Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

مدل‌سازی استخراج روغن از دان سیاه به کمک پیش تیمار ترکیبی ریزموج – میدان الکتریکی پالسی با شبکه‌های عصبی مصنوعی

نازنین مریم محسنی[۱]، حبیب الله میرزایی[۲*]، معصومه مقیمی[۳]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران
۲- گروه مهندسی مواد و مهندسی فرآیند، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
۳- گروه شیمی، واحد گنبد کاووس، دانشگاه آزاد اسلامی، گنبد کاووس، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱٤)

چکیده

در این تحقیق به منظور مدل‌سازی فرایند استخراج روغن از دان سیاه با استفاده از پیش‌تیمار ترکیبی ریزموج- میدان الکتریکی پالسی از ۳ سطح زمان ریزموج (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ثانیه) و سه سطح شدت میدان الکتریکی (۰، ۲/۵ و ۵ kV/cm) استفاده گردید و بعد از اعمال این پیش‌تیمارها، روغن دانه‌ها با پرس مارپیچی و با سرعت‌های متفاوت (۱۱ تا ۵۷ دور در دقیقه) استخراج گردید و میزان کارایی فرایند استخراج روغن، دانسیته، رنگ، پایداری اکسیداتیو، ترکیبات فنولی و پروتئین کنجاله مورد بررسی قرار گرفت. جهت پیش‌بینی روند تغییرات از ابزارشبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. با بررسی شبکه‌های مختلف شبکه‌ی پس‌انتشار پیشخور با توپولوژی‌های ۳-۹-٦ با ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹۹۵ و میانگین مربعات خطای کمتر از ۰/۰۰۱ و با بکارگیری تابع فعال‌سازی لگاریتم سیگموئیدی، الگوی یادگیری جهنده و چرخه یادگیری ۱۰۰۰ به عنوان بهترین مدل عصبی مشخص گردید. از طرفی نتایج نشان داد که افزایش زمان ریزموج و همچنین شدت میدان الکتریکی در ابتدا منجر به افزایش میزان کارایی فرایند استخراج روغن گردید ولی با افزایش بیشتر این دو پارامتر میزان کارایی فرایند استخراج روغن کاهش یافت. میزان اسیدیته روغن‌ها نیز با افزایش زمان ریزموج، شدت میدان الکتریکی و سرعت دورانی پرس مارپیچی افزایش یافت. یافته‌های حاصل از مدل‌های بهینه‌ی انتخاب شده نیز ارزیابی گردید و این مدل‌ها با ضرایب همبستگی بالا (بیش از ۰/۹۱۸) قادر به پیش‌بینی روند تغییرات نمونه‌های روغن تولیدی با پیش تیمار ریزموج- میدان الکتریکی پالسی بودند.

کلید واژگان: استخراج روغن، دان سیاه، پیش تیمار ترکیبی ریزموج- میدان الکتریکی پالسی ، شبکه‌های عصبی مصنوعی

*مسئول مکاتبات: mirzaeii.habib@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

۱- مقدمه

دان سیاه با نام علمی *Guizotia abyssinica Cass* و نام انگلیسی niger از خانواده Asteraceae گیاهی دو لپه و یک ساله می‌باشد که یکی از اصلی ترین منابع روغنی اتیوپی و هند محسوب می شود [۱]. میزان روغن استخراج شده از این گیاه بین ۳۰ تا ۵۰ درصد متغیر است، کنجاله بذر آن پس از روغن کشی حاوی ۳۰ درصد پروتئین و ۲۳ درصد فیبر خام است و میزان آنها به ضخامت پوسته بستگی دارد که هرچه دانه ها ضخیم تر باشند میزان روغن کمتر و پروتئین و فیبر خام بیشتری است [۲]. به‌طور کلی پرس مکانیکی یکی از محبوب‌ترین روش‌ها برای استخراج روغن از دانه‌های روغنی گیاهی در سراسر جهان است. افزایش دما سبب استخراج بیشتر و سریع‌تر روغن از دانه و موثر شدن فرآیند استخراج می‌گردد [۳]. امواج ریزموج، امواج الکترومغناطیسی غیریونیزه با فرکانس بین ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز هستند و میان امواج رادیویی و مادون قرمز در طیف الکترومغناطیسی قرار دارند که از دو میدان عمودی نوسانی یعنی میدان الکتریکی و مغناطیسی ساخته می‌شوند. حرارت‌دهی معمولی وابسته به پدیده هدایت- جابجایی بوده و در نتیجه مقدار زیادی از انرژی حرارتی از طریق محیط از دست می‌رود در حالی‌که با امواج ریزموج، حرارت‌دهی در یک مسیر مشخص و انتخابی و بدون اتلاف حرارت به محیط اتفاق می‌افتد، یعنی همانند حرارت‌دهی که در یک سیستم بسته صورت می‌گیرد. اصول حرارت‌دهی با ریزموج، بر اساس تأثیر مستقیم امواج با حلال و مواد قطبی بوده و به وسیله دو پدیده انتقال یونی و چرخش دوقطبی اثر می‌گذارد که در بیشتر موارد هم‌زمان اتفاق می‌افتد [٤ و ٥]. از پژوهش‌هایی که از ریزموج در استخراج روغن استفاده نمودند می‌توان به مطالعات محققین اشاره نمود که نتایج این مطالعات مشخص گردید که استفاده از ریزموج منجر به بهبود راندمان استخراج و خواص کیفی روغن می‌شود [۹-٦]. افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای دستیابی به محصولات با کیفیت بالاتر و با حداقل اتلاف مواد مغذی نسبت به روش‌های مرسوم حرارتی، استفاده از روش‌های غیرحرارتی از جمله استفاده از میدان‌های الکتریکی پالسی را افزایش داد [۱۰]. خواستگاه استفاده از این فرایند را می‌توان به تحقیقاتی که توسط دئون اسپک صورت گرفت نسبت داد [۱۱]. با استفاده از میدان‌های الکتریکی پالسی به علت افزایش در نفوذپذیری سلول‌ها، میزان راندمان استخراج روغن افزایش می‌یابد که قابل قبول‌ترین نظریه پذیرفته شده درباره نحوه عملکرد روش PEF با مدل الکترومکانیکی معرفی شده توسط زیمرمن و همکاران در سال ۱۹۷٤ تطابق دارد. زمانی که اختلاف پتانسیل به حد بحرانی رسید، نیروی جاذبه بین بارهای با قطب‌های مخالف خود سبب غالب شدن نیروهای الکترومکانیکی و آسیب دیدن غشاء الاستیک می‌شود و به این ترتیب منافذی در غشاء به وجود می‌آید که این پدیده را نفوذپذیری الکتریکی یا الکتروپوراسیون[1] گویند [۱۲ و ۱۳]. پژوهش‌گران زیادی تأثیر میدان الکتریکی پالسی را به عنوان پیش‌تیمار در حین استخراج ترکیبات مختلف، مورد مطالعه قرار دادند وگزارشات آن‌ها حاکی از تأثیر مثبت این فرایند بر خواص کیفی و حسی عصاره یا روغن استخراج شده داشت [١٤، ١٥ و ١٦]. شبکه‌ها عصبی مصنوعی برای تخمین[2] و تقریب[3] 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. دلیل این نام‌گذاری آن است که در این سیستم، شبکه‌ای از اجزای به‌هم مرتبط وجود دارد که در طراحی آن‌ها از سیستم‌های عصبی زیستی الهام گرفته شده است و در واقع تلاشی است در جهت ایجاد ماشینی که بتواند مانند مغز انسان عمل کند [۱۷ و ۱۸]. در گذشته برخی از محققین اقدام به ارائه مدل‌های مختلف جهت پیش‌بینی پارامترهای کیفی انواع روغن کردند که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های فرزانه و همکاران (۲۰۱۷) که به مدل‌سازی مرحله‌ی پخت در فرایند صنعتی استخراج روغن کلزا و تاکر همکاران (۲۰۱٦) به مدل‌سازی فرایند استخراج روغن از نوعی گیاه علفی بومی هندوستان با شبکه‌ها عصبی مصنوعی اشاره نمود [۱۹ و ۲۰]. با توجه به اینکه تاکنون هیچ گونه پژوهشی در زمینه‌ی استخراج روغن از دانه سیاه با پیش‌تیمار ترکیبی ریزموج– میدان الکتریکی پالسی و مدل‌سازی آن با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی صورت نگرفته است به‌همین دلیل در پژوهش حاضر مدل‌سازی استخراج روغن با پیش تیمار ترکیبی ریزموج- میدان الکتریکی پالسی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی صورت گرفت.

1. Electroporation
2. Estimation
3. Approximation

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد و تجهیزات

جهت انجام این پژوهش دان سیاه (حاوی ٤٠ درصد روغن) از بازار محلی استان فارس (ایران) تهیه شد. سپس مواد خارجی از قبیل بذر علف‌های هرز، شن و سنگ توسط دست جدا گردید و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گنبد کاووس و آزمایشگاه فناوری‌های نوین پژوهشکده صنایع غذایی منتقل شد. تجهیزات مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom، انگلیس)، الک آزمایشگاهی، دسیکاتور، آون آزمایشگاهی (Memert، آلمان)، سانتریفوژ (Thermo، ژاپن)، ترازوی دیجیتال (Gec Avery، ساخت انگلستان)، دستگاه ریزموج(LG، کره‌جنوبی)، دستگاه میدان الکتریکی پالسی ساخته شده در پژوهشکده صنایع غذایی ایران، دستگاه کجلدال (Auto Analyser 130 Tecator CO، دانمارک) و پرس مارپیچی آزمایشگاهی (Kern Kraft، آلمان).

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- اعمال پیش‌تیمار ترکیبی روی دانه‌ها و استخراج روغن

برای این منظور دانه ها در ابتدا تحت تأثیر پیش‌تیمار ریزموج با توان ۹۰۰ وات و زمان‌های مختلف فرایند (۰، ۱۰۰ و۲۰۰ ثانیه) قرار گرفتند و بعد از این مرحله، آنها با استفاده از میدان الکتریکی پالسی با سه سطح شدت میدان الکتریکی (۰، ۲/۵ و ۵ kV/cm) مورد تیمار واقع شدند [۱۷، ۲۳، ٢٤ و ۲۵]. بعد از اعمال این تیمارها، روغن دانه‌ها با پرس مارپیچی و با سرعت‌های متفاوت (۱۱ تا ۵۷ دور در دقیقه) استخراج شد و بر روی روغن‌ها و کنجاله حاصل آزمایشات مختلف، صورت گرفت.

۲-۲-۲- اندازه‌گیری کارایی فرایند استخراج

برای مشخص کردن کارایی فرایند استخراج روغن، ابتدا راندمان استخراج روغن محاسبه گردید و از طریق رابطه ۱ میزان کارایی فرایند استخراج به‌دست آمد [۲۵].

رابطه۱)

$$R = Q/X \times 100$$

در این رابطه R کارایی فرایند روغن‌کشی به درصد، Q مقدار راندمان استخراج روغن به درصد، X مقدار روغن موجود در دانه به درصد.

۲-۲-۳- مشخص کردن میزان دانسیته

برای اندازه‌گیری دانسیته روغن‌ها از پیکنومتر و روش AOCS Cc 10a-25 (۱۹۹۳) استفاده شد [۲٦]. برای این منظور ابتدا وزن پیکنومتر خالی یادداشت گردید (m_1) سپس وزن پیکنومتر با آب مقطر(m_2) و بعد از آن وزن پیکنومتر با روغن (m_3) به‌دست آمد و در نهایت دانسیته روغن از رابطه ۲ محاسبه گردید.

رابطه ۲)

دانسیته=

$$\text{دانسیته (Kg/m3)} = \frac{m_3-m_1}{m_2-m_1} \times 1000$$

۲-۲-٤-تعیین شاخص رنگ

برای سنجش رنگ که اغلب مخلوطی از رنگ‌های قرمز و زرد است از اسپکتروفتومتر و روش AOCS Cc 13-92 (۱۹۹۳) استفاده شد [۲٦]. برای این منظور دانسیته اپتیک روغن را در طول موج‌های ٤٦٠، ۵۵۰، ٦۲۰ و ٦۷۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و سپس از رابطه ۳ برحسب رنگ زرد لاویباند شاخص رنگ تعیین شد.

رابطه۳) $A_{۵۵۰}+٤۱/۲A_{٦۲۰}-۵٦/٤\ A_{٦۷۰}$

شاخص رنگ = ۱/۲۹ $A_{٤٦۰}+٦۹/۷$

۲-۲-۵- تعیین میزان پایداری اکسایشی

جهت تعیین میزان پایداری روغن در برابر اکسایش، از دستگاه رنسیمت و روش AOCS Cd 12b-92 (۱۹۹۳) استفاده گردید [۲٦]. سرعت جریان هوای ورودی ۲۰ لیتر بر ساعت تنظیم شد.

۲-۲-٦- تعیین میزان ترکیبات فنولی کل

محتوای فنولی کل با روش رنگ‌سنجی و با استفاده از معرف فولین سیوکالتو تعیین شد. به این منظور یک گرم از هر نمونه با سه میلی‌لیتر محلول متانول: آب (به نسبت ۹۰ به ۱۰) مخلوط و به مدت ٤ دقیقه همزده شد و سپس به مدت ۵ دقیقه در سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت و ۲۰ میکرولیتر از فاز بالای استخراج متانولی با ۸/۲ میلی‌لیتر آب و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین مخلوط و بعد از ۵ دقیقه یک میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱۰ درصد به مخلوط فوق اضافه و به مدت یک ساعت در دمای اتاق و درجای تاریک قرار داده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

پس از این مدت، جذب نمونه‌ها در دمای اتاق با دستگاه اسپکتروفتومتر ماورای بنفش در ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک (۰ تا ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی لیتر) استفاده شد و محتوای فنولی کل به صورت میلی‌گرم اسید گالیک در هر کیلوگرم نمونه گزارش شد [۲۷].

۲-۲-۷- اندازه‌گیری اسیدیته

برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش AOCS Cd 3–63 استفاده شد [۲۶].

۲-۲-۸-اندازه‌گیری پروتئین

میزان ازت در دانه‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک و بر اساس روش AOAC ۹۹۰-۰۳ (۲۰۰۸)[1] اندازه‌گیری شد که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود [۲۸]. پس از تیتراسیون مقدار ازت محاسبه و با استفاده از ضریب تبدیل ۶/۲۵، میزان پروتئین محاسبه گردید.

۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

جهت تعیین شبکه عصبی بهینه، از ابزار شبکه عصب نرم‌افزار متلب استفاده شد. جهت طراحی این شبکه برای فرایند استخراج روغن از سه ورودی زمان ریزموج‌ها و شدت میدان الکتریکی و سرعت دورانی پرس مارپیچی در یک ماتریس سه سطری و میزان کارایی فرایند استخراج روغن، دانسیته، رنگ، پایداری اکسایشی، فنول کل و پروتئین کنجاله در یک ماتریس ۶ سطری به عنوان هدف تعریف گردید. شبکه‌های عصبی مختلف شامل توابع فعال‌سازی و یادگیری متفاوت و همچنین تعداد نورون مختلف در لایه‌ی پنهان طراحی و میزان کارایی آن‌ها با استفاده از دو معیار ارزیابی ضریب همبستگی(R^2) و میانگین مربعات خطا (MSE) که به ترتیب با رابطه‌های ٤ و ٥ تعیین شدند. ابتدا با آزمودن شبکه‌های عصبی مختلف، شبکه عصبی پیش‌خور با بالاترین کارایی انتخاب گردید و تعداد چرخه‌های یادگیری نیز ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن این موارد، شبکه‌های عصبی مختلف حاوی یک لایه‌پنهان که تعداد متفاوتی از نورون‌ها از ۱ تا ۱۰ مورد را می‌توانست داشته باشد، طراحی گردید. جهت اتصال لایه‌ی ورودی به لایه‌ی پنهان توابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید هیپربولیکی، لگاریتمی و خطی در مراحل مختلف آزمون و خطای شبکه‌ها استفاده گردید. همچنین جهت اتصال لایه‌ی پنهان به لایه‌ی خروجی تابع فعال‌سازی خطی به صورت ثابت استفاده شد. علاوه بر موارد ذکر شده دو الگوی یادگیری متفاوت شامل الگوی لونبرگ – مارکوات[2] و جهنده[3] در شبکه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفت و تأثیر آن‌ها بر دقت شبکه‌ها ارزیابی گردید. در این معادلات Y_{pi} نسبت ویژگی‌های پیش‌بینی شده توسط شبکه، Y_{ei} نسبت ویژگی‌های حاصل از انجام آزمایشات و $\overline{Y}$ میانگین نسبت‌های ویژگی‌های آزمایشگاهی و N تعداد کل مشاهدات است.

رابطه ٤)
$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_{pi} - Y_{ei})^2}{\sum_{i=1}^{N}(Y_{pi} - \overline{Y})^2}$$

رابطه ٥)
$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Y_{pi} - Y_{ei})^2$$

وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود. از این رو داده‌های ورودی به شبکه بایستی نرمال شوند. در صورتی که این مرحله انجام نشود، شبکه در طول فاز آموزش همگرا نخواهد شد و نتایج مطلوب تولید نخواهد شد. در این بررسی برای تعدیل کردن داده‌ها از رابطه (٦) استفاده شده است که ورودی‌ها و خروجی‌ها را بین ۰ و ۱ استاندارد می‌نماید [۲۹].

رابطه ٦)
$$VN = \frac{V_R - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

در رابطه ٦: V_R داده خام اولیه، V_N داده نرمالیزه شده، V_{max} و V_{min} به ترتیب مقادیر بیشینه و کمینه داده‌های اولیه می باشند. از طرفی روش‌شناسی سطح پاسخ، با استفاده از طرح باکس بنکن نرم افزار Design Expert 6.0.2، برای ارزیابی پارامترهای ثابت مطالعه بر میزان کارایی فرایند استخراج روغن و اسیدیته روغن (که این ۲، از مهمترین آزمون‌های به کار گرفته در صنعت روغن کشی می باشند) به عنوان پارامترهای متغیر، مورد استفاده قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مدل‌سازی فرایند

جداول ۱ تا ۳ مقایسه اثر تعداد نورون‌های لایه پنهان و نوع الگوی یادگیری را بر دقت پیش‌بینی شبکه‌های عصبی

1. Association of Official Analytical Chemists

2. Levenberg–Marquardt learning algorithm
3. Resilient backpropagation (trainrp)

www.SID.ir

Archive of SID

پس‌انتشار پیشخور به ترتیب با توابع انتقال تانژانت سیگموئید هیپربولیکی، لگاریتمی و خطی و چرخه یادگیری ۱۰۰۰، را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر میانگین مربعات خطا و ضریب همبستگی ارائه شده در این جداول، شبکه عصبی پیشخور با تابع انتقال لگاریتم سیگموئید هیپربولیکی، تابع یادگیری جهنده و با توپولوژی ۶-۹-۳ (لایه ورودی با ۳ نورون - یک لایه پنهان با ۹ نورون- لایه خروجی با ۶ نورون (شکل ۱) با ضریب همبستگی بیش از ۰/۹۹۵و میانگین مربعات خطا برابر با ۰/۰۰۱ به عنوان شبکه عصبی بهینه انتخاب می‌شود.

Table 1 Comparison of the effect of neurons number of hidden layer and the type of learning function and activation function of hyperbolic sigmoid tangent on predicting accuracy of various properties of Niger seeds oil extraction by using of microwave –pulsed electric field combined pretreatment.

Trainlm			trainrp	
neurons number	R^2	MSE	R^2	MSE
2	0.841	0.047	0.754	0.049
3	0.774	0.059	0.942	0.016
4	0.871	0.033	0.953	0.017
5	0.982	0.003	0.953	0.026
6	0.992	0.001	0.917	0.035
7	0.976	0.014	0.908	0.025
8	0.876	0.346	0.945	0.001
9	0.862	0.004	0.990	0.003
10	0.876	0.032	0.627	0.112

Table 2 Comparison of the effect of neurons number of hidden layer and the type of learning function and activation function of sigmoid logarithm on predicting accuracy of various properties of Niger seeds oil extraction by using of microwave –pulsed electric field combined pretreatment.

Trainlm			**trainrp**	
neurons number	R^2	MSE	R^2	MSE
2	0.746	0.060	0.920	0.020
3	0.788	0.037	0.773	0.039
4	0.794	0.048	0.967	0.038
5	0.926	0.033	0.875	0.029
6	0.973	0.005	0.957	0.015
7	0.969	0.034	0.991	0.004
8	0.965	0.003	0.967	0.016
9	0.968	0.016	**0.995**	**0.001**
10	0.914	0.002	0.990	0.002

Table 3 Comparison of the effect of neurons number of hidden layer and the type of learning function and linear activation function on predicting accuracy of various properties of Niger seeds oil extraction by using of microwave –pulsed electric field combined pretreatment.

Trainlm			**trainrp**	
neurons number	R^2	MSE	R^2	MSE
2	0.850	0.036	0.808	0.033
3	0.848	0.032	0.776	0.080
4	0.855	0.033	0.834	0.059
5	0.835	0.082	0.862	0.022
6	0.865	0.044	0.861	0.047
7	0.850	0.026	0.731	0.064
8	0.791	0.046	0.856	0.024
9	0.794	0.069	0.846	0.050
10	0.708	0.067	0.828	0.051

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

www.SID.ir

Archive of SID

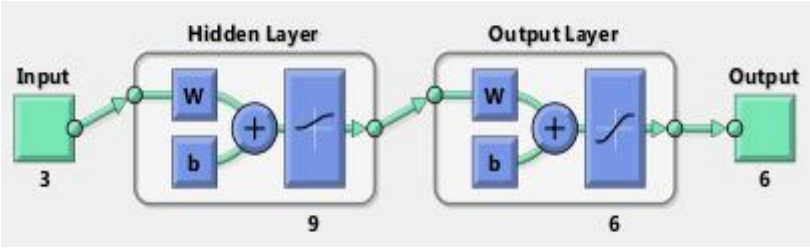


Fig 1 The Schema of a selected optimized network containing 3 neurons in input layer, 9 neurons in hidden layer with activation function of hyperbolic sigmoid logarithm and 6 neurons in hidden layer with sigmoid logarithm activation function.

همچنین میزان بالای ضرایب همبستگی نمودارهای شکل ۲ که مقادیر پیش‌بینی شده توسط این شبکه بهینه در مقابل داده‌های آزمایشگاهی را برای ٦ متغیر خروجی مورد نظر نشان می‌دهد را می‌توان دلیلی دیگر بر دقت بالای این مدل دانست و مشخص گردید که مدل انتخابی بیشترین دقت را برای پیش‌گویی داده‌های حاصل از رنگ روغن داشت. تاکر و همکاران در سال ۲۰۱٦، به منظور مدل‌سازی فرایند استخراج روغن از نوعی گیاه علفی بومی هندوستان از٤ 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 ابزارشبکه‌های عصبی مصنوعی بهره بردند. با بررسی شبکه‌های مختلف آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شبکه‌ی پس‌انتشار پیش‌خور با توپولوژی ٤-۷-۳ 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 [۲۰]. واثقیان و همکاران در سال ۲۰۱٦، 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 [۲۱]. آکینتانده و همکاران (۲۰۱۵)، تأثیر وزن نمونه، زمان فرایند، نوع حلال و برهم‌کنش این سه پارامتر را بر راندمان استخراج روغن از دانه‌های موناندرا که نوعی گیاه ازخانواده حبوباب است، مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه برای پیش‌بینی روند استخراج روغن، از دو روش سطح پاسخ و شبکه عصبی استفاده شده بود که در پایان با توجه به داده‌هایی که به‌دست آمد، مشخص گردید که روش شبکه عصبی برای پیش‌بینی فرایند استخراج روغن کارایی بهتری دارد [۳۰]. اکانولا و آپوجو (۲۰۱۵) از دو روش سطح پاسخ و شبکه عصبی برای بهینه‌سازی استخراج روغن از دانه‌های کنجد استفاده کردند. بیشینه راندمان استخراج روغن (۸۵/۷۰ درصد) زمانی که از شبکه عصبی برای پیش‌بینی راندمان استخراج استفاده شده بود، در شرایطی به‌دست آمد که وزن نمونه‌های کنجد ٥٤/۷۱ گرم، زمان استخراج ٤٤/۸۸ دقیقه و مقدار حلال ۱٦٥/۸ میلی‌لیتر بود. این نتایج نشان داد که روش شبکه عصبی برای پیش‌بینی فرایند استخراج روغن از دانه‌های کنجد کارایی بهتری نسبت به روش سطح پاسخ دارد. آن‌ها بیان داشتند که با توجه به پیچیدگی و تعدد عوامل موثر در فرایند استخراج روغن به خصوص در مقیاس صنعتی و نتایج این پژوهش می‌توان مدل عصبی ارائه شده را به‌عنوان مدلی قابل قبول برای مدل‌سازی این فرایندها در مقیاس صنعتی نیز معرفی نمود [۲۲]. کارامان و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از پارامترهای اسیدیته، عدد یدی و غلظت ترکیبات ضد اکسیداسیون در لایه ورودی و عدد پراکسید در لایه خروجی به مقایسه روش انفیس و شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی زمان ماندگاری روغن آفتابگردان حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان از کارایی بالای روش انفیس و شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی زمان ماندگاری روغن داشت [۳۱]. در تحقیقی بخش آبادی و همکاران (۲۰۱۷) به منظور مدل‌سازی فرایند استخراج روغن از دانه‌های آفتابگردان در مقیاس صنعتی از ۳ سطح دمای پخت (۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) و سه سطح رطوبت دانه‌های خروجی از دیگ پخت (۷، ۷/٥ و ۸ درصد) استفاده کردند و میزان روغن، رطوبت و پروتئین کنجاله و درصد مواد ریز نامحلول در روغن و اسیدیته روغن را مورد بررسی قرار دادند. آنها جهت پیش‌بینی روند تغییرات از ابزارشبکه‌های عصبی مصنوعی در نرم‌افزار MATLAB استفاده کردند. در این مطالعه با بررسی شبکه‌های مختلف شبکه‌ی پس‌انتشار پیش‌خور با توپولوژی‌های۲-٥-۱۰ با ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹۹۹ و میانگین مربعات خطای کمتر از ۰/۰۰۳ و با

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

به‌کارگیری تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید هیپربولیکی، الگوی یادگیری لونبرگ– مارکوات و چرخه یادگیری ۱۰۰۰ به‌عنوان بهترین مدل عصبی مشخص گردید. نتایج حاصل از مدل‌های بهینه‌ی انتخاب شده نیز ارزیابی گردید و این مدل‌ها با ضرایب همبستگی بالا (بیش از ۰/۹۶) قادر به پیش‌بینی روند تغییرات بودند [۳۲].

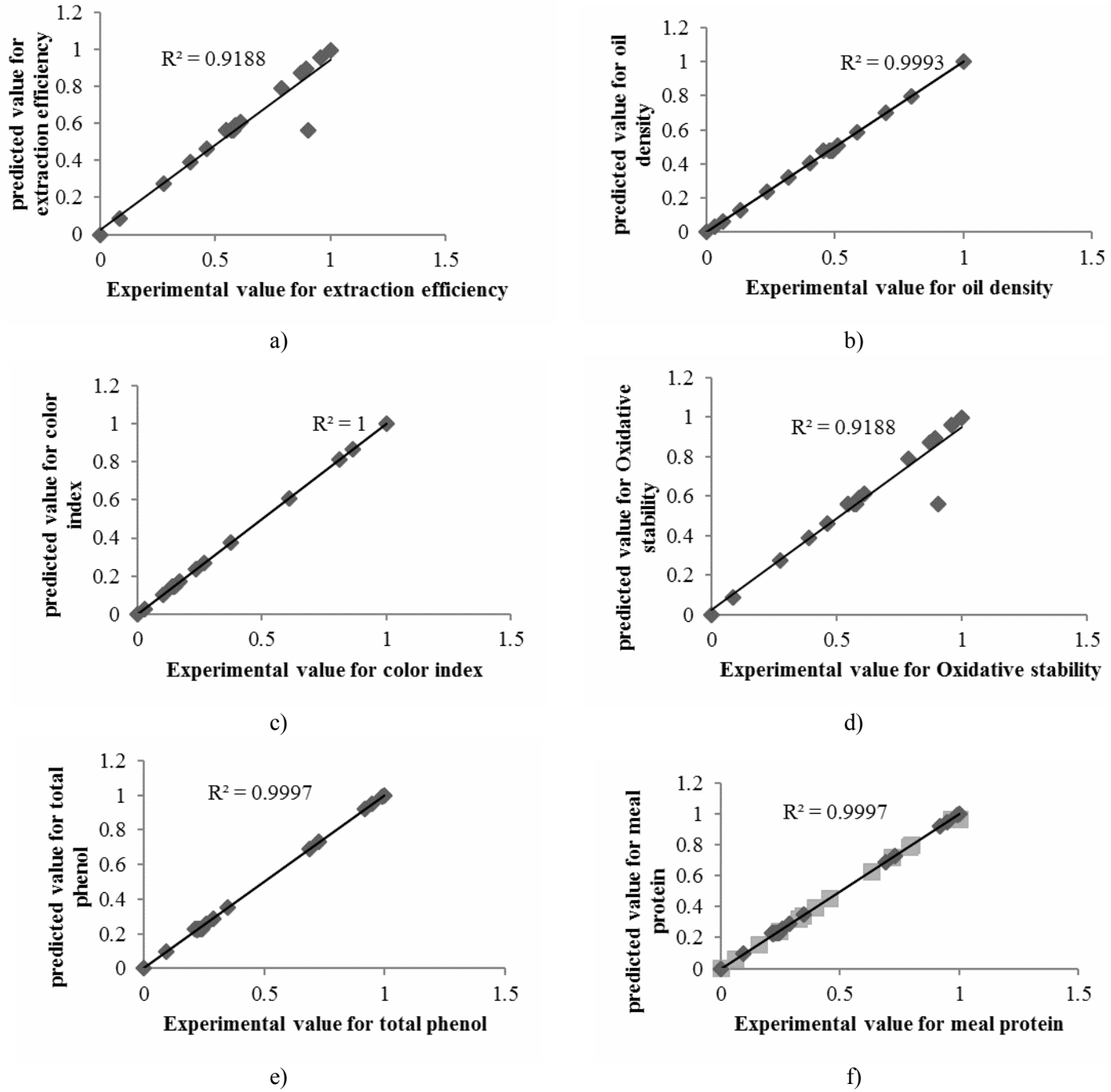


Fig 2 Diagram of predicted changes by the neural network for optimized topology (3-9-6) vs. laboratory's amount for extraction efficiency (a), oil density (b), color index (c), oxidative stability (d), total phenol (e) and meal protein (f).

با توجه به توپولوژی شبکه عصبی انتخاب شده که به صورت ۶–۹–۳ می باشد، ماتریس وزن برای لایه ورودی به لایه پنهان یک ماتریس هسین ۹×۳ (اتصال ۳ نورون لایه ورودی به ۹ نورون لایه پنهان) و برای لایه پنهان به لایه خروجی یک ماتریس هسین ۶×۹ (اتصال ۶ نورون لایه پنهان به ۶ نورون لایه خروجی) به ترتیب به صورت ماتریس های A و B خواهند بود:

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

$$A=\begin{pmatrix} -1.1978 & 2.4186 & -5.1111 \\ -4.1329 & 4.4827 & 0.94362 \\ -3.2846 & -1.9251 & -6.8961 \\ 5.3891 & -1.2817 & -4.0933 \\ 5.0595 & 3.8092 & 3.2838 \\ 6.5068 & 2.7436 & 1.0631 \\ 9.1139 & -0.0059 & -2.6298 \\ -5.6964 & -4.7636 & -1.4318 \\ -4.7145 & 5.5705 & 2.2571 \end{pmatrix}$$

$$B=\begin{pmatrix} 7.943 & -0.779 & -4.38 & -1.5514 & -5.7949 & 3.0714 & 0.47054 & 1.842 & -0.458 \\ -2.9634 & 2.8987 & 0.099444 & 1.6847 & -3.0392 & -1.166 & 1.1662 & -0.747 & -0.700 \\ -1.1777 & 3.3751 & -0.81102 & 3.7343 & -3.3454 & 2.3245 & -1.2268 & 2.7392 & -1.655 \\ 1.1364 & -4.3469 & 4.0209 & 0.73001 & 5.1717 & -2.2318 & -0.712 & -5.032 & 4.6861 \\ 0.19263 & 2.4348 & 2.9484 & 1.5349 & 3.838 & 1.107 & -1.7847 & -2.914 & -1.8652 \\ -0.3698 & -1.6438 & -1.1667 & 7.4378 & 1.8978 & 1.3081 & -8.5254 & -8.6898 & -2.2714 \end{pmatrix}$$

در ضمن ماتریس‌های بایاس برای لایه پنهان (ماتریس C) و لایه خروجی (ماتریس D) به‌ترتیب دو ماتریس۱ ×۹ و ۱×۶ خواهد بود. یک نورون عددی، به طور کلی از n ورودی x_j تشکیل شده است که j نشان دهنده‌ی نورون مبدا می‌باشد که از ۱تا n متغیر است. هر ورودی x_j قبل از اینکه وارد هسته‌ی اصلی پردازشگر شود وزن دار می‌گردد. یعنی در ضریب (w_j) ضرب می‌شود. در واقع این عمل معادل تأثیر سیناپس بر سیگنال ورودی قبل از ورود به نورون مورد نظر است. علاه بر این هر نرون از یک بایاس (w_0) برخوردار است. بایاس یک سیگنال ورودی به نورون j از نرون O است که خروجی آن همواره یک است ($x_0=1$) و وزن بین نورون O و نرون j همواره w_0 می‌باشد. نورون معمولی همچنین یک آستانه را داراست و در صورتی که ورودی خالص به نورون بیشتر یا مساوی این آستانه شود نورون آتش می‌کند که این آستانه معادل همان مقدار آستانه در نورون طبیعی است [۳۳].

$$D=\begin{pmatrix} 3.798 \\ -1.753 \\ -3.379 \\ -3.241 \\ -4.529 \\ 4.276 \end{pmatrix}$$

$$C=\begin{pmatrix} -7.706 \\ 5.0006 \\ 6.927 \\ 1.8029 \\ -3.2308 \\ 5.8295 \\ 2.0664 \\ -7.1097 \\ 7.9977 \end{pmatrix}$$

۳-۲- بررسی تأثیر اعمال پیش تیمارهای مختلف بر خصوصیات کنجاله و روغن دان سیاه

۳-۲-۱- تأثیر پیش تیمارها بر کارایی فرایند استخراج

از شکل ۳ می‌توان نتیجه گرفت که افزایش زمان ریزموج و همچنین شدت میدان الکتریکی در ابتدا منجر به افزایش میزان کارایی فرایند استخراج روغن گردید ولی با افزایش بیشتر این دو پارامتر میزان کارایی فرایند استخراج روغن کاهش یافت. افزایش کارایی فرایند استخراج روغن با استفاده از ریزموج می‌تواند به شکستگی بیشتر یا از هم پاشیدگی سلول‌های حاوی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

روغن در طول تیمار با ریزموج در ارتباط باشد [۳٤]. علت افزایش کارایی فرایند استخراج روغن با استفاده از میدان الکتریکی پالسی را می‌توان به اثر تجزیه‌شوندگی الکتریکی سلول‌ها و نفوذپذیری بیشتر آن‌ها نسبت داد [۳۵]. کاهش کارایی فرانید استخراج روغن را با افزایش بیش از حد زمان ریزموج و همچنین شدت میدان الکتریکی را نیز احتمالاً می‌توان به تخریب بیشتر ساختار درونی دانه‌ها و بسته شدن مجاری خروجی روغن نسبت داد. با افزایش سرعت دورانی پرس مارپیچی همواره میزان کارایی فرایند استخراج روغن به علت کمتر شدن میزان فشار وارده بر دانه‌ها کاهش یافت. مطالعات صورت گرفته توسط بخش آبادی و همکاران (۲۰۱۷) نیز دلالت بر کاهش راندمان استخراج با افزایش سرعت دورانی پرس داشت [٤].

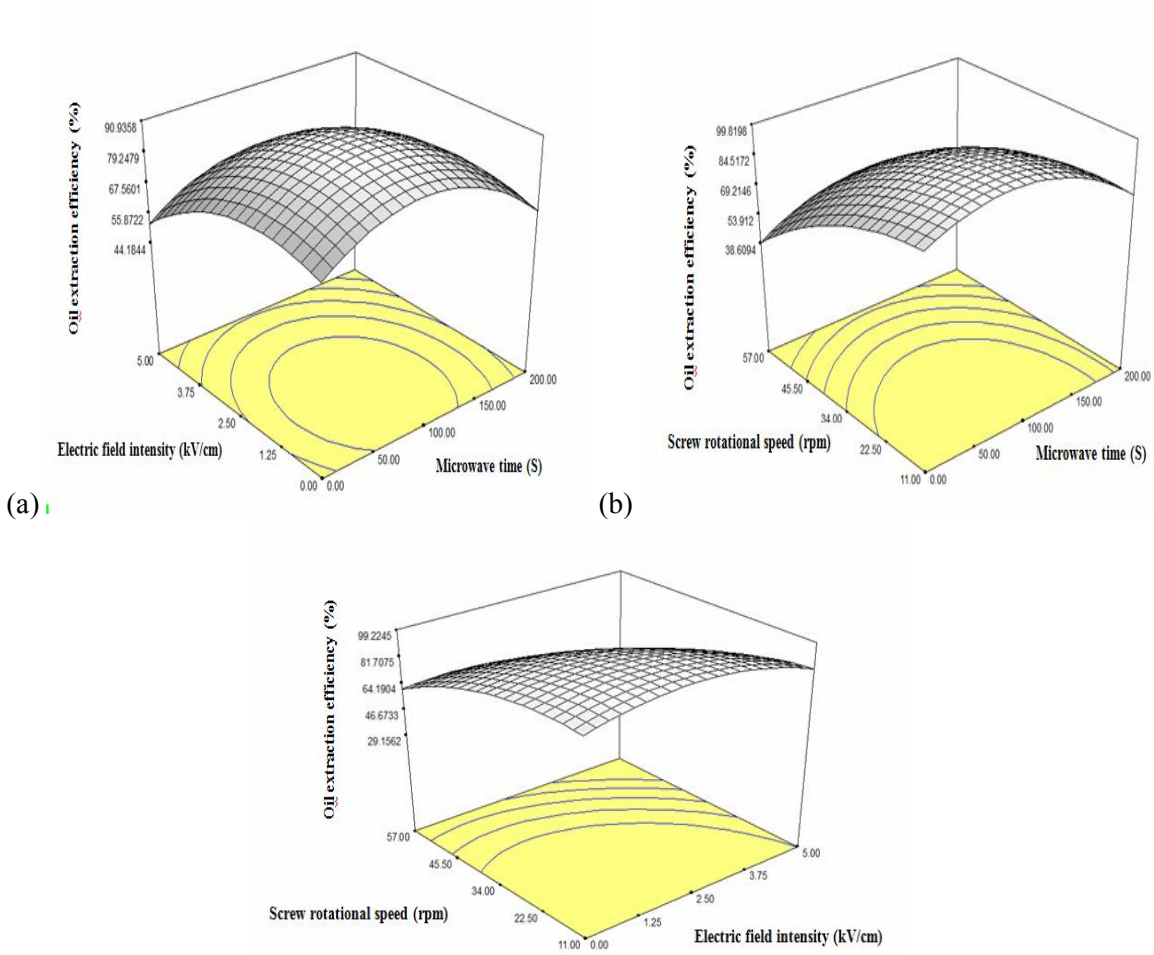


Fig 3 3D graphs: (a) Microwave irradiation time and pulsed electric field intensity (b) Irradiation time and screw press rotational time (c) Pulsed electric field intensity and screw press rotational speed on oil extraction efficiency.

۳-۲-۲- تأثیر پیش تیمارها بر میزان اسیدیته

نتایج نشان داد که افزایش زمان ریزموج، شدت میدان الکتریکی و سرعت دورانی پرس مارپیچی منجر به افزایش اسیدیته روغن گردید (شکل ٤). علت افزایش اسیدیته با افزایش شدت میدان الکتریکی را می‌توان به فعالیت بیشتر آنزیم لیپاز نسبت داد که منجر به تولید اسیدهای چرب روغن که ترکیبات نامطلوبی در روغن‌های خوراکی محسوب می‌شوند، می‌گردد [۱٤]. با افزایش سرعت دورانی پرس نیز میزان اسیدیته روغن‌ها احتمالاً به علت افزایش دمای فرایند افزایش یافت. اسریتی و همکاران (۲۰۱۲)، بیان داشتند که با افزایش سرعت دورانی پرس اسیدیته روغن افزایش می‌یابد. در نهایت افزایش میزان اسیدیته با افزایش زمان ریزموج، به اثر تجزیه شیمیایی تری‌گلیسریدها و بالا رفتن میزان اسیدهای چرب آزاد مربوط می‌شود [۳٤ و ۳٦].

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

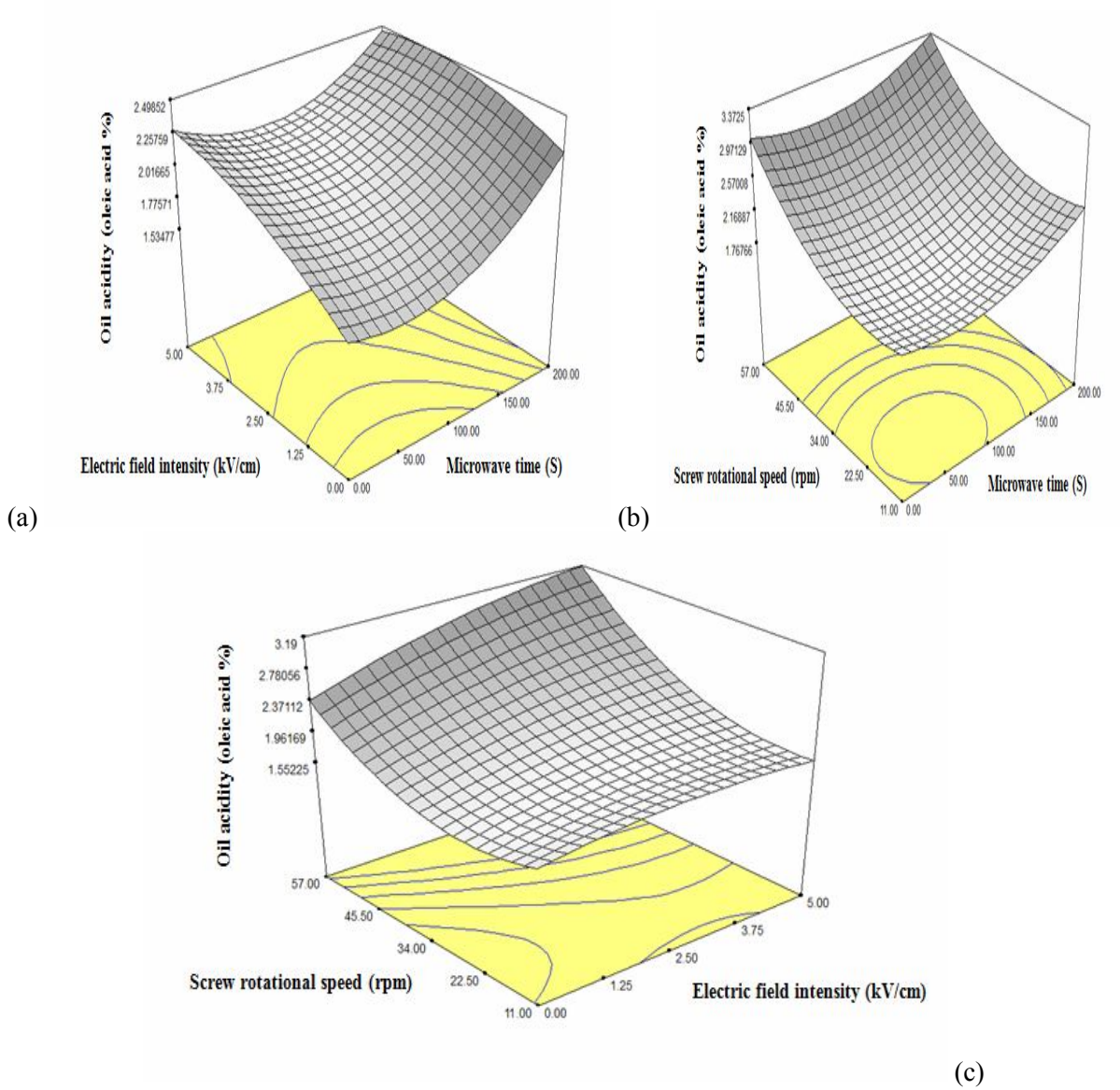


Fig 4 3D graphs: (a) Microwave irradiation time and pulsed electric field intensity (b) Irradiation time and screw press rotational time (c) Pulsed electric field intensity and screw press rotational speed on oil acidity.

٤- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به پیچیدگی و تعدد عوامل موثر در فرایندهای صنعت غذا به خصوص در مقیاس صنعتی و نتایج این پژوهش می‌توان مدل عصبی ارائه شده را به عنوان مدلی قابل قبول برای مدل‌سازی این فرایندها معرفی نمود. با مشخص بودن تابع فعال‌سازی در شبکه‌های عصبی که در این تحقیق تابع لگاریتم سیگموئیدی می‌باشد و همچنین در اختیار داشتن مقادیر وزن و بایاس، می‌توان روابط ایجاد شده توسط مدل عصبی را استخراج نمود. با تعریف این رابطه‌ی ریاضی ساده‌ی ایجاد شده، در یک نرم‌افزار کامپیوتری مانند اکسل، می‌توان برنامه‌ای کاربردی، ساده و دقیق برای پیش‌بینی پارامترهای موردنظر در فرایند استخراج روغن دان سیاه با پیش تیمار ریزموج-میدان الکتریکی پالسی می‌باشد. با توجه به دقت بالای مدل عصبی می‌توان با اطمینان بالا به پیش بینی این مدل‌ها اعتماد کرده و از این مدل‌ها برای بهینه‌سازی و کنترل فرایند استفاده نمود که این امر می‌تواند به صرفه‌جویی در انرژی و زمان منجر شده و از طرف دیگر محصول نهایی مطلوب‌تری را ایجاد کند.

٥- منابع

[1] Riley, K.W. and Belayneh, H. 1989. Niger. Oil Crops of the World. 394-403.
[2] Seegeler, C.J.P. 1983. Oil plants in Ethiopia. Their taxonomy and agricultural significance. Centre for Agricultural

www.SID.ir

Archive of SID

[12] Asavasanti, S., Ristenpart, W., Stroeve, P. and Barrett, D.M. 2011. Permeabilization of Plant Tissue by Monopolar Pulsed Electric Field: Effect of Frequency. Journal of Food Science. 76(1): 98-111.

[13] Salehi, M.A. and Omidvari, A. .2015. Applying PEF in optimizing the energy use in extracting sugar from sugar beet. Scientific research journal of engineering and energy management. 5 (4): 26-33.

[14] Guderjan, M., Elez-Martínez, P. and Knorr, D. 2007. Application of pulsed electric fields at oil yield and content of functional food ingredients at the production of rapeseed oil. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 8: 55–62.

[15] Guderjan, M., Topfl, S., Angersbach, A. and Knorr, D. 2005. Impact of pulsed electric field treatment on the recovery and quality of plant oils. Journal of Food Engineering. 67 (3): 281–287.

[16] Knorr, D., Geulen, M., Grahl, T. and Sitzmann W. 1994. Food application of high electric field pulses. Trends in Food Science and Technology. 5: 71-75.

[17] 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.

[18] Wu, C. H. and McLarty, J.W. 2000. Neural Networks and Genome Informatics. Elsevier Publishing Co. USA. 220 p.

[19] 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 enginering. 125: 1-8.

[20] 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.

[21] 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): 1-12.

[22] Okunola, A. A. and Adepoju T. F. 2015. Modelling and optimization of extraction of oil from Sesam indicum seeds: A case study of response surface methodology vs. Publication and Documentation, PUDOC, Wageningen.

[3] Rostami, M., Farzaneh, V. Boujmehrani, A., Mohammadi, M. and Bakhshabadi, H. 2014. Optimizing the extraction process of sesame seeds oil using response surface method on the industrial scale. Industrial Crops and Products. 58, 160–165.

[4] Bakhshabadi, H., Mirzaei, H.O., Ghodsvali, A., Jafari, S.M., Ziaiifar, A.M. and Farzaneh. V. 2017. The effect of microwave pretreatment on some physic-chemicalproperties and bioactivity of Black cumin seeds' oil. Industrial Crops and Products. 97: 1–9.

[5] Mandal, V., Mohan, Y. and Hemalatha, S. 2007. Microwave Assisted Extraction – An Innovative & Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. Pharmacognosy Reviews. 1: 8-14.

[6] Cravotto, G., Boffa, L., Mantegna, S., Perego, P., Avogadro, M. and Cintas, P. 2007. Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. Ultrasonics Sonochemistry. 15(5): 898-902.

[7] Jiao, J., Li, Z.G., Gai, Q-Y, Li, X.G., Wei, F.U., Fu, Y.J. and Ma, W. 2014. Microwave-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pumpkin seeds and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities. Food Chemistry. 147: 17-24.

[8] Momeny, E., Rahmati, S. and Ramli, N. 2012. Effect of Microwave Pretreatment on the Oil Yield of Mango Seeds for the Synthesis of a Cocoa Butter Substitute. Journal of Food Processing & Technology. 3(7): 1-7.

[9] Qu, X.J., Fu, Y.J., Luo, M., Zhao, C.J., Zu, Y.G., Li, C.Y., Wang, W., Li, J. and Wei, Z.F. 2013. Acidic pH based microwave-assisted aqueous extraction of seed oil from yellow horn (Xanthoceras sorbifolia Bunge.). Industrial Crops and Products. 43: 420– 426.

[10] Quass, D. W. 1997. Pulsed electric field processing in the food industry. A status report on pulsed electric field. Palo Alto, CA. Electric Power Research Institute. CR-109742. Pp:23-35.

[11] Barbosa-Canovas, G. V. and Zhang, Q. H. 2001. In Pulsed Electric Fields in Food Processing Fundamentals Aspects and Applications. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co., Inc.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

www.SID.ir

Archive of SID

network and response surface methodology: A potential biofuel candidate. Industrial Crops and Products. 67: 387-394.

[31] Karaman, S., Ozturk, I., Yalcin, H., Kayacier, A. and Sagdi, O. 2012. Comparison of adaptive neuro fuzzy inference system and artificial neural networks for estimation of oxidation parameters of sunflower oil added with some natural byproduct extracts. Journal of the Science of Food and Agriculture. 92(1), 49-58.

[32] Bakhshabadi, H., Vahdani, M., Moghimi, M., Bazrafshan, M., Rashidzadeh, Sh. and Bojmehrani, A. 2017. Modeling the cooking process during the extraction of oil from Sunflower seeds using artificial neural networks on an industrial scale . Journal Food Science and Technology .69(14): 1-11.

[33] Mehrazin, A. R., Zendehdel, A. and Taghipour, M. 2013. Training Radial neural networks on the basis of statistical models variables and comparing them in predicting the bankruptcy, Investment knowledge scientific research quarterly. 2 (7): 149-166.

[34] Bakhshabadi, H., Mirzaei, H.O., Ghodsvali, A., Jafari, S.M. and Ziaiifar, A.M. 2018. The influence of pulsed electric field and microwave pretreatments on some of the physicochemical properties of oil and the meal of black cumin seed . Food science and nutrition. 1–8.

[35] Schroeder, S., Buckow, R. and Knoerzer, K. 2009. Numerical Simulation of Pulsed Electric Field (PEF*)* Processing for Chamber Design and Optimization, International Conference on CFD in the Minerads and Process Industries CSIRO, 17th, Australia

[36] Sriti, J., Msaada, K., Talou, T., Faye, M., Kartika, I.A. and Marzouk, B. 2012. Extraction of coriander oil by twin-screw extruder: Screw configuration and operating conditions effect. Industrial Crops and Products. 40: 355– 360.

Artificial neural network. International Journal of Chemistry and Materials Research. 3(2): 41-52.

[23] Uquiche, E., Jeréz, M. and Ort, Z.J. 2008. Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extractionnyield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avellana Mol*). Innovative Food Science and Emerging Technologies. 9: 495–500.

[24] Kittiphoom, S. and Sutasinee, S. 2015. Effect of microwaves pretreatments on extraction yield and quality of mango seed kernel oil. International Food Research Journal. 22(3): 960-964.

[25] Bakhshabadi, H., Vahdani, M., Moghimi, M., Bazrafshan, M., Rashidzadeh, Sh. and Bojmehrani, A. 2017.Modeling the cooking process during the extraction of oil from Sunflower seeds using artificial neural networks on an industrial scale. Journal of Iranian Food Science and Technology. 69(14):1-11.

[26] AOCS. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, AOCS Press, Champaign, IL. 762p.

[27] Bail, S., Stuebiger, G., Krist, S., Unterweger, H. and Buchbauer, G. 2008. Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. Food Chemistry. 108, 1122–1132.

[28] AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

[29] 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.

[30] Akintunde, A.M., Ajala, S.O. and Betiku, E. 2015. Optimization of Bauhinia monandra seed oil extraction via artificial neural

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019

www.SID.ir

Archive of SID

Modeling the oil extraction from Niger seeds using the combinational pretreatment of Microwave- pulsed electric field with artificial neural networks

Mohseni, N. M. [1] , Mirzaei, H. [2*], Moghimi, M. [3]

1. Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
2. Department of Food Materials and Process Design Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Department of Chemistry, Gonbad Kavoos Branch, Islamic Azad University, Gonbad Kavoos, Iran

(Received: 2018/08/13 Accepted:2019/02/03)

In this research to model the process of extracting oil from Niger seeds using the combinational pretreatment of microwave-pulsed electric field three microwave time levels of (0, 100, and 200 seconds) and three electric field intensity levels of (0, 2.5 and 5 kV/cm) were used and after applying these pretreatments, the oil of seeds were extracted using the screw press with different speeds (11 to 57 rpm) and the efficiency of oil extraction process, density, color, oxidative stability, phenolic compounds and protein amount of meal were considered. The artificial neural network tool was used to predict the variations process. Through studying and examining various networks, the feed forward back propagation network with 6-9-3 topologies and with correlation coefficient of more than 0.995 and mean squared error less than 0.001 using logarithm sigmoid activation function, resilient learning pattern and learning process of 1000 were determined as the best neural method. On the other hand the results indicated that an increase in the microwave time and also in the electric field intensity at first led to increase in the efficiency of oil extraction process but with more increase in these two parameters the efficiency amount of oil extraction process was decreased. Also with increase in the microwave time, electric field intensity and the rotational speed of screw press the acidity amount of oils was increased too. The results obtained from selected optimized models were evaluated too and these models with high correlation coefficient (over 0.918) were able to predict the variation process of oil samples produced using microwave-pulsed electric field pretreatment.

Key words: Oil extraction, Niger seed, Combinational pretreatment of microwave – pulsed electric field, Artificial neural network.

* Corresponding Author E-Mail Address: mirzaeii.habib@gmail.com

www.SID.ir

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 11:59 IRDT on Sunday July 21st 2019