

تأثیر افزودن صمغ دانه‌های ریحان و شاهی بر روی میزان چربی و pH کیک بدون گلوتن حاوی آرد برنج

گلناز ملا احمد زاده دستجردی^{۱*}، سید علی مرتضوی^۲، اکرم شریفی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، ایران

^۲ استاد، علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، ایران

^۳ استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

چکیده

ویژگی های فرآورده های بدون گلوتن بستگی به مقدار و نوع هیدروکلئید جایگزین گلوتن دارد. هیدروکلئیدها علاوه بر اینکه قوام دهنده و پایدارکننده هستند نقش یک امولسیفایر را نیز ایفا می کنند. بیماری سللیاک یک بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم پروتئین گلوتن ایجاد می شود و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. برنج یکی از مهمترین غلات مناسب جهت تهیه رژیم های غذایی فاقد گلوتن برای بیماران مبتلا به سللیاک می باشد. آرد، شکر، تخم مرغ و چربی ترکیبات اصلی در تولید کیک محسوب میشوند و هر کدام نقش مهمی را در ساختار و کیفیت محصول ایفا می کنند. در این تحقیق از غلظت های صفر، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ صمغ دانه ریحان و صمغ دانه شاهی در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن حاوی آرد برنج استفاده شد. کمترین و بیشترین میزان چربی به ترتیب در نمونه شماره ۸ (نمونه حاوی ۰/۳ صمغ دانه ریحان و ۰/۱ صمغ دانه شاهی) و در نمونه شماره ۷ (نمونه حاوی ۰/۲ صمغ دانه ریحان و ۰/۳ صمغ دانه شاهی) مشاهده شد. همچنین کمترین و بیشترین pH کیک به ترتیب در نمونه شماره ۱۰ (نمونه حاوی ۰/۳ صمغ دانه ریحان و ۰/۳ صمغ دانه شاهی) و در نمونه شماره ۱ (نمونه فاقد صمغ) مشاهده شد. از آن جایی که واردات صمغ هزینه بالایی را بر دوش تولید کنندگان داخلی و خارجی می گذارد، یافتن منابع جدید داخلی به عنوان جایگزینی مناسب برای هیدروکلئیدهای تجاری ضروری است.

واژه های کلیدی: کیک بدون گلوتن، صمغ دانه ریحان، صمغ دانه شاهی، آرد برنج

۱- مقدمه

۱-۱- بیماری سلیاک

بیماری سلیاک یک بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم پروتئین گلوتن ایجاد می شود و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. امروزه در بسیاری از کشورها مطالعات گسترده ای در زمینه های مختلف در ارتباط با این بیماری انجام می شود و سازمان های دولتی و غیر دولتی زیادی در شناساندن، تشخیص صحیح و در نهایت درمان بیماران مبتلا به آن فعالیت می کنند. بیماری های گوارشی در بین جوامع انسانی به خصوص در کشورهای در حال توسعه از اهمیت فراوانی برخوردار هستند. یکی از این بیماری ها، بیماری سلیاک است. این بیماری نوعی بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم گلوتن در افرادی که از لحاظ ژنتیکی مستعد آن هستند، وجود دارد (۵). افراد مبتلا به بیماری سلیاک دارای التهاب مزمن روده کوچک بوده که این امر به صورت مسطح و پهن شدن پرزهای روده در اثر خوردن پروتئین های سرشار از پرولین و گلوتامین نظیر پروتئین موجود در گندم، جو، چاودار و یولاف، نمود می کند (۷).

۱-۱-۱- درمان بیماری سلیاک

اساس درمان بیماری سلیاک، رژیم غذایی فاقد گلوتن است که در آن کلیه مواد غذایی حاوی گلوتن حذف می شوند. در بیشتر افراد، رعایت رژیم ذکر شده سبب توقف علائم می شود و به دنبال رعایت رژیم بدون گلوتن، آسیب های ایجاد شده در روده کوچک ترمیم و از ایجاد آسیب های بیشتر پیشگیری می شود. ترمیم پرزهای روده کوچک از زمان آغاز رعایت رژیم فاقد گلوتن شروع می شود و دوره بهبودی، به طور معمول ۳ تا ۶ ماه خواهد بود، البته این دوره در بزرگسالان به ۲ سال هم می رسد (۲).

۱-۲- آرد برنج

ویژگی های فرآورده های بدون گلوتن بستگی به مقدار و نوع هیدروکلوئید جایگزین گلوتن دارد. آرد برنج آردی است که از برنج درست می شود. برای تهیه آن برنج پوست کنده را یک روز در آب سرد خیس می کنند و بعد از خشک شدن آن را می کوبند

تا آرد شود. در میان غلاتی که تولید می شود برنج در مرتبه دوم قرار دارد ولی محصولات جانبی برنج بدون توجه به اهمیت غذایی آن هدر می رود. سبوس برنج برجای مانده از فرایند اصلاح برنج آسیاب شده دارای مقادیر بالای ویتامین، مواد معدنی، فیبر، اسید های آمینه و آنتی اکسیدان ها می باشد. از سوی دیگر با در نظر گرفتن میزان کشت و تولید گندم این غله حیاتی، جهت جلوگیری از هدر رفت آن، ارتقاء میزان صادرات و ارزآوری، جبران املاح و ویتامین های گندم که در مرحله آسیابانی کاهش می یابد استفاده از برنج و مشتقات آن جهت ارتقاء رژیم غذایی مصرف کنندگان ضروری به نظر می رسد و از آنجایی که محدوده سنی وسیعی مصرف کننده کیک می باشد و ماده اصلی در تهیه این محصول نیز آرد گندم می باشد با جایگزین نمودن آرد و سبوس برنج در بخشی از محصول می توان ماده غذایی با ارزش غذایی بالا تولید نمود (۳).

۱-۳- روغن

در کیک سازی روغن اهمیت زیادی دارد، در درجه اول برای نگه داری هوا در خمیر کیک تاثیر دارد، بدین ترتیب که ضمن عمل مخلوط کردن اجزای کیک به روش creaming روغن موجب محبوس شدن هوا در لابلای خمیر کیک شده و هوای محبوس شده در موقع پخت انبساط حاصل کرده و موجب تخلخل کیک می گردد. بعلاوه روغن مناسب موجب تردی فرآورده و بهبود طعم آن می گردد. در سال های اخیر به جای روغن های معمولی از روغن همراه امولسیفایر مخصوص استفاده می شود که ضمن تسهیل در عمل مخلوط شدن اجزای کیک موجب بالا رفتن آب مصرفی نیز می گردد، و این امر خود بیات شدن بافت کیک را به تاخیر می اندازد. امولسیفایرهای مورد نظر در واقع منو ودی گلیسرید همراه با اسید چرب و دارای اسید لاکتیک بنام lactylated emulcifier است که از استریفیه کردن اسید چرب و اسید لاکتیک با گلیسرین به دست می آید. این نوع روغن در موقع عمل کرم کردن اجزای کیک، موجب می شود که مقدار بیشتری هوا در لابه لای خمیر کیک حبس شود و در فرمول بتوان از مقدار بیشتری شکر استفاده نمود. همچنین باعث می شود که خمیر کیک مقدار بیشتری آب جذب کند و این امر خود در بالای بردن ارزش خوراکی محصول و به تاخیر انداختن زمان بیات شدن کیک تاثیر دارد (۱).

۴-۱- هیدروکلوئیدها

اهمیت هیدروکلوئیدها به واسطه خواص کارکردی آن ها است. ویژگیهای محلولهای پلیمرها توسط خواص اولیه مولکولی از قبیل وزن مولکولی، ویسکوزیته ذاتی، گروههای عملگر و ساختار شیمیایی کنترل میشود. ویسکوزیته ذاتی یک پارامتر عملی مفید در مطالعه محلولهای رقیق است. ویسکوزیته ذاتی معیاری از حجم هیدرودینامیکی اشغال شده توسط مولکولهای پلیمر در یک محلول است. ویسکوزیته ذاتی پلیمرها به وزن مولکولی و ابعاد زنجیره آنها بستگی دارد (۶).

۴-۱-۱- صمغ دانه شاهی

دانه های شاهی با نام علمی لپیدیوم ساتیوم از خانواده ی کروسیفرا بوده و در انگلیسی عموماً تحت عنوان شاهی باغی نامیده می شود. دانه شاهی حاوی رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، آلکالوئید، سیناپین، اسید سیناپیک، اسید ارونیک و مواد موسیلاژی است. جزئی که برای ایجاد ویسکوزیته و تشکیل ژل ضروری است، پوسته می باشد که عمدتاً حاوی پلی ساکارید است. شرایط استخراج بهینه با استفاده از رویه ی سطح پاسخ بررسی شده (۴)، پلیمر صمغ متشکل از کربوهیدرات با گروه های عملگر کربوکسیل و هیدروکسیل است. قندهای اصلی تشکیل دهنده ی صمغ دانه شاهی عبارتند از مانوز، آرابینوز، گالاکتورونیک اسید، گالاکتوز، رامنوز و گلوکز گالاکتوز، رامنوز و گلوکز. حضور دو اسید ارونیک (مجموعاً گالاکتورونیک و گلوکورونیک % ۱۵) در صمغ بیانگر طبیعت پلی الکترولیت می باشد. رفتار جریان صمغ دانه شاهی با مدل قانون توان قابل توصیف است که نشانگر رفتار رقیق شونده با برش (شبه پلاستیک) این صمغ است، میزان شل شونده گی حتی خیلی بیشتر از میزان مشاهده شده برای صمغ زانتان بوده است (۴). خصوصیات رئولوژیکی نشان دهنده ی استعداد بالای این صمغ به عنوان قوام دهنده است. صمغ شاهی در غلظت های بسیار پایین از نظر خواص ویسکوالاستیک شبیه یک محلول (شبه مایع)، در غلظت های بالاتر مشابه یک محلول غلیظ رفتار می کند (۴). صمغ دانه ی شاهی دارای ساختار زنجیری نیمه سخت است که یکی از خصوصیات مفید برای تشکیل تجمعات و درگیری های ماکرومولکولی مناسب است (۴).

۴-۱-۲- صمغ دانه ریحان

دانه ریحان حاوی مقادیر زیادی هیدروکلوئید با خواص رئولوژیکی جالب توجه است که آن را با سایر هیدروکلوئیدهای تجاری مانند صمغ زانتان قابل مقایسه نموده است (۸). این هیدروکلوئید حاوی یک ساختار هترو پلی ساکاریدی شامل گلوکومانان، زایلان و گلوکان است. رفتار جریان غلظت های مختلف صمغ دانه ریحان (۲-۰/۱ درصد) از نوع سدوپلاستیک بوده و از میان مدل های رئولوژیکی مستقل از زمان نظیر مدل قانون توان، کسون، هینز-کسون و میزراهی-برک، مدل هرشل-بالکلی مناسب ترین مدل توصیف جریان می باشد. مقایسه رفتار جریان محلول یک درصد صمغ های دانه ریحان، زانتان، گوار و کونجاک نشان داد که ویسکوزیته صمغ دانه ریحان در سرعت های برشی خیلی کم بیش تر از صمغ های یاد شده می باشد (۹).

۲- مواد و روش ها

از آن جایی که واردات صمغ هزینه بالایی را بر دوش تولید کنندگان داخلی و خارجی می گذارد، یافتن منابع جدید داخلی به عنوان جایگزینی مناسب برای هیدروکلوئیدهای تجاری ضروری است. در این پژوهش سعی بر این بوده است تا صمغ های بومی ایران در فرمولاسیون کیک مورد ارزیابی قرار گیرد و در نهایت بهترین فرمولاسیون تعیین شود. مشخصات تیمارها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات تیمار

کد تیمار	مشخصات تیمار
۱	نمونه شاهد (فاقد صمغ)
۲	نمونه حاوی ۰/۱٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۱٪ صمغ دانه شاهی
۳	نمونه حاوی ۰/۱٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۲٪ صمغ دانه شاهی
۴	نمونه حاوی ۰/۱٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۳٪ صمغ دانه شاهی
۵	نمونه حاوی ۰/۲٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۱٪ صمغ دانه شاهی
۶	نمونه حاوی ۰/۲٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۲٪ صمغ دانه شاهی
۷	نمونه حاوی ۰/۲٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۳٪ صمغ دانه شاهی
۸	نمونه حاوی ۰/۳٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۱٪ صمغ دانه شاهی
۹	نمونه حاوی ۰/۳٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۲٪ صمغ دانه شاهی
۱۰	نمونه حاوی ۰/۳٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۳٪ صمغ دانه شاهی

۱-۱-۲- مواد تشکیل دهنده

- بیکینگ پودر: از شرکت برتر تهیه گردید.
- کره: کره لاکتیکی آمریکایی از شرکت شکلی تهیه شد.
- شکر: پودر شکر از شرکت لی وی تهیه گردید.
- وانیلین: وانیل خرسی فرانسوی از بازار خریداری شد.
- تخم مرغ: از بازار خریداری شد.

متغیرهای مستقل: درصدهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ در صد صمغ دانه ریحان و صمغ دانه شاهی می باشد

۱-۱-۱-۲- روش عصاره گیری

۱-۱-۱-۲- عصاره گیری صمغ دانه ریحان

دانه های ریحان از یک عطاری در شهر تهران تهیه شد. دانه ها به دقت تمیز شده و بعد از جداسازی ناخالصی ها بصورت دستی، دانه ها از الک عبور داده شدند تا گردو غبار، سنگ ها و ضایعات موجود در آن ها جدا شوند. ابتدا pH آب دیونیزه بوسیله محلول ۰/۱ مولار هیدروکسید سدیم یا اسید هیدروکلریک تنظیم شد و در حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه و به نسبت آب به دانه ۱:۵۰ جهت استخراج صمغ دانه ها خیسانده شد. جداسازی صمغ از دانه های متورم به وسیله عبور دانه ها از اکستراکتور آزمایشگاهی استخراج شدند. محلول بدست آمده پس از عبور از صافی به منظور حذف ذرات اضافی صاف شد و سپس در آن در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. سپس توده استخراجی خشک شده آسیاب شد و پس از بسته بندی در شرایط خشک و خنک نگهداری شد [۱۰].

۱-۱-۱-۲- عصاره گیری صمغ دانه شاهی

دانه شاهی از یک عطاری در شهر تهران تهیه شد. دانه ها بطور دستی و به دقت جهت حذف تمام ذرات خارجی نظیر گرد و خاک، سنگ ریزه، آشغال و سایر دانه ها میز شدند. صمغ دانه شاهی از دانه کامل و با استفاده از آب مقطر با نسبت آب به دانه ۳۰ به ۱ و pH معادل ۱۰ استخراج شد. درجه حرارت آب ۳۵ درجه سانتی گراد تنظیم شد و مخلوط آب و دانه در طی فرآیند حرارت دهی (مدت زمان استخراج) که ۱۵ دقیقه بود به طور مداوم هم زده می شد. جداسازی صمغ از دانه های متورم با عبور از یک اکستراکتور مجهز به صفحه چرخنده صورت گرفت. محلول بدست آمده پس از عبور از صافی خلاء به منظور حذف ذرات اضافی صاف شد و سپس در آن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. سپس توده استخراجی خشک شده آسیاب شد و پس از بسته بندی در شرایط خشک و خنک نگهداری شد [۷].

۲-۲- مراحل تهیه کیک

- ۱) ابتدا زرده و سفیده از یکدیگر جدا شده و در ظرف جداگانه ریخته شد.
- ۲) کره در جای گرم قرار داده شد تا نرم شود و با قاشق یکدست گردید.
- ۳) شکر به همراه زرده تا زمان روشن شدن رنگ آن (مایل به سفید)، همزده شد.
- ۴) کره به همراه شکر و زرده و وانیل و بکینگ پودر در صداهای مختلف صمغ به مخلوط حاصل اضافه شده و دوباره همزده شد.
- ۵) سفیده نیز با همزن زده شده تا به حالت اسفنجی در آورده شد (به مدت ۱۰ دقیقه).
- ۶) مخلوط حاصل تا بند ۴ آرام آرام به سفیده اضافه شده و آرام در یک جهت همزده شد تا پف آن نخواست.
- ۷) مخلوط حاصل را در قالبی که قبلا چرب گشته بود ریخته و به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. لازم به ذکر است وزن کیک ها ۷۰۰ گرمی در نظر گرفته شد.

۲-۳- آزمونهای مورد استفاده در ارزیابی کیک

- جهت ارزیابی کیک آزمونها و روشهای متفاوتی وجود دارد در این تحقیق سعی بر استفاده از روشهای دستگاهی بوده است
- ۱-۳-۲- تعیین مقدار چربی: طبق استاندارد ملی ایران (۲۵۵۳) صورت گرفت.
 - ۲-۳-۲- pH: طبق استاندارد ۳۷ (ویژگی های بیسکوئیت) صورت گرفت.

۲-۴- طرح آماری و نرم افزار کامپیوتری مورد استفاده

RSM مجموعه ای از تکنیکهای آماری است که در بهینه سازی فرآیندهایی بکار میرود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تأثیر قرار می گیرد. متغیرهای مستقل طرح در سه

۲-۱-۲- مواد اولیه

- آرد برنج: از شرکت گل ها تهیه گشت.

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس میزان چربی کیک در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- نمایش تأثیر غلظت‌های مختلف افزودن صمغ دانه ریحان و دانه شاهی بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک

شماره تیمار	چربی (%)	pH
۱	۱۹/۰۶ ± ۰/۰۲	۷/۹۶ ± ۰/۰۰
۲	۱۸/۹۳ ± ۰/۰۱	۷/۸۶ ± ۰/۰۱
۳	۱۹/۴۶ ± ۰/۰۶	۷/۸۵ ± ۰/۰۳
۴	۲۰/۵۵ ± ۰/۰۲	۷/۷۹ ± ۰/۰۷
۵	۱۹/۸۵ ± ۰/۰۱	۷/۷۰ ± ۰/۰۱
۶	۲۱/۰۸ ± ۰/۰۷	۷/۷۰ ± ۰/۰۰
۷	۲۱/۱۸ ± ۰/۰۵	۷/۶۸ ± ۰/۰۲
۸	۱۷/۴۸ ± ۰/۰۹	۷/۶۴ ± ۰/۰۲
۹	۱۷/۶۸ ± ۰/۰۹	۷/۵۹ ± ۰/۰۲
۱۰	۱۹/۰۵ ± ۰/۱۰	۷/۵۸ ± ۰/۰۰

اعداد به صورت میانگین ± انحراف استاندارد آورده شده است.

سطح (+۱، ۰، -۱) شامل غلظت صمغ دانه شاهی ($X_1, w/v$) در سطوح (۰/۳، ۰/۲، ۰/۱)٪، غلظت صمغ دانه ریحان ($X_2, w/v$) در سطوح (۰/۳، ۰/۲، ۰/۱)٪ و مدت نگهداری (X_3 ، روز) در سطوح (۳۰، ۱۵، ۱) هستند. متغیر وابسته (Y) ویژگی‌های آرد، خمیر و یا کیک انتخاب شد. در مرحله دوم طرح آماری نرم افزار Design Expert 7.0.0 برای تجزیه و تحلیل داده های آماری مورد استفاده قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌های تأثیر غلظت‌های مختلف افزودن صمغ دانه ریحان و دانه شاهی بر روی میزان چربی و میزان pH کیک در جدول ۲ آورده شده‌اند.

۳-۱- میزان چربی

با توجه به جدول ۲ کمترین و بیشترین میزان چربی به ترتیب در نمونه شماره ۸ (نمونه حاوی ۰/۳٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۱٪ صمغ دانه شاهی) و در نمونه شماره ۷ (نمونه حاوی ۰/۲٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۳٪ صمغ دانه شاهی) مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۳- نتایج تجزیه و تحلیل واریانس میزان چربی کیک

P	F	میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	منبع تغییرات
۰/۱۲۳۴	۲/۵۵	۰/۷۱	۱	۰/۷۱	A
۰/۵۶۲۰	۰/۳۵	۰/۰۹۶	۱	۰/۰۹۶	B
۰/۰۳۷۲	۴/۸۷	۱/۳۶	۱	۱/۳۶	AB
<۰/۰۰۰۱	۵۶/۲۱	۱۵/۶۶	۱	۱۵/۶۶	A ²
۰/۰۰۲۲	۱۱/۷۷	۳/۲۸	۱	۳/۲۸	B ²
<۰/۰۰۰۱	۲۶/۸۴	۷/۴۸	۵	۳۷/۳۸	مدل
-	-	۰/۲۸	۲۴	۶/۶۸	باقی مانده
<۰/۰۰۰۱	۱۵۱/۲۸	۱/۶۲	۴	۶/۴۷	عدم تطابق داده‌ها با مدل
-	-	۰/۰۱۱	۲۰	۰/۲۱	خطای خالص
-	-	-	۲۹	۴۴/۰۶	کل

$$R^2 = ۸۴/۸۳\%, R^2_{adj} = ۸۱/۶۷\%$$

مدل به دست آمده برای پیش بینی تأثیر غلظت دانه ریحان (A) و دانه شاهی (B) بر روی میزان چربی کیک به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{fat} = +20.01 + 0.45 \times A - 0.16 \times B + 0.66 \times A \times B - 3.00 \times A^2 + 1.38 \times B^2$$

شکل ۱ تأثیر سطوح مختلف صمغ دانه ریحان و دانه شاهی را روی میانگین میزان درصد چربی کیک نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، در مقادیر متوسط دانه ریحان، با افزایش یا کاهش میزان دانه شاهی، مقدار چربی افزایش می‌یابد. کمترین میزان چربی در نمونه‌های حاوی مقادیر متوسط صمغ دانه شاهی و مقادیر بیشینه یا کمینه صمغ دانه ریحان مشاهده شد.

۳-۲- میزان pH

با توجه به جدول ۲ کمترین و بیشترین pH کیک به ترتیب در نمونه شماره ۱۰ (نمونه حاوی ۰/۳٪ صمغ دانه ریحان و ۰/۳٪ صمغ دانه شاهی) و در نمونه شماره ۱ (نمونه فاقد صمغ) مشاهده شد (جدول ۲). نتایج تجزیه و تحلیل واریانس pH کیک در جدول ۴ نشان داده شده است.

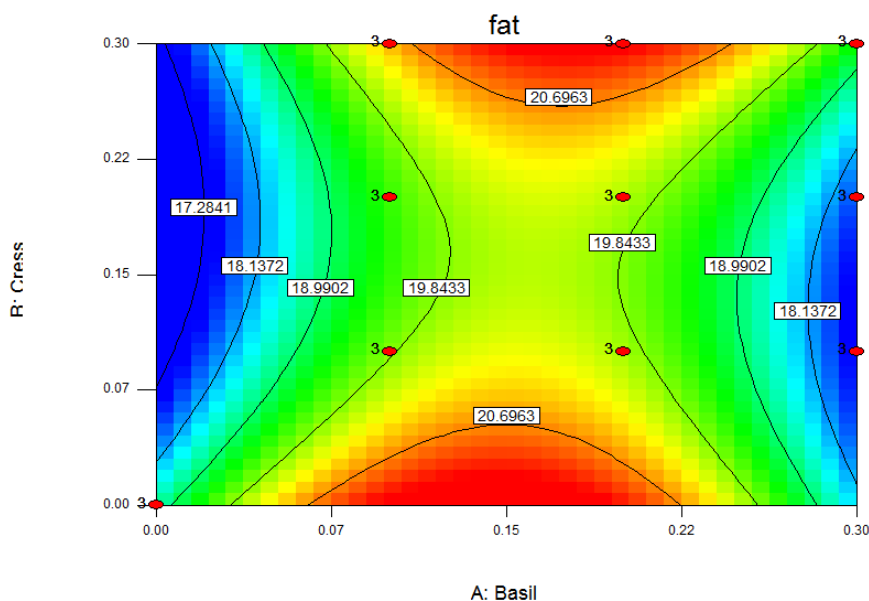
مقادیر P برای مدل ($P < 0.0001$) تأییدی بر تطابق خوب مدل با داده‌های آزمایشی به دست آمده دارد. همانطور که در جدول ۳ مشخص است، اجزای مدل غیر معنی‌دار بودند. این امر نشان می‌دهد که افزودن صمغ دانه ریحان و دانه شاهی تأثیر معنی‌داری روی چربی کیک نداشته است. ضرایب و مقادیر P مدل نشان می‌دهد که میزان چربی کیک به غلظت صمغ دانه ریحان و غلظت صمغ دانه شاهی بستگی نداشت (جدول ۳).

مقدار عددی ضریب تبیین R^2_{adj} برای مدل رگرسیونی به دست آمده معادل ۸۱/۶۷٪ بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مدل رگرسیونی توانسته رابطه بین متغیرهای مستقل (غلظت صمغ دانه ریحان و دانه شاهی) و متغیر وابسته (میزان درصد چربی کیک) را نشان دهد و پیش‌بینی کند. جهت تعیین نمودار تغییرات میزان دانسیته با تغییر متغیرهای مستقل، منحنی سطح پاسخ ترسیم شد.

Design-Expert® Software

fat
 ● Design Points
 21.24
 17.42

X1 = A: Basil
 X2 = B: Cress



شکل

۱- نمودار سطح پاسخ تأثیر غلظت دانه ریحان (A) و دانه شاهی (B) (درصد) بر روی میانگین میزان درصد چربی کیک. پاسخ به صورت میانگین آورده شده است.

جدول ۴- نتایج تجزیه و تحلیل واریانس pH کیک

P	F	میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	منبع تغییرات
<۰/۰۰۰۱	۱۳۱/۵۹	۰/۱۳	۱	۰/۱۳	A
۰/۶۳۹۷	۰/۲۲	۲/۲۷×۱۰ ^{-۴}	۱	۲/۲۷×۱۰ ^{-۴}	B
۰/۶۹۴۵	۰/۱۶	۱/۵۹×۱۰ ^{-۴}	۱	۱/۵۹×۱۰ ^{-۴}	AB
۰/۱۶۹۳	۲/۰۱	۲/۰۳×۱۰ ^{-۳}	۱	۲/۰۳×۱۰ ^{-۳}	A ^۲
۰/۱۳۸۳	۲/۳۵	۲/۳۷×۱۰ ^{-۳}	۱	۲/۳۷×۱۰ ^{-۳}	B ^۲
<۰/۰۰۰۱	۸۵/۷۵	۰/۰۸۷	۵	۰/۴۳	مدل
-	-	۱/۰۱×۱۰ ^{-۳}	۲۴	۰/۰۲۴	باقی مانده
۰/۲۴۶۵	۱/۴۸	۱/۳۸×۱۰ ^{-۳}	۴	۵/۵۳×۱۰ ^{-۳}	عدم تطابق داده‌ها با مدل
-	-	۹/۳۶×۱۰ ^{-۳}	۲۰	۰/۰۱۹	خطای خالص
-	-	-	۲۹	۰/۴۶	کل

$$R^2 = 94/70\%, R^2_{adj} = 93/59\%$$

مدل به دست آمده برای پیش بینی تأثیر غلظت دانه ریحان (A) و دانه شاهی (B) بر روی pH کیک به صورت زیر به دست می آید:

$$pH = +7.78 - 0.19 \times A - 7.975 \times 10^{-3} \times B - 7.215 \times 10^{-3} \times A \times B + 0.034 \times A^2 - 0.037 \times B^2$$

مقدار عددی ضریب تبیین R^2_{adj} برای مدل رگرسیونی به دست آمده معادل ۹۰/۹۰٪ بود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که مدل رگرسیونی توانسته رابطه بین متغیرهای مستقل (غلظت صمغ دانه ریحان و دانه شاهی) و متغیر وابسته (pH کیک) را نشان دهد و پیش بینی کند.

جهت تعیین نمودار تغییرات میزان دانسته با تغییر متغیرهای مستقل، منحنی سطح پاسخ ترسیم شد.

مقادیر P برای مدل ($P < 0/0001$)، و عدم تطابق داده‌ها با مدل (۰/۲۴۶۵) تأییدی بر تطابق خوب مدل با داده های آزمایشی به دست آمده دارد.

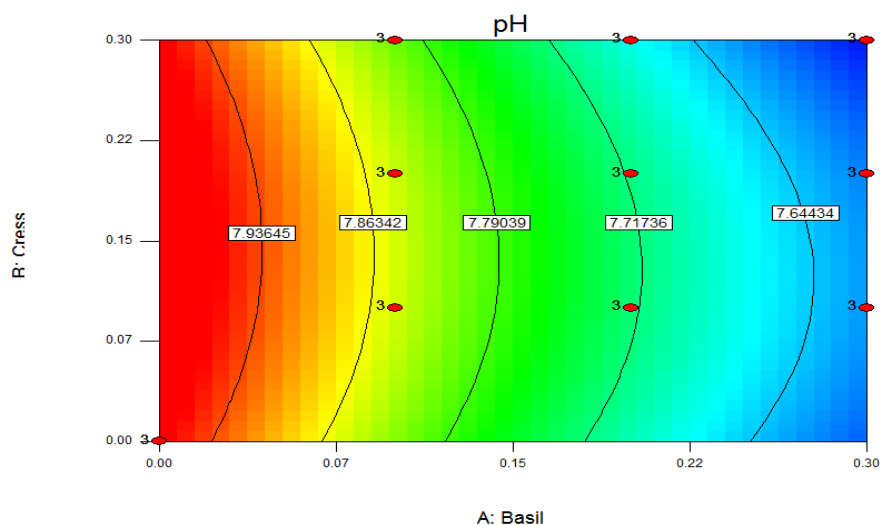
همانطور که در جدول ۴ مشخص است، جزء مدل ($P < 0/0001$) A معنی دار بود.

ضرایب و مقادیر P مدل نشان می دهد که pH کیک به طور زیادی به غلظت صمغ دانه ریحان بستگی داشت ($P < 0/0001$) (جدول ۴).

Design-Expert® Software

pH
● Design Points
7.97
7.56

X1 = A: Basil
X2 = B: Cress



شکل ۲- نمودار سطح پاسخ تأثیر غلظت دانه ریحان (A) و دانه شاهی (B) (درصد) بر روی pH کیک. پاسخ به صورت میانگین آورده شده است.

- 6- Flory P.J. 1953. Principles of polymer chemistry. Cornell University Press: New York.
- 7- Moreira, R., Chenlo, F., and Torres, M. D. 2012. Effect of chia (*Sativa Hispanica L.*) and hydrocolloids on the rheology of gluten free doughs based on chesnut flour. LWT- Food Science and Technology. In Press.
- 8- Hosseini-Parvar, S.H., Mortazavi, S.A., Razavi, S.M.A. and Matia-Merino, L. 2009a. A Novel High Zero Shear Viscosity Food Hydrocolloid from *Ocimum basilicum L.* seed, 4th International Dietary Fibre Conference 2009, July 1-3, Vienna, Austria
- 9- Hosseini-Parvar, S.H., Mortazavi, S.A., Razavi, S.M.A., Matia-Merino, L. and Goh, K.K.T. 2010. Steady shear flow behavior of gum extracted from basil seed (*Ocimum basilicum L.*): Effect of c10- Razavi, S. M., Mortazavi, S. A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S. H., Motamedzadegan, A., Khanipour, E. 2009. Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicom L.*). International Journal of Food Science and technology, 44: 1755 – 1762.
- concentration and temperature, Journal of Food Engineering, 101, 236-243.

شکل ۲ تأثیر سطوح مختلف صمغ دانه ریحان و دانه شاهی را روی pH کیک نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، بیشترین pH کیک در مقادیر کم دانه ریحان مشاهده شد و با افزایش میزان این صمغ، این پارامتر کاهش یافت.

۴- نتیجه گیری

تأثیر سطوح مختلف صمغ دانه ریحان و دانه شاهی را روی pH کیک نشان می‌دهد که بیشترین pH کیک در مقادیر کم دانه ریحان مشاهده شد و با افزایش میزان این صمغ، این پارامتر کاهش یافت. و تأثیر صمغ شاهی روی pH با غلظت‌های مختلف بی تأثیر بوده است و همچنین تأثیر سطوح مختلف صمغ دانه ریحان و دانه شاهی را روی میانگین میزان درصد چربی کیک نشان می‌دهد که در مقادیر متوسط دانه ریحان، با افزایش یا کاهش میزان دانه شاهی، مقدار چربی افزایش می‌یابد. کمترین میزان چربی در نمونه‌های حاوی مقادیر متوسط صمغ دانه شاهی و مقادیر بیشینه یا کمینه صمغ دانه ریحان مشاهده شد. با توجه به یافته‌ها می‌توان از هیدروکلئیدهای صمغ دانه ریحان و شاهی، به منظور تقلید از خواص گلوتن در تولید کیک بدون گلوتن استفاده نمود.

۵- منابع

- ۱- پایان، ر. ۱۳۹۳. مقدمه ای بر تکنولوژی غلات، چاپ آبیژ. ۴۷۲ صفحه.
- ۲- رستمی نژاد، م. ۱۳۸۸. بیماری سیلیاک: راهنمای رژیم غذایی فاقد گلوتن، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، مرکز تحقیقات بیماری های گوارش و کبد. نشر تهران. چاپ کوروش. ۱۶۰ صفحه.
- ۳- قره داغی قره تپه، ف، رضوی، س، ه، مقصودلو، ی. ۱۳۹۱. امکان سنجی استفاده از آرد و سبوس برنج در تولید کلوچه فراسودمند در جهت فرآوری پسماندهای کشاورزی
- ۴- کاراژیان، ح. ۱۳۸۹. طبیعت پلی الکترولیتی صمغ دانه شاهی. مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی، جلد ۶ شماره ۱، ۴۳-۳۷.
- 5- Elke, K. A., Dal Bello, F. 2008. The gluten-free cereal products and beverages, Elsevier Inc, pp: 1-394.