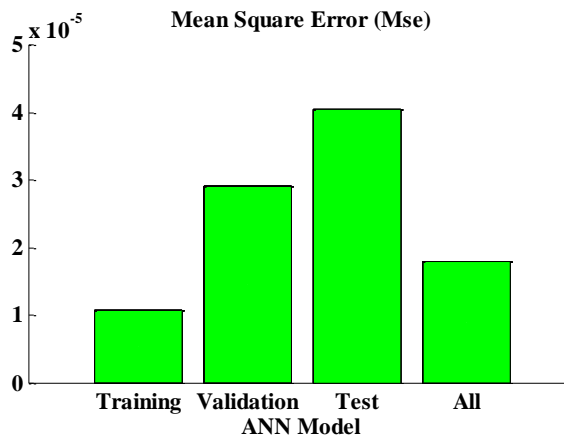


Figure 5. Mean of squares of the acidity neural network

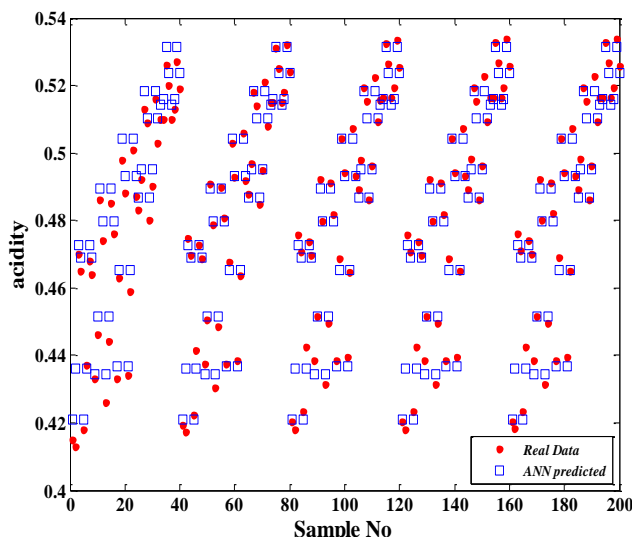


Figure 6. The results of the predicted acidity versus experimental data with number of samples, artificial neural network with 1 hidden layers and 31 neurons

۶- نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره دانه رازیانه و کاکوتی کوهی به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته در طی دوره نگهداری شد. افزایش زمان نگهداری تیمارهای مختلف به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) منجر به افزایش محتوی مواد جامد محلول (بریکس) شد. تیمارهایی

فرنگی تا پایان دوره نگهداری شد. ارزیابی حسی از لحاظ قوام نشان داد که تیمارهای با درصد پایین عصاره از قوام بهتر برخوردار بودند. در نهایت داده های آزمایشگاهی اسیدیته با استفاده از شبکه های عصبی با دو پارامتر ورودی به نتایج قابل قبولی دست پیدا کرد به طوری که مقادیر ضریب همبستگی و میانگین مربعات خطا به ترتیب برای داده های آموزش، صحت سنجی و تست به ترتیب برابر با ۰/۹۹۴۸۲، ۰/۹۹۱۲۷، ۰/۹۸۶۶۴ و ۰/۰۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۰۳ و ۰/۰۰۰۰۴ می باشد.

۷- منابع

- [1] Bosman, F. T., Carneiro, F., Hruban, R. H., & Theise, N. D. (2010). WHO classification of tumours of the digestive system (No. Ed. 4). World Health Organization.
- [2] Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewedi, F. M., & El-Baroty, G. S. A. (1989). Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *Journal of Food Protection*, 52(9), 665-667.
- [3] Alzoreky, N. S., & Nakahara, K. (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International journal of food microbiology*, 80(3), 223-230.
- [4] Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- [5] Dorman, H. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.
- [6] Tahami, F., Basiri, A., Ghiyasi, B., & Mahasti, P. (2013). Evaluation of antioxidant effect of

که حاوی درصدهای بالاتری از عصاره های گیاهی بودند، نرخ افزایش مواد محلول آن ها به طور معنی داری ($p < 0.05$) کمتر از سایر نمونه ها بود. ارزیابی حسی تیمارهای مختلف نشان داد که از لحاظ رنگ و شکل ظاهر تفاوت معنی داری بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی ۰/۵ و ۱ درصد از عصاره ها مختلف وجود نداشت ($p > 0.05$). مزه تیمارهایی که حاوی ۲ و ۳ درصد عصاره کاکوتی کوهی بودند از نظر ارزیاب ها نامطلوب تلقی شدند، ولی تیمارهایی که حاوی درصدهای بالایی از عصاره دانه رازیانه (۲ و ۳ درصد) بودند به طور معنی داری دارای مزه بهتری در پایان دوره نگهداری نسبت به سایر تیمارها بودند. بکارگیری ۲ و ۳ درصد عصاره دانه رازیانه به طور معنی داری ($p < 0.05$) سبب حفظ بوی مطبوع رب گوجه

fennel seed extract (*Foeniculum vulgare*) on the stability of sunflower oil. *Food Technology & Nutrition*, 37(1), 71-78

[7] Morales, G., Jimenez, M., Garcia, O., Mendoza, M. R., & Beristain, C. I. (2014). Effect of natural extracts on the formation of acrylamide in fried potatoes. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2), 587-593

[8] Altunkaya, A., Hedegaard, R. V., Harholt, J., Brimer, L., Gökmen, V., & Skibsted, L. H. (2013). Oxidative stability and chemical safety of mayonnaise enriched with grape seed extract. *Food & function*, 4(11), 1647-1653.

[9] Soly, S. (2002). Preservative effect of garlic in tomato paste can. *Journal of Medicinal Plants*, 1(3), 45-50.

[10] Vakili, R. (2011). Effect of Fennel and Thymus vulgaris Extracts with and without Flaxseed on Performance and Eggs Quality of Laying Hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 3(3), 243-249.

- [11] Tabatabai, F. H., Karaghian, H., & Karaghian, R. (2017). Study of rheological properties of ketchup sauce containing hydrocoloidal extract of Chubak plant. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(2), 61-76.
- [12] Mokhtarian, M., Heidari Majd, M., Daraei Garmakhany, A., & Zaerzadeh, E. (2021). Predicting the moisture ratio of dried tomato slices using artificial neural network and genetic algorithm modeling. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 9(4), 411-422.
- [13] Omidbeygi, M., Barzegar, M., Hamidi, Z., & Naghdibadi, H. (2007). Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. *Food control*, 18(12), 1518-1523.
- [14] Kalantari, F., Barzegar, M., & Hamidi, Z. (2011). Inhibitory effect of *Cinnamomum zeylanicum* and *Origanum vulgare* L. essential oil on *Aspergillus flavus* in Tomato Paste. 20th International Congress on Food Technology
- [15] Neto, J. G., Ozorio, L. V., de Abreu, T. C. C., Dos Santos, B. F., & Pradelle, F. (2021). Modeling of biogas production from food, fruits and vegetables wastes using artificial neural network (ANN). *Fuel*, 285, 119081.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir



Scientific Research

Investigating Physicochemical and Sensory Properties of Tomato Paste Using Fennel Seed Extract and *Ziziphora clinopodioides* Lam. and Predicting the Results Using Artificial Neural Network

Maryam Mohebbi^{1*}

1-Faculty of Food Science and Engineering, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ABSTRACT

This study aimed to produce tomato paste using natural preservatives as an alternative to chemical preservatives. Fennel seed extract (*Foeniculum vulgare* Mill) and *Ziziphora clinopodioides* Lam. were used as natural preservatives. Physicochemical properties of tomato paste such as pH, acidity and total soluble solids (Brix) were measured during 5 weeks of storage at 4°C. Sensory properties of tomato paste were assessed using trained and untrained sensory evaluators using a 5-point hedonic scale. To predict the data from an artificial neural network of topology 2-37-1, storage period and different concentrations of fennel seed extract and *Ziziphora clinopodioides* Lam. were considered as inputs and acidity as the target parameter. The results showed that using different concentrations of fennel seed extract and *Ziziphora clinopodioides* Lam. significantly reduced ($p < 0.05$) the pH and increased the acidity of tomato paste. Increasing the level of extracts in tomato paste samples significantly ($p < 0.05$) increased Brix during storage period. Sensory evaluation showed that in terms of color, appearance and consistency treatments containing low concentrations of the extracts (0.5 and 1% of both extracts) scored higher. In terms of taste and smell, treatments 3 and 4 (containing 2 and 3% of fennel seed extract, respectively) had the highest score. In general, it can be concluded that using 2 or 3% fennel seed extract as a natural preservative in tomato paste leads to desirable physicochemical and sensory properties. The results of acidity prediction showed that the correlation coefficient and the mean squared error for the total data were 0.99232 and 0.00002, indicating a successful prediction.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2022/6/7

Accepted: 2023/8/1

Keywords:

Tomato paste,

Natural preservative,

Fennel seed,

Ziziphora clinopodioides Lam.,

Artificial neural network

DOI: 10.22034/FSCT.20.141.1

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.141.1.9

*Corresponding Author E-Mail:
m.mohebbi512@gmail.com