(مقاله پژوهشی)

بهینه‌سازی تأثیر عصاره چای سبز، چای سفید و زنجبیل بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی‌با روش‌سطح پاسخ (RSM)

زهره پورظفر[۱]، امیرحسین الهامی راد [۱*]، مسعود شفافی زنوزیان[۱]، محمد آرمین[۲]

۱-گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
۲- دانشیار، گروه کشاورزی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۶/۱۴

DOI:10.30495/jfst.2021.1935032.1731

چکیده

در سال‌های اخیر، به‌کارگیری منابع گیاهی دارای ترکیبات زیست فعال نظیر رنگدانه‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها در مواد غذایی‌گسترش زیادی یافته است. تحقیقات نشان داده است که این منابع نقش مهمی را در بهبود خواص کیفی و افزایش زمان ماندگاری محصولات غذایی مانند فرآورده‌های غلات و لبنیات ایفا می‌کنند. در پژوهش حاضر، عصاره چای سبز (صفر، ۱ و ۲ درصد)، چای سفید (صفر ، ۱ و ۲ درصد) و زنجبیل (صفر، ۰/۷۵ و ۱ درصد) در فرمولاسیون کیک اسفنجی به‌کار رفت و آزمایشات فیزیکوشیمیایی بر روی تیمارهای مربوطه، انجام گردید. جهت بهینه‌سازی نتایج، از روش سطح پاسخ استفاده شد. مطابق نتایج، با افزایش سطوح عصاره‌های چای سبز، چای سفید و زنجبیل، مقادیر چربی، pH، پروتئین و فنل کل در تیمارها افزایش یافت. در مقابل، میزان رطوبت، اسیدیته و عدد پراکسید کاهش یافت. هر سه عصاره چای‌سبز، چای سفید و زنجبیل اثرات کاملاً معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی نمونه‌های کیک اسفنجی داشتند. نتایج نشان داد که سطوح پائین عصاره‌های مورد ارزیابی در پارامترهای بررسی شده به جز عدد پراکسید، نتایج بهتری ارائه داد.

واژه های کلیدی: چای، زنجبیل، روش سطح پاسخ، کیک اسفنجی.

* مسئول مکاتبات:elhamirad1974@gmail.com

۱- مقدمه

غلات و فرآورده‌های تولید شده از آنها، بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را در سراسر جهان به خود اختصاص می‌دهند. این‌مواداز لحاظ تغذیه‌ای منبع مهمی از پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های گروهB، آهن، مواد معدنی و فیبر می‌باشند. بنابراین سهم مهمی در تأمین انرژی و پروتئین‌های مورد نیاز انسان را دارند. کیک جزء شیرینی‌های با بافت نرم است که در سراسر جهان توسط طیف وسیعی از مردم مصرف می‌شود (۳۴). صنایع غذایی یکی از بزرگترین صنایع غذایی و محصولات آردی از پرمصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شوند و محصولاتی نظیر بیسکوئیت‌ها، کلوچه‌ها وکیک‌ها به علت سهولت مصرف و زمان ماندگاری طولانی، ازپرطرفدارترین‌محصولات می‌باشند. از میان این محصولات، کیک‌به‌واسطه ارزش تغذیه‌ای بالا و ویژگی‌های حسی مناسب مورد استقبال مصرف‌کنندگان واقع شده است (۳۱، ۳۶). طبق تعریف سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کیک نوعی شیرینی با بافت و نرمی مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن (به استثناء کیک اسفنجی)، شکر و تخم مرغ می‌باشد (۵).خاصیت‌آنتی‌اکسیدانی‌پلی‌فنول‌های‌چای‌سبز عامل اصلی خواص سلامتی‌بخش این ماده است که از مهمترین آن می‌توان به جلوگیری از بیماری‌های قلبی ـ عروقی، پیشگیری یا بهبود وضعیت‌بیماران‌سرطانی، سرطان پروستات، سرطان کلیه، سرطا ن‌پستان، کاهش بیماری مرتبط با مفاصل و استخوان‌ها، کاهش اشتها، پیشگیری ازآلزایمر، فعالیت ضد میکروبی، جلوگیری از پیری، بهبودسلامت دندان‌ها و جلوگیری یا بهبود بیماری‌های پوستی اشاره کرد (۳۵). چای سفید، نوعی چای غیرتخمیری است که از برگ‌های جوان چای یا ریشه‌های نورس چای به دست می‌آید (۲۲، ۴۴) و دارای منابع غنی از آنتی‌اکسیدان نظیر کاتکین‌ها نسبت به چای سبز است (۴۳). مصرف منظم چای سفید باعث کمک به حفظ سلامتی و محافظت از بدن در برابر بیماری خواهد شد. از جمله فواید چای سفید می‌توان به کاهش سطح قند خون و مشکلات قلبی عروقی، افزایش‌دهنده انرژی و کاهنده استرس،کمک به جلوگیری از بروز سرطان معده، روده بزرگ و پروستات اشاره کرد (۲۴). به دلیل عدم انجام فرآیندهای تخمیری در چای سفید نسبت به چای سیاه و اولانگ، میزان ترکیبات پلی‌فنلی این‌نوع‌چای،بیشتر است (۲۱). زنجبیل با نام علمی *Zingiber officinale Rosceo* از هزاران سال قبل به عنوان ادویه در مواد غذایی مختلف کاربرد داشته است (۱۳). زنجبیل از نظر سازمان غذا و داروی ایالات متحده آمریکا (FDA)[1] جزء مکمل‌های‌غذایی‌محسوب‌می‌شودوجزء داروهای گیاهی لیست شده مونوگراف سازمان بهداشت جهانی (WHO)[2] است (۴۶،۴۵). این گیاه به واسطه دارابودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فرار و غیرفرار در قسمت‌های مختلف می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی به کار رود. ریزوم گیاه زنجبیل به طور معمول به عنوان ادویه غذاهای پخته شده یا پاستای زنجبیل تازه، پودر خشک‌شده، به عنوان نگهدارنده در شربت‌ها و یا طعم‌دهنده چای‌و افزودنی با ایجاد طعم تند و تیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. طعم تند زنجبیل به واسطه ترکیبات مهمی مانند اسانس‌های روغنی فرار و اولئورزین‌های غیرفرار است (۴۱). اثرات موضعی زنجبیل روز معده و روده به اثبات رسیده است (۲۳). درفارماکوپه[3]انگلستان،تایلند و چین، از زنجبیل به عنوان گیاه مؤثر دردرمان تهوع و استفراغ بارداری یاد می‌شود (۲۶)، ضمن‌این‌که‌درفارماکوپه‌ایران نیز وارد شده است (۳۳). عصاره زنجبیل علاوه بر خواص مذکور، موجب افزایش شیره‌های گوارشی شده و در هضم سریع مواد غذایی به‌ویژه چربی‌ها مؤثر است (۳۸). در مورد اثرات عصاره‌های چای و زنجبیل در فرمولاسیون‌موادغذایی‌به‌ویژه‌فرآورده های غلات نیز تحقیقاتی ارائه شده است.

1-Food and Drug Administration
2- World Health Organization
3- Pharmacopoeia

پراکاشماران وهمکاران (۲۰۱۳)[1]طی ارزیابی تأثیر گل‌میخک، آویشن، جوز هندی، فلفل شیرین، وانیل و مخلوط چند ادویه بر روی ویژگی‌های شیمیایی و حسی در کیک غنی شده با مخلوط چاودار و گندم سیاه، اعلام کردند که کیک‌های غنی شده با گل میخک و فلفل‌شیرین بیشترین مقادیر فنولی و تقریباً سه برابر، مقدار لیزین بیشتری را نشان دادند. بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های کیک حاوی میخک و مخلوط ادویه مشاهده شد (۴۰). بشکووا و همکاران (۱۹۹۸)[2] در بررسی تأثیر عصاره چای سبز در سطوح ۰/۰۲، ۰/۲ و ۱ درصد و بوتیل هیدروکسی آنیزول (BHA) در سطح ۰/۰۲ درصد بر روی کیفیت کیک اسفنجی طی ۲۸ روز نگهداری، گزارش کردند که افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به ترکیبات حاوی چربی، سرعت واکنش‌های اکسیداتیو را به شکل معنی‌داری کاهش داد. در نهایت، استفاده از عصاره چای‌سبز برای کاهش سرعت فرآیند اکسیداسیون‌چربی در کیک اسفنجی مناسب ارزیابی شد (۱۴). با توجه به اثرات به اثبات رسیده انواع چای و زنجبیل به عنوان گیاهان دارویی دارای خواص سلامتی‌بخش و از طرفی، ارتقاء کیفیت وارزش غذایی کیک، در پژوهش حاضر، تاثیر افزودن عصاره چای سبز، چای سفید و زنجبیل بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و شیمیایی کیک اسفنجی ارزیابی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- استخراج عصاره از چای سبز، چای سفید و زنجبیل

در این‌پژوهش، عصاره برگ چای سبز، سفید و ریزوم زنجبیل به روش خیساندن استخراج گردید. برای استخراج عصاره‌ها، از هرکدام از نمونه‌های گیاهی مورد بررسی، قسمت‌های مورد نیاز خشک شده، بعد از جدا کردن مواد زائد مورد استفاده قرار گرفت. این قسمت‌ها با آسیاب برقی به پودر تبدیل شد تا سطح تماس بیشتری با حلال اتانول ۷۰ درصد داشته باشد. بدین منظور، ۷۰ گرم از پودر نمونه گیاهی مورد نظر درون ظرف عصاره‌گیری ریخته شد. سپس به تدریج اتانول اضافه گردید. افزودن اتانول تا جایی ادامه یافت که تمام حجم گیاه داخل ظرف خیس‌شد و اتانول به صورت کامل وارد نمونه شد و مقداری از آن هم در روی سطح نمونه داخل ظرف باقی ماند. برای عصاره‌گیری کامل، بسته به نوع نمونه (چوبی، میوه، ساقه، ریشه علفی، برگ و گل) مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت زمان لازم بود. عصاره به دست آمده با کاغذ واتمن شماره ۱ صاف شد و با دستگاه تبخیرکننده گردان مدل RE300 (شرکت بوچی، سوئیس) در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، اتانول موجود در عصاره خارج گردید و تا رسیدن بریکس عصاره به ۷۰ فرآیند ادامه یافت. عصاره‌های حاصل تا زمان انجام آزمایشات در دمای یخچال نگهداری شدند (۳۷).

۲-۲- روش تهیه نمونه‌های کیک اسفنجی

در ابتدا تمام مواد پودری در مخزن مخصوص ریخته شده و پس از افزودن روغن نباتی، با دور آهسته و با سرعت متوسط هم‌زده شد تا خمیر با قوام مناسب به دست آید. سپس آب به آرامی به مخلوط خمیر اضافه شد. در ادامه، عصاره‌های مورد بررسی شامل عصاره چای سبز، سفید و زنجبیل بر اساس فرمولاسیون مربوطه به داخل ظرف منتقل و همزده شد. بعد از افزودن تخم‌مرغ، عمل همزدن به مدت ۲ تا ۳ دقیقه ادامه یافت. خمیر به منظور به دست آمدن مخلوطِ همگن با قوام مناسب به مدت ۳ دقیقه همزده شد. قالب‌ها به مدت ۴۰ دقیقه در آون با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در نهایت قالب‌ها از آون خارج شده و به مدت یک ساعت در دمای اتاق خنک شده و سپس در پوشش سلفون بسته‌بندی گردیدند (۳۴). نمونه‌های کیک پس از سرد شدن در سلوفان‌های نفوذناپذیر با درزبندی حرارتی بسته‌بندی شده و در محیط خشک، خنک و دور از نور خورشید تا انجام آزمایشات نگهداری شدند.

1-Prakashmaran et al
2-Beshkova et al

جدول ۱ ـ فرمولاسیون کلی تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر.

مواد اولیه	نمونه شاهد	تیمار عصاره چای سبز	تیمار عصاره چای سبز	تیمار عصاره چای سفید	تیمار عصاره چای سفید	تیمار عصاره زنجبیل	تیمار عصاره زنجبیل
آرد	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
روغن	۱۰	۹	۸	۹	۸	۹/۲۵	۹
شکر	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
نمک	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
بیکینگ‌پودر	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
امولسیفایر	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
تخم‌مرغ	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹	۱۰/۹
آب	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
اینورت	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
وانیل	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
عصاره چای سبز	۰	۱	۲	۰	۰	۰	۰
عصاره چای سفید	۰	۰	۰	۱	۲	۰	۰
عصاره زنجبیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۵	۱
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

۲-۳- آزمایشات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های کیک اسفنجی

۲-۳-۱- تعیین میزان رطوبت

جهت انجام این آزمون از روش استاندارد AACC به شماره ۱۱ـ۴۴استفاده‌شد.بدین‌منظور، ابتداظرف‌آلومینیومی مخصوص انجام آزمایش رطوبت، برای رسیدن به وزن ثابت به مدت یک‌ساعت درآون با دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس جهت سرد شدن در دیسکاتور نگهداری گردید. پس از توزین ظرف، ۵ گرم نمونه کیک در ظرف با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم، وزن گردید و به مدت ۶ـ۵ ساعت در آون با دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد (۱۰). پس از سرد شدن در دیسکاتور، عمل توزین انجام شد و در نهایت میزان رطوبت بر اساس رابطهٔ۱محاسبه گردید:

رابطه(۱) $\text{میزان رطوبت (درصد)} = W_2\text{-}W_3 \div W_2\text{-}W_1 \times 100$

که W_1 = وزن ظرف ، W_2= وزن ظرف با نمونه قبل از خشک کردن و W_3 = وزن ظرف با نمونه پس از خشک کردن است.

۲-۳-۲- تعیین میزان چربی

برای‌استخراج‌وجدا کردن چربی مواد غذائی از روش سوکسله استفاده‌شدکه در این روش از حلال‌های آلی استفاده می‌گردد. دستگاه سوکسله طوری ساخته شده است که ماده اولیه در مجاورت حلال قرار می‌گیرد و پس از مدت معینی کلیه چربی ماده در حلال حل شده و این چربی جدا و توزین می‌گردد. حلالی‌که‌بدین منظور استفاده شد، پترولیوم اتر با نقطه‌جوش ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد یا n-هگزان است. بسته به درصد چربی نمونه، مقداری از نمونه کاملاً آسیاب شده و حداقل ۱۰۰ گرم از آن داخل یک ارلن سر سنبادهای ریخته شد و به آن حلال n - هگزان اضافه گردید تا تقریباً ۲-۱ سانتی‌متر بالاتر از سطح

نمونه قرار گرفت. سپس بر روی تکان‌دهنده به مدت حداقل یک ساعت قرار گرفت. در ادامه، با استفاده از کاغذ صافی، آن را داخل بِشِر که قبلاً به وزن ثابت رسیده بود، ریخته شده و در زیر هود و یا آون با درجه حرارت ۶۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا کاملاً تبخیر گردید. هر ۳۰ دقیقه، بِشر یا بالن حاوی چربی وزن شد و هرگاه اختلاف بین دو توزین ناچیز بود، عدد نهایی ثبت گردید. در نهایت، از رابطه ۲ میزان چربی محاسبه گردید (۴).

رابطه(۲)

$$\text{میزان چربی (درصد)} = m2 - m1 \div m0 \times 100$$

که $m0$ = جرم نمونه (گرم) ، m_1= جرم بالن (گرم) و m_2= جرم بالن و مواد باقیمانده در آن (گرم) است.

۲-۳-۳- تعیین عدد پراکسید

میزان ۱۰۰ گرم نمونه که چربی استخراجی آن حدود ۱۳ گرم باشد، خرد شد و مقداری حلال به آن اضافه گردید، به طوری که کاملاً روی آن بپوشانده شد. در ادامه، مخلوط شد و مدتی به حال سکون باقی ماند تا بخش حلال شفاف شد. طبقه حلال شفاف توسط کاغذ صافی صاف گردید. سپس حلال توسط دستگاه روتاری یا بن‌ماری ۷۰ درجه سلسیوس جدا شد. روغن باقی مانده جهت آزمون پراکسید مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار ۵-۴ گرم از چربی استخراج شده در یک ارلن‌مایر در سمباده‌ای ۲۵۰ میلی‌لیتری توزین شده و ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط اسیداستیک وکلروفرم به آن اضافه‌گردید. سپس ۰/۵ میلی لیتر محلول اشباع یدور پتاسیم به آن اضافه شد و به مدت یک دقیقه در شرایط فاقد نور گذاشته شد. در ادامه، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و چند قطره محلول نشاسته و بعد، محلول با هیپوسولفیت سدیم و یا تیوسولفات سدیم۰/۰۱ نرمال تا از بین رفتن رنگ آبی تیتر شد. عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی والان اکسیژن در کیلوگرم روغن استخراجی بر اساس رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه(۳)

$$P = N.V.1000 \div W$$

که‌دراین‌رابطه، V = مقدار هیپوسولفیت سدیم و یا تیوسولفات سدیم‌مصرفی‌برحسب‌میلی‌لیتر،N= نرمالیته محلول هیپوسولفیت سدیم و یا تیوسولفات سدیم، W = وزن چربی بر حسب‌گرم وP=عددپراکسیدبرحسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن استخراجی است (۴).

۲-۳-٤- تعیین میزان اسیدیته

مقدار۳-۲/۵گرم از روغن استخراجی در یک ارلن‌مایر۲۵۰ میلی‌لیتری وزن شده و مقدار ۳۰ میلی‌لیتر الکل گرم خنثی شده و۲میلی‌لیترمعرف‌فنل‌فتالئین‌به‌آن‌افزوده و با محلول هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال تا پیدایش رنگ صورتی کم‌رنگ و ثابت به مدت۳۰ ثانیه تیترگردید(۴). اسید چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک در ۱۰۰ گرم نمونه بر اساس رابطه ۴ محاسبه گردید که در این رابطه، V = حجم سود مصرفی (میلی‌لیتر)، N = نرمالیته محلول سود مصرفی، W = وزن نمونه (گرم) و Q = اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک است.

رابطه(۴) $$Q = ۲۸/۲ \cdot N.V \div W$$

۲-۳-۵- تعیین میزان فنل کل

مقدارکل‌ترکیبات فنولی موجود درعصاره‌ها از طریق رنگ سنجی به روش فولین ـ سیوکالتو اندازه‌گیری شد (۳۲). بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها و مخلوط شدن با مُعرف، مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر دو پرتویی ماوراء بنفش مرئی در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. برای تعیین محتوی فنول کل بر حسب میلی‌گرم در گرم نمونه از منحنی استاندارد اسید گالیک استفاده شد که در آن،Y میزان جذب و X مقدار ترکیبات فنولی است (۲).

۲-۳-٦- تعیین میزان pH

جهت انجام این آزمون از روش استاندارد ملی ایران، به شماره ۳۷ استفاده شد. بدین منظور، مقدار ۱۰گرم نمونه وزن شده، داخل‌ارلن ریخته شد و به کمک‌آب‌مقطر به حجم۱۰۰سی سی

رسید. پس از کالیبره کردن pH متر با محلول‌های بافر ۴ و ۷، میزان pH نمونه‌های کیک اندازه‌گیری شد (۱).

۲-۳-۷- تعیین میزان پروتئین

جهت انجام این آزمون از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳ استفاده شد. ابتدا مقدار۱گرم نمونه توزین‌شد و به همراه یک‌عددقرص کاتالیزور و ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، در داخل بالن هضم ریخته شد و روی هیتر تا هضم‌کامل نمونه (سبز شدن محتویات بالن) اعمال حرارت انجام شد. سپس بالن به دستگاه تقطیر متصل گردید. در ادامه، میزان۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده شد و از بالای قیف حدود ۱۰۰۰ میلی‌لیترهیدروکسیدسدیم۵۰درصدبه‌آن‌اضافه‌گردید تا محلول قلیایی گردد. مقدار۵۰ سی‌سی اسید بوریک ۲ درصد و چند قطره مُعرف درون یک ارلن ریخته شد. لوله خروجی تقطیر درون اسید بوریک قرار گرفت. عمل تقطیر تا جمع شدن حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول تقطیر شده ادامه یافت و سپس محلول حاصل با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیترسنجی گردید (۷) و میزان ازت از طریق رابطه ۵ محاسبه گردید. رابطه(۵)

وزن نمونه ÷ A × ۰/۱۴ = میزان ازت (درصد)

در این‌رابطه،A= مقدار اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال مصرفی است. برای تعیین میزان پروتئین، از رابطه ۳-۵ استفاده گردید. رابطه(۶)

درصد ازت × ۶/۲۵ = میزان پروتئین (درصد)

در بخش اول این پژوهش، روش سطح پاسخ با طرح مرکب مرکزی(CCD) با هدف طراحی آزمایشات جهت بررسی تأثیرپارامتر (متغیر) های مستقل شامل سطوح عصاره چای سبز، عصاره چای‌سفید و عصاره زنجبیل به کارگرفته شد. طرح مرکب مرکزی برای بهینه‌سازی متغیرهای فرآیند در سه سطح صفر، ۱- و ۱+ با ۹ جزء از جمله ۶ تکرار در نقطه مرکزی برای تخمین خطای آزمایش انتخاب گردید.

۲-٤- تجزیه و تحلیل آماری

به جهت‌ترسیم‌جداول و نمودارها در این مرحله از نرم‌افزار مایکروسافت آفیس (۲۰۱۰) و جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و رسم نمودارهای مربوط به بهینه‌سازی از نرم افزار مینی تَب نسخه۱۶استفاده شد. داده‌های‌نمایش‌داده شده به شکل میانگین ± انحراف از استاندارد با ۳ تکرار می‌باشند. سطوح متغیرهای مستقل به صورت حقیقی و کُد شده در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول۲- مقادیر متغیرهای مستقل پژوهش حاضر و سطوح مربوط به آن.

متغیر مستقل (درصد حجمی/ حجمی)	علامت اختصاری	۱-	۰	۱+
عصاره چای سبز	A	۰	۱	۲
عصاره چای سفید	B	۰	۱	۲
عصاره زنجبیل	C	۰	۰/۷۵	۱/۵

تطبیق داده‌ها و آنالیز (تجزیه) واریانس(ANOVA) آن‌ها نشان داد که مدل درجه دوم مناسب‌ترین مدل است. مدل‌های آماری که مقادیر چربی، رطوبت، پروتئین، اسیدیته، pH، عدد پراکسید، فنل کل را به عنوان تابعی از متغیرهای وابسته در محدوده مورد مطالعه ارائه می‌دهد، به صورت معادله‌های موجود درجدول ۲ است‌که درآن، A غلظت‌عصاره چای سبز (درصد حجمی- حجمی) وB غلظت‌عصاره‌چای‌سفید (درصد حجمی- حجمی) و C غلظت عصاره زنجبیل (درصد حجمی- حجمی) است. دقت مدل با دو عامل ضریب تبیین (تعیین)

(R^2)[1] و ضریب تبیین اصلاح شده [2]در جداول آنالیز واریانس گزارش شده‌اند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی مقادیر چربی نمونه‌های کیک

اثرعصاره چای سبز، عصاره چای سفید، مجذور عصاره چای سبز و مجذور عصاره چای سفید بر مقادیر چربی تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش، معنی‌دار بود، در مقابل، اثر سایر پارامترها به عنوان سایر منابع تغییرات بر میزان چربی تیمارها غیرمعنی‌دار($p>0/05$) ارزیابی‌شد. بالاترین میزان معنی داری مربوط‌به‌عصاره‌چای‌سبزبود، ضمن این‌که مدل‌مربوطه توانست معنی‌داری را برای پارامتر چربی نشان دهد (جدول۳). مدل ارائه شده در روش سطح پاسخ برای چربی تیمارهای مورد بررسی به صورت رابطه ۷ است که پاسخ پیش‌بینی شده برای پارامتر چربی (Y) را نشان می‌دهد. مطابق جدول۴ ، همبستگی بین مقادیر پیش‌بینی‌شده و داده‌های واقعی می‌تواند به منظور ارزیابی تناسب مدل سطح پاسخ استفاده گردد (۳۹). بنابراین، مدل می‌تواند به جهت پیش بینی مقادیر چربی تیمارهای مورد بررسی استفاده گردد.

جدول۳- نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای پارامتر چربی تیمارهای مورد بررسی.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۰/۰۶۰۳	۹	۰/۰۰۶۷	٦/۹۹	۰/۰۰۵۸	معنی‌دار
عصاره چای سبز	۰/۰۲۷۱	۱	۰/۰۲۷۱	۲۸/۲٦	۰/۰۰۰۷	
عصاره چای سفید	۰/۰۱۰۲	۱	۰/۰۱۰۲	۱۰/٦٤	۰/۰۱۱۵	
عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰٦۷۹	۰/۸۰۱۰	
عصاره چای سبز در چای سفید	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۲۵	۰/۷٦۸۷	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۰/۰۰۱۹	۱	۰/۰۰۱۹	۱/۹۷	۰/۱۹۷۸	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۰/۰۰۲۱	۱	۰/۰۰۲۱	۲/۲۲	۰/۱۷٤٦	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰٦۹	۱	۰/۰۰٦۹	۷/۲۲	۰/۰۲۷٦	
مجذور عصاره چای سفید	۰/۰۱۱۳	۱	۰/۰۱۱۳	۱۱/۸٤	۰/۰۰۸۸	
مجذور عصاره زنجبیل	۰/۰۰۱۵	۱	۰/۰۰۱۵	۱/۵۹	۰/۲٤۲۷	
باقیمانده	۰/۰۰۷۷	۸	۰/۰۰۱۰			
عدم برازش	۰/۰۰٦۳	٤	۰/۰۰۱٦	٤/۸۰	۰/۰۷۸۸	عدم معنی‌داری
خطای خالص	۰/۰۰۱۳	٤	۰/۰۰۰۳			
همبستگی کل	۰/۰٦۷۹	۱۷				

1- Coefficient Of Determination: Squared R
2- Adjusted Determination Coefficient: Adjusted R2

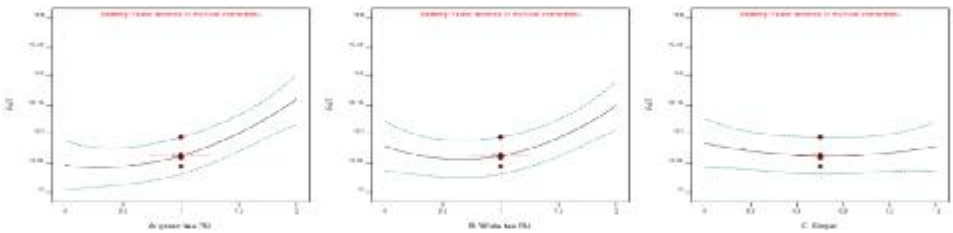
توجه به ضریب تبیین، مدل پیشنهادی با نتایج به دست آمده مطابقت دارد. به طورکلی، می‌توان اعتبار مدل را توسط عدم تطبیق‌ارزیابی کرد که‌میزان مناسب‌بودن مدل را بررسی می کند. رابطه(۷)

$$Y = 10/06+0/056A+0/034B+0/04A^2+0/051B^2-0/011AB$$

مقدار ضریب تبیین مورد بررسی (R-Sq = 88%) و ضریب تبیین اصلاح شده آن (R-Sq (adj) = 76%) به دست آمد که نشان‌دهنده برازش مناسب مدل به داده‌های آزمایشی است (جدول۴). مطابق شکل ۱، غلظت‌های بهینه ۱ درصد، ۱ درصد و ۰/۸ درصد به ترتیب برای عصاره چای‌سبز، چای سفید و زنجبیل به عنوان سطوح مؤثر و معنی‌دار بر چربی تیمارها تعیین گردید. با افزایش سطوح عصاره‌ها، میزان چربی تیمارها هم افزایش‌یافت و در این بین، بیشترین‌تأثیر مربوط به عصاره چای سبز بود. این شکل برازش مناسب داده‌های تجربی با داده‌های پیشگویی را نشان می‌دهد (شکل۱). درتضاد بااین‌نتایج، کانگ وهمکاران[1] (۲۰۰۶) طی‌پژوهشی‌اعلام‌کردندکه افزودن عصاره پوست مرکبات تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی‌کیک روغنی ندارد (۲۷).

جدول٤- نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای چربی.

انحراف استاندارد	۰/۰۳۰۹	ضریب تبیین (R^2)	۸۸/۷۲
میانگین	۱۰/۱۲	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۷٦/۰٤
انحراف معیار (درصد)	۰/۳۰۵۹	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	٦۲/۰۰
		دقت	۸/٦٤۰۵



شکل۱- شرایط بهینه برای تعیین میزان چربی تیمارهای مورد بررسی

۳-۲- بررسی مقادیر رطوبت نمونه‌های کیک

مطابق‌جدول۵،منابع‌تغییرات‌اثرمعنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد برروی میزان رطوبت غیرمعنی‌دار است (p>0/05)(جدول۵). مدل ارائه‌شده در روش‌سطح پاسخ برای رطوبت تیمارهای مورد بررسی به صورت رابطه ۸ است.

$$Y=۹/۰۰+0/0۳6A+0/0۱۲B+0/0۲A^2+0/0۳۲B^2$$

بر اساس جدول ۶، مقدار ضریب تبیین مورد بررسی (R-Sq=73/17%) و ضریب تبیین اصلاح شده آن (R-Sq =61/74%(adj)) به دست آمدکه نشان دهنده برازش ضعیف مدل به داده‌های‌آزمایشی است (جدول۶).

1- Kang et al., 2006

جدول۵- نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای پارامتر رطوبت تیمارهای مورد بررسی.

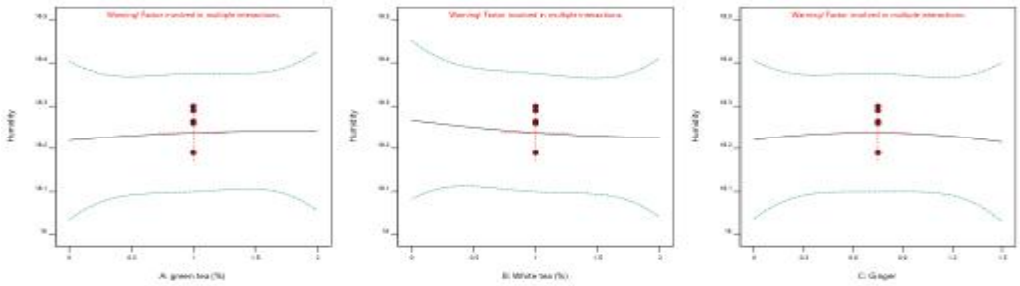
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۰/۰۳۱۷	۹	۰/۰۰۳۵	۰/۱۹۴۳	۰/۹۸۷۸	عدم معنی‌داری
عصاره چای سبز	۰/۰۰۱۰	۱	۰/۰۰۱۰	۰/۰۵۷۱	۰/۸۱۷۲	
عصاره چای سفید	۰/۰۰۳۷	۱	۰/۰۰۳۷	۰/۲۰۱۷	۰/۶۶۵۳	
عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۴	۰/۹۵۵۳	
عصاره چای سبز در چای سفید	۰/۰۲۲۵	۱	۰/۰۲۲۵	۱/۲۴	۰/۲۹۷۹	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۴	۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲۲۹	۰/۸۸۳۵	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۰/۰۰۰۶	۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۳۳۳	۰/۸۵۹۸	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰۰۲	۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۱۷	۰/۹۱۶۵	
مجذور عصاره چای سفید	۰/۰۰۰۴	۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲۰۲	۰/۸۹۰۴	
مجذور عصاره زنجبیل	۰/۰۰۱۶	۱	۰/۰۰۱۶	۰/۰۹۰۵	۰/۷۷۱۲	
باقیمانده	۰/۱۴۵۱	۸	۰/۰۱۸۱			
عدم برازش	۰/۱۳۷۷	۴	۰/۰۳۴۴	۱۸/۵۵	۰/۰۰۷۶	معنی‌دار
خطای خالص	۰/۰۰۷۴	۴	۰/۰۰۱۹			
همبستگی کل	۰/۱۷۶۸	۱۷				

جدول٦ـ نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای رطوبت.

انحراف استاندارد	۰/۱۳٤۷	ضریب تبیین (R^2)	۷۳/۱۷۹٤
میانگین	۱/۲۳	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۷۰/۱۲۰۲
انحراف معیار (درصد)	۰/۷۳۸۹	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	٦۱/۷٤۳۸
		دقت	۱/۸۲۷۰

مطابق‌شکل۲، عصاره‌چای‌سفید تأثیر معنی‌دار بیشتری بر مقادیر رطوبت تیمارهای مورد ارزیابی دارد، اما در هر حال، این شکل، نشاندهنده برازش ضعیف داده‌های تجربی با پیشگویی شده می‌باشد. با افزایش غلظت عصاره‌ها، میزان رطوبت به تدریج کاهش یافت(شکل۲). علت کاهش رطوبت با افزایش سطح عصاره‌ها را می‌توان به عدم حضور گروه‌های آبدوست یا کاهش تعداد این گروه‌ها در عصاره‌های گیاهی و در نتیجه، عدم تشکیل پیوندهای آبدوست دانست. این نتایج‌با پژوهشهای احمدی‌گاولیقی و همکاران (۱۳۸۹) (۱) و اِل ـ شارنوبی و همکاران (۲۰۱۲)[1](۱۸) و آجیلا و همکاران (۲۰۰۸)[2](۱۱) همخوانی دارد. در مقابل،کیهانی و همکاران (۱۳۸۹)(۹) و انتظاری و همکاران (۱۳۹۶) (۲) گزارش کردند که با افزایش سطح عصاره چوبک به ترتیب در نمونه‌های‌کیک روغنی و دونات، میزان رطوبت افزایش می‌یابد.

1- El-Sharnouby et al
2- Ajila et al



شکل۲- شرایط بهینه برای تعیین میزان رطوبت تیمارهای مورد بررسی

۳-۳- بررسی مقادیر اسیدیته نمونه‌های کیک

مطابق جدول۷ عصاره چای سبز و عصاره چای سفید با توجه به مقادیر F و P (P<0/05) تأثیر معنی‌دارتری را در مقایسه با عصاره زنجبیل و اثرات متقابل‌سه عصاره چای سبز، چای سفید و زنجبیل بر روی تغییرات اسیدیته داشت (جدول۷).

مدل ارائه شده در روش‌سطح پاسخ‌برای‌مقادیر اسیدیته تیمارها به صورت رابطه ۹ می‌باشد.

$$Y = 0/203+0/020A+0/0194B$$

آنچه از جدول ۸ برداشت می‌شود، عدم توانایی کامل مدل در پیش‌بینی‌داده‌ها با نتایج آزمایشات در پارامتر اسیدیته است (جدول۸).

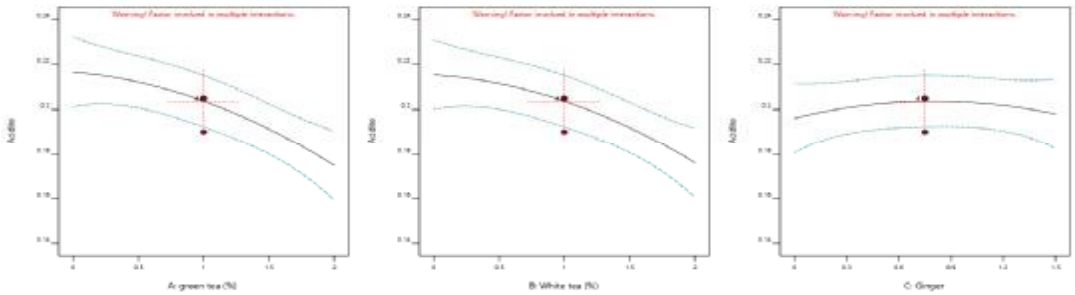
جدول۷ ـ نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای پارامتر اسیدیته تیمارهای مورد بررسی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۰/۰۰۷۹	۹	۰/۰۰۰۹	٦/۹٦	۰/۰۰۵۹	معنی‌دار
عصاره چای سبز	۰/۰۰۳۷	۱	۰/۰۰۳۷	۲۹/۱٦	۰/۰۰۰٦	
عصاره چای سفید	۰/۰۰۳۳	۱	۰/۰۰۳۳	۲۵/۷۸	۰/۰۰۱۰	
عصاره زنجبیل	۷/۵۵٦۰٦	۱	۷/۵۵٦۰٦	۰/۰۵۹۵	۰/۸۱۳٤	
عصاره چای سبز در چای سفید	۱/٦۵٦۰٦	۱	۱/٦۵٦۰٦	۰/۰۱۳۱	۰/۹۱۱۹	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۳٤۷۹	۰/۵۷۱٦	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۱/۱۲	۰/۳۲۰٤	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰۰۳	۱	۰/۰۰۰۳	۲/۱٦	۰/۱۷۹۹	
مجذور عصاره چای سفید	۰/۰۰۰۳	۱	۰/۰۰۰۳	۲/۱٦	۰/۱۷۹۹	
مجذور عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۲	۱	۰/۰۰۰۲	۱/۵٤	۰/۲۵۰٤	
باقیمانده	۰/۰۰۰۱	۸	۰/۰۰۰۱			
عدم برازش	۰/۰۰۰۸	٤	۰/۰۰۰۲	٤/٦٤	۰/۰۸۳۲	عدم معنی‌داری
خطای خالص	۰/۰۰۰۲	٤	۰/۰۰۰۰			
همبستگی کل	۰/۰۰۹۰	۱۷				

جدول۸ ـ نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای اسیدیته.

انحراف استاندارد	۰/۰۱۱۳	ضریب تبیین (R^2)	۸۸/۶۷
میانگین	۰/۱۹۴۲	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۷۵/۹۳
انحراف معیار (درصد)	۵/۸۰	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	۶۸/۳۲
		دقت	۹/۶۷۲۶

شکل۳ شرایط بهینه برای تعیین میزان اسیدیته تیمارهای مورد بررسی را نشان می‌دهد که مطابق آن، با افزایش غلظت عصاره چای‌سبز و عصاره چای سفید، میزان اسیدیته تیمارها کاهش معنی‌داری را نشان داد، در حالی که در مورد عصاره زنجبیل، شدت و شیب این کاهش کمتر بود. عصاره چای سبز تأثیر معنی‌دار بیشتری بر مقادیراسیدیته تیمارهای موردارزیابی دارد، اما در هر حال، این شکل، نشاندهنده برازش ضعیف داده‌های تجربی با پیش‌بینی شده است (شکل۳). برخی از محققین نظیر آکالین‌وهمکاران(۲۰۰۹)[1] به نتایج مشابهی در افزایش اسیدیته در نمونه‌های حاوی *اسپیرولینا پلاتنسیس* دست یافتند(۱۲). افزایش‌میزان اسیدیته می‌تواند به دلیل غنی بودن عصاره‌ها از ترکیبات با ماهیت اسیدی باشد (۲۵). عدم کاهش‌معنی‌دارpH را می‌توان به‌ظرفیت بافری‌عصاره *اسپیرولینا پلاتنسیس*، افزایش ماده جامد و خاصیت‌آمفوتری پروتئین‌ها نسبت داد(۱۴). اما درمقابل، برخی‌از محققین به نتایجی متضاد دست یافتند. عطای صالحی و سرداریان(۱۳۹۵) گزارش کردندکه با افزایش سطح عصاره متانولی کدو تنبل در فرمولاسیون کیک روغنی از ۲ تا ۶ درصد، میزان اسیدیته به طور معنی‌داری بیشتر بود (۷).



شکل۳- شرایط بهینه برای تعیین میزان اسیدیته تیمارهای مورد بررسی.

۳-٤- بررسی مقادیر pH نمونه‌های کیک

بر اساس‌جدول۹، بین منابع تغییرات، اثر عصاره چای سبز و عصاره چای سفید اثر معنی‌داری بر پارامتر pH داشتند که از مقادیر عددF وعددP مشخص است (جدول۹). مدل ارائه شده درروش‌سطح‌پاسخ برایpH تیمارهای مورد بررسی به صورت رابطه۱۰ است.

$$Y = 6/96+0/028A+0/017B$$

مطابق جدول ۱۰ ضرایب تبیین و تبیین اصلاح شده به ترتیب مطلوب و ضعیف است و از طرفی، ضریب تبیین پیش بینی شده پائین، نشاندهنده عدم برازش داده‌های تجربی و داده‌های پیش بینی شده است (جدول۱۰).

جدول۹- نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای پارامتر pH تیمارهای مورد بررسی.

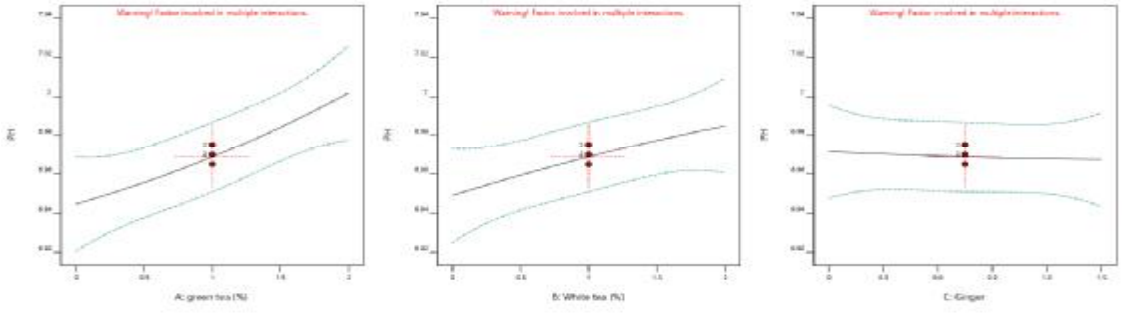
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۰/۰۱۰۶	۹	۰/۰۰۱۲	۳/۷۹	۰/۰۳۷۰	معنی‌دار
عصاره چای سبز	۰/۰۰۶۹	۱	۰/۰۰۶۹	۲۲/۲۵	۰/۰۰۱۵	
عصاره چای سفید	۰/۰۰۲۷	۱	۰/۰۰۲۷	۸/۷۸	۰/۰۱۸۱	
عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۱۱۴۱	۰/۷۴۴۲	
عصاره چای سبز در چای سفید	۰/۰۰۰۹	۱	۰/۰۰۰۹	۲/۸۷	۰/۱۲۹۰	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۴۱۸	۰/۶۳۶۱	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۱۱۶۷	۰/۷۴۱۵	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۶۹۵	۰/۶۱۷۷	
مجذور عصاره چای سفید	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۴۷۳	۰/۸۳۳۳	
مجذور عصاره زنجبیل	۱/۸۴۷۰۶	۱	۱/۸۴۷۰۶	۰/۰۰۶۰	۰/۹۴۰۴	
باقیمانده	۰/۰۰۲۵	۸	۰/۰۰۰۳			
عدم برازش	۰/۰۰۲۴	۴	۰/۰۰۰۶	۳۴/۴۴	۰/۰۰۲۳	معنی‌دار
خطای خالص	۰/۰۰۰۱	۴	۰/۰۰۰۰			
همبستگی کل	۰/۰۱۳۱	۱۷				

جدول۱۰- نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای pH

انحراف استاندارد	۰/۰۱۷۶	ضریب تبیین (R^2)	۸۱/۰۱
میانگین	۶/۹۷	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۷۹/۶۴
انحراف معیار (درصد)	۰/۲۵۲۷	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	۷۲/۵۳
		دقت	۷/۰۹۰۳

شکل۴ شرایط‌بهینه‌برای‌تعیین‌میزان pH تیمارهای مورد بررسی را نشان می‌دهد که براساس آن، با افزایش غلظت عصاره چای سبز، میزان pH افزایش یافت. این روند در مورد چای سفید، با روند کندتری، افزایشی و در مورد عصاره زنجبیل، کاهشی بود (شکل۴). pH یکی ازمهمترین فاکتورها طی تخمیر، تولید ونگهداری‌مواد غذایی است (۴۰). این نتیجه می‌تواند به واسطه خاصیت بافریِ نسبی عصاره‌ها و تفاوت در ظرفیت بافری باشد که در گزارشات برخی از محققین نظیر کایر و همکاران (۲۰۰۰)[1] ارائه گردیده است (۱۵). در مقابل، تحقیقات چانتارو و همکاران (۲۰۰۸)[2] در تضاد با نتیجه این پژوهش است (۱۶). غالباً pH نمونه‌های کیک حاوی عصاره‌گیاهان دارویی به ویژه انواع حاوی فنولیک‌ها، کمتر از نمونه‌های فاقد عصاره است. به‌عبارت‌دیگر، عصاره‌های‌گیاهی به‌دلیل وجود ترکیبات اسیدی، دارای مقادیر پائین pH می‌باشند. اگرچه تغییرات pH در موادغذایی در تمام موارد تحت تأثیر عصاره افزوده شده قرار نمی‌گیرد (۲۹). در این راستا، عطای صالحی و سرداریان (۱۳۹۵) گزارش کردند که با سطوح ۲، ۴ و ۶ درصد عصاره متانولی کدو تنبل در فرمولاسیون کیک روغنی میزان pH تغییر معنی‌داری را نشان نداد (۷).

1- Cair et al
2- Chantaro et al



شکل٤- شرایط بهینه برای تعیین میزان pH تیمارهای مورد بررسی

۳-۵- بررسی مقادیر پروتئین نمونه‌های کیک

بر اساس‌جدول۱۱، عصاره‌های چای سبز و سفید و مجذور آن‌ها همراه با مجذورعصاره زنجبیل دارای اثر معنی‌دار بر تغییرات میزان پروتئین داشتند که در این میان، اثر عصاره‌های چای سبز و سفید، معنی‌داری بیشتری را نشان داد (جدول۱۱). مدل ارائه شده در روش سطح پاسخ برای میزان پروتئین تیمارهای مورد بررسی به صورت رابطه ۱۱ است.

$$Y = 6/9+0/04A+0/03B+0/03A^2+0/02B^2+0/019C^2$$

مطابق جدول ۱۲ که نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای پروتئین را نشان می‌دهد، ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح‌شده دارای مقادیر بالایی بود، اگر چه برازش بین داده‌های تجربی و آزمایشگاهی به این اندازه بالا نبود (جدول۱۲).

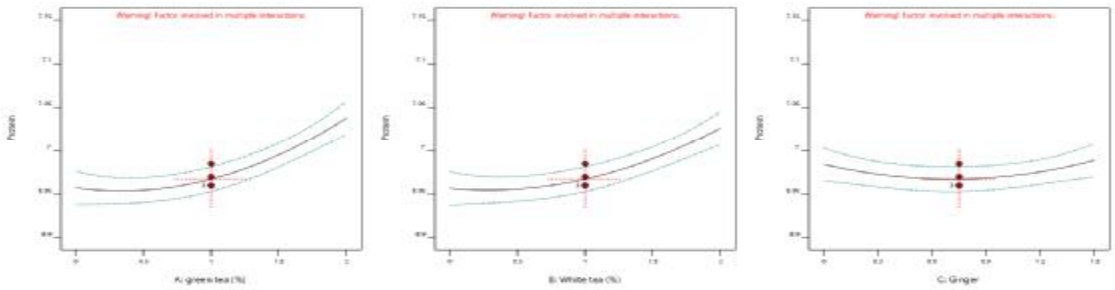
جدول۱۱ـ نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای پارامتر پروتئین تیمارهای مورد بررسی.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۰/۰۳۳۰	۹	۰/۰۰۳۷	۱۹/۱۳	۰/۰۰۰۲	معنی‌دار
عصاره چای سبز	۰/۰۱۳۸	۱	۰/۰۱۳۸	۷۱/۸۸	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره چای سفید	۰/۰۱۰۲	۱	۰/۰۱۰۲	۵۳/۲۵	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۲۲۳٦	۰/٦٤۹۰	
عصاره چای سبز در چای سفید	۲/۵٤۳۰٦	۱	۲/۵٤۳۰٦	۰/۰۱۳۳	۰/۹۱۱۱	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۰/۰۰۰۹	۱	۰/۰۰۰۹	٤/۷٤	۰/۰٦۱۲	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۱/۱۰۱۰٦	۱	۱/۱۰۱۰٦	۰/۰۰۵۷	۰/۹٤۱٤	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰٤۰	۱	۰/۰۰٤۰	۲۰/۹٦	۰/۰۰۱۸	
مجذور عصاره چای سفید	۰/۰۰۲۵	۱	۰/۰۰۲۵	۱۳/۲٦	۰/۰۰٦٦	
مجذور عصاره زنجبیل	۰/۰۰۱٦	۱	۰/۰۰۱٦	۸/۳٦	۰/۰۲۰۱	
باقیمانده	۰/۰۰۱۵	۸	۰/۰۰۰۲			
عدم برازش	۰/۰۰۱۱	٤	۰/۰۰۰۳	۲/۱۹	۰/۲۳۲۸	عدم معنی‌داری
خطای خالص	۰/۰۰۰۵	٤	۰/۰۰۰۱			
همبستگی کل	۰/۰۳٤۵	۱۷				

جدول۱۲ـ نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای پروتئین.

انحراف استاندارد	۰/۰۱۳۸	ضریب تبیین (R^2)	۵۶/۹۵
میانگین	۷/۰۰	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۵۶/۹۰
انحراف معیار (درصد)	۰/۱۹۷۷	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	۸۹/۵۹
		دقت	۱۴/۵۶۴۱

مطابق شکل۵، برازش بین داده‌های تجربی با آزمایشگاهی در مورد عصاره چای سبز و سفید بالاتر از عصاره زنجبیل بود و با افزایش‌غلظت این دو نوع عصاره از صفر تا ۲ درصد، میزان پروتئین افزایش یافت. این روند در مورد عصاره زنجبیل، کندتر ارزیابی شد (شکل۵). در این راستا، یوسف و موسی[1] (۲۰۱۲) گزارش کردند که عصاره و پودر پوست مرکباتی نظیر پرتقال، نارنگی و لیمو حاوی پروتئین بوده و موجب افزایش میزان پروتئین در بیسکوئیت می‌شود (۴۷).



شکل۵- شرایط بهینه برای تعیین میزان پروتئین تیمارهای مورد بررسی

۳-۶- بررسی عدد پراکسید نمونه‌های کیک

بر اساس‌جدول۱۳، نیمی از منابع تغییرات شامل عصاره‌های چای سبز و سفید، اثرات متقابل این دو و مجذور عصاره چای سبزبرتغییرات‌عددپراکسیدتأثیر معنی‌داری داشتند ($p<0/05$) که‌دراین بین، اثرعصاره‌چای سبز بر عدد پراکسید، معنی داری بیشتری را نشان داد.

جدول۱۳ـ نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای پارامتر عدد پراکسید تیمارهای مورد بررسی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۰/۳۵۷۰	۹	۰/۰۳۹۷	۴۰/۸۸	<۰/۰۰۰۱	معنی‌دار
عصاره چای سبز	۰/۱۱۲۸	۱	۰/۱۱۲۸	۱۱۶/۳۰	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره چای سفید	۰/۰۷۵۲	۱	۰/۰۷۵۲	۷۷/۴۷	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره زنجبیل	۰/۰۰۴۰	۱	۰/۰۰۴۰	۴/۱۵	۰/۰۷۶۰	
عصاره چای سبز در چای سفید	۰/۰۳۰۴	۱	۰/۰۳۰۴	۳۱/۳۱	۰/۰۰۰۵	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۳/۳۰۷۰۸	۱	۳/۳۰۷۰۸	۰/۰۰۰۰	۰/۹۹۵۵	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۰/۰۰۱۰	۱	۰/۰۰۱۰	۱/۰۳	۰/۳۴۰۹	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰۶۳	۱	۰/۰۰۶۳	۶/۵۰	۰/۰۳۴۲	
مجذور عصاره چای سفید	۰/۰۰۳۴	۱	۰/۰۰۳۴	۳/۵۵	۰/۰۹۶۳	
مجذور عصاره زنجبیل	۰/۰۰۲۳	۱	۰/۰۰۲۳	۲/۴۰	۰/۱۵۹۶	
باقیمانده	۰/۰۰۷۸	۸	۰/۰۰۱۰			
عدم برازش	۰/۰۰۷۵	۴	۰/۰۰۱۹	۳۰/۰۵	۰/۰۰۳۰	معنی‌دار
خطای خالص	۰/۰۰۰۲	۴	۰/۰۰۰۱			
همبستگی کل	۰/۳۶۴۷	۱۷				

به عبارت بهتر، مدل استفاده شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای پارامترهای مذکور، معنی‌دار ارزیابی شد ($P<0/05$). مقادیر عدد Fو Pبه خوبی نمایانگر این نتیجه است (جدول۱۴).

مدل ارائه شده درروش‌سطح پاسخ‌برای‌عدد پراکسید تیمارهای مورد بررسی به صورت رابطه ۱۲ است.

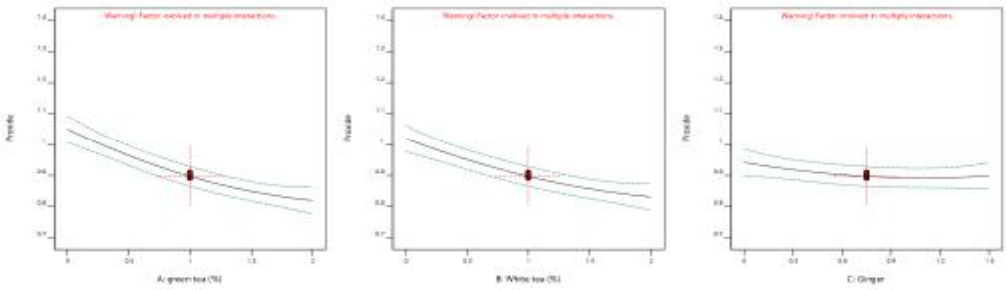
$$Y = 0/89-0/11A-0/09B+0/08AB+0/03A^2$$

جدول۱٤ـ نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای عدد پراکسید.

انحراف استاندارد	۰/۰۳۱۱	ضریب تبیین (R^2)	۹۷/۸۷
میانگین	۰/۹۵۹۷	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۹۵/٤۸
انحراف معیار (درصد)	۳/۲۵	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	۷۹/۳۵
		دقت	۲۱/۳۰۹۷

مطابق جدول ۱۴ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در مورد پارامترعدد پراکسید بالا بودکه نشاندهنده برازش مطلوب مدل به داده‌های آزمایشی است. بنابراین، مدل می‌تواند به جهت پیش‌بینی تغییرات عدد پراکسید در تیمارهای مورد بررسی به کار رود. با توجه به ضریب تبیین، مدل پیشنهادی با نتایج به دست آمده مطابقت دارد. به طور کلی، می‌توان اعتبار مدل را توسط عدم تطبیق ارزیابی کرد که میزان مناسب بودن مدل را بررسی می‌کند. مطابق شکل۶، برازش بین داده‌های تجربی با آزمایشگاهی در مورد عصاره چای سبز و سفید بالاتر از عصاره زنجبیل و چای‌سبز بیش از چای سفید بود. با افزایش غلظت هر سه عصاره چای‌سبز، چای‌سفید و زنجبیل، عدد پراکسید تیمارها کاهش یافت (شکل۶). این نتیجه با یافته‌های خاکی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر عصاره بابونه بر خواص‌کیفی‌کیک (۳۰) و داروغه و همکاران (۱۳۸۹) در

مطالعه اثر عصاره گشنیز و زیره سیاه در کیک (۳) همخوانی داشت. همچنین، پژوهش‌انتظاری‌وهمکاران (۱۳۹۶) نشاندهنده افزایش‌میزان فنول‌کل‌نمونه‌های دونات با افزایش سطح عصاره چوبک بود (۲). نتایج سینگ و همکاران (۲۰۱۰)[2] (۴۵) و ایزرِن و نوریهام (۲۰۱۱)[3] (۲۵) این نتایج را تأیید می‌کند. دلیل کاهش‌میزان‌عدد پراکسید نمونه‌های کیک اسفنجی با افزایش سطح عصاره‌های مورد ارزیابی، اساساً به دلیل غنی بودن این عصاره‌ها از ترکیبات فنولی با پتانسیل آنتی‌اکسیدانی است که به نوبه خود موجب مهار رادیکال‌های آزاد و ممانعت از اکسیداسیون چربی‌موجوددرفرمولاسیون کیک می‌گردند (۸).



شکل٦- شرایط بهینه برای تعیین میزان عدد پراکسید تیمارهای مورد بررسی

1- Tsing et al
2- Izzreen & Noriham

۳-۷- بررسی‌مقادیر فنل‌کل نمونه‌های کیک

ترکیبات فنولی‌متابولیت‌های‌ثانویه‌ای‌هستندکه به وسیله حضور یک حلقه آروماتیک حاوی گروه هیدروکسیل آزاد شناخته می‌شوند. این مولکول‌ها تقریباً در تمام بخش‌های‌گیاه وجود دارند و در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک مانند رشد سلولی، تشکیل ریشه، جوانه زنی دانه و رسیدن میوه نقش دارند. هم چنین‌یکی‌از مهم‌ترین خصوصیاتی که به این گروه از ترکیبات نسبت داده می‌شود، خاصیت آنتی‌اکسیدانی است که به آن‌ها امکان از دست دادن هیدروژن و به دام انداختن رادیکال‌آزاد رامی‌دهد (۱۷، ۱۹). عملکرد بسیاری از ترکیبات فنولی‌به‌عنوان‌ترکیبات‌آنتی‌اکسیدان‌قوی‌توسط محققین بسیاری از جمله Serrano و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده است (۴۲). در بعضی از مطالعات قبلی ارتباط خطی خوبی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول‌کل‌در بسیاری ازگیاهان گزارش شده است. ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات عمدتاً ناشی‌ازقدرت‌احیاءکنندگی‌وساختار شیمیایی‌است‌که آن‌ها را قادر به خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد، تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی و خاموش کردن[1] مولکول‌های اکسیژن یگانه[2] و سه‌گانه[3] می‌سازد (۲۰). اغلب بین محتوی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی این گونه‌ها رابطه‌ای مستقیم وجود دارد. بنابراین سنجش‌کمّی ترکیبات ذکر شده، راه خوبی برای برآورد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنها است. قابل ذکر است که آنتی‌اکسیدان‌ها ممکن است محلول در آب (قطبی)، محلول در چربی (غیرقطبی) و یا متصل به دیواره-های سلول باشند (۶، ۲۸). مطابق جدول ۱۵، غالب منابع تغییرات شامل تمامی عصاره‌های مورد استفاده و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان فنل کل در تیمارها معنی‌دار است که نشاندهنده معنی‌داری‌مدل‌درجه‌دوم‌درمورد فنل کل می‌باشد ($P<0/05$). بیشترین‌اثرمعنی‌دار مربوط به عصاره چای سبز بود (جدول۱۵).

جدول۱۵ـ نتایج آنالیز واریانس مدل درجه دوم در روش سطح پاسخ برای فنل کل تیمارهای مورد بررسی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P	معنی‌داری
مدل	۱۴۷۱۱/۴۲	۹	۱۶۳۴/۶۰	۲۶۱/۲۷	< ۰/۰۰۰۱	معنی‌دار
عصاره چای سبز	۴۳۷۹/۷۷	۱	۴۳۷۹/۷۷	۷۰۰/۰۶	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره چای سفید	۵۲۸۶/۷۵	۱	۵۲۸۶/۷۵	۸۴۵/۰۳	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره زنجبیل	۹۵۹/۵۵	۱	۹۵۹/۵۵	۱۵۳/۳۷	< ۰/۰۰۰۱	
عصاره چای سبز در چای سفید	۴۸/۳۱	۱	۴۸/۳۱	۷/۷۲	۰/۰۲۴۰	
عصاره چای سبز و عصاره زنجبیل	۵۸/۷۱	۱	۵۸/۷۱	۹/۳۸	۰/۰۱۵۵	
عصاره چای سفید و زنجبیل	۸۴/۴۱	۱	۸۴/۴۱	۱۳/۴۹	۰/۰۰۶۳	
مجذور عصاره چای سبز	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۹۹۶۸	
مجذور عصاره چای سفید	۴/۴۷	۱	۴/۴۷	۰/۷۱۴۵	۰/۴۲۲۵	
مجذور عصاره زنجبیل	۴۹/۲۹	۱	۴۹/۲۹	۷/۸۸	۰/۰۲۳۰	
باقیمانده	۵۰/۰۵	۸	۶/۲۶			
عدم برازش	۴۸/۱۹	۴	۱۲/۰۵	۲۵/۹۵	۰/۰۰۴۰	معنی‌دار
خطای خالص	۱/۸۶	۴	۰/۴۶۴۲			
همبستگی کل	14761/47	۱۷				

1- Quenching
2- Singlet Oxygen
3- Triplet Oxygen

مدل‌ارائه‌شده‌درروش‌سطح پاسخ برای میزان فنل کل تیمارهای مورد بررسی به صورت رابطه ۱۳ است. ضریب تبیین این مدل (R-Sq=99/66%)وضریب‌تبیین‌اصلاح‌شده‌آن(R-Sq(adj)=99/28%) به دست‌آمدکه‌نشان‌دهنده‌برازش بالای مدل به داده‌های آزمایشی است (جدول۱۶).

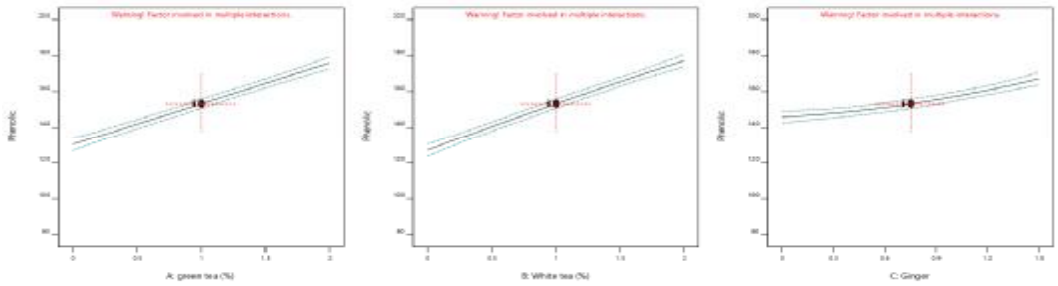
رابطه(۱۳)

$$Y=153/18+22/77A+25/01B+10/65C-3/28AB-3/62AC-4/34BC+3/38A^2$$

جدول۱۶ـ نتایج آنالیز واریانس و ضرایب رگرسیون مدل سطح پاسخ برای فنل کل.

انحراف استاندارد	۲/۵۰	ضریب تبیین (R^2)	۹۹/۶۶
میانگین	۱۵۰/۴۹	ضریب تبیین اصلاح شده (R^2adj)	۹۹/۲۸
انحراف معیار (درصد)	۱/۶۶	ضریب تبیین پیش‌بینی شده (R^2pred)	۹۶/۱۲
		دقت	۵۹/۴۴۱۶

مطابق‌اطلاعات‌موجوددرشکل ۷، به دلیل مقادیر بالای ضرایب موجود، مدل دارای برازش بالایی به داده‌های آزمایشی است. با افزایش غلظت هر کدام از سه عصاره چای سبز، چای سفید و زنجبیل، مقادیر فنل‌کل نیز افزایش یافت که با توجه به غنی بودن این عصاره‌ها از ترکیبات فنولی، این نتیجه امری طبیعی و قابل انتظار بود (شکل۷).



شکل۷- شرایط بهینه برای تعیین میزان فنل کل‌تیمارهای مورد بررسی

البته غلظت ترکیبات فنولی در عصاره‌های تولیدی وابسته به فاکتورهایی‌نظیربه‌کارگیری‌نوع روش و حلال جهت استخراج، غلظت‌حلال وبازه زمانی‌خیساندن می‌باشد (۲۶). در این راستا، پژوهش انتظاری و همکاران (۱۳۹۶) نشاندهنده افزایش میزان فنول کل نمونه‌های دونات با افزایش سطح عصاره چوبک بود (۲).

جدول۱۷ ـ مقادیر بهینه متغیرهای مستقل و وابسته.

متغیر وابسته	میزان بهینه
چربی (٪)	۱۰
رطوبت (٪)	۱۸/۱۸
اسیدیته (Oleic acid/100g)	۰/۲۲
pH	٦/۹
پروتئین (٪)	٦/۹
عدد پراکسید ($meqO_2/kg$)	۱/۱۵
فنل کل (mg GAE/g)	۱۲۵/٦
متغیر مستقل	**میزان بهینه (درصد)**
عصاره چای سبز	۰/۳۱۲
عصاره چای سفید	۰/۰۰۱
عصاره زنجبیل	۱/۳۵۸

٤- نتیجه‌گیری

با افزایش‌سطوح‌عصاره‌ها، میزان چربی‌تیمارها هم‌افزایش یافت و در این بین، بیشترین تأثیر مربوط به عصاره چای سبز بود. منابع تغییرات اثر معنی‌داری در سطح ۰۵ /۰ درصد بر روی میزان‌رطوبت‌غیرمعنی‌داراست.مقدار ضریب تبیین مورد بررسی و ضریب تبیین اصلاح شده آن به دست آمد که نشان دهنده برازش‌ضعیف مدل به‌داده‌های‌آزمایشی است. با افزایش غلظت عصاره‌ها، میزان رطوبت‌به‌تدریج‌کاهش‌یافت. با افزایش غلظت عصاره چای سبز و عصاره چای‌سفید، میزان اسیدیته تیمارها کاهش‌معنی‌داری را نشان داد. ضریب تبیین تمام داده‌ها در عصاره چای سبز بیش از عصاره چای سفید و زنجبیل بود و تفاوت‌معنی‌داری نیز بین این عصاره با ضرایب تبیین دو عصاره وجود داشت. با افزایش غلظت عصاره چای سبز، میزان pH افزایش یافت. این روند در مورد چای سفید، با روند کندتری، افزایشی و در مورد عصاره زنجبیل، کاهشی بود. عصاره‌های چای‌سبز وسفید و مجذورآن‌ها همراه با مجذور عصاره زنجبیل دارای اثر معنی‌دار بر تغییرات میزان پروتئین داشتند که در این میان، اثر عصاره‌های چای‌سبز و سفید، معنی‌داری بیشتری را نشان داد. ضریب‌تبیین و ضریب‌تبیین‌اصلاح شده دارای مقادیر بالایی بود، اگرچه برازش بین داده‌های تجربی و آزمایشگاهی به این اندازه بالا نبود. با افزایش غلظت هر سه عصاره چای سبز، چای‌سفید و زنجبیل، عدد پراکسید تیمارها کاهش یافت. ضریب تبیین تمام داده‌ها در نمونه عصاره چای سبز بیش از دو عصاره مورد بررسی بود و تفاوت معنی‌داری نیز بین این نمونه با ضرایب تبیین دو عصاره دیگر وجود داشت. غالب منابع تغییرات شامل تمامی عصاره‌های مورد استفاده و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان فنل کل در تیمارها معنی‌دار است که نشاندهنده معنی‌داری مدل درجه دوم در مورد پارامتر عدد پراکسید بود. بیشترین اثر معنی‌دار مربوط به عصاره چای سبز بود. با افزایش غلظت هرکدام از سه عصاره چای سبز، چای سفید و زنجبیل، مقادیر فنل کل نیز افزایش یافت که با توجه به غنی بودن این عصاره‌ها از ترکیبات فنولی، این نتیجه امری طبیعی و قابل انتظار بود. به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت که روش سطح پاسخ، یکی از تکنیک‌های مؤثر در بهینه سازی نتایج حاصل ازآزمایشات‌است‌که‌به‌کارگیری‌آن کمک قابل توجهی به تولیدکنندگان مواد غذایی به ویژه مسئولین تحقیق و توسعه جهت‌تولیدفرمولاسیون‌های‌موادغذایی با خواص کیفی مطلوب است.

۵- منابع

۱. احمدی گاولیقی، ح.، عزیزی، م. ح.، جهانیان، ل. و امیرکاوئی، ش.۱۳۹۰. بررسی اثر جایگزینی قند مایع‌خرما با قنداینورت در کیک‌لایه‌ای. *مجله علوم و صنایع غذایی*، دوره ۸، شماره۱، ۳۳-۲٤.

۲. انتظاری، ب.، کاراژیان، ح. شریف، ا. ۱۳۹٦. بررسی‌اثر عصاره چوبک بر خواص آنتی‌اکسیدانی و ماندگاری دونات. *مجله‌نوآوری‌در علوم و فناوری غذایی*، سال نهم، شماره ۱، ٤۰-۲۷.

۳. داروغه،ف.۱۳۸۹.بررسی‌اثرآنتی‌اکسیدانی‌اسانسهای زیره‌سیاه‌وگشنیزدرکیک.پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

٤. سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۸۸. استاندارد بیسکویت ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون.، شماره ۳۷. انتشارات سازمان استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران

۵. سازمان‌ملی‌استاندارد ایران. ۱۳۹۲. استاندارد شماره ۲۸٦۲.تعیین‌میزان‌چربی‌ـغلات‌ومحصولات غلات. انتشارات‌سازمان‌استانداردو تحقیقات صنعتی ایران.

٦. صبورا، ع.، احمدی،ا .، زینالی، ا. و پارسا، م، ۱۳۹۳. مقایسه‌محتوی ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراجی از اندام هوایی‌دوجمعیت‌گیاه‌بشقابی‌سنبله‌ای *Scutellaria pinnatifida* درشمال‌ایران، مجله*دانشگاه‌علوم‌پزشکی رفسنجان*، دوره۱۳، شماره ۳، ۲٦٦-۲٤۹.

۷. عطای‌صالحی،ا. و سرداریان،ع. ۱۳۹۵. فرمولاسیون کیک‌روغنی‌فراسودمندبا استفاده از عصاره کدوتنبل و ارزیابی خصوصیات کیفی آن. *نشریه نوآوری در علوم‌وفناوری غذایی*، سال هشتم، شماره٤، ۱۲۵-۱۱۱.

۸. عطایی، ف.، کرامت، ج.، حجت الاسلامی، م. و میرلوحی، م. ۱۳۹۲. اندازه‌گیری میزان اولئوروپین در کیک اسفنجی حاوی عصاره برگ زیتون. مجله داروهای گیاهی، سال سوم، شماره۵، ۲٦۲-۲۵۷.

۹. کیهانی، و.، مرتضوی، س.ع.، کریمی،م.، گاراژیان، ه. شیخ‌الاسلامی، ز. ۱۳۸۸. ارزیابی و مقایسه عملکردعصاره چوبک با امولسیفایرهای معمول به جهت‌بهبودکیفیت‌کیک‌روغنی.پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.

10. AACC Approved Methods of Analysis .2010. 11th Edition. Moisture- Air-Oven Methods. AACC Method 44-15:2.
11. Ajila, C. M., Leelavathi, K. and Prasada Rao, U. J. S. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48:319-326.
12. Akalin, A. S., Unal, G. and Dalay, M. C. 2009. Influence of Spirulina platensis biomass on microbiological viability in traditional and probiotic yogurts during refrigerated storage. *Italian Journal of Food Science*, 21: 357-364.
13. Bartley, J. P. and Jacobs, A. L. 2000. Effects of drying on flavour compounds in Australian-grown ginger (*Zingiber officinale*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(2): 209-215.
14. Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G. and Simov, Z. 1998. Production of flavour compounds by yogurt starter cultures, *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 20: 180-186.
15. Caire, G. Z., Parada, J. L., Zaccaro, M. C. and Cano, M. M. S. 2000. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*,16: 563-565.
16. Chantaro, P., Devahastin, S. and Chiewchan, N. 2008, Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels, *LWT-Food Science and Technology*, 41: 1987–1994.
17. Ebrahimzadeh, M. A., Askari, M. & Forouzani, M. 2013, Evaluation of three methods for the extraction of

25. Izzreen, I. and Noriham, A. 2011. Evaluation of antioxidant potential of some malysian nerbal aqueous extract as compared of aome with synthetic antioxidant and ascorbic acid in cake. *International Food Research*, 18:583-567.
26. Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yogurt, *LWT*, 39: 1221-1227.
27. Kang, H. K., Chawla, S. P., Jo, C and Kwon, J. 2006. Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresource Technology*, 97: 614-620.
28. Kasparavicienė, G., Ramanauskiene. K., Savickas, A.,Velziene, S., Kalveniene, Z. AND Kazlauskiene, D. 2013, Evaluation of total phenolic content and antioxidant activity of different Rosmarinus officinalis L. ethanolic extracts, lithunian university of health sciences, Lithunia. *BIOLOGIJA*, 59(1): 39-44.
29. Keating, A. and R. A. Chez. 2002. Ginger syrup as an antiemetic in early pregnancy. *Alternative therapies in health and medicine*. 8(5): 89-91.
30. Khaki, A. and Fathiazad, F. and Nouri, M. and Khaki, A. A. and Jabbari khamenehi, H. and Hammadeh, M. 2009. Evalution of Androgenic Activity of Allium cepta on Spermatogenesis in Rat. *Folia Morphologica*, 68(1):45 – 51.
31. Lee, J. H., Park, K. H., Lee, M.H., Kim, H.T., Seo, W. D., Kim, J. Y., Baek, I.Y., Jang, D. S. and Ha, T. J. 2013. Identification, characterisation, and quantification of phenolic compounds in the antioxidant activity-containing fraction from the seeds of Korean perilla (*Perilla frutescens*) cultivars. *Food Chemistry*, 136(2): 843-852.
32. Matsakidou, A., Blekas, G. and Paraskevopoulou, A. 2010. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. LWT-*Food Science and Technology*, 43: 949–957.

antioxidants from *Cucumis melo L.* fruit and leaves. *Int J Forest Soil and Erosion*, *3(3):* 95-99.
18. El-Sharnouby, G., Aleid, S. and Al-Otaibi, M. 2012. Nutritional Quality of Biscuit Supplemented with Wheat Bran and Date Palm Fruits (*Phoenix dactylifera L.*). *Food and Nutrition Sciences*, 322- 328.
19. Falleh, H., Ksouri, R., Lucchessi, M. E., Abdelly, C. H. & Magne, C. H. 2012, Ultrasound-assisted extraction: Effect of extraction time and solvent power on the levels of polyphenols and antioxidant activity of *Mesembryanthemum edule L.* Aizoaceae Shoot. *Journal of Pharmaceutical Research*, 11(2):243-249.
20. Ghasemi, K., Ghasemi, Y. & Ebrahimzadeh, M. A. 2009, Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus specis peels and tissues. *Pak J Pharm Sci*, 22(3): 277-281.
21. Gramza- Michałowska, A., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D., Korczak, J., Helak, B., Dziedzic, K., and Gorecka, D. 2016. Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*). *Food chemistry*, 211: 448-454.
22. Hajiaghaalipour, F., Kanthimathi, M. S., Sanusi, J. and Rajarajeswaran, J. 2015. White tea (*Camellia sinensis*) inhibits proliferation of the colon cancer cell line, HT-29, activates caspases and protects DNA of normal cells against oxidative damage. *Food chemistry*, 169: 401-410.
23. Hollyer, T., H. Boon and A. Georgousis. 2002. The use of CAM by women suffering from nausea and vomiting during pregnancy. *BMC Complement Alternative Medicine*, 44(4): 653-660.
24. Horanni, R. and Engelhardt, U. H. 2013. Determination of amino acids in white, green, black, oolong, pu-erh teas and tea products. *Journal of food composition and analysis*, 31(1):94-100.

33. McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M. and Robards, K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chem*, 73: 73-84.
34. Moradi Lake, M., A. Taleb and Saidi, M. 2008. Assesment of performance and saifty gingebir on reduce of nausea and vomiting through pregnancy. Stractured review and meta-analysis. *Paiesh Journal*, 7(4):345-354.
35. Moscatta, B., Iqbal, S. and Rafique Asi,M. 2006. Effect of the addition of different fibread on the wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 32:217-221.
36. Nasir, M., Butt, M. S. Anjum, F. M., Jamil, A and Ahmad, I. 2009. Physical and Sensory Properties of Maize Germ Oil Fortified Cakes. *International Journal of Agriculture & Biology*,34-41.
37. Neagoe, A., A. M. Molnar, M. Acalovschi, A. Seicean and A. Serban. 2004. Risk factors for colorectal cancer: an epidemiologic descriptive study of a series of 333 patients. *Rom J Gastroenterol*, 13(3): 187-93.
38. Pan, X., Niu, G. and Liu, H. 2003. Microwave-assisted extraction of tea polyphenols, tea caffeine from green tea leaves, *Chemical Engineering & processing*, 42:129-133.
39. Platel, K. and Srinivasan, K. 2000. Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. *Food / Nahrung*, 44(1): 42-46.
40. Prakashmaran, J. P., Manikandan, S., Thirugnanasambandham, K., Vigna Nivetha, C. and Dinesh, R. 2013. Box-Behnken design based statistical modeling for ultrasoundassisted extraction of corn silk polysaccharide, Carbohydrate Polymers, 92: 604- 611.
41. Seevathean, C. C. J. 2000. Microparticulated whey protein as a fat substitute in frozen yogurt. *Department of Food Science*, 1-20.
42. Serrano, J., Goni, I. and Saura-Calixto, F. 2006, Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. *Food Res Inter*, 40: 15-21.
43. Shukla, Y. and Singh, M. 2007. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. *Food and chemical toxicology*, 45(5): 683-690.
44. Sinija, V. R. and Mishra, H. N. 2008. Green tea: Health benefits. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 17(4): 232-242.
45. Tsing, L., Ching, I. and Shenng, I. 2010. Quality and Antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*, 119: 1090-1095.
46. World Health Organization. 1999. WHO monographs on selects medicine plans. Geneva:WHO. 271-287.
47. Youssef, H. M. and R. M. Mousa . 2012. Nutritional assessment of wheat biscuits and fortified wheat biscuits with citrus peels powders. *Food and Public health* 2(1): 55-60.

Journal of Innovation in Food Science and Technology , Vol 16, No 1, Spring 2024

(Original Research Paper)

Optimization of the Effect of Green Tea, White Tea and Ginger Extracts on Physicochemical characterization of Sponge Cake by Response Surface Methodology (RSM)

Zohreh Pourzafar[1], Amirhossein ElhamiRad[1*], Masoud Shaffafi Zenozian[1], Mohammad Armin[2]

1-Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2-Associate professor, Department of Agriculture, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received: 07/07/2021 Accepted:05/09/2021

Abstract

In recent years, the use of plant sources with bioactive compounds such as pigments and antioxidants in food has greatly expanded. Research has shown that these resources play an important role in improving quality properties and increasing the shelf life of food products such as cereals and dairy products. According to these points, in the present study, single levels of green tea extract (0, 1 , 2%), white tea (0, 1 , 2%) and ginger (0, 0/75 , % 1) were used in the sponge cake formulation and chemical and physicochemical experiments was performed on different treatments. To optimize the results, the Response Surface Methodology (RSM) was used. By increasing levels of green tea, white tea and ginger extracts, the fat, protein and total phenol content and pH value in the treatments increased. In contrast, moisture content, acidity and peroxide value decreased. All three extracts of green tea, white tea and ginger had significant effects on the quality characteristics of sponge cake samples. The results of the RSM showed that the low levels of the evaluated extracts in the studied parameters, except the peroxide value, gave better results.

Keywords: Tea, Ginger, Response Surface Methodology, Sponge Cake.

*Corresponding Author: elhamirad1974@gmail.com