تاثیر آرد بلوط بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکوئیت فاقد گلوتن

سونا ترابی[۱]، فروغ محترمی[۲*]، محمدرضا دباغ مظهری[۳]

۱- کارشناس ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی صبا، ایران.
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران.
۳- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی صبا، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۵)

چکیده

درخت بلوط در بسیاری از مناطق ایران به وفور یافت می‌شود و معمولا میوه آن به هدر می‌رود و یا به مصرف دام می‌رسد. با توجه به ویژگی‌های سلامت‌زایی میوه بلوط، هدف از این پژوهش بررسی اثر آرد بلوط (جایگزین شده در سطوح ۳۰-۰٪ با آرد برنج، آرد و نشاسته ذرت) در قالب طرح آمیخته بر روی ویژگی های شیمیایی، تغذیه‌ای، بافتی و حسی بیسکوئیت فاقد گلوتن برای بیماران سلیاکی می‌باشد. نتایج حاصل نشان داد که میزان رطوبت، خاکستر، فیبر خام، کربوهیدرات، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل نمونه‌های حاوی آرد بلوط در مقایسه با نمونه شاهد افزایش قابل توجهی داشت. با افزایش آرد بلوط میزان کالری نمونه‌های بیسکویت فاقد گلوتن کاهش یافت. سفتی و انرژی نفوذ بیسکویت‌ها با افزایش میزان جایگزینی آرد بلوط در فرمولاسیون افزایش یافت. با توجه به نتایج ارزیابی حسی، افزایش میزان آرد بلوط تا ۲۰٪ مورد قبول بود ولی در سطوح بالای مصرفی، پذیرش کلی نمونه‌های بیسکوئیت کاهش یافت. نتایج حاصله نشان داد که کاربرد آرد بلوط برای غنی سازی و افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات پختی فاقد گلوتن میتواند مفید باشد.

کلید واژگان: سلیاک، بیسکوئیت فاقد گلوتن، آرد بلوط، آنتی اکسیدان، فنل کل.

* مسئول مکاتبات: f.mohtarami@urmia.ac.ir

۱- مقدمه

در طی سالهای اخیر به دلیل تغییر شیوه زندگی و تغییر در الگوهای غذایی، بیماری های گوارشی نظیر سرطان های دستگاه گوارش، سندرم روده تحریک پذیر، سلیاک و... در بین جوامع رشد روزافزونی داشته است. بیماری سلیاک با این که شیوع کمتری نسبت به دیگر بیماری‌های گوارشی دارد ولی کم اهمیت تر از آنها نمی‌باشد. زیرا درصورت عدم رعایت رژیم غذایی می‌تواند با تخریب آنتروسیت‌ها و التهاب در محیط روده زمینه‌ای برای ایجاد سرطان‌های دستگاه گوارش باشد. شایع‌ترین علائم گوارشی بیماری سلیاک اسهال، نفخ و کاهش وزن می‌باشد.

از لحاظ تغذیه‌ای غلات در قاعده هرم غذایی قرارگرفته و به عنوان تأمین‌کننده اصلی انرژی در رژیم غذایی محسوب میشوند. اما با توجه به مطالب ذکرشده در بالا، مشکل بزرگی که افراد سلیاکی با آن مواجه هستند، عدم توانایی در مصرف فرآورده‌های غله‌ای حاوی گندم(گیلیادین)، چاودار(سکالین)، جو(هوردئین) وگونه های هیبریدی حاصل از این دانه‌ها است که آنها را از منبع اصلی دریافت انرژی محروم می‌سازد. غذای فراسودمند مفهوم جدیدی است که در برگیرنده ماده غذایی یا جزئی از مواد غذایی می‌باشد که می‌تواند سلامتی بیشتری نسبت به اجزاء تشکیل دهنده معمول آن ماده غذایی ایجاد کند [۱]. در همین راستا گرایش مصرف‌کنندگان به سمت مکمل-های گیاهی رو به افزایش است[۲].

میوه بلوط علاوه بر مواد مغذی منبع خوبی از مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی (آلفا و گاما توکوفرول، تانن،گالیک والاجیک اسید) است که باعث عملگرایی آن می‌شود[۳]. جنگل‌های مناطق غرب و شمال غرب ایران دردامنه‌های زاگرس رویشگاه اصلی درختان بلوط (Persica Quercus) کشور را شامل می‌شود[٤]. میوه درخت بلوط کشیده، شبیه بیضی و در پیاله ای سفید رنگ مخملی و مخروطی شکل قرارگرفته است. ترکیب شیمیایی میوه بلوط شبیه به غلات می‌باشد[٥]. میوه بلوط حاوی ٥٥-٣١٪ نشاسته، ٨/٤٤-٢/٧٥٪ پروتئین (حاوی مقادیر بالایی از آمینواسیدهای ضروری)، ٩-٠/٧٪ چربی می‌باشد. همچنین آرد بلوط منبع خوبی از مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی است[٦]. بلوط از لحاظ خواص درمانی نیز فوایدی دارد، ازجمله اینکه ضدعفونی کننده و مدر می‌باشد. در طب سنتی پوست و میوه بلوط در درمان اسهال کاربرد دارد[٧]. بلوط علاوه بر خواص بیولوژیکی دارای اجزای مغذی است که برای تولید محصولات عملگرا می تواند مورد استفاده قرار بگیرد[٨]. فرآورده‌های غله‌ای مختلفی از جمله نان، کیک و بیسکوئیت را می‌توان با افزودن آرد بلوط تهیه کرد. دلیل استفاده از آرد بلوط برای تولید نان را غنی بودن بلوط از پروتئین، مواد معدنی و فیبر بیان کرده اند[٦]. کوروس و همکاران(۲۰۱۵) در یک بررسی با افزودن آرد بلوط با درصد جایگزینی ۲۰٪ در فرمولاسیون نان تأثیر مثبتی بر حجم و خواص فیزیکی و بافتی نان و کندی روند بیاتی گزارش کرده‌اند[٦]. مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به منظور افزایش کاربرد میوه بلوط در غذای انسان، آرد میوه بلوط را با آرد گندم جایگزین نموده و تأثیر آن بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و خواص فیزیکوشیمیایی و بافتی نان بربری را مورد مطالعه قرار داده‌اند. با افزایش درصد آرد بلوط، درصد جذب آب، دانسیته، سفتی بافت و شدت رنگ افزایش یافته و درجه سست شدن، حجم خمیر و حجم نان کاهش یافت. افزودن بیش از ۳۰٪ آرد بلوط اثرات منفی بر ویژگی‌های حسی چشایی نان داشت و در مجموع جایگزینی کمتر از ۳۰٪ آرد بلوط با آرد گندم در تهیه نان بربری پیشنهاد گردید[۹]. مولوی و همکاران (۱۳۹۳) نیز خصوصیات کیفی کیک اسفنجی تهیه شده با مخلوط آرد بلوط و آرد گندم را بعنوان غذای فراسودمند مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد که افزودن آرد بلوط در فرمولاسیون کیک باعث افزایش زمان نگهداری، دانسیته، سفتی بافت و کاهش میزان نسبی گلوتن گردید. با توجه به نتایج آزمون‌های بافتی و آنالیز حسی نمونه ها، جایگزینی ۱۰٪ آرد بلوط با آرد گندم به منظور غنی سازی کیک اسفنجی و تولید یک غذای فراسودمند پیشنهاد گردید[۱۰].

از بین فرآورده های غله‌ای، بیسکوئیت بدلیل رطوبت پائین، ماندگاری بالا، هزینه نسبتا پایین و دارا بودن طعم و مزه متفاوت مورد علاقه قشر وسیعی از مردم می‌باشد. بنابراین می‌تواند بعنوان یک محصول پیشنهادی برای تولید فراورده

غله‌ای بدون گلوتن حاوی ماده فراسودمندی مانند آرد بلوط در نظر گرفته شود. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر جایگزینی آرد بلوط در سطوح ۳۰-۰٪ با نشاسته و آرد ذرت و آرد برنج بر خواص شیمیایی، بافتی و حسی بیسکوئیت فاقد گلوتن در قالب طرح آمیخته می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه آرد بلوط

بلوط مورد استفاده در اوایل فصل پاییز از مناطق جنگلی سردشت واقع در استان آذربایجان غربی جمع‌آوری و بعد از جدا سازی لایه‌های سخت بیرونی و لایه دوم (جفت)، در دمای اتاق به مدت ۷۲ ساعت خشک گردید. سپس مغز بلوط خشک و آسیاب شده و از الک عبور داده شد و در کیسه‌های پلی اتیلنی ضخیم در داخل یخچال تا زمان مصرف نگهداری شد.

۲-۲- تهیه بیسکوئیت

فرمولاسیون بیسکویت فاقد گلوتن شاهد شامل ۳۹۳g آرد برنج، ۱۳۲g آرد ذرت، ۲۲۵g نشاسته ذرت، ٦٦g شکر، ۲۳g شیر خشک، ٤٠ g روغن، ٦٦g تخم مرغ، ١٤g گلوکز، ١٦٣ g آب، ۳gپودر اسفرزه و ٤g بکینگ‌پودر بود. برای ارزیابی اثر آرد بلوط به عنوان یکی از اجزای فرمولاسیون بیسکویت، جایگزینی آن در سطوح ٪۳۰-۰ مطابق با طرح جدول ۱ با نشاسته و آردهای فاقد گلوتن فرمولاسیون انجام گرفت. برای تهیه خمیر بیسکویت از روش کرم‌زنی استفاده گردید[۱۱] . خمیر حاصله پس از ۱۵ دقیقه استراحت، توسط غلتک به ضخامت ٤ میلیمتر پهن شده و پس از قالب‌زنی با قالب‌هایی به قطر ۵ سانتیمتر، در فر صنعتی با دمای۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ دقیقه پخت گردید. بیسکوئیت‌ها پس از خنک شدن در ظروف یکبار مصرف از جنسPET (پلی اتیلن ترفتالات) و در دمای محیط تا انجام آزمایشات نگهداری شدند.

۲-۳- آزمون های شیمیایی

رطوبت ،خاکستر، پروتئین، چربی نمونه‌های بیسکویت بر اساس روش مصوب2000 ,AACC و محتوای فیبر خام با روش هضم اسیدی- بازی تعیین شد[۱۲]. میزان کربوهیدرات با کسر محتوای کل رطوبت، چربی، خاکستر و پروتئین نمونه‌ها از ۱۰۰ به دست آمد. میزان کالری نمونه‌ها با توجه به فرمول زیر محاسبه گردید[۱۳]:

میزان کالری کل=

۲ × (درصد فیبر)+ ۹× (درصد چربی) + ٤× (درصد پروتئین + (درصد فیبر- درصد کربوهیدرات).

۲-٤- تهیه عصاره متانولی

برای تهیه عصاره متانولی، نمونه های آسیاب شده از هر تیمار بیسکوئیت به نسبت ۱ به ۱۰ با متانول ۹۹٪ مخلوط شده و به مدت ٢٤ ساعت در تاریکی نگهداری شد. پس از این مدت مایع رویی به مدت ۱۰ دقیقه با دور بالا سانتریفوژ شده و سپس از این مایع شفاف جهت آزمون های اندازه گیری آنتی اکسیدان و فنل کل استفاده گردید.

۲-۵- اندازه گیری آنتی اکسیدان

برای اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های بیسکویت به ازای۵cc عصاره متانولی از نمونه‌ها، cc ۲/۵ محلول متانولی DPPH (٪۰/۰۰٤) اضافه گردید. سپس محلول حاصله با ورتکس هم زده شده و بعد از ۳۰ دقیقه انکوباسیون در محل تاریک، جذب آن در طول موجnm ۵۱۷ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری گردید[١٤]. ظرفیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{آنتی اکسیدان} = \frac{c-s}{c} \times 100$$

کهc جذب نمونه شاهد وs جذب نمونه اصلی می‌باشد.

۲-٦- اندازه گیری فنل کل

برای اندازه گیری فنل کل به ازای ۰/۵ میلی لیتر عصاره متانولی از نمونه‌های بیسکویت، ۰/۱ میلی لیتر فولین سیوکالتیو، ۲میلی لیتر سدیم بی کربنات ۲۰٪ و ۲ میلی لیتر آب مقطر اضافه شده و به مدت ۱۵-۳۰ دقیقه انکوباسیون انجام گرفت. سپس جذب آن در طول موج nm ۷۳۰ با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. منحنی استاندارد گالیک اسید برای گزارش میزان فنل کل در نمونه ها استفاده شده و مقدار فنل کل نمونه‌های بیسکویت فاقد گلوتن بصورت معادل اسید گالیک (µgGA/g) گزارش گردید[۱۵].

۲-۷- آزمون بافت

آزمون بافت بصورت آزمون پانچ توسط دستگاه آنالیزر بافتیTA.XT.Plus (Stable MicroSystems انگلیس) در روز اول پس از پخت با استفاده از پروب ۲ میلی متری با سرعت آزمونmm/min ۳۰ اندازه گیری و ثبت گردید. دو پارامتر حداکثر نیروی مورد نیاز برای پانچ نمونه‌ها بعنوان سفتی (kg) و مساحت زیر منحنی (kg.s) به عنوان انرژی لازم برای نفوذ پروب (پانچ نمونه) از روی منحنی حاصله محاسبه گردید[۱۶]. مقادیر بالای این دو پارامتر نشان دهنده سفتی بافت و میزان انرژی بیشتر برای گاز زدن بیسکویت می‌باشد.

۲-۸- آزمون رنگ سنجی

این آزمون توسط دستگاه رنگ‌سنج (Chroma meter CR-400) بر روی تک تک نمونه‌ها انجام گرفت. شاخص‌های b (زردی- آبی)، a (قرمزی - سبزی) و L (سفید-سیاه) اندازه گیری شد[۱۷].

۲-۹- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها به روش امتیازدهی خطی (با مقیاس خطی ۱۰ سانتی متر) توسط ۱۶ پانالیست انجام شد. پذیرش کلی با توجه به رنگ، آروما، طعم و مزه و تردی نمونه‌های بیسکویت توسط هر ارزیاب مشخص شده و نتایج این ارزیابی با اندازه‌گیری طول منحنی از مبدا تا محل علامت زده تقسیم بر طول کل محور (۱-۰) گزارش گردید[۱۳].

۲-۱۰- آنالیز آماری

آزمایشات با استفاده از طرح آمیخته[1] در قالب طرح D-optimal با استفاده از نرم افزار Design Expert 7.1.3 در ۹ تیمار طراحی و اجرا گردید (جدول ۱). در این طرح، آرد بلوط در سطوح ۳۰-۰٪ جایگزین مقادیر مساوی از نشاسته و آرد فاقد گلوتن (نشاسته و آرد ذرت، آرد برنج) فرمولاسیون شاهد گردید. داده‌های حاصل از آزمایشات با معادله چند جمله ای درجه دوم مورد برازش قرار گرفتند. جدول آنالیز واریانس پاسخ‌ها توسط نرم افزار حاصل شد. ضرایبی با P کوچکتر از ۰/۰۵ در مدل رگرسیونی معنی‌دار در نظر گرفته شدند. میزان برازش داده ها با مدل‌های پیش بینی کننده با در نظر گرفتن ضریب تبیین(R^2) و ضریب تبیین اصلاح شده ا ($adj\text{-}R^2$) بالا و غیرمعنی‌دار بودن عدم تطابق مدل[2] ($p > ۰/۰۵$) تخمین زده شد. منحنی ها برای مدل‌های پیش بینی کننده در نتیجه عملکرد متغیرها رسم گردید. بهینه‌سازی عددی برای پیداکردن سطح جایگزینی آرد بلوط با بیشترین تابع مطلوبیت برای ویژگی‌های انتخابی بیسکویت‌ها (کمترین سفتی، انرژی نفوذ بافت و کالری و بیشترین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل و پذیرش کلی) انجام شد.

Table 1 Experimental design as mixture design

Run	Block	A:total flour	B:acorn flour
1	1	0.7	0.3
2	1	0.8	0.2
3	1	1	0
4	1	1	0
5	1	0.7	0.3
6	1	0.7	0.3
7	1	0.9	0.1
8	1	0.85	0.15
9	1	1	0

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آنالیز شیمیایی

نتایج آزمون های شیمیایی و آنالیتیکی نمونه‌های بیسکویت در جدول ۲ نشان داده شده است. داده های آنالیتیکی مربوط به ترکیبات شیمیایی نمونه‌های بیسکویت تهیه شده با طرح جدول ۱، با معادلات رگرسیون برازش داده شدند. آنالیز واریانس و ضرایب مدل های رگرسیونی در جدول ۳ نشان داده شده است. اکثر مدل های حاصله در سطح اطمینان ۵٪ معنی‌دار بوده و مقدار R^2 و $adj\text{-}R^2$بالا و قابل قبولی داشتند. عدم تطابق مدل[3] در سطح اطمینان $\alpha = ۰/۰۵$ معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده مناسب بودن این مدل هاست.

1. Mixture design

2. Lack of fit
3. Lack of fit

Table 2 Chemical composition of gluten free biscuits containing different levels of acorn flour

Run AF:TGF	Moisture %	Ash %	Protein %	Fat %	Fiber %	Carbohydrate %	Calories Kcal/gr	Antioxidant %	Total Phenol (ppm)
30:70	7.27	2.30	3.42	29.33	3.33	57.66	556.36	69.52	69.41
20:80	6.09	2.30	3.69	28.66	2.73	57.24	558.24	73.63	71.47
0:100	5.78	1.6	3.9	44.53	1.33	44.69	615.26	59.58	29.34
0:100	5.21	1.65	3.85	39.93	0.66	48.799	597.74	58.83	22.21
30:70	7.12	2.58	3.02	37.53	3.2	50.73	588.93	73.28	74.01
30:70	7.69	2.63	3.47	31.26	3.57	57.93	578.88	72.26	72.36
10:90	4.62	1.24	3.96	40.2	2.33	49.76	608.90	69.17	69.78
15:85	5.06	1.45	3.64	37.26	2.5	53.08	597.24	66.43	68.1
0:100	5.40	1.5	3.75	41.23	1	48.26	607.06	61.64	25.04

F: acorn flour; TGF: Total gluten free flour

Table 3 Coefficient and significance of regression models for chemical analysis

	Moisture	Ash	Protein	Fat	Fiber	Carbohydrate	Calories	Antioxidant	Total phenol
Model	38.45*	27.8*	13.43*	9.23	98.98*	13.21*	8.83	22.92*	128.124*
AF	5.42	1.58	3.90*	41.71*	1.13	47.66	607.97	60.06	25.60
TGF	51.15*	-204.68*	2.10	8.06	8.88*	76.67*	487.13	-24.37*	3577.07*
AF*TGF	55.86	373.83	-	-	-	-	-	176.46	-6230.05
Lack of fit	0.242^{ns}	0.171^{ns}	0.469^{ns}	0.386^{ns}	0.37^{ns}	0.58^{ns}	1.70^{ns}	0.47^{ns}	0.49^{ns}
R^2	0.92	0.94	0.65	0.62	0.93	0.65	0.55	0.88	0.98
adj R^2	0.903	0.909	0.608	0.57	0.924	0.6	0.49	0.845	0.979
CV%	5.63	8.33	5.05	10.64	12.69	5.73	2.57	3.41	5.86

ns: not significant; *: significant at $p<0.05$; **: significant at $p<0.01$; A: acorn flour; TGF: total gluten free flour.

با توجه به نتایج آنالیز آماری و ضرایب مدل پیش‌بینی کننده، افزودن آرد بلوط تأثیر معناداری برروی رطوبت و خاکستر نمونه‌ها داشت($p<0.05$). بطوریکه با افزایش میزان آرد بلوط محتوای رطوبتی و خاکستر در نمونه ها افزایش یافت. دلیل افزایش محتوای رطوبتی نمونه‌ها می‌تواند مربوط به قابلیت جذب رطوبت بالای آرد بلوط به‌دلیل محتوای نشاسته بالا و فیبرهای محلول باشد [٦]. همتیان و همکاران (١٣٩٢) نیز در بررسی تأثیر مشترک آرد بلوط و آرد سویا بر روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی و فیزیکوشیمیایی کیک فاقد گلوتن، افزایش میزان رطوبت را با افزایش سطح آرد بلوط مصرفی گزارش نموده‌اند. میشرا و همکاران با افزودن پودر سبزیجات(سیب زمینی) و میوه ها(مخانا[4] و شاه بلوط آبی) به بیسکوئیت فاقد گلوتن تفاوت معنی داری را در رطوبت بیسکوئیت ها مشاهده نکردند [١٨]. افزایش میزان خاکستر با افزایش آرد بلوط به دلیل وجود مقادیر بالای املاح معدنی در میوه و آرد بلوط می باشد [٣، ١٠]. افزایش میزان خاکستر با جایگزینی آرد بلوط با آرد ذرت در فرمولاسیون بیسکویت نیز گزارش گردیده است [١٩].

با افزایش سطح آرد بلوط در فرمولاسیون بیسکویت، میزان پروتئین و چربی نمونه‌ها به طور معناداری کاهش یافت ($p<0.05$). نتایج بدست آمده از پژوهش سیلوا و همکاران بر روی آرد بلوط میزان کم پروتئین در آرد بلوط را نشان داد[٢٠]. کوروس و همکاران در بررسی افزودن مخلوط آرد بلوط و آرد ذرت به بیسکوئیت فاقد گلوتن، افرایش میزان پروتئین و چربی نسبت به نمونه های شاهد را گزارش کرده‌اند [١٩]. دلیل این نتاقض می‌تواند به دلیل محتوای پروتئین و چربی بالاتر آرد برنج و ذرت مصرفی در این فرمولاسیون نسبت به آرد بلوط باشد. میشرا و همکاران با افزودن پودر سبزیجات(سیب زمینی) و میوه ها(مخانا و شاه بلوط آبی) به بیسکوئیت فاقد گلوتن نتیجه مشابهی در زمینه کاهش میزان چربی در نمونه ها را گزارش نموده‌اند [١٨].

با توجه به نتایج حاصل از محتوای فیبر نمونه‌ها، افزایش سطح آرد بلوط باعث افزایش چشمگیری در میزان فیبر نمونه‌ها در مقایسه با نمونه های شاهد گردید. دلیل افزایش فیبر خام موجود به دلیل محتوای فیبر بالای میوه بلوط نسبت به سایر اجزای فرمولاسیون می باشد [٣]. کورس و همکاران (٢٠١٥) نیز افزایش میزان فیبر در نان فاقد گلوتن را با افزایش سطح آرد بلوط گزارش کرده‌اند [١٩].

نتایج آنالیز آماری افزایش معنادار کربوهیدرات در نمونه‌ها را با افزایش آرد بلوط جایگزین شده نشان دادند($p<0.005$) که بدلیل غنی بودن میوه بلوط از کربوهیدرات میباشد[٢١]. راشید و همکاران هم در بررسی اثر آرد بلوط بر روی یک شیرینی محلی عراقی (کولیکا[5]) به نتیجه مشابهی در خصوص افزایش میزان کربوهیدرات دست یافته‌اند[٢٢]. میزان کالری نمونه ها با افزایش میزان آرد بلوط جایگزین شده بطور قابل توجهی کاهش یافت. کوروس و همکاران نیز کاهش میزان کالری نمونه‌های بیسکویت را با افزایش آرد بلوط گزارش نموده‌اند[١٩].

٣-٢- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل

همانگونه که در شکل١مشاهده می‌شود، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل نمونه‌های حاوی آرد بلوط نسبت به نمونه شاهد به طور قابل توجهی بیشتر می‌باشد($p<0.05$).این افزایش بدلیل وجود مواد آنتی اکسیدانی شامل آلفا و گاماتوکوفرول ها، اسیدگالیک، اسید الاجیک و تانن و مواد فنلی در میوه بلوط می باشد[٣، ٢٣]. در بررسی اثر پودر جوانه بامبو بر خواص فیزیکوشیمیایی بیسکوئیت، افزایش محتوای فنل در محصولات غنی شده نسبت به نمونه شاهد گزارش گردیده است [٢٤].

4. makhana

5. kulicha

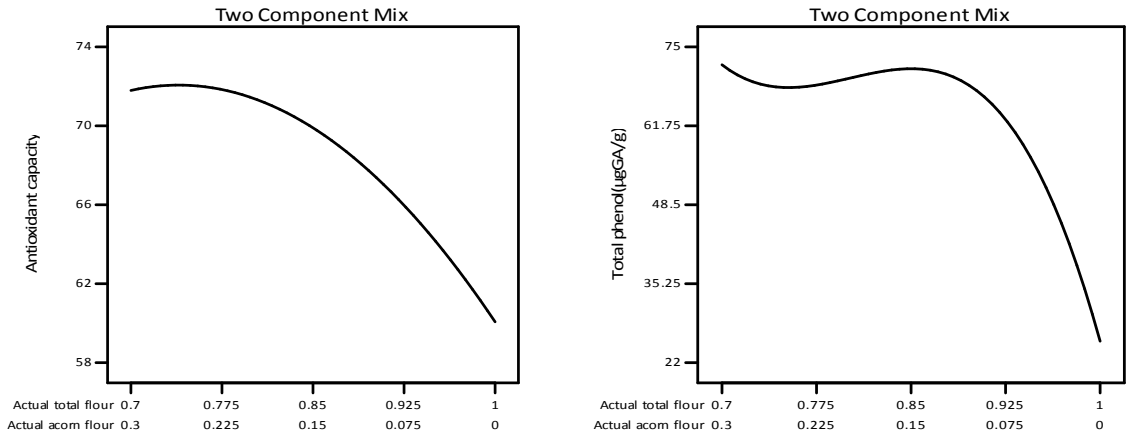

Fig 1 Effect of different ratio of acorn flour on antioxidant capacity and total phenol content of gluten free biscuits.

۳-۳- نتایج ارزیابی رنگ

با توجه به نتایج آنالیز آماری، آرد بلوط اثر خطی قابل توجهی بر شاخص‌های رنگی L، a و b داشت. همانگونه که در شکل۲ مشاهده می‌شود با افزودن آرد بلوط، رنگ بیسکویت‌ها تیره‌تر شد که به دلیل رنگ تیره آرد بلوط در مقایسه با سایر اجزای فرمولاسیون می‌باشد. تعیین مقدار a (قرمزی-سبزی) نان‌ها بیانگر افزایش این پارامتر (افزایش قرمزی) با افزایش سطح آرد بلوط بود. همچنین میزان b (زردی-آبی) بیسکویت‌ها با افزایش سطح جایگزینی آرد بلوط کاهش یافت که نشان‌دهنده کاهش زردی نمونه‌هاست. نتایج مشابهی در خصوص کاهش روشنایی و زردی و افزایش قرمزی با افزایش میزان آرد بلوط مصرفی در نان بربری گزارش شده است[۹].

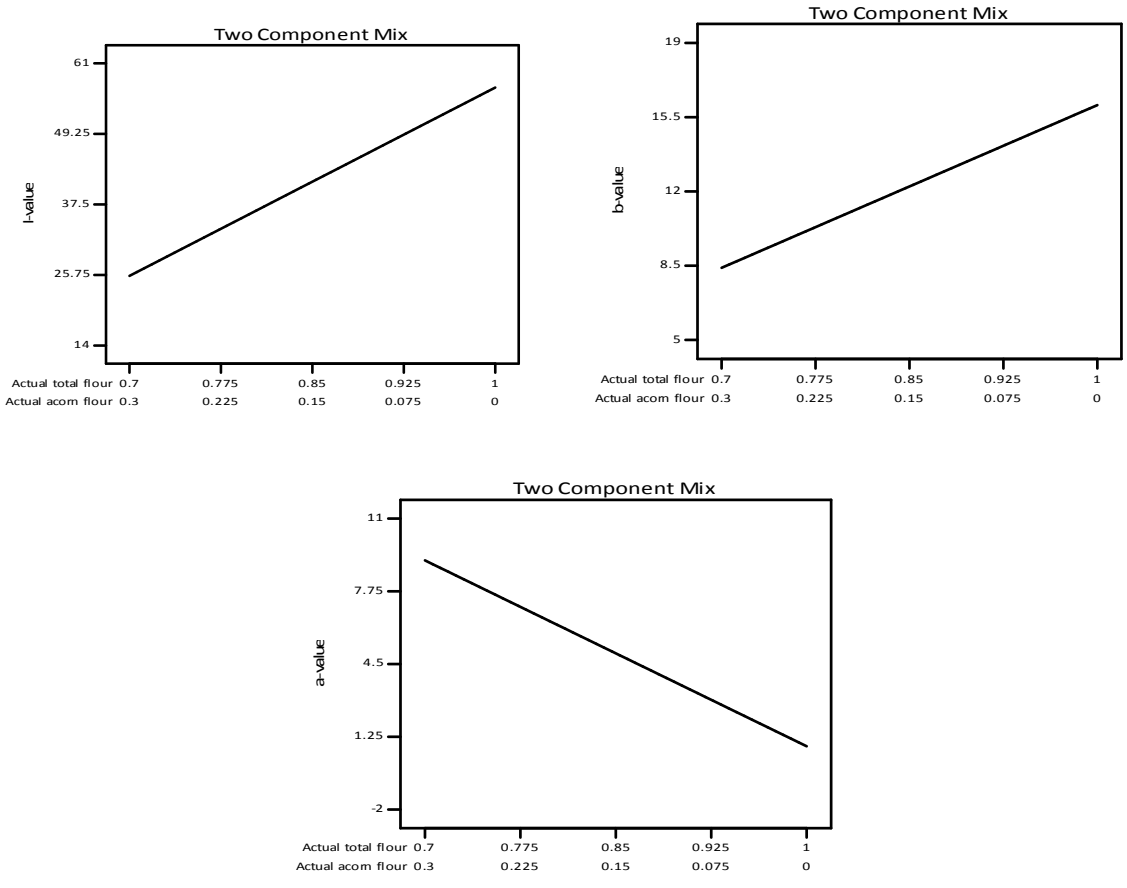

Fig 2 Effect of different ratios of acorn flour on color parameters of gluten free biscuits.

۳-٤- ارزیابی بافت

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مدل‌های درجه دوم برازش خوبی با پارامترهای سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌های بیسکویت داشتند($P< ۰/۰۱$). همچنین شاخص عدم برازش مدل‌ها نیز غیر معنادار بود ($p>۰/۰۱$). اثر افزایش آرد بلوط در سفتی و انرژی نفوذ نمونه های غنی شده با آرد بلوط معنی دار بود. همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، با افزایش سطح آرد بلوط جایگزین شده در فرمولاسیون بیسکویت بخصوص در درصدهای بالاتر از ۱۵٪، سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌ها بطور معناداری افزایش یافت. نتایج مشابهی در زمینه افزایش در میزان سفتی بافت با افزایش سطح آرد بلوط در نان فاقد گلوتن[٦] ، نان بربری[۹] و کیک[۱۰] نیز گزارش شده است. مدل رگرسیونی درجه دوم برای پارامترهای سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌های بیسکویت تحت تاثیر افزودن آرد بلوط به صورت ذیل می‌باشد:

سفتی =2.74 TF + 82.45 AF -94.65 WF×AF

R^2=0.90 & adj-R^2=0.87.

انرژی نفوذ =4.73 TF + 43.96 AF

R^2=0.76 & adj-R^2=0.74.

که TF = آرد کل فاقد آرد بلوط و AF= آرد بلوط می‌باشد.

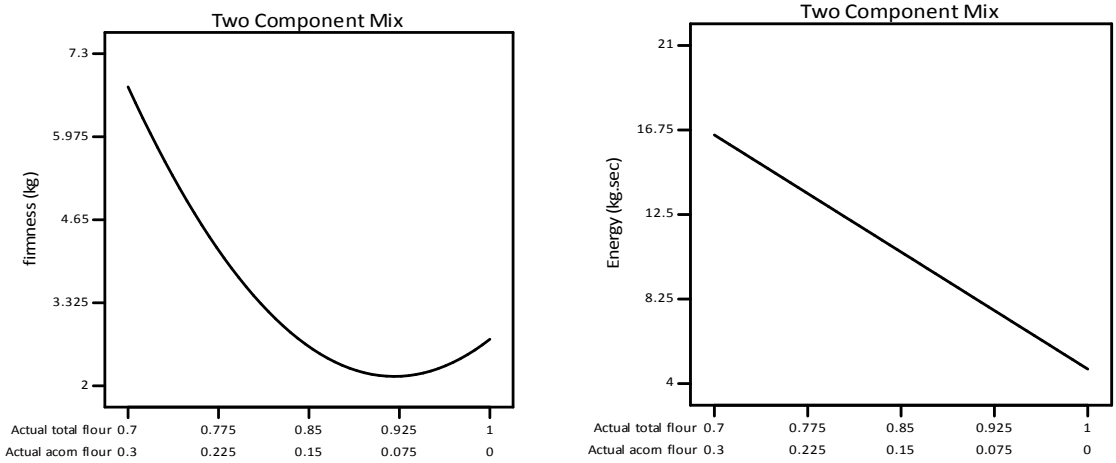

Fig 3 Effect of different ratios of acorn flour on firmness and required energy for puncture of gluten free biscuits.

۳-۵- ارزیابی حسی

آنالیز واریانس ارزیابی حسی نشان داد مدل خطی برازش شده برای پذیرش کلی نمونه‌ها معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و شاخص عدم تطابق مدل برای این مدل غیرمعنادار بود ($p>۰/۰۵$). نتایج حاصله نشان داد که افزایش سطح جایگزینی آرد بلوط، اثر خطی منفی بر پذیرش کلی نمونه‌ها داشت. رنگ قهوه‌ای حاصله در بیسکویت‌ها در نتیجه افزودن آرد بلوط از نظر ارزیاب‌ها مطلوب بود و امتیاز نمونه‌ها از نظر ظاهر اختلاف معناداری نداشت. با افزایش سطح آرد بلوط در فرمولاسیون بیسکویت، آروما، طعم و تردی و بطور کلی پذیرش کلی نمونه‌ها کاهش یافت (شکل ٤).

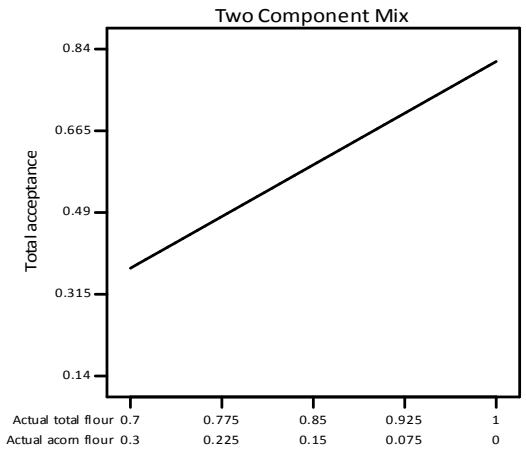

Fig 4 Sensory evaluation of gluten free biscuits with different ratios of acorn flour

نتایج ارزیابی حسی نان بربری در نتیجه افزودن آرد بلوط نشان داد که رنگ قهوه‌ای حاصله از نظر ارزیاب‌ها مورد قبول بوده اما امتیاز طعم و مزه و پذیرش کلی نمونه‌ها کاهش یافت [۹، ۲۵].

مدل رگرسیونی درجه اول برای پیش‌بینی اثر جایگزینی آرد بلوط بر پذیرش کلی بیسکویت فاقد گلوتن بصورت ذیل می‌باشد:

پذیرش کلی= 0.81 TF- 0.66 AF

R^2=0.75 & adj-R^2=0.72.

۳-۶- نتایج بهینه‌سازی

نتایج بهینه‌سازی فرمولاسیون نشان دادکه بیسکویت فاقد گلوتن با ۱۵٪ آرد بلوط جایگزین شده دارای بهترین کیفیت بوده و مصرف آن برای بیماران سلیاکی توصیه می‌شود. چنین بیسکویت بهینه شده‌ای دارای مطلوبیت ۰/۶۹ بوده و دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ۶۹/۴۶٪، فنل کل µgGA/g ۷۱/۲۲، کالری kcal/g ۵۷۱/۲۱، سفتی kg ۲/۴۹، انرژی نفوذ kg.sec ۱۰/۲۰ و پذیرش کلی ۰/۶۲می‌باشد (شکل ۵).

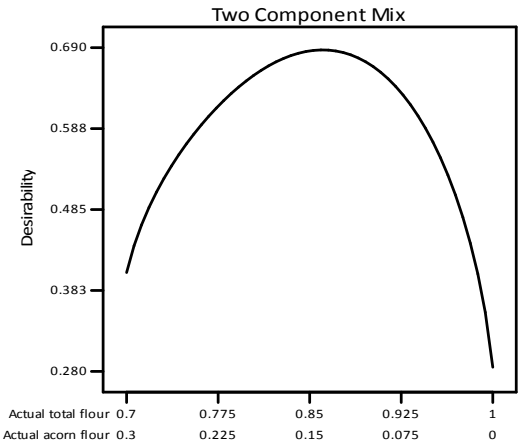

Fig 5 Desirability curve of optimized acorn flour.

٤- نتیجه گیری

نتایج حاصل از جایگزینی آرد بلوط در سطوح ۳۰-۰٪ در فرمولاسیون بیسکویت فاقد گلوتن نشان داد که محتوای رطوبت، کربوهیدرات و فیبر بیسکویت‌ها افزایش و محتوای چربی و کالری آنها کاهش می‌یابد. آرد بلوط به دلیل وجود ترکیبات تانن، محتوای فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدان میوه بلوط باعث افزایش چشمگیر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنول نمونه‌های غنی شده نسبت به نمونه‌های شاهد گردید. سفتی و انرژی نفوذ بیسکویت‌ها با افزایش میزان آرد بلوط جایگزین شده افزایش یافت. نتایج ارزیابی حسی حاکی از کاهش مقبولیت و امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها با افزایش سطح آرد بلوط به‌ویژه در سطوح بالای مصرفی از آن بود. با توجه به نتایج حاصل از بهینه‌سازی، حداکثر مقدار جایگزینی آرد بلوط با نشاسته و آردهای فاقد گلوتن (آرد برنج و نشاسته ذرت) ۱۵٪ بود. زیرا استفاده بیشتر از این مقدار آرد بلوط، باعث سفتی بافت بیسکوئیت و طعم و مزه نامطلوب در محصول می شود. با توجه به نتایج حاصله، استفاده از آرد بلوط بعنوان ماده مغذی تا سطح جایگزینی ۱٤٪ بدون اثر منفی بر ویژگی‌های حسی-چشایی جهت غنی‌سازی بیسکویت فاقد گلوتن پیشنهاد می‌شود.

٥- منابع

[1] Ferrari C, Torres E. Biochemical pharmacology of functional foods and prevention of chronic diseases of aging. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2003;57(5):251-60.

[2] Molyneaux M. Consumer attitudes predict upward trends for the herbal marketplace. HerbalGram. 2002.

[3] Rakić S, Povrenović D, Tešević V, Simić M, Maletić R. Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. Journal of Food Engineering. 2006;74(3):416-23.

[4] Ghaderi GM, Sadeghi MA, Alami M, Azizi M, Ghorbani M. Study on antioxidant activities of phenolic extracts from fruit of a variety of iranian acorn (q. castaneifolia var castaneifolia). 2012.

[5] Wainio WW, Forbes E. The chemical composition of forest fruits and nuts from Pennsylvania. Journal of Agricultural Research. 19.۳۵-۶۲:۶۲۷;۴۱

[6] Korus J, Witczak M, Ziobro R, Juszczak L. The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. European Food Research and Technology. 2015;240(6):1135-43.

[7] Khosravi A, Behzadi A. Evaluation of the antibacterial activity of the seed hull of Quercus brantii on some gram negative bacteria. Pak J Med Sci. 2006;22(4):429-32.

[8] Lee M-H, Jeong J-H, Oh M-J. Antioxidative activity of gallic acid in acorn extract. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 1992;21(6):693-700.
[9] Majzoobi M, Mortazavi S, Asadi Yousefabad S, Farahnaki A. The effect of acorn flour on Characteristics of dough and Barbari bread. Research in science and Food industry. 2013;23(2):271-80.
[10] Molavi H, Keramat J, Raisee B. Evaluation of the cake quality made from acorn-wheat flour blends as a functional food. Journal of Food Biosciences and Technology. 2015;5(2):53-60.
[11] Kaur M, Sandhu KS, Arora A, Sharma A. Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: physicochemical and sensory properties. LWT-Food Science and Technology. 2015;62(1):628-32.
[12] Bhat MA, Anju B. Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake. Journal of Food Processing and Technology. 2013;4(9.(
[13] Karp S, Wyrwisz J, Kurek MA, Wierzbicka A. Combined use of cocoa dietary fibre and steviol glycosides in low-calorie muffins production. International journal of food science & technology. 2017;52(4):944-53.
[14] Hernández-Ortega M, Kissangou G, Necoechea-Mondragón H, Sánchez-Pardo ME, Ortiz-Moreno A. Microwave dried carrot pomace as a source of fiber and carotenoids. Food and Nutrition Sciences. 2013;4(10):1037.
[15] Rakić S, Petrović S, Kukić J, Jadranin M, Tešević V, Povrenović D, et al. Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. Food Chemistry. 2007;104(2):830-4.
[16] Emami, N., Dehghan, P., Mohtarami, F., Ostadrahimi, A., & Azizi, M. H. Physicochemical, Textural, and Sensory Evaluation of Reduced Fat Gluten-Free Biscuit Prepared with Inulin and Resistant Dextrin Prebiotic. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2018: 721-733.
[17] Ergin A, Herken EN. Use of various flours in gluten-free biscuits. J Food Agric Environ. 2012;10(1):128-31.
[18] Mishra A, Devi M, Jha P. Development of gluten free biscuits utilizing fruits and starchy vegetable powders. Journal of food science and technology. 2015;52(7):4423-31.
[19] Korus A, Gumul D, Krystyjan M, Juszczak L, Korus J. Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuits made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites. European Food Research and Technology. 2017:1-10.
[20] Silva S, Costa EM, Borges A, Carvalho AP, Monteiro MJ, Pintado MME. Nutritional characterization of acorn flour (a traditional component of the Mediterranean gastronomical folklore). Journal of Food Measurement and Characterization. 2016;10(3):584-8.
[21] Hopkins C, Chisholm MJ. SOME FATTY ACIDS OF PEANUT ,[20] HICKORY, AND ACORN OILS. Canadian Journal of Chemistry. 1953;31(12):1173-80.
[22] Rashid RMS, Sabir DA, Hawramee OK. Effect of sweet acorn flour of common oak (Quercus aegilops L.) on locally Iraqi pastry (kulicha) products. Journal Zankoy Sulaimani. 2014; 16: 244-249.
[23] Ozcan T, Bayçu G. Some elemental concentrations in the acorns of Turkish Quercus L.(Fagaceae) taxa. Pakistan Journal of Botany. 2005;37(2):361.
[24] Choudhury M, Badwaik LS, Borah PK, Sit N, Deka SC. Influence of bamboo shoot powder fortification on physico-chemical, textural and organoleptic characteristics of biscuits. Journal of food science and technology. 2015;52(10):6742-8.
[25] Majzoobi M, Ghavi FS, Farahnaky A, Jamalian J, Mesbahi G. Effect of tomato pomace powder on the physicochemical properties of flat bread (Barbari bread). Journal of Food Processing and Preservation. 2011;35(2):247-56.

The influence of acorn flour on physico-chemical and sensory properties of gluten free biscuits

Torabi, S. [1], Mohtarami, F. [2*], Dabbagh Mazhary, M. R. [3]

1. MS Graduted in Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Saba College Of Higher Education
2. Assistant professor, Food Science and Technology Department, Agriculture Faculty, Urmia University
3. Graduted in Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Saba College Of Higher Education

(Received: 2018/05/09 Accepted:2019/03/16)

Acorn tree is abundant in many parts of Iran and is usually wasted or used as animal feed. According to the numerous health effects of acorn, the aim of this research is to investigate the influence of acorn flour (substituted at levels of 0-30% with rice flour, corn flour and starch) as a mixture design on chemical, nutritional, textural and sensorial properties of gluten free biscuits for celiacs. The results showed that moisture, ash, crude fiber, carbohydrate, antioxidant capacity and total phenol of gluten free biscuits supplemented with acorn flour increased noticeably compared to control. Increasing the acorn flour decreased calorie value of gluten free biscuits. Hardness and penetration energy of samples increased with substitution of acorn flour in formulation. Sensory evaluation showed addition of acorn flour up to 20% was acceptable but total acceptance diminished at high levels of it. The obtained results signify that the application of acorn flour in gluten-free baking could be useful for fortification and increase of nutritional value.

Keywords: Celiac, Gluten free biscuit, Acorn flour, Antioxidant, Total phenol.

*Corresponding Author E-Mail Address: f.mohtarami@urmia.ac.ir