

(مقاله پژوهشی)

مدل سازی فرایند پخت در حین استخراج روغن از جوانه ذرت با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی

ابولفضل بوژمهرانی^{۱*}، محسن وظیفه دوست^۲، بهاره حاجی رستمی^۲

۱-دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.

۲-استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۹

چکیده

در این تحقیق به منظور مدل سازی فرایند استخراج روغن از جوانه ذرت در مقیاس صنعتی از ۳ سطح دمای پخت (۸۰، ۸۵ و ۹۰ درجه سانتی گراد) و سه سطح رطوبت دانه های خروجی از دیگ پخت (۳، ۳/۵ و ۴ درصد) استفاده گردید و میزان لرد و اسیدیتته روغن، میزان روغن، پروتئین و رطوبت کنجاله مورد بررسی قرار گرفت. جهت پیش بینی روند تغییرات از ابزار شبکه های عصبی مصنوعی در نرم افزار متلب استفاده شد. با بررسی شبکه های مختلف شبکه ی پسانتشار پیشخور با توپولوژی های ۲-۶-۵ با ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹۸۴ و میانگین مربعات خطای کمتر از ۰/۰۰۳ و با بکارگیری تابع فعال سازی تانژانت سیگموئید هیپربولیکی، الگوی یادگیری لوبنبرگ-مارکوات و چرخه یادگیری ۱۰۰۰ به عنوان بهترین مدل عصبی مشخص گردید. نتایج حاصل از مدل های بهینه ی انتخاب شده نیز ارزیابی گردید و این مدل ها با ضرایب همبستگی بالا (بیش از ۰/۹۵۳) قادر به پیش بینی روند تغییرات این فرایند بودند. از طرفی نتایج نشان داد که مدل های به دست آمده در این مطالعه بیشترین دقت را در پیش بینی میزان رطوبت کنجاله داشتند. در نهایت به صورت تجربی مشخص گردید که برای دستیابی به بهترین خصوصیات روغن و کنجاله جوانه ذرت، بایستی دمای پخت و رطوبت دانه های خروجی از دیگ پخت به ترتیب ۸۰ درجه سانتی گراد و ۳ درصد باشد.

واژه های کلیدی: جوانه ذرت، روغن کشی، مدل سازی، دیگ پخت.

۱-مقدمه

ذرت با نام علمی *Zea mays*، یکی از گیاهان زارعی قدیمی مورد استفاده انسان، دام و به خصوص طیور است که طبق گزارش سازمان خواربار جهانی این گیاه زراعی از نظر عملکرد و میزان تولید در دنیا در رتبه اول و از نظر سطح زیر کشت مقام سوم را بعد از گندم و برنج دارد (۳). جوانه ذرت، حدود ۱۲ درصد دانه ذرت را تشکیل می‌دهد که این میزان در ذرت خیلی بیشتر از سایر غلات است (۸). پروتئین جوانه ذرت از آلومین و گلوبولین تشکیل شده و از نظر کمی و کیفی نسبت به پروتئین آندوسپرم برتری دارد و محدودیت برخی از اسیدهای آمینه (به ویژه لیزین و متیونین) در پروتئین ذرت، مربوط به پروتئین‌های بخش آندوسپرم آن است. به عبارتی پروتئین آن از الگوی اسید آمینه بهتری در مقایسه با آندوسپرم برخوردار می‌باشد که از آن در صنایع تولید آرد و روغن ذرت استفاده می‌کنند (۲). به عبارت دیگر ضمن آن که جوانه ذرت ماده مناسبی برای استحصال روغن می‌باشد، کنجاله آن ماده مناسبی برای تهیه آرد جوانه ذرت است (۹). هضم روغن ذرت برای بدن آسان می‌باشد و با توجه به کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن و همچنین دارا بودن چربی‌های غیراشباع فراوان (در حدود ۸۶ درصد) برای قلب مفید است و خطرات حمله قلبی را کاهش می‌دهد. این روغن همچنین منبع غنی از ویتامین E بوده که در بدن نقش آنتی اکسیدانی نیز اعمال می‌نماید (۱۳). مرسوم‌ترین روش‌های استخراج روغن از دانه‌های روغنی، استفاده از پرس و حلال می‌باشد که موثرترین روش استخراج روغن از دانه‌های با درصد روغن بالا نظیر کلزا و آفتاب‌گردان پرس مکانیکی و به دنبال آن استخراج با حلال می‌باشد که پرس در حدود ۶۰ درصد و استخراج با حلال مابقی روغن آن را خارج می‌کند (۱۴). پارامترهای مختلفی بر خواص کمی و کیفی روغن و کنجاله حاصل از دانه‌های روغنی اثرگذار می‌باشند، بدین منظور رستمی و همکاران به منظور یافتن بهترین شرایط استخراج روغن از دانه‌های کنجد، درجه حرارت دیگ

پخت و رطوبت دانه‌های خروجی از دیگ پخت را تنظیم نمودند. بخش آبدادی و همکاران (۱۳۹۶) تاثیر درجه حرارت پخت (۷۰، ۸۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت دانه‌های خروجی از دیگ پخت (۷، ۷/۵ و ۸ درصد) را بر برخی از خصوصیات شیمیایی روغن آفتابگردان از جمله میزان مواد ریز نامحلول در روغن، اسیدیته، میزان رطوبت، پروتئین و روغن کنجاله بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش درجه حرارت پخت میزان مواد ریز نامحلول و اسیدیته روغن افزایش ولی میزان رطوبت و روغن در کنجاله کاهش یافت. با افزایش میزان رطوبت دانه‌های خروجی از دیگ پخت از میزان مواد ریز نامحلول روغن کاسته ولی بر میزان اسیدیته روغن افزوده شد (۱). فرزانه و همکاران (۲۰۱۷) نیز در پژوهشی به مدل‌سازی مرحله‌ی اول فرایند صنعتی روغن کلزا با استفاده از سامانه استنتاج فازی-عصبی تطبیقی (ANFIS) ^۱ پرداختند (۱۰). شبکه‌های عصبی مصنوعی نوعی مدل‌سازی ساده انگارانه، شبیه‌سازی شده و الهام گرفته از مطالعه‌ی سیستم مغز و شبکه‌ی عصبی موجودات زنده است. قدرت بالای عملکرد سیستم‌های بیولوژیک ناشی از طبیعت موازی برنامه‌ریزی نورون‌های آنهاست. یک شبکه‌ی عصبی مصنوعی این ساختار را با توزیع شبیه‌سازی در واحدهای پردازشگر کوچک و ساده‌ی به هم پیوسته (نورون) انجام می‌دهد (۱۱). این شبکه‌ها برای تخمین ^۲ و تقریب ^۳ کارایی بسیار بالایی از خود نشان داده‌اند و حوزه‌ی کاربرد گسترده‌ای دارند که از کاربردهای طبقه بندی تا کاربردهایی نظیر درون‌یابی، تخمین، آشکارسازی، پیش‌بینی و غیره را شامل می‌شود (۱۸). با توجه به این که هیچ‌گونه پژوهشی در زمینه‌ی استخراج روغن از جوانه‌های ذرت در مقیاس صنعتی صورت نگرفته است به همین دلیل پژوهش حاضر به منظور دست‌یابی به مدلی ساده، سریع، دقیق و کارآمد با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه‌ی استخراج روغن از جوانه ذرت در مقیاس صنعتی انجام شده است.

1-Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

2-Estimation

3-Approximation

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه نمونه

جوانه ذرت مورد استفاده در این تحقیق از شرکت فروکتوز ناب کرج تهیه شد و برای تولید روغن و کنجاله به شرکت پنبه و دانه‌های روغنی خراسان شهرستان نیشابور انتقال یافت.

۲-۲- استخراج روغن

از جوانه ذرت بعد از ورود به کارخانه ابتدا نمونه‌برداری صورت می‌گیرد تا در صورت بالا بودن رطوبت خشک گردد سپس وارد سیلوهای نگهداری می‌شود و بعد از ورود به مرحله فراوری، مواد زائد آن توسط بوجاری جداسازی گردید. بعد از تمیز کردن، دانه‌ها وارد کراکر شد و به ذراتی با اندازه کوچکتر (یک چهارم دانه اولیه) تبدیل شدند، سپس این جوانه‌های خرد شده وارد دیگ پخت دو جداره شدند که در این مرحله دما و رطوبت دیگ طوری تنظیم گردید که محصول خروجی دارای سه دمای ۸۰، ۸۵ و ۹۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و دانه‌های خروجی در هر دما دارای رطوبت ۳، ۳/۵ و ۴ درصدی باشند، لازم به ذکر است که دانه‌ها با توجه به ظرفیت تولید به مدت ۶۰ دقیقه در دیگ پخت قرار داشتند. در این مرحله با استفاده از دماسنج‌های الکترونیکی دمای پخت به دقت بررسی شد. سپس دانه‌های حرارت دیده به صورت پرک در می‌آیند و به دستگاه پرس حلزونی وارد شده و روغن دانه‌ها گرفته می‌شود. مقدار روغن موجود در دانه از حدود ۵۰/۳ درصد به ۲۵-۳۰ درصد کاهش یافت. کیک پرس خروجی دستگاه به مرحله استخراج با حلال (شرایط دمایی ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و برای ۷ ساعت) فرستاده شد و مابقی روغن کیک پرس با اضافه کردن حلال هگزان به آن گرفته شد. بعد از آن میسلا از یک صافی عبور داده شد و در یک دستگاه حلال‌زدایی که حاوی اواپراتورهای مختلفی بود، حلال خارج و بازیابی شد. کنجاله نیز در دستگاه حلال‌زدا- برشته‌کن^۱، حلال‌زدایی گردید (۶ و ۱۴). برای نمونه‌برداری از روغن هر ۲ ساعت یک نمونه از مکان‌های مختلفی در حین فرایند

و انتقال روغن به مخازن نگهداری از شیرهای تعبیه شده در طول مسیر استفاده گردید و برای کنجاله نیز از خروجی آسیاب کنجاله و قبل از انبار نمونه‌برداری از مکان تعبیه شده بدین منظور بود، استفاده گردید و در نهایت آزمایشاتی به شرح ذیل روی روغن و کنجاله حاصل صورت پذیرفت.

۲-۳- میزان رطوبت

اندازه‌گیری رطوبت بر طبق روش ۴۴-۱۵ AOAC و دمای ۳±۱۰۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت (۴).

۲-۴- میزان روغن

مقدار روغن بر اساس روش ۹۹۶-۰۶ AOAC (۲۰۰۸) و با استفاده از حلال هگزان به مدت ۶ ساعت توسط دستگاه سوکسله تعیین شد (۴).

۲-۵- تعیین میزان پروتئین

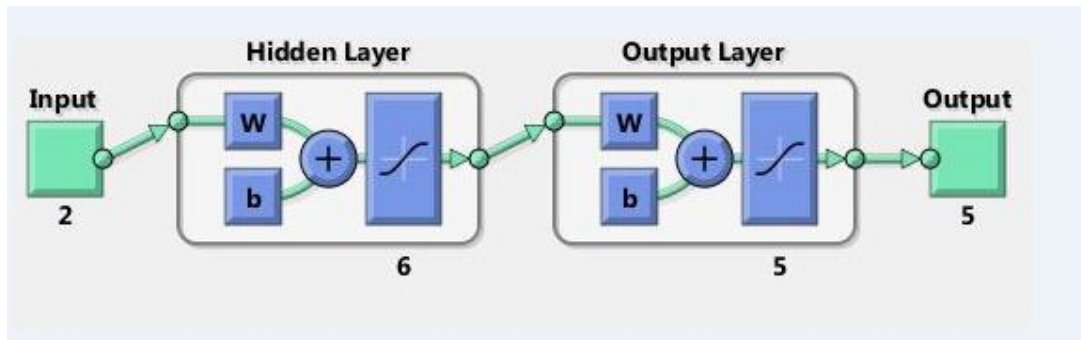
میزان ازت در دانه‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک و بر اساس روش ۹۹۰-۰۳ AOAC (۲۰۰۸) اندازه‌گیری شد (۴).

۲-۶- میزان مواد ریز نامحلول در روغن (لرد روغن)

روغن استخراج شده دارای مقداری مواد جامد ریز است که باید از روغن جدا شود. این عمل در تانک‌های ته نشینی انجام و مواد ریز به صورت لرد در انتهای تانک جمع و روغن صاف می‌شود. برای اندازه‌گیری میزان لرد روغن، ۱۰ میلی‌لیتر روغن به درون لوله‌های سانتریفوژی ریخته شد و سپس با سانتریفوژی با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد و در نهایت ده برابر میزان مواد ته نشین شده درون لوله برحسب درصد لرد بیان گردید (۱۴).

۲-۷- اسیدیته روغن

برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش AOCs Cd 3-63 (۱۹۹۳) استفاده شد. ابتدا ۵ گرم روغن با ۲۰-۳۰ میلی‌لیتر اتانول یا الکل خنثی دیگری مخلوط و با افزودن چند قطره فنل فتالین با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیر گردید. میزان عدد اسیدیته از رابطه ۱ به‌دست آمد (۵).



شکل ۱- شماتیکی از شبکه‌ی بهینه‌ی انتخاب شده حاوی دو نورون در لایه‌ی ورودی و ۶ نورون در لایه‌ی پنهان با تابع فعال‌سازی تانزانت سیگموئید هیپربولیکی و ۵ نورون در لایه‌ی پنهان با تابع فعال‌سازی سیگموئید هیپربولیکی

آزاد مربوط دانست. آنزیم‌های لیپولیتیک درست در زیر پوسته نازک دانه واقع شده‌اند و در سلول‌های صدمه ندیده قادر نخواهند بود به چربی‌ها حمله کنند اما از آن‌جایی که دماهای بالا، باعث ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می‌شود این آنزیم‌ها فعالیت خود را آغاز می‌نمایند و اسیدیته افزایش می‌یابد (۱۲). از طرفی با افزایش دما از آن‌جا که روغن بیشتری از دانه استخراج می‌شود، کاهش میزان روغن کنجاله‌ها با افزایش دمای دیگ پخت قابل پیش‌بینی بود. نتایج این بخش با نتایج بخش آلودگی و همکاران (۱۳۹۶) و رستمی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت (۱ و ۱۴). در نهایت به صورت تجربی مشخص گردید که برای دستیابی به بهترین خصوصیات روغن و کنجاله جوانه ذرت بایستی دمای دیگ پخت و رطوبت دانه‌های خروجی به ترتیب ۸۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ درصد باشد.

همچنین میزان بالای ضرایب همبستگی نمودارهای شکل ۲ که مقادیر پیش‌بینی شده توسط این شبکه بهینه در مقابل داده‌های آزمایشگاهی را برای ۵ متغیر خروجی مورد نظر نشان می‌دهد را می‌توان دلیلی دیگر بر دقت بالای این مدل دانست. همان‌طور که مشخص است مدل‌های حاصل بیشینه و کمینه دقت را به ترتیب در پیش‌بینی میزان رطوبت و پروتئین کنجاله داشتند. تجزیه و تحلیل آماری فرایند و استفاده از مقادیر وزن و بایاس ماتریس‌ها و مدل‌های پیش‌گویی شده نشان داد که با افزایش درجه حرارت دیگ پخت میزان مواد ریز نامحلول در روغن (لرد) و اسیدیته روغن افزایش ولی میزان رطوبت و روغن در کنجاله کاهش یافت. با افزایش میزان رطوبت دانه‌های خروجی از دیگ پخت از میزان لرد کاسته ولی میزان اسیدیته روغن افزوده گردید. علت افزایش اسیدیته را می‌توان به اثر تجزیه شیمیایی تری‌گلیسریدها و بالا رفتن میزان اسیدهای چرب

جدول ۱- مقایسه اثر تعداد نورون‌های لایه پنهان و نوع تابع یادگیری و تابع فعال‌سازی خطی بر دقت پیش‌بینی خصوصیات مختلف روغن و کنجاله جوانه ذرت الگوی لوئرگ مارکوات

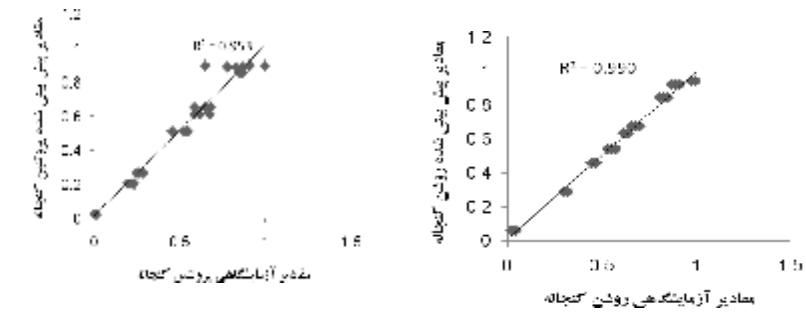
تعداد نورون	الگوی جهنده		الگوی لوئرگ مارکوات	
	R2	MSE	R2	MSE
۲	۰/۳۴۹	۰/۷۹۸	۰/۰۵۴	۰/۷۹۶
۳	۰/۲۸۷	۰/۷۸۸	۰/۰۴۱	۰/۷۹۵
۴	۰/۲۲	۰/۷۹۴	۰/۰۳۹۹	۰/۷۹۷
۵	۰/۲۳۱	۰/۷۹۷	۰/۰۲۹۶	۰/۷۹۹
۶	۰/۴۸۲	۰/۷۸۳	۰/۰۳۷۰	۰/۷۹۸
۷	۰/۳۶۳	۰/۷۸۶	۰/۰۴۲۹	۰/۷۲۹
۸	۰/۲۰۴	۰/۷۹۷	۰/۰۳۰۷	۰/۷۷۸
۹	۰/۲۴۶	۰/۷۹۵	۰/۰۲۳	۰/۷۹۷
۱۰	۰/۲۴۵	۰/۷۹۹	۰/۰۴۷	۰/۷۹۱

جدول ۲- مقایسه اثر تعداد نورون‌های لایه پنهان و نوع تابع یادگیری و تابع فعال‌سازی تانژانت هیپربولیک سیگموئیدی بر دقت پیش‌بینی خصوصیات مختلف روغن و کنجاله جوانه ذرت

الگوی لونیبرگ مارکوات		الگوی جهنده		تعداد نورون
R ²	MSE	R ²	MSE	
۰/۹۶۶	۰/۰۰۷	۰/۹۵۷	۰/۰۷۰	۲
۰/۹۷۴	۰/۰۰۶	۰/۹۶۰	۰/۰۹۰	۳
۰/۹۸۲	۰/۰۰۴	۰/۹۶۱	۰/۰۶۱	۴
۰/۹۸۱	۰/۰۰۵	۰/۹۶۸	۰/۰۱۰	۵
۰/۹۸۴	۰/۰۰۳	۰/۹۷۰	۰/۰۰۷	۶
۰/۹۷۷	۰/۰۰۸	۰/۹۶۷	۰/۰۰۸	۷
۰/۹۵۸	۰/۰۱۱	۰/۹۸۲	۰/۰۰۵	۸
۰/۹۵۱	۰/۰۲۱	۰/۹۷۸	۰/۰۰۹	۹
۰/۹۶۱	۰/۰۱۱	۰/۹۶۸	۰/۰۴۲	۱۰

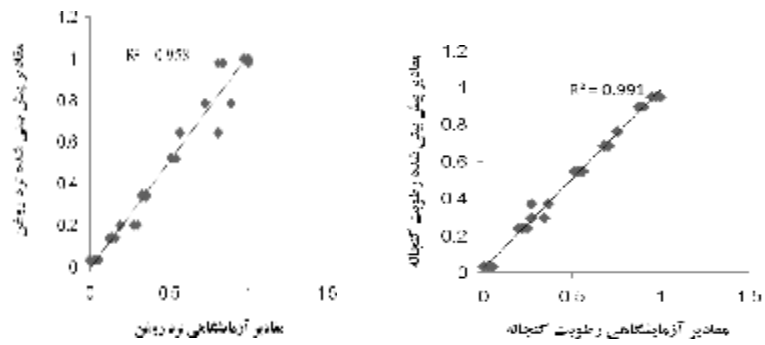
جدول ۳- مقایسه اثر تعداد نورون‌های لایه پنهان و نوع تابع یادگیری و تابع فعال‌سازی لگاریتم سیگموئیدی بر دقت پیش‌بینی خصوصیات مختلف روغن و کنجاله جوانه ذرت

الگوی لونیبرگ مارکوات		الگوی جهنده		تعداد نورون
R ²	MSE	R ²	MSE	
۰/۸۰۸	۰/۰۴۷۰	۰/۸۸۰	۰/۰۴۶	۲
۰/۹۶۷	۰/۰۱۰	۰/۹۷۶	۰/۰۰۴	۳
۰/۹۷۸	۰/۰۰۷	۰/۹۷۸	۰/۰۰۶	۴
۰/۹۷۹	۰/۰۰۳	۰/۹۸۶	۰/۰۰۴	۵
۰/۹۸۰	۰/۰۰۵	۰/۹۸۲	۰/۰۰۳	۶
۰/۹۸۳	۰/۰۰۴	۰/۹۷۳	۰/۰۰۹	۷
۰/۹۷۹	۰/۰۰۶	۰/۹۷۷	۰/۰۰۵	۸
۰/۹۷۹	۰/۰۰۶	۰/۹۷۶	۰/۰۰۴	۹
۰/۹۴۱	۰/۰۱۲	۰/۹۷۶	۰/۰۰۵	۱۰



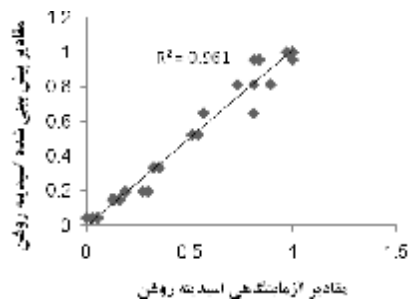
الف

ب



ج

د



ه

شکل ۲- تغییرات مقادیر پیش‌بینی شده روغن و کنجاله جوانه ذرت برای توپولوژی بهینه (۵-۶-۲) در مقابل مقادیر آزمایشگاهی برای راندمان روغن کنجاله (الف)، پروتئین کنجاله (ب)، رطوبت کنجاله (ج)، لرد روغن (د) و اسیدیته روغن (ه)

در پژوهشی فرزانه و همکاران (۲۰۱۷) به مدل‌سازی مرحله‌ی پخت در فرایند صنعتی استخراج روغن کلزا با استفاده از سامانه استنتاج فازی-عصبی تطبیقی پرداختند. در این مطالعه میزان دما و محتوای رطوبت دانه‌های خروجی از دیگ پخت به‌عنوان ورودی و میزان مواد ریز نامحلول در روغن، روغن و رطوبت کنجاله و در نهایت رطوبت و اسیدیته روغن به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده بود. سه تابع عضویت گوسی، مثلثی و دوزنقه‌ای با ۲-۲ و ۳-۳ تابع عضویت مورد بررسی قرار گرفت و تابع دوزنقه‌ای با ۳-۳ تابع عضویت برای سه متغیر خروجی میزان مواد ریز نامحلول در روغن، اسیدیته روغن و میزان رطوبت کنجاله و همچنین برای متغیر خروجی رطوبت روغن و رطوبت کنجاله به ترتیب تابع عضویت مثلثی با ۲-۲ و ۳-۳ تابع برای هر متغیر ورودی با بالاترین مقدار ضریب همبستگی و کمترین میزان میانگین مربعات خطا به‌عنوان مدل‌های بهینه انتخاب شدند. میزان ضرایب همبستگی بالای بین نتایج آزمایشگاهی و خروجی‌های مدل بیان‌گر دقت قابل قبول و قابلیت استفاده از این مدل‌ها در کنترل فرایندهای صنعتی بود (۱۰). تاکر و همکاران در سال ۲۰۱۶، به منظور مدل‌سازی فرایند استخراج روغن از نوعی گیاه علفی بومی هندوستان از ۴ پارامتر به‌عنوان ورودی آزمایش یعنی نسبت‌های مختلف ماده جامد، حجم حلال، توان‌های مختلف ریزموج و زمان‌های مختلف فرایند استخراج استفاده کردند و آن‌ها جهت پیش‌بینی روند تغییرات از ابزار شبکه‌های عصبی مصنوعی بهره بردند. با بررسی

شبکه‌های مختلف آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شبکه‌ی پس‌انتشار پیش‌خور با توپولوژی ۴-۷-۳ با ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹۹۹۷ و میانگین مربعات خطای کمتر از ۰/۰۱۱۷ و با تابع فعال‌سازی لگاریتم سیگموئیدی به‌عنوان بهترین مدل عصبی انتخاب گردید (۱۶). واتقیان و همکاران در سال ۲۰۱۶، از شبکه عصبی و انفیس برای مدل‌سازی استخراج روغن از پسته با کمک آنزیم استفاده نمودند. مقایسه داده‌های آزمایشگاهی با پیش‌بینی شده نشان داد که برای استخراج روغن از دانه‌های پسته مدل شبکه‌های عصبی، مدل بهتری نسبت به روش انفیس می‌باشد (۱۷). در تحقیقی بخش‌آبادی و همکاران (۱۳۹۶) به مدل‌سازی فرایند استخراج روغن از دانه‌های آفتابگردان در مقیاس صنعتی پرداختند. در این مطالعه با بررسی شبکه‌های مختلف شبکه‌ی پس‌انتشار پیش‌خور با توپولوژی‌های ۲-۵-۱۰ با ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹۹۹ و میانگین مربعات خطای کمتر از ۰/۰۰۳ و با به‌کارگیری تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید هیپربولیکی، الگوی یادگیری لونیگ-مارکوات و چرخه یادگیری ۱۰۰۰ به‌عنوان بهترین مدل عصبی مشخص گردید (۱). با توجه به توپولوژی شبکه عصبی انتخاب شده که به صورت ۵-۶-۲ می‌باشد، ماتریس وزن برای لایه ورودی به لایه پنهان یک ماتریس 2×6 (اتصال ۲ نورون لایه ورودی به ۶ نورون لایه پنهان) و برای لایه پنهان به لایه خروجی یک ماتریس 6×5 (اتصال ۶ نورون لایه پنهان به ۵ نورون لایه خروجی) به ترتیب به صورت ماتریس‌های A و B خواهند بود:

$$A = \begin{pmatrix} -1/84 & 1/79 \\ -1/54 & -2/19 \\ 3/22 & -0/56 \\ 0/13 & 3/36 \\ -3/29 & -1/05 \\ -2/64 & 0/76 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} -0/38 & 0/67 & -0/42 & -0/06 & 0/44 & 0/83 \\ 0/45 & 0/08 & -2/12 & -2/31 & 1/06 & 0/78 \\ 0/33 & -0/67 & -1/36 & -2/14 & 0/43 & -1/37 \\ -0/32 & -0/09 & 1/07 & 0/74 & -0/36 & 0/89 \\ 0/38 & 0/68 & -0/53 & -0/19 & 1/48 & -1/39 \end{pmatrix}$$

در ضمن ماتریس‌های بایاس برای لایه پنهان (ماتریس C) و لایه خروجی (ماتریس D) به ترتیب دو ماتریس 1×6 و 1×5 خواهد بود.

$$C = \begin{pmatrix} 4/09 \\ 2/91 \\ -0/55 \\ 0/56 \\ -1/52 \\ 4/53 \end{pmatrix}$$

$$D = \begin{pmatrix} 0/39 \\ -0/92 \\ 1/45 \\ 0/19 \\ 0/03 \end{pmatrix}$$

۴- نتیجه گیری

با توجه به پیچیدگی و تعدد عوامل موثر در فرایندهای صنعت غذا به خصوص در مقیاس صنعتی و نتایج این پژوهش می توان مدل عصبی ارائه شده را به عنوان مدلی قابل قبول برای مدل سازی این فرایندها معرفی نمود. با مشخص بودن تابع فعال سازی در شبکه های عصبی که در این تحقیق تابع تانژانت سیگموئید هیپربولیکی می باشد و همچنین در اختیار داشتن مقادیر وزن و بایاس، می توان روابط ایجاد شده توسط مدل عصبی را استخراج نمود. با توجه به دقت بالای مدل عصبی می توان با اطمینان بالا به پیش بینی این مدل ها اعتماد کرده و از این مدل ها برای بهینه سازی و کنترل فرایند استفاده نمود که این امر می تواند به صرفه جویی در انرژی و زمان منجر شده و از طرف دیگر محصول نهایی مطلوب تری را ایجاد کند. در نهایت به صورت تجربی مشخص گردید که برای دستیابی به بهترین خصوصیات روغن و کنجاله جوانه ذرت بایستی دمای دیگ پخت و رطوبت دانه های خروجی به ترتیب ۸۰ درجه سانتی گراد و ۳ درصد باشد.

۵- منابع

- analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
5. AOCS. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, AOCS Press, Champaign, IL, 762p.
6. Bamgboye, A. and Adejumo, A. 2007. Development of a Sunflower Oil Expeller. *Agricultural Engineering International: the CIGR E journal*. Manuscript EE 06 015. Vol IX. September.
7. Blessin, C. W., Inglett, G. E., Garcia, W. J. and Deatherage, W. L. 1972. Defatted germ flour - Food ingredient from corn. *Food Product Development*, 5(3): 3: 34-39
8. Blessin, C. W., Deatherage, W. L., Cavins, J. F., Garcia, W. J. and Inglett, G. E. 1979. Preparation and properties of defatted flour from dry-milled yellow, white, and high-lysine corn germ. *The American Association of Cereal Chemists*, 56(2): 105-109.
9. Dolatabadi, Z., Elhami Rad, A.H., Farzaneh, V., Akhlaghi Feizabad, S.H., Estiri, S.H and Bakhshabadi, H. 2016. Modeling of the lycopene extraction from tomato pulps. *Food Chemistry*, 190: 968-973.
10. Farzaneh, V., Bakhshabadi, H., Gharekhani, M., Ganje, M., Farzaneh, F. and Carvalho, I.S. 2017 Application of an adaptive neuro_fuzzy inference system (ANFIS) in the modeling of rapeseeds' oil extraction, *Food process engineering*, 125: 1-8.
11. Fausett, L.V. 1998. *Fundamentals of Neural Networks*. Pearson. 470 p.
12. Ghavami, M. Gharachorloo, M. and Ezatpanah, H. 2003. Effect of frying on the oil quality properties used in the industry potato chips. *Journal of Agricultural and Science*, 9(1): 1-15.
13. Johnston, D.B., McAloon, A.J., Moreau, R.A., Hicks, K.B and Singh, V. 2005. Composition and economic comparison of germ fractions derived from modified corn processing technologies. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 82: 603-608.
14. Rostami, M., Farzaneh, V., Boujmehrani, A., Mohammadi, M. and Bakhshabadi, H. 2014.
۱. بخش آبادی، ح، وحدانی، م، مقیمی، م، بذرافشان، م، رشیدزاده، ش. و بوژمهرانی، ا. ۱۳۹۶. مدل سازی فرایند پخت در حین استخراج روغن از دانه های آفتابگردان با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در مقیاس صنعتی. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۱۴، شماره ۶۹، ۱۱-۱.
۲. پایان، ر. ۱۳۸۳. مقدمه ای بر تکنولوژی فراورده های غلات. *نشر آبیژ*. ۲۸۹-۲۸۶.
۳. ساجدی، ن. و اردکانی، م. ۱۳۸۷. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن، روی و آهن بر شاخص های فیزیولوژیک ذرت علوفه ای در استان مرکزی. *پژوهش های زراعی ایران*، جلد ۶، دوره ۱، ۹۹-۱۱۰.
4. AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official

17. Vasseghian, Y., Zahedi, G.H. and Ahmadi, M. 2016. Oil Extraction from Pistacia Khinjuk - Experimental and Prediction by Computational Intelligence Models. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 6(1): 1-112.
18. Wu, C. H. and McLarty, J.W. 2000. *Neural Networks and Genome Informatics*. Elsevier Publishing Co. USA. 220 p.
15. Sablani, S. S., Shafiur Rahman, M., Datta, A. K. and Mujumdar, A. S. 2007. Handbook of food and bioprocess modeling technology. CRC press. pp: 378-380.
16. Thakker, M.R., Parikh, J.K. and Desai, M.K. 2016. Microwave assisted extraction of essential oil from the leaves of Palmarosa: Multi-response optimization and predictive modelling. *Industrial Crops and Products*, 86: 311-319.

(Original Research Paper)

Modeling the Cooking Process During the Extraction of Oil from Corn Germ Seeds Using Artificial Neural Networks

Abolfazl Boojmehrani^{1*}, Mohsen Vazifeh doost², Bahareh Hajirostamloo²

1-Ph.D Student of Food Science and Technology, , Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

Received:31/08/2019

Accepted:28/12/2019

Abstract

In this investigation, to design the process of oil extraction from corn germ on an industrial scale, three cooking temperatures (80, 85 and 90 °C) and three different moisture contents of the output seeds from the cooking pot (3, 3.5 and 4%) were considered and the quantity of insoluble fine partial and oil acidity, oil, protein and moisture contents of the obtained meals were studied as responses. To predict the changes' trend the artificial neural network in MATLAB R2013a software was used. By studying the various networks of back propagation feed forward network with wide range of various topologies, the arrangement of 2-6-5 with a correlation coefficient ($R^2= 0.984$) and the mean squared error (MSE=0.003) with using sigmoid hyperbolic of tangent activation function was selected as optimized design. Also Levenberg-Marquardt learning algorithm and learning cycle of 1000 were specified as the best neural model. The results of optimized selected models were evaluated and these models with high correlation coefficients (>0.953) were able to predict the variations process. On the other hand, the results showed that the models obtained in this study had the highest accuracy in predicting the moisture content of the meal. Finally, it was Experimentally determined that for the best properties of corn germ oil and meal, the cooker temperature and moisture contents of the output seeds from the cooking pot should be 80 ° C and 3%, respectively.

Keywords: Cooker, Corn Gem, Modeling, Oil Extraction.

*Corresponding Author: info@khorasanoilseeds.com