

تأثیر آرد بلوط بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکوئیت فاقد گلوتن

سوننا 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 معمولاً 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 ۰-۳۰٪ با آرد برنج، آرد و نشاسته ذرت) در قالب طرح آمیخته بر روی ویژگی‌های شیمیایی، تغذیه‌ای، بافتی و حسی بیسکوئیت فاقد گلوتن برای بیماران سلیاک 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 بیسکوئیت فاقد گلوتن کاهش یافت. سفتی و انرژی نفوذ بیسکوئیت‌ها 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 غنی‌سازی و افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات پختی فاقد گلوتن می‌تواند مفید باشد.

کلید واژگان: سلیاک، بیسکوئیت فاقد گلوتن، آرد بلوط، آنتی‌اکسیدان، 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 بیماری های گوارشی دارد ولی کم اهمیت تر از آنها نمی باشد. زیرا در صورت عدم رعایت رژیم غذایی می تواند با تخریب آنتروسیست ها و التهاب در محیط روده زمینه ای برای ایجاد سرطان های دستگاه گوارش باشد. شایع ترین علائم گوارشی بیماری سلیاک اسهال، نفخ و کاهش وزن می باشد.

از لحاظ تغذیه ای غلات در قاعده هرم غذایی قرار گرفته و به عنوان تأمین کننده اصلی انرژی در رژیم غذایی محسوب میشوند. اما با توجه به مطالب ذکر شده در بالا، مشکل بزرگی که افراد سلیاکی با آن مواجه هستند، عدم توانایی در مصرف فرآورده های غله ای حاوی گندم (گیلیدین)، چاودار (سکالین)، جو (هوردین) و گونه های هیبریدی حاصل از این دانه ها است که آنها را از منبع اصلی دریافت انرژی محروم می سازد. غذای فراسودمند مفهوم جدیدی است که در برگیرنده ماده غذایی یا جزئی از مواد غذایی می باشد که می تواند سلامتی بیشتری نسبت به اجزاء تشکیل دهنده معمول آن ماده غذایی ایجاد کند [۱]. در همین راستا گرایش مصرف کنندگان 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 آنتی اکسیدانی (آلفا و گاما توکوفرول، تانن، گالیک و الاجیک اسید) است که باعث عملگرایی آن می شود [۳]. جنگل های مناطق غرب و شمال غرب ایران در دامنه های زاگرس رویشگاه اصلی درختان بلوط (*Persica Quercus*) کشور را شامل می شود [۴]. میوه درخت بلوط کشیده، شبیه بیضی و در پیاله ای سفید رنگ مخملی و مخروطی شکل قرار گرفته است. ترکیب شیمیایی میوه بلوط شبیه به غلات می باشد [۵]. میوه بلوط حاوی ۵۵-۳۱٪ نشاسته، ۸/۴۴-۲/۷۵٪ پروتئین (حاوی مقادیر بالایی از آمینواسیدهای ضروری)، ۹-۰/۷٪، چربی می باشد. همچنین آرد بلوط منبع خوبی از مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی با

خاصیت آنتی اکسیدانی است [۶]. بلوط از لحاظ خواص درمانی نیز فوایدی دارد، از جمله اینکه ضد عفونی کننده و مدر می باشد. در طب سنتی پوست و میوه بلوط در درمان اسهال کاربرد دارد [۷]. بلوط علاوه بر خواص بیولوژیکی دارای اجزای مغذی است که برای تولید محصولات عملگرا می تواند مورد استفاده قرار بگیرد [۸]. فرآورده های غله ای مختلفی از جمله نان، کیک و بیسکوئیت را می توان 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 [۶]. 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 کرده اند [۶]. 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 بررسی را مورد مطالعه قرار داده اند. 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 ویژگی های حسی چشایی نان داشت و در مجموع جایگزینی کمتر از ۳۰٪ آرد بلوط با آرد گندم در تهیه نان بررسی 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 آزمون های 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 غله ای، بیسکوئیت بدلیل رطوبت پائین، ماندگاری بالا، هزینه نسبتاً پایین و دارا بودن طعم و مزه متفاوت مورد علاقه قشر وسیعی از مردم می باشد. بنابراین می تواند بعنوان یک محصول پیشنهادی برای تولید فرآورده

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]:

$$\text{میزان کالری کل} = ۲ \times (\text{درصد فیبر}) + ۹ \times (\text{درصد چربی}) + ۴ \times (\text{درصد پروتئین}) + (\text{درصد کربوهیدرات}).$$

۲-۴-۴- تهیه عصاره متانولی

برای تهیه عصاره متانولی، نمونه‌های آسیاب شده از هر تیمار بیسکوئیت به نسبت ۱ به ۱۰ با متانول ۹۹٪ مخلوط شده و به مدت ۲۴ 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 آزمون‌های اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان و فنل کل استفاده گردید.

۲-۴-۵- اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های بیسکوئیت به ازای ۵CC عصاره متانولی از نمونه‌ها، ۲/۵ CC محلول متانولی DPPH (۰/۰۰۴٪) اضافه گردید. سپس محلول حاصله با ورتکس هم زده شده و بعد از ۳۰ دقیقه انکوباسیون در محل تاریک، جذب آن در طول موج ۵۱۷ nm با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید [۱۴]. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{آنتی‌اکسیدان} = \frac{C-S}{C} \times 100$$

که C جذب نمونه شاهد و S جذب نمونه اصلی می‌باشد.

۲-۴-۶- اندازه‌گیری فنل کل

برای اندازه‌گیری فنل کل به ازای ۰/۵ میلی لیتر عصاره متانولی از نمونه‌های بیسکوئیت، ۰/۱ میلی لیتر فولین سیوکالتیو، ۲ میلی 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 ۷۳۰ nm با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد گالیک اسید برای گزارش میزان فنل کل در نمونه‌ها استفاده شده و مقدار فنل کل نمونه‌های بیسکوئیت فاقد گلوتن بصورت معادل اسید گالیک ($\mu\text{gGA/g}$) گزارش گردید [۱۵].

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 بیسکوئیت فاقد گلوتن شاهد شامل ۳۹۳g آرد برنج، ۱۳۲g آرد ذرت، ۲۲۵g نشاسته ذرت، ۶۶g شکر، ۲۳g شیر خشک، ۴۰g روغن، ۶۶g تخم مرغ، ۱۴g گلوکز، ۱۶۳g آب، ۳g پودر اسفزه و ۴g بکینگ پودر بود. برای ارزیابی اثر آرد بلوط به عنوان یکی از اجزای فرمولاسیون بیسکوئیت، جایگزینی آن در سطوح ۰-۳۰٪ مطابق با طرح جدول ۱ با نشاسته و آردهای فاقد گلوتن فرمولاسیون انجام گرفت. برای تهیه خمیر بیسکوئیت از روش کرم‌زنی استفاده گردید [۱۱]. خمیر حاصله پس از ۱۵ دقیقه استراحت، توسط غلتک به ضخامت ۴ میلیمتر پهن شده و پس از قالب‌زنی با قالب‌هایی به قطر ۵ سانتیمتر، در فر صنعتی با دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ دقیقه پخت گردید. بیسکوئیت‌ها پس از خنک شدن در ظروف یکبار مصرف از جنس PET (پلی اتیلن ترفتالات) و در دمای محیط تا انجام آزمایشات نگهداری شدند.

۲-۳- آزمون‌های شیمیایی

رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی نمونه‌های بیسکوئیت بر اساس روش مصوب ۲۰۰۰ AACC و محتوای فیبر خام با

۷-۲- آزمون بافت

آزمون بافت بصورت آزمون پانچ توسط دستگاه آنالیزر بافتی TA.XT.Plus (Stable MicroSystems انگلیس) در روز اول پس از پخت با استفاده از پروب ۲ میلی متری با سرعت آزمون ۳۰ mm/min 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 بیسکوئیت می‌باشد.

۸-۲- 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].

۹-۲- 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 بیسکوئیت توسط هر ارزیاب مشخص شده و نتایج این ارزیابی با اندازه‌گیری طول منحنی از مبدا تا محل علامت زده تقسیم بر طول کل محور (۰-۱) گزارش گردید [۱۳].

۱۰-۲- آنالیز آماری

آزمایشات با استفاده از طرح آمیخته^۱ 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 ۰-۳۰٪ 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. ضرایب با P کوچکتر از

۰/۰۵ در مدل رگرسیونی معنی‌دار در نظر گرفته شدند. میزان برازش داده‌ها با مدل‌های پیش بینی کننده با در نظر گرفتن ضریب تبیین (R^2) و ضریب تبیین اصلاح شده ($adj-R^2$) بالا و غیرمعنی‌دار بودن عدم تطابق مدل^۲ ($p > 0.05$) تخمین زده شد. منحنی‌ها برای مدل‌های پیش بینی کننده در نتیجه عملکرد متغیرها رسم گردید. بهینه‌سازی عددی برای پیدا کردن سطح جایگزینی آرد بلوط با بیشترین تابع مطلوبیت برای ویژگی‌های انتخابی بیسکوئیت‌ها (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 آزمون‌های شیمیایی و آنالیتیکی نمونه‌های بیسکوئیت در جدول ۲ نشان داده شده است. داده‌های آنالیتیکی مربوط به ترکیبات شیمیایی نمونه‌های بیسکوئیت تهیه شده با طرح جدول ۱، با معادلات رگرسیون برازش داده شدند. آنالیز واریانس و ضرایب مدل‌های رگرسیونی در جدول ۳ نشان داده شده است. اکثر مدل‌های حاصله در سطح اطمینان ۵٪ معنی‌دار بوده و مقدار R^2 و $adj-R^2$ بالا و قابل قبولی داشتند. عدم تطابق مدل^۳ در سطح اطمینان $\alpha = 0.05$ معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده مناسب بودن این مدل هاست.

2. Lack of fit
3. Lack of fit

1. Mixture design

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.

نتیجه مشابهی در زمینه کاهش میزان چربی در نمونه ها را گزارش نموده‌اند [۱۸].

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 [۳]. کورس و همکاران (۲۰۱۵) نیز افزایش میزان فیبر در نان فاقد گلوتن را با افزایش سطح آرد بلوط گزارش کرده‌اند [۱۹].

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 [۲۱]. راشید و همکاران هم در بررسی اثر آرد بلوط بر روی یک شیرینی محلی عراقی (کولیکا^۲) به نتیجه مشابهی در خصوص افزایش میزان کربوهیدرات دست یافته‌اند [۲۲]. میزان کالری نمونه ها با افزایش میزان آرد بلوط جایگزین شده بطور قابل توجهی کاهش یافت. کورس و همکاران نیز کاهش میزان کالری نمونه‌های بیسکوئیت را با افزایش آرد بلوط گزارش نموده-اند [۱۹].

۳-۲- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده 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 آنتی‌اکسیدانی شامل آلفا و گاماتوکوفرول ها، اسیدگالیک، اسیدالاجیک و تانن و مواد فنلی در میوه بلوط می باشد [۳، ۲۳]. در بررسی اثر پودر جوانه بامبو بر خواص فیزیکوشیمیایی بیسکوئیت، افزایش محتوای فنل در محصولات غنی شده نسبت به نمونه شاهد گزارش گردیده است [۲۴].

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 به دلیل محتوای نشاسته بالا و فیبرهای محلول باشد [۶]. همتیان و همکاران (۱۳۹۲) نیز در بررسی تأثیر مشترک آرد بلوط و آرد سویا بر روی ویژگی‌های ارگانولیپیدی و فیزیکوشیمیایی کیک فاقد گلوتن، افزایش میزان رطوبت را با افزایش سطح آرد بلوط مصرفی گزارش نموده‌اند. میسرا و همکاران با افزودن پودر سبزیجات (سیب زمینی) و میوه ها (مخانا^۴ و شاه بلوط آبی) به بیسکوئیت فاقد گلوتن تفاوت معنی داری را در رطوبت بیسکوئیت ها مشاهده نکردند [۱۸]. افزایش میزان خاکستر با افزایش آرد بلوط به دلیل وجود مقادیر بالای املاح معدنی در میوه و آرد بلوط می باشد [۳، ۱۰]. افزایش میزان خاکستر با جایگزینی آرد بلوط با آرد ذرت در فرمولاسیون بیسکوئیت نیز گزارش گردیده است [۱۹].

با افزایش سطح آرد بلوط در فرمولاسیون بیسکوئیت، 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 [۲۰]. کورس و همکاران در بررسی افزودن مخلوط آرد بلوط و آرد ذرت به بیسکوئیت فاقد گلوتن، افزایش میزان پروتئین و چربی نسبت به نمونه های شاهد را گزارش کرده‌اند [۱۹]. دلیل این تناقض می‌تواند به دلیل محتوای پروتئین و چربی بالاتر آرد برنج و ذرت مصرفی در این فرمولاسیون نسبت به آرد بلوط باشد. میسرا و همکاران با افزودن پودر سبزیجات (سیب زمینی) و میوه ها (مخانا و شاه بلوط آبی) به بیسکوئیت فاقد گلوتن

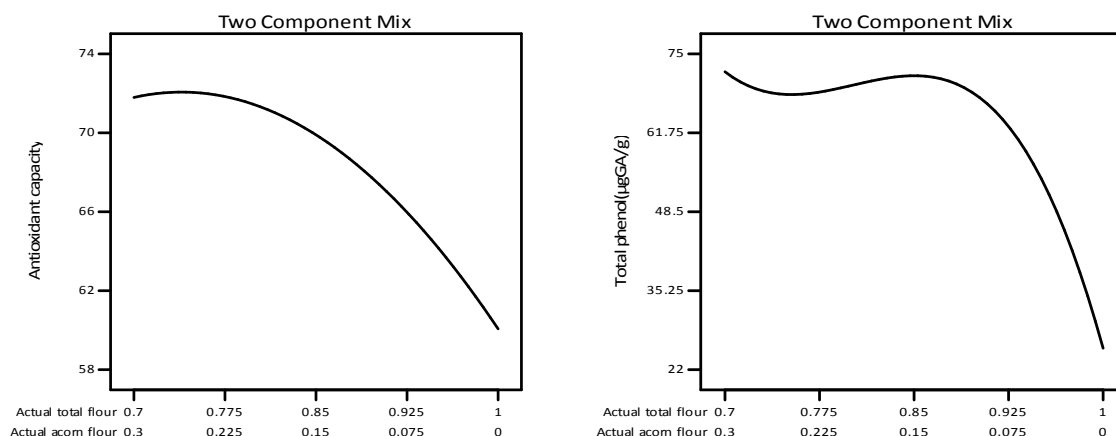


Fig 1 Effect of different ratio of acorn flour on antioxidant capacity and total phenol content of gluten free biscuits.

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 روشنائی و زردی و افزایش قرمزی با افزایش میزان آرد بلوط مصرفی در نان بربری گزارش شده است [۹].

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 شکل ۲ 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

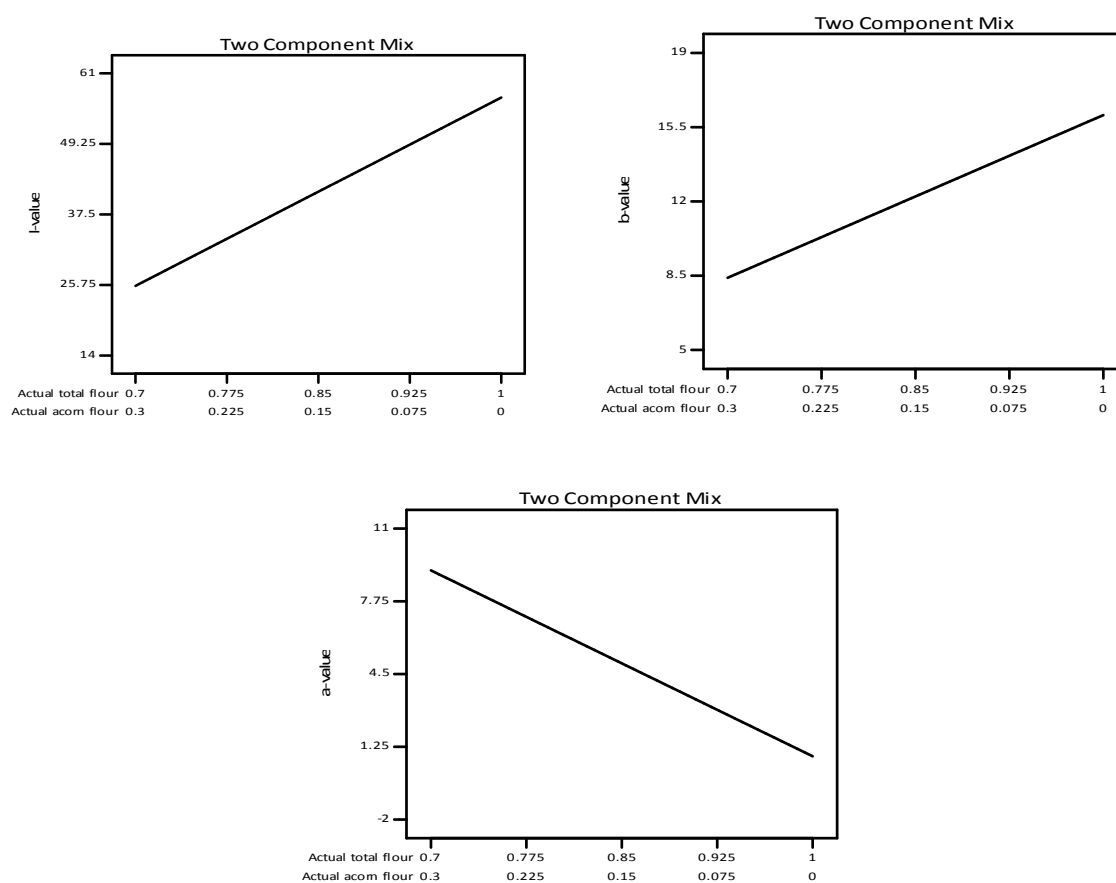


Fig 2 Effect of different ratios of acorn flour on color parameters of gluten free biscuits.

۳-۴- ارزیابی بافت

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مدل‌های درجه دوم برازش خوبی با پارامترهای سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌های بیسکویت داشتند ($P < 0/01$). همچنین شاخص عدم برازش مدل‌ها نیز غیر معنادار بود ($p > 0/01$). اثر افزایش آرد بلوط در سفتی و انرژی نفوذ نمونه‌های 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 [۶]، 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:

$$\text{سفتی} = 2.74 \text{ TF} + 82.45 \text{ AF} - 94.65 \text{ WF} \times \text{AF}$$

$$R^2=0.90 \text{ \& adj-}R^2=0.87.$$

$$\text{انرژی نفوذ} = 4.73 \text{ TF} + 43.96 \text{ AF}$$

$$R^2=0.76 \text{ \& adj-}R^2=0.74.$$

که $\text{TF} = \text{آرد کل فاقد آرد بلوط}$ و $\text{AF} = \text{آرد بلوط می‌باشد}$.

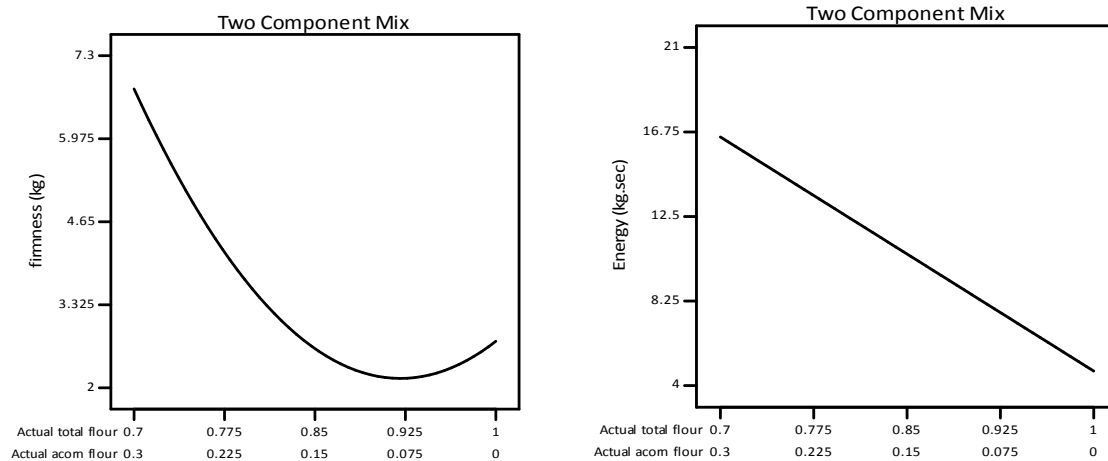


Fig 3 Effect of different ratios of acorn flour on firmness and required energy for puncture of gluten free biscuits.

۳-۵- ارزیابی حسی

آنالیز واریانس ارزیابی حسی نشان داد مدل خطی برازش شده برای پذیرش کلی نمونه‌ها معنی دار ($p < 0/01$) و شاخص عدم تطابق مدل برای این مدل غیر معنادار بود ($p > 0/05$). 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 ۴).

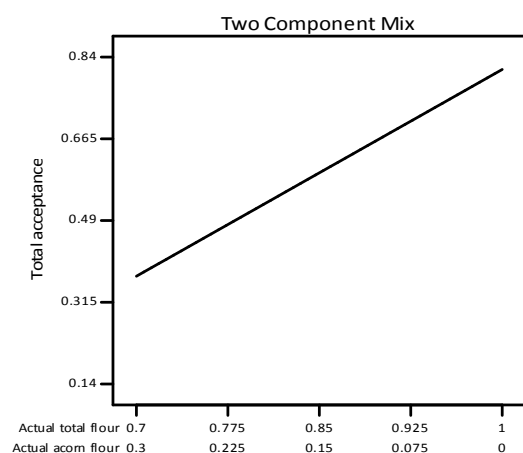


Fig 4 Sensory evaluation of gluten free biscuits with different ratios of acorn flour

فول 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 می‌شود. با توجه به نتایج حاصله، استفاده از آرد بلوط بعنوان ماده مغذی تا سطح جایگزینی ۱۴٪ بدون اثر منفی بر ویژگی‌های حسی چشایی جهت غنی‌سازی بیسکویت فاقد گلوتن پیشنهاد می‌شود.

۵- 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.

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:

$$\text{پذیرش کلی} = 0.81 \text{ TF} - 0.66 \text{ AF}$$

$$R^2=0.75 \ \& \ \text{adj-}R^2=0.72.$$

۳-۶- نتایج بهینه‌سازی

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

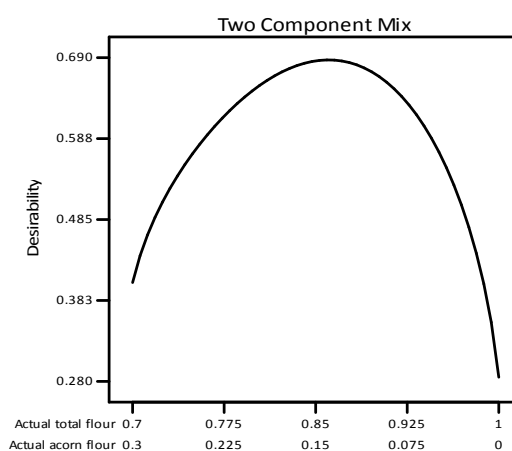


Fig 5 Desirability curve of optimized acorn flour.

۴- 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 تاننی، محتوای فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدان میوه بلوط باعث افزایش چشمگیر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای

- [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, Krystyan M, Juszcak 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 gastronomic folklore). *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2016;10(3):584-8.
- [21] Hopkins C, Chisholm MJ. SOME FATTY ACIDS OF PEANUT, 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.
- [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, Necochea-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.

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 Graduated 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. Graduated 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