علمی پژوهشی

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت فراسودمند حاوی جو و قند مایع خرما

سیده الهام موسوی کلجاهی[1*]، امیر بابایی‌صدر[2]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، واحد پژوهش‌های نظری، گروه صنعتی نجاتی (آناتا)، تبریز، ایران
۲- کارشناس ارشد، واحد پژوهش‌های نظری، گروه صنعتی نجاتی (آناتا)، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۳)

چکیده

آرد جو به عنوان یک ماده عملگرا حاوی ترکیباتی نظیر بتاگلوکان، ویتامین‌ها و مقادیر قابل توجهی ترکیبات فنلی می‌باشد و کاربرد آن در محصولات تهیه شده از آرد گندم، می‌تواند باعث بهبود خواص تغذیه‌ای گردد، بنابراین هدف از این پژوهش جایگزینی آرد گندم با آرد جو (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و ساکارز با قند مایع خرما (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) به منظور تهیه بیسکویت فراسودمند و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی (رطوبت، خاکستر، ضریب پخش، رنگ، قندهای احیاکننده و pH)، رئولوژیکی، حسی و آنتی‌اکسیدانی محصول تهیه شده می‌باشد. طبق نتایج به دست آمده متغیرهای مستقل دارای اثر معنی‌داری بر فاکتورهای مورد بررسی بودند؛ به‌طوریکه با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، میزان رطوبت، خاکستر، تغییرات رنگ، فنل کل و اثر آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ این در حالی بود که میزان pH و حداکثر نیروی مورد نیاز جهت شکست بیسکویت‌ها کاهش یافت. همچنین افزایش میزان قند مایع خرما و آرد جو در فرمولاسیون نمونه‌ها به ترتیب باعث افزایش قندهای احیاکننده و میزان فیبرهای رژیمی در محصول نهایی و کاهش ضریب پخش نمونه‌های بیسکویت شد. طبق نتایج به دست آمده جایگزینی آرد گندم با آرد جو تا سطح ۷۵ درصد و شکر با قند مایع خرما تا سطح ۵۰ درصد هیچ گونه تاثیر منفی بر خواص حسی نمونه‌ها نداشت، بنابراین با جایگزینی ۷۵ درصد آرد گندم با آرد جو و ۵۰ درصد ساکارز با قند مایع خرما می‌توان به بیسکویت‌های فراسودمند با ویژگی‌های فیزیکوشیمایی، رئولوژیکی، حسی مطلوب و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالا دست یافت.

کلید واژگان: آرد جو، بیسکویت، فراسودمند، قند مایع خرما

* مسئول مکاتبات: Research@nejati.com

۱- مقدمه

بیسکویت یکی از پرطرفدارترین فرآورده‌های پخته شده آردی می‌باشد که به علت سهولت تهیه و نگهداری و ارزان بودن، تولید آن رواج زیادی پیدا کرده است [۱]. آرد گندم به دلیل میزان تولید بالا و خصوصیات رئولوژیکی ویژه، به طور رایج در تولید محصولات پخت از جمله بیسکویت به کار می‌رود. اگر چه فرآورده‌های تولید شده از آرد گندم دارای خصوصیات فیزیکوشیمیایی مطلوبی هستند، اما برخی از خصوصیات این غله، سبب شده تا استفاده از آن در تولید فرآورده‌های مختلف محدود و یا با غنی‌سازی با ترکیبات دیگر همراه باشد. یکی از نواقصی که غلات به ویژه گندم با آن مواجه است، پایین بودن ارزش غذایی آن از نظر پروتئین و اسیدهای‌آمینه ضروری و همچنین مقدار کم فیبر خوراکی می‌باشد [۲]. امروزه استفاده از آرد کامل و یا آردهای با درصد استخراج بالا به دلیل میزان بالاتر فیبر، املاح و ویتامین‌ها توصیه می‌گردد [۳]. با این حال علی‌رغم آثار مفید تغذیه‌ای آردهای کامل گندم، غلظت‌های بالای برخی مواد نامطلوب نظیر اسیدفیتیک (بالاتر از آردهای سفید) که منجر به کاهش جذب و قابلیت استفاده از عناصر معدنی و پروتئین‌ها در بدن می‌شود؛ استفاده از آن را در محصولات پخت محدود نموده و بررسی راه کارهای جدید را جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات پخت حائز اهمیت می‌نماید [۳ و ٤]. یکی از روش‌های افزایش ارزش تغذیه‌ای در محصولات پخت استفاده از آرد سایر غلات مانند جو می‌باشد. جو *(Hordeum vulgare L)* به عنوان یک دانه عملگرا حاوی ترکیباتی نظیر بتاگلوکان، ویتامین‌های گروه B، توکوتری‌انول‌ها و توکوفرول‌ها می‌باشد که دارای فعالیت آنتی-اکسیدانی قابل توجهی می‌باشند [٥ و ٦]؛ همچنین این دانه حاوی مقادیر بالای ترکیبات فنولی شامل بنزوئیک و سینامیک اسید اشتقاقی، پروآنتوسیانیدین‌ها، کوینین‌ها، فلاونول‌ها، چالکون‌ها، فلاون‌ها، فلاوانون‌ها و ترکیبات آمینوفنولیکی است. به طور کلی محتوای فنل کل (TPC[1]) آرد جو بیشتر از آرد گندم است [۷]؛ همچنین میزان اسید فیتیک، که یک ماده ضد تغذیه‌ای به شمار می‌رود، در این غله نسبت به گندم کمتر است؛ بطوریکه نتایج تحقیقات حاکی از آن است که اختلاط آرد جو با آرد گندم در تولید نان، سهم بسزایی در کاهش میزان اسید فیتیک آن دارد [۸] و افزودن جو به محصولات تهیه شده از آرد گندم، علاوه بر بهبود خواص تغذیه‌ای و عملگرایی، منجر به کاهش LDL و کلسترول خون می‌شود [۹]. از دیگر ترکیبات اصلی در تهیه بیسکویت ساکارز می‌باشد که علاوه بر ایجاد طعم شیرین، منجر به ایجاد بافت، رنگ و عطر مطلوب در بیسکویت می‌گردد [۱۰]. نتایج تحقیقات صورت گرفته حاکی از آن است که استفاده از سایر شیرین‌کننده‌ها از جمله جایگزین‌های قند و شربت ذرت در بیسکویت باعث افت کیفیت محصول نهایی می‌گردد [۱۱] ؛ لذا یافتن جایگزین‌های مناسب و طبیعی ساکارز به شرط حفظ کیفیت مطلوب و کاهش آثار سو بر سلامت بسیار مهم و حائز اهمیت است [۱۱ و ۱۲]. خرما میوه‌ای سرشار از قند می‌باشد (حدود ۸۸-٤٤٪) که می-توان از آن به عنوان یک منبع قندی تازه استفاده نمود؛ این ماده حاوی املاح مختلفی به ویژه فسفر، مس، منیزیوم، پتاسیم و مقدار قابل توجهی کلسیم، ویتامین‌های گروه B، A و C و ترکیبات فیتوشیمیایی مانند فنولیک‌ها، استرول‌ها، آنتوسیانین‌ها، پیروسیانیدین‌ها و فلاوونوئیدها می‌باشد که اثرات سلامت‌بخش و ضدسرطانی دارند که این ترکیبات مفید در ساکارز که به عنوان شکر معمولی شناخته شده است، وجود ندارد [۱۳ و ١٤]. قند مایع خرما از شیره خرما پس از مراحل استخراج، خالص‌سازی و همچنین حذف ترکیبات پکتینی، پروتئین، فیبر و رنگ تولید می‌شود که دارای ۷۳٪ ماده قندی می‌باشد و قندهای اصلی تشکیل دهنده آن فروکتوز و گلوکز است [١٤ و ١٥]؛ بنابراین جایگزین نمودن قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت می‌تواند سبب بهبود خواص تغذیه‌ای محصول با حداقل مقدار ساکارز شود؛ به عبارتی این جایگزینی منجر به کاهش میزان ساکارز و افزایش میزان فروکتوز در محصول می‌شود که از نظر فیزیولوژیکی قند فروکتوز برای جذب به انسولین نیاز ندارد و قند مناسبی برای بیماران دیابتی می‌باشد. بنابراین با توجه به مزایای بیان شده برای آرد جو و قند مایع خرما هدف از این پژوهش تولید بیسکویت فراسودمند جو حاوی قند مایع خرما و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، آنتی‌اکسیدانی و حسی آن در مقایسه با نمونه تهیه شده از آرد گندم و ساکارز می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه مورد استفاده

در این تحقیق، آرد گندم کامل (۱۰,۷٤ درصد رطوبت، ۱۳

1. Total Phenolic Content

درصد پروتئین و ۷۱,٦٦ درصد کربوهیدرات) از شرکت ستاره، آرد جو کامل (۱۲,۱۱ درصد رطوبت، ۱۰,۵ درصد پروتئین و ۷٦,٤ درصد کربوهیدرات) از شرکت آذرنام، روغن نباتی هیدروژنه از شرکت لادن، شکر از شرکت قند ارومیه، لسیتین از شرکت Shankar، نمک طعام از شرکت زهره گرمسار، بیکربنات‌سدیم از شرکت شیرین رایان، سدیم‌اسیدپیروفسفات از شرکت لیان تجارت و قند مایع خرما (۷۲,۱ درصد مواد جامد محلول، pH ۳,۵، ۰,٦۱ درصد خاکستر، ٦۰,٤ درصد قند احیا کننده و ۱,۳۲ درصد ساکارز) از شرکت گل‌بهان خریداری گردید.

۲-۲- تهیه خمیر بیسکویت

جهت تهیه خمیر، روغن و شکر ابتدا به خوبی به مدت ۵ دقیقه توسط همزن (مدل Bosch ، ساخت کشور آلمان) با دور متوسط مخلوط شدند؛ سپس بقیه ترکیبات از جمله نمک، لسیتین، قند مایع خرما (مطابق طرح ارائه شده در جدول ۱) به ترکیبات موجود اضافه گردیدند. ترکیباتی نظیر بیکربنات‌سدیم و سدیم اسید پیروفسفات نیز در آب حل گردیده و سپس به فرمولاسیون اضافه شدند و ترکیبات حاصله مجدداً به مدت ۵ دقیقه مخلوط گردیدند. آرد گندم و آرد جو نیز به صورت تدریجی و در سه مرحله به مخلوط قبلی اضافه گردید، بطوریکه بعد از هر بار افزودن، مخلوط توسط دستگاه میکسر به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد تا اینکه خمیر یکنواختی تهیه گردید [١٦].

۲-۳- تهیه بیسکویت

مقداری از خمیر بیسکویت به ضخامت ۸ میلی‌متر به کمک وردنه بر روی سطح صاف داخل سینی پهن گردید و توسط قالب‌های فلزی دایره شکل به قطر ٦۸ میلی‌متر برش خورد و درون فر پخت الکتریکی مدل Memmert ul 30 در دمای ۲۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. بعد از پخت بیسکویت‌ها تا رسیدن به دمای محیط به مدت ۲۰ دقیقه در داخل سینی باقی ماندند تا خنک شوند و سپس در درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند [١٦].

Table 1 Formulations of different biscuit samples

Treat	Wheat Flour (%)	Barley Flour (%)	Sucrose (%)	Date Liquid Sugar (%)
T_1	100	0	100	0
T_2	100	0	50	50
T_3	100	0	0	100
T_4	75	25	100	0
T_5	75	25	50	50
T_6	75	25	0	100
T_7	50	50	100	0
T_8	50	50	50	50
T_9	50	50	0	100
T_{10}	25	75	100	0
T_{11}	25	75	50	50
T_{12}	25	75	0	100
T_{13}	0	100	100	0
T_{14}	0	100	50	50
T_{15}	0	100	0	100

۲-٤- روش آزمایش

۲-٤-۱- خواص فیزیکوشیمیایی

محتوای رطوبت از طریق خشک‌کردن نمونه‌ها در آون کنوکسیونی (مدل Memmert ، ساخت کشور آلمان) در دمای ۵±۱۳۰ درجه‌سلسیوس، تا رسیدن به وزن ثابت انجام شد [۱۷]. جهت اندازه‌گیری pH نمونه‌ها از pH متری که قبلاً کالیبره شده بود (مدل Mettler Toledo، ساخت کشور آلمان)، استفاده گردید [۱۷]. محتوای خاکستر نمونه‌های بیسکویت، با حرارت‌دهی آنها در کوره الکتریکی (مدل Fan Azma Gostar، ساخت کشور ایران) اندازه‌گیری شد [۱۸]. درصد قندهای احیا کننده و ساکارز از طریق روش لین‌آینون معین گردید [۱۷]. میزان فیبرهای رژیمی نمونه‌ها با استفاده از روش هضم، خنثی‌سازی و سوزاندن در کوره الکتریکی اندازه-گیری شد [۱۹]. ابعاد بیسکویت (قطر و ضخامت) با استفاده از

کولیس (مدل Ronix، ساخت کشور ایران) اندازه‌گیری گردید و میانگین نتایج ثبت شد و نهایتاً مقدار ضریب پخش بیسکویت با تقسیم قطر نمونه بر ضخامت آن محاسبه گردید [۲۰].

۲-٤-۲- خواص رنگی

جهت اندازه‌گیری رنگ، تصاویر دیجیتالی نمونه‌ها در داخل محفظه‌ی معین با شدت نور و فاصله لنز ثابت تا نمونه گرفته شد و تعیین فاکتورهای L*، a* و b* نمونه‌ها توسط نرم‌افزار فتوشاپ انجام گرفت و تغییرات رنگ نسبت به نمونه شاهد به صورت زیر تعیین گشت [۲۱].

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_i^*)^2 + (a_0^* - a_i^*)^2 + (b_0^* - b_i^*)^2}$$

۲-٤-۳- خواص بافتی

جهت ارزیابی ویژگی‌های بافتی بیسکویت آزمون خمش سه نقطه‌ای بر روی نمونه‌های بیسکویت انجام گرفت. حداکثر نیروی ثبت شده برای خم کردن و شکستن نمونه بر حسب نیوتن گزارش گردید [۲۰].

۲-٤-٤- ارزیابی حسی

در این تحقیق از ۵۰ نفر از کارمندان آموزش دیده ابتدایی گروه صنعتی نجاتی (آناتا) برای انجام ارزیابی حسی (رنگ، طعم، بو، تردی و سفتی، پذیرش کلی) استفاده شد و در نهایت میانگین مورد استفاده قرار گرفت [۲۲].

۲-٤-۵- خواص آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها بر اساس روش درصد بازدارندگی DPPH اندازه‌گیری گردید و میزان فنول کل آنها توسط روش اسپکتروفتومتر تعیین گردید و بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر کیلوگرم بیان شد [۲۳].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش جایگزینی آرد گندم با آرد جو در سطوح ۰، ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد و جایگزینی قند مایع خرما با ساکارز در سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد، به منظور تولید بیسکویت فراسودمند جو حاوی قند مایع خرما صورت گرفت و تمامی ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی با استفاده از طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و در سه تکرار توسط نرم‌افزار SPSS مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر تیمارهای مختلف بر خواص فیزیکوشیمیایی

۳-۱-۱- محتوای رطوبت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با آرد جو و شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت بر محتوای رطوبت محصول نهایی بود. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، میزان رطوبت نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵)؛ به عبارتی نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد جو و ۱۰۰ درصد قند مایع خرما دارای بیشترین میزان رطوبت (۱/۰±۹۷/۰۲) و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و ۱۰۰ درصد شکر دارای حداقل محتوای رطوبت (۰/۰±۸۸/۰٤) بود. دلیل این امر اینگونه بیان می‌گردد که با افزایش درصد آرد جو در بیسکویت، میزان بتاگلوکان و فیبرخام نمونه‌ها افزایش می‌یابد که این امر منجر به جذب و نگهداری هرچه بیشتر رطوبت و جلوگیری از تبخیر آن در طول پخت بیسکویت‌ها می‌گردد [۱]؛ همچنین افزایش محتوای رطوبت نمونه‌های بیسکویت در اثر افزایش غلظت قند مایع خرما می‌تواند به دلیل تغییر در الگوی قندی نمونه‌ها باشد (میزان قندهای احیا کننده قند مایع خرما در حدود ٦۰ درصد بود)، به عبارتی سرعت انحلال ساکارز، گلوکز و فروکتوز در طول تهیه خمیر متفاوت است؛ بطوریکه در طول تهیه خمیر، مقدار زیادی از ساکارز به شکل کریستاله باقی می‌ماند و با آب وارد واکنش نمی‌شود، بنابراین در طول پخت بیشتر آب موجود در خمیر قبل از انحلال ساکارز تبخیر می‌گردد، در حالیکه قندهای گلوکز و فروکتوز سریعاً با آب وارد واکنش می‌شوند و از تبخیر آن در طول پخت جلوگیری می‌کنند و منجر به افزایش محتوای رطوبت بیسکویت‌ها می‌گردند [۲٤]؛ همچنین در سیستم‌های کمپلکس مانند قند مایع خرما و شیره خرما مقادیر اسیدهای ارگانیک، پروتئین‌ها و مواد معدنی بالا است و رفتار ژلاتینه شدن نشاسته با تغییراتی همراه می‌باشد؛ بطوریکه نتیجه بررسی آلمنا و محمود (۱۳۹۹۱) نشانگر آن است که شیره خرما منجر به ژلاتینه شدن سریع (جذب بیشتر آب توسط نشاسته) نشاسته در خمیر می‌شود که از تبخیر آب در طول پخت جلوگیری می‌نماید [۲٤]. نتایج بررسی احمدی گاولیقی و

همکاران (۱۳۹۰) نیز که به بررسی اثر جایگزاری قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه‌ای پرداختند با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۲۶].

Table2 Physicochemical properties of biscuit samples

Treat	Moisture Content (%)	pH	Total Ash (%)	Reducing Sugars (%)	Sucrose (%)	Fiber Content (%)	Spread Ratio
T_1	0.88 ± 0.04^{h}	6.93 ± 0.03^{a}	1.25 ± 0.03^{j}	5.43 ± 0.03^{h}	17.1 ± 0.30^{c}	2.06 ± 0.25^{h}	0.137 ± 0.00^{c}
T_2	1.35 ± 0.02^{ef}	6.63 ± 0.03^{abcd}	1.34 ± 0.03^{ij}	9.43 ± 0.25^{g}	13.26 ± 0.25^{d}	2.25 ± 0.25^{gh}	0.142 ± 0.00^{b}
T_3	1.48 ± 0.03^{de}	6.38 ± 0.03^{de}	1.38 ± 0.03^{hij}	17.76 ± 0.25^{bc}	4.30 ± 0.20^{h}	2.39 ± 0.25^{gh}	0.144 ± 0.00^{a}
T_4	0.97 ± 0.02^{h}	6.90 ± 0.02^{ab}	1.41 ± 0.02^{hij}	3.76 ± 0.35^{j}	18.63 ± 0.25^{a}	2.59 ± 0.02^{gh}	0.121 ± 0.00^{f}
T_5	1.62 ± 0.02^{cd}	6.53 ± 0.35^{bcde}	1.45 ± 0.03^{ghi}	10.50 ± 0.30^{f}	11.36 ± 0.25^{e}	2.81 ± 0.03^{g}	0.124 ± 0.00^{e}
T_6	1.69 ± 0.03^{cd}	6.31 ± 0.03^{de}	1.46 ± 0.25^{ghi}	16.86 ± 0.35^{d}	5.13 ± 0.35^{g}	3.39 ± 0.40^{f}	0.128 ± 0.00^{d}
T_7	1.08 ± 0.02^{gh}	6.87 ± 0.02^{abc}	1.54 ± 0.03^{fgh}	5.00 ± 0.30^{hi}	17.80 ± 0.20^{b}	3.40 ± 0.30^{f}	0.102 ± 0.00^{k}
T_8	1.74 ± 0.03^{bc}	6.55 ± 0.01^{abcd}	1.60 ± 0.02^{efg}	12.46 ± 0.25^{e}	10.36 ± 0.25^{f}	3.76 ± 0.25^{ef}	0.106 ± 0.00^{h}
T_9	1.78 ± 0.02^{abc}	6.30 ± 0.02^{de}	1.66 ± 0.02^{def}	18.10 ± 0.4^{b}	4.33 ± 0.35^{h}	4.03 ± 0.25^{e}	0.110 ± 0.00^{g}
T_{10}	1.19 ± 0.03^{fg}	6.84 ± 0.04^{abc}	1.70 ± 0.10^{cdef}	4.36 ± 0.02^{ij}	17.36 ± 0.25^{bc}	4.30 ± 0.30^{de}	0.083 ± 0.08^{n}
T_{11}	1.82 ± 0.03^{abc}	6.53 ± 0.35^{bcde}	1.74 ± 0.03^{bcde}	11.76 ± 0.02^{e}	10.76 ± 0.25^{ef}	4.70 ± 0.20^{cd}	0.089 ± 0.00^{m}
T_{12}	1.61 ± 0.34^{cd}	6.23 ± 0.25^{de}	1.82 ± 0.02^{abcd}	18.93 ± 0.02^{a}	3.53 ± 0.25^{i}	5.09 ± 0.18^{bc}	0.091 ± 0.00^{l}
T_{13}	1.28 ± 0.03^{efg}	6.80 ± 0.20^{abc}	1.86 ± 0.02^{abc}	4.20 ± 0.03^{j}	17.10 ± 0.36^{c}	5.23 ± 0.25^{bc}	0.065 ± 0.00^{g}
T_{14}	1.95 ± 0.03^{ab}	6.49 ± 0.03^{cde}	1.88 ± 0.03^{ab}	12.13 ± 0.35^{e}	10.23 ± 0.25^{f}	5.50 ± 0.30^{ab}	0.069 ± 0.00^{p}
T_{15}	1.97 ± 0.02^{a}	6.14 ± 0.03^{e}	1.94 ± 0.02^{a}	17.23 ± 0.25^{cd}	5.40 ± 0.30^{g}	5.90 ± 0.30^{a}	0.078 ± 0.00^{o}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

۳-۱-۲- pH

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی قند مایع خرما با شکر بر pH محصول نهایی بود. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، میزان pH نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$)؛ به عبارتی نمونه حاوی ۱۰۰ درصد قند مایع خرما دارای کمترین میزان pH (۱۴/۰۳±۶/۰) و نمونه شاهد دارای حداکثر میزان pH (۹۳/۰۳±۶/۰) بود که دلیل کاهش این فاکتور می‌تواند به علت ماهیت اسیدی (pH قند مایع خرما ۳,۵ بود) و حضور اسیدهای آلی طبیعی مانند اسیدسیتریک در قند مایع خرما باشد که نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از بررسی احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) که به بررسی اثر جایگزاری قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه‌ای و اشرفی یورقانلو و همکاران (۱۳۹۷) که به بررسی اثر جایگزینی بخشی از شکر با قند مایع خرما در حلوای گردوئی پرداختند، مطابقت دارد [۲۶ و ۲۷].

۳-۱-۳- خاکستر

نتایج اثر سطوح مختلف جایگزینی آرد گندم با آرد جو و شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت بر تغییرات خاکستر محصول نهایی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد جو و ۱۰۰ درصد قند مایع خرما حاوی بیشترین میزان خاکستر (۰/۰۲±۱/۹۴) و نمونه شاهد دارای حداقل میزان خاکستر (۲۵/۰۳±۱/۰) بود؛ به عبارتی با افزایش آرد جو (حاوی مواد معدنی بالا) و قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، میزان مواد معدنی افزایش یافت و این مورد منجر به افزایش محتوای خاکستر نمونه‌ها گردید که نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از بررسی ساغری و شکوری (۱۳۹۲) که به بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره انگور در بیسکویت غنی شده [۲۸] و اشرفی یورقانلو و همکاران (۱۳۹۷) که به بررسی اثر جایگزینی بخشی از شکر با قند مایع خرما در حلوای گردوئی پرداختند، مطابقت دارد [۲۷].

۳-۱-۴- قندهای احیاکننده و ساکارز

نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر میزان قندهای احیا کننده و ساکارز در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت قند مایع خرما، میزان قندهای احیا کننده نمونه‌های بیسکویت افزایش یافته درحالیکه مقدار ساکارز آنها کاهش می‌یابد؛ بطوریکه نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد قند مایع خرما (نمونه T_3، T_6، T_9، T_{12}و T_{15})، حاوی بیشترین

محتوای قندهای احیا کننده و کمترین میزان ساکارز و نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد شکر (نمونه T_1، T_4، T_7، T_{10} و T_{13}) دارای بیشترین میزان ساکارز و کمترین میزان قندهای احیا کننده بودند؛ بنابراین جایگزینی شکر با قند مایع خرما از نظر افزایش قندهای احیا کننده مطلوب بود؛ چرا که فروکتوز و گلوکز قندهای غالب موجود در خرما می‌باشند که به آسانی توسط بدن انسان جذب می‌شوند، از طرفی میزان فروکتوز قند مایع خرما بر محتوای گلوکز آن غالب است و فروکتوز بدون نیاز به ترشح انسولین و افزایش گلوکز خون در بدن متابولیزه می‌شود [۲۹] و در نتیجه بیسکویت‌های تهیه شده با قند مایع خرما، محصولی مفید برای افراد دیابتی می‌باشند. نتایج بدست آمده با نتیجه بررسی یاسین و همکاران (۲۰۱۳) که به جایگزینی شیره خرما با ساکارز در مافین پرداختند، مطابقت دارد [۳۰].

۳-۱-۵- محتوای فیبرهای رژیمی

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با آرد جو بر محتوای فیبرهای رژیمی محصول نهایی می‌باشد (جدول ۲). به عبارتی با افزایش درصد جایگزینی آرد گندم با آرد جو محتوای فیبرهای رژیمی (محلول و نامحلول) در نمونه‌های بیسکویت به صورت معنی‌داری افزایش یافت؛ بطوریکه نمونه T_{15} که دارای ۱۰۰ درصد آرد جو می‌باشد دارای بیشترین میزان فیبر (۹/۳۰±۰/۵) و نمونه T_1 که دارای ۱۰۰ درصد آرد گندم است، دارای کمترین میزان فیبر (۰۶/۲۵±۲/۰) بود که دلیل این امر محتوای بالای فیبرهای رژیمی به ویژه بتاگلوکان در آرد جو نسبت به آرد گندم می‌باشد که نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از بررسی دهینگرا و جود (۲۰۰۱) که به جایگزینی آرد گندم با آرد جو در نان پرداختند، مطابقت دارد [۳۱].

۳-۱-۶- ضریب پخش

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی پارامترهای مورد بررسی بر ضریب پخش محصول نهایی می‌باشد. مطابق جدول ۲ با افزایش سطح آرد جو قطر بیسکویت‌ها کاهش و ضخامت آنها افزایش یافت و در نتیجه ضریب پخش آنها با جایگزینی هر چه بیشتر آرد گندم با آرد جو کاهش یافته است که نتایج بدست آمده با نتیجه بررسی گوجرال و همکاران (۲۰۰۳) و سودها و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد؛ به عبارتی با افزایش سطح فیبر و بتاگلوکان در نمونه‌ها جذب آب خمیر افزایش می‌یابد (درحالیکه محتوای آب استفاده در فرمولاسیون کلیه نمونه‌ها یکسان است) و در نتیجه نمونه‌های دارای فیبر بیشتر، دارای خمیر سفت‌تری خواهند بود و نهایتاً این مورد منجر به کاهش ضریب پخش در محصول نهایی می‌شود [۳۲ و ۳۳]. از طرفی بررسی نتایج حاصله حاکی از آن است که با کاهش محتوای ساکارز نمونه‌ها، ضخامت نمونه‌ها کاهش یافته و در نتیجه ضریب پخش تا حدی افزایش می‌یابد که نتایج بدست آمده با نتیجه حاصل از بررسی آلمانا و محمود (۱۹۹۱) که به جایگزینی ساکارز با گلوکزمایع، شربت فروکتوز و شربت اینورت پرداختند، مطابقت دارد [۲۵].

۳-۲- اثر تیمارهای مختلف بر رنگ

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با آرد جو و شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت بر شاخص‌های رنگی نمونه‌ها می‌باشد (جدول ۳). نتایج بدست آمده نشانگر آن است که با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما، پارامتر L^* نمونه‌ها کاهش و در مقابل پارامتر a^* و b^* نمونه‌ها افزایش یافت و تاثیر جایگزینی قند مایع خرما بر روی پارامترهای مورد بررسی بیشتر از آرد جو بود که نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از بررسی سایر محققان مطابقت دارد [۳٤]. واکنش مایلارد وکاراملیزاسیون شکر عامل اصلی ایجاد رنگ در بیسکویت می‌باشند که این واکنش‌ها تحت تاثیر فاکتورهای متعددی مانند رطوبت و دما، نوع قندهای موجود در فرمولاسیون می‌باشد [۳۵]؛ بنابراین با افزایش مقادیر سطوح جایگزینی سرعت واکنش‌های مذکور در نمونه‌ها افزایش یافته و رنگ نمونه‌ها تیره‌تر می‌شود؛ همچنین علاوه بر افزایش قندهای احیا کننده در بیسکویت با افزایش سطح جایگزینی شکر با قند مایع خرما و افزایش رنگدانه‌هایی مانند کاروتنوئیدها (منشأ قند مایع) نیز از دلایل دیگر تیره شدن رنگ بیسکویت‌ها می‌باشد [۳٦].

Table 3 Color characteristics of biscuit samples

Treat	L^*	a^*	b^*	ΔE
T_1	105.95±0.45^{a}	5.37±0.22^{k}	16.91±0.08^{o}	0.00±0.45^{o}
T_2	100.00±0.20^{e}	6.55±0.15^{g}	25.26±0.06^{j}	10.32±0.08^{j}
T_3	90.75±0.12^{j}	7.31±0.13^{d}	34.15±0.06^{e}	23.06±0.08^{e}
T_4	103.31±0.28^{b}	5.67±0.15^{j}	18.56±0.13^{n}	3.12±0.09^{n}
T_5	96.82±0.17^{f}	6.64±0.14^{fg}	27.04±0.05^{i}	13.69±0.12^{i}
T_6	89.80±0.12^{k}	7.63±0.13^{c}	37.15±0.08^{d}	25.99±0.12^{d}
T_7	102.38±0.39^{c}	5.81±0.13^{ij}	19.92±0.12^{m}	4.69±0.09^{m}
T_8	95.22±0.21^{g}	6.82±0.12^{f}	28.93±0.05^{h}	16.17±0.05^{h}
T_9	87.59±0.21^{l}	7.87±0.06^{c}	38.70±0.01^{c}	28.60±0.13^{c}
T_{10}	101.18±0.28^{d}	5.96±0.66^{i}	21.71±0.04^{l}	6.79±0.13^{l}
T_{11}	93.83±0.11^{h}	7.06±0.11^{e}	30.71±0.07^{g}	18.44±0.15^{g}
T_{12}	87.23±0.24^{lm}	8.05±0.05^{b}	40.57±0.07^{b}	30.28±0.14^{b}
T_{13}	100.82±0.16^{d}	6.32±0.13^{h}	23.25±0.07^{k}	8.21±0.13^{k}
T_{14}	92.27±0.22^{i}	7.13±0.07^{de}	32.47±0.04^{f}	20.79±0.13^{f}
T_{15}	86.91±0.16^{m}	8.35±0.08^{a}	42.57±0.09^{a}	32.09±0.09^{a}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences (P<0.05)

۳-۳- اثر تیمارهای مختلف بر خواص آنتی‌اکسیدانی

۳-۳-۱- فنول کل

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با آرد جو و شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت بر محتوای فنل کل محصول نهایی می‌باشد. همانطور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، میزان فنل کل نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵)؛ به عبارتی نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد جو و ۱۰۰ درصد قند مایع خرما دارای بیشترین میزان فنل کل (۹۳۸/۳±٦٦/۰۵) و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و ۱۰۰ درصد شکر دارای حداقل میزان فنل کل (۱۷٦/۲±۳۳/۵۱) بودند؛ یعنی با افزایش درصد آرد جو و قند مایع خرما در بیسکویت، محتوای ترکیبات فنولی نمونه‌ها به صورت معنی‌داری افزایش یافت که دلیل این امر مقادیر بالای ترکیبات فنلی در آرد جو نسبت به آرد گندم می‌باشد [۳۷]. نتایج مشابهی نیز توسط هولتکجولن و همکاران (۲۰۰۸) که به بررسی جایگزینی آرد گندم با آرد جو پرداختند، گزارش شده است [۳۸]. از طرفی قند مایع خرما حاوی ترکیبات فنلی قابل توجهی می‌باشد که این مورد نیز می‌تواند بر محتوای فنل کل نمونه‌های بیسکویت تاثیرگذار باشد؛ بطوریکه نتیجه بررسی مجذوبی و همکاران (۲۰۱٦) نیز در مورد شیره و قند مایع خرما حاکی از افزایش ترکیبات فنلی است [۳۹].

۳-۳-۲- درصد بازدارندگی DPPH

نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر درصد بازدارندگی DPPH در جدول ٤ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما، درصد بازدارندگی DPPH در نمونه‌های بیسکویت افزایش یافت. به عبارتی افزایش غلظت ترکیبات فنلی منجر به افزایش خاصیت آنتی-اکسیدانی نمونه‌ها می‌گردد؛ این بدان معنا است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی آرد جو بیشتر از آرد گندم و شیره خرما بیشتر از شکر است. هولتکجولن و همکاران (۲۰۰۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند، این محققان بیان نمودند که با افزایش به کارگیری آرد جو در تهیه نان، خواص آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۳۸]؛ همچنین نتایج بررسی ویتیل و همکاران (۲۰۰۹) حاکی از آن است که فرایند پخت بیسکویت‌هایی که در آنها مقادیر بالای فیبر وجود دارد؛ منجر به افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی می‌شود [٤۰].

Table 4 Antioxidant properties of biscuit samples

Treat	Total phenolic Content (mg FAE/kg)	DPPH (٪)
T_1	176.33± 2.51^{o}	26.06± 0.35^{o}
T_2	221.33± 3.51^{n}	31.33± 0.25^{n}
T_3	269.00± 30^{m}	36.36± 0.25^{m}
T_4	315.33± 2.51^{l}	40.20± 0.30^{l}
T_5	367.66± 4.50^{k}	44.93± 0.25^{k}
T_6	409.66± 2.51^{j}	48.18± 0.28^{j}
T_7	478.66± 2.51^{i}	52.66± 0.40^{i}
T_8	543.33± 2.51^{h}	56.15± 0.22^{h}
T_9	608.00± 3.00^{g}	59.23± 0.25^{g}
T_{10}	681.00± 3.00^{f}	64.23± 0.25^{f}
T_{11}	732.33± 3.51^{e}	70.13± 0.35^{e}
T_{12}	791.66± 3.51^{d}	76.26± 0.25^{d}
T_{13}	849.00± 3.00^{c}	80.03± 0.20^{c}
T_{14}	900.66± 4.50^{b}	87.26± 0.30^{b}
T_{15}	938.66± 3.05^{a}	92.26± 0.25^{a}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences (P<0.05)

۳-٤- اثر تیمارهای مختلف بر بافت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر جایگزینی آرد گندم با آرد جو و شکر با قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت بر بافت محصول نهایی می‌باشد. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، بافت نمونه‌ها به طور معنی-داری نرمتر شده است (P<۰/۰۵)؛ به عبارتی نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد آرد جو و ۱۰۰ درصد قند مایع خرما دارای کمترین میزان نیرو جهت شکست و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و ۱۰۰ درصد شکر دارای حداکثر میزان نیرو جهت شکست می‌باشند که نتایج بدست آمده بر خلاف نتایج حاصل از بررسی فراست و همکاران (۲۰۱۱) و سودها و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد؛ این محققان گزارش نمودند، با جایگزینی هر چه بیشتر آرد گندم با آرد جو نیروی شکست نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۳۳ و ٤۱]. علت این امر اینگونه توجیه می‌گردد که در بررسی حاضر افزایش سطح آرد جو و قند مایع خرما منجر به افزایش رطوبت نمونه‌ها شده است که آب به عنوان یک پلاستیسایزر منجر به نرمیت هر چه بیشتر نمونه‌ها شده است؛ همچنین کاهش محتوای ساکارز (مهمترین پارامتر اثرگذار بر بافت بیسکویت) و افزایش میزان قندهای احیاکننده (دارای خاصیت پلاستیسایزری) منجر کاهش نیرو شکست نمونه‌ها گردیده است؛ که این امر منجر به نرمی هر چه بیشتر نمونه‌ها در افزایش سطوح جایگزینی شده است [٤۲].

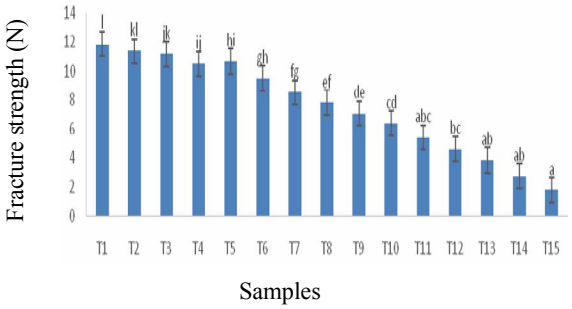

Fig 1 Effect of incorporation of barley flour and date liquid sugar on textural properties of biscuit samples

۳-۵- اثر تیمارهای مختلف بر خواص حسی

اثر متغیرهای فرایند بر پذیرش کلی نمونه‌های بیسکویت در شکل ۲ نشان داده شده است. بررسی این نمودار نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری به لحاظ امتیاز پذیرش کلی در بین نمونه-ی شاهد و نمونه‌های T_2 تا T_{11} وجود ندارد، به عبارتی جایگزینی آرد گندم با آرد جو تا سطح ۷۵ درصد و شکر با قند مایع خرما تا سطح ۵۰ درصد هیچ گونه تاثیر منفی بر خواص حسی نمونه‌ها ندارد؛ با این حال افزایش سطوح جایگزینی در مقادیر بالاتر از موارد مذکور منجر به کاهش پذیرش کلی در نمونه‌های بیسکویت می‌شود.

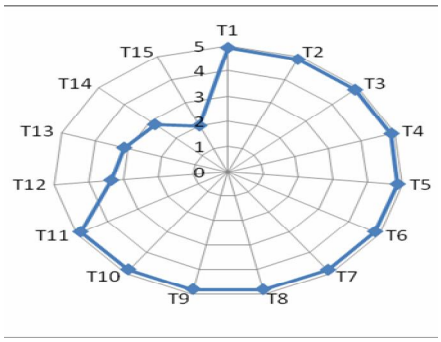

Fig 2 Effect of incorporation of barley flour and date liquid sugar on sensory properties of biscuit samples

٤- نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه اثر جایگزینی نسبی و کامل آرد گندم با آرد جو و ساکارز با قند مایع خرما بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، آنتی‌اکسیدانی و حسی بیسکویت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشانگر آن بود که با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما در فرمولاسیون بیسکویت، میزان رطوبت، خاکستر، فنل کل و اثر آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ این در حالی بود که میزان pH و حداکثر نیروی مورد نیاز جهت شکست بیسکویت‌ها روند کاهشی نشان داد؛ همچنین به دلیل ماهیت قند مایع خرما افزایش جایگزینی ساکارز با این ترکیب موجب افزایش قندهای احیاکننده در محصول نهایی گردید؛ در حالیکه افزایش سطح جایگزینی آرد جو موجب افزایش میزان فیبر رژیمی در محصول نهایی و کاهش ضریب پخش در نمونه‌های بیسکویت شد. از طرفی نتایج بدست آمده نشانگر آن بود که با افزایش غلظت آرد جو و قند مایع خرما، پارامتر L^* نمونه‌ها کاهش و در مقابل پارامتر a^* و b^* نمونه‌ها افزایش یافت و تاثیر قند مایع خرما بر روی پارامترهای مورد بررسی بیشتر از آرد جو بود؛ همچنین طبق نتایج به دست آمده جایگزینی آرد گندم با آرد جو تا سطح ۷۵ درصد و شکر با قند مایع خرما تا سطح ۵۰ درصد هیچ گونه تاثیر منفی بر خواص حسی نمونه‌ها نداشت؛ با این حال افزایش سطوح جایگزینی در مقادیر بالاتر از موارد مذکور منجر کاهش پذیرش کلی نمونه‌های بیسکویت گردید؛ لذا طبق نتایج به دست آمده با جایگزینی ۷۵ درصد آرد گندم با آرد جو و ۵۰ درصد ساکارز با قند مایع خرما می‌توان به بیسکویت‌های فراسودمندی با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، حسی مطلوب و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالا دست یافت.

٥- سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیریت محترم گروه صنعتی نجاتی (آناتا: واقع در استان آذربایجان شرقی (تبریز)) که در کمال سعه صدر کلیه امکانات لازم را جهت تولید صنعتی و بررسی نمونه‌ها در اختیار این گروه پژوهشی قرار دادند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارند.

٦- منابع

[1] 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.

[2] AleemZaker, M.D., Genitha, T.R. and Hashemi, S.I. 2012. Effects of defatted soy flour incorporation on physical, Sensorial and nutritional properties of biscuits. *Journal of Food process & Technology,* 3:1-4.

[3] Garcia-Estepa, R.M., Guerra-Hernandes, E. and Garcia-villanova, B. 1999. Phytic acid contant in milld cereal products and breads. *Food Research International,* 32: 217-221.

[4] Faridi, H.A. 1980. Technical and nutritional aspects of Iranian breads. *Bakers digerst,* 54 (5):18-22.

[5] Sharma, P. and Gujral, H.S. 2010. Antioxidant and polyphenols oxidase activity of germinated barley and its milling fractions. *Food Chemistry,* 120, 673-678.

[6] Madhujith, T., Izydorczyk, M. and Shahidi, F. 2006. Antioxidant activity of pearled barley fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 54:3283-3289.

[7] Koletta, P., Iraki, M., Papageorgiou, M. and Skendi, A., 2014. Physicochemical and technological properties of highly enriched wheat breads with wholegrain non wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 60:561-568.

[8] Škrbic, B., Snezˇana Milovac, A., Dejan Dodig, B. and Bojana Filipcˇev, C. 2009. Effects of hullless barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. *Food Chemistry,* 115:982–988.

[9] Behall, K.M., Scholfield, D.J. and Hallfrisch, J. 2004. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women.

staling of gluten free bread. *Journal of Food Research,* 3(20): 99-115.

[23] Pasqualone, A., Bianco, A.M., Paradiso, V.M., Summo, C., Gambacorta, G. and Caponio, F. 2014. Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract. *Food Research International.* 65:385-393.

[24] Spies, R. D. and Hoseney, R. C. 1982. Effects of Sugars on Starch Gelatinization. *Cereal Chemistry,* 59: 128-131.

[25] Almana, H. A. and Mahmoud, R. M. 1991. Effect of Date Syrup on Starch Gelatnization and Quality of Layer Cakes. *Cereal Food World,* 36: 1010-1012.

[26] Ahmadi, H., azizi, M., jahanian, L. and Amir kavi, Sh. 2011. Evaluation of replacemet of date liquid sugar as a replacement for invert syrup in a layer cake. *Journal of Food Science and Technology*, 8(1): 57-64 .[27] Ashrafi, Y., Rajabi, Z., mogadas, E. and Zare, S. 2018. Effect of partial replacement of sugar with date liquid sugar on Physicochemical and Sensory characteristics of Urmias Walnut Halva. *Journal of Innovation in Food Science and Technology,* 4 (10):65-77.

[28] Saghari, V. and Shakoori, SH. 2013. Effect of substitution of grape extract with sugar on fortified biscuits. *Second National Conference on Food Science and Technology,* Islamic Azad University of Quchan Branch.

[29] Myhara, R.M., Karkalas, J. and Taylor, M.S. 1999. The composition of maturing Omani dates. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 79: 1345-1350.

[30] Yaseen, T., Ashraf, I., Rehman, S.U., Ali, S. and Pasho, I. 2013. Shelf life assessment of muffins prepared by date syrup and wheat bran. *Journal of Public Health and Biological Sciences,* 2: 156-163.

[31] Dhingra, S. and Jood, S. 2001. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food Chemistry,* 77:479-488.

[32] Gujral, H. S., Mehta, S., Samra, I. S. and Goyal, P. 2003. Effect of wheat bran, coarse wheat flour, and rice flour on the instrumental texture of cookies. *International Journal of Food Properties,* 2: 329-340.

[33] Sudha, M. L., Vetrimani, R. and Leelavathi, K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological *American Journal of Clinica Nutrition*, 80, 1185–1190.

[10] Manley, D. 2000. Technology of biscuits, crackers and cookies. 3rd ed. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

[11] Laguna, L., Vallons, K.J.R., Jurgens, A. and Sanz, T. 2013. Understanding the effect of sugar and sugar replacement in short dough biscuits. *Food and Bioproducts Technology,* 6:3143-3154.

[12] Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J.M., Allaf, K. and Patras, C. 1998. Effect of principal ingredients on rheological behavior of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering,* 35:23-42.

[13] Ashraf Jahani, A. 2002. Date, The life fruit. *Agricultural Sciences,* Tehran, Iran.

[14] Ashraf, Z. and Hamidi-Esfahani, Z. 2011. Date and date processing:A review. *Food Review International,* 27:101-133.

[15] Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. and Al-Rawahy, F. 2008. Compositional and functional characteristics of dates, Syrups and their by-products. *Food Chemistry,* 104:943-947.

[16] Majzoobi, M., Mansoori, H., Falsaphi, S.R. and Farahnaki, A. 2015. Influence of date kernel powder on some properties of biscuit dough and hard biscuit. Food Technology and Nutrition, 12 (2): 5-14.

[17] Unknown, Biscuit Specifications and test methods. 2019. INSO 37 . 8th Revision.

[18] Unknown, Cereals, pulses and by products-Determination of ash yeild by incineration. 2009. INSO 2706. 1st Revision.

[19] Unknown, Agricultural food products– Determination of crude fibre contents– General method. 2009. INSO 3105. 1st.revision.

[20] Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska-Wojtasiak, R. and Gorecka, D. 2012. White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of eheat biscuits. *Journal of Food Science,* 74 (8):362-370.

[21] Yam, K.L. and papadakis, S.E. 2004. A simple digital imagine method for measuring and analyzing color of food surface. *Journal of Food Engineering,* 61: 137-142.

[22] Ebrahimpour, N., Peighambardoust, S.H., Azadmard-Damirchi, S. and Ghanbarzadeh, B. 2010. Effects of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and

characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry,* 100:1365-1370.

[34] Sharma, P. and Gujral, H.S. 2014. Cookie making behavior of wheatebarley flour blends and effects on antioxidant properties. *LWT-Food Science and Technology*, 55:301-307.

[35] Sharma, P. and Gujral, H.S. 2013. Extrusion of hulled barley affecting b-glucan and properties of extrudates. *Food and Bioprocess Technology,* 6:1374-1389.

[36] Raiesi Ardali, F., Rahimi, E., Tahery, S. and Shariati, M.A. 2014. Production of a new drink by using date syrup and milk. *Journal of Food Biosciences and Technology,* 2(4): 67-72.

[37] Stratil, P., Klejdus, B. and Kuban, V. 2007. Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. *Talanta,* 71:1741-1751.

[38] Holtekjolen, A. K., Baevere, A. B., Rodbotten, M., Berg, H. and Knutsen, S. H. 2008.Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry,* 110, 414-421.

[39] Majzoobi, M., Mansouri, H., Mesbahi, Gh., Farahnaky, A. and Golmakani, M.T. 2016. Effect of Sucrose Substitution with Date Syrup and Date Liquid Sugar on the Physicochemical Properti. Journal of Agricultural Science and Technology, 18: 643-656. 114:1462-1469.

[40] Vitali, D., Dragojevic, I. V. and Sebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fiber on the selected nutritional and functional properties of biscuits. Food Chemistry,

[41] Frost, D. J., Adhikari, K. and Lewis, D. S. 2011. Effect of barley flour on the physicaland sensory characteristics of chocolate chip cookies. Journal of Food Science and Technology,48:569-576.

[42] Olinger, P. M. and Velas, V. S. 1996. Opportunities and Advantages of Sugar Replacement. Cereal Food World, 41: 110-117

Investigation of physicochemical and sensory properties of barley biscuits containing date liquid sugar

Mousavi Kalajahi, S. E. [1*], Babaie Sadr, A. [2]

1. Ph.D Student, Research Center, Nejati Industrial Group, Tabriz , Iran
2. Master of Applied Chemistry, Research Center, Nejati Industrial Group, Tabriz, Iran

(Received: 2019/11/07 Accepted:2020/01/13)

Barley flour as an active ingredient contains compounds such as beta-glucan, vitamins and significant levels of phenolic compounds, and the usage of barley flour instead of wheat flour can improve the nutritional properties of the products. Therefore, the purpose of this study was to replace the wheat flour with barley flour at levels of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%, and to replace sucrose with date liquid sugar at levels of 0%, 50% and 100% in order to produce functional biscuits and to study physicochemical (Moisture, ash ,Spread Ratio ,color, reducing sugars and pH), rheological, sensory and antioxidant properties of the prepared products. According to the results, the independent variables had a significant effect on the studied factors so that increasing the concentration of barley flour and date liquid sugar in biscuit formulations significantly increased the moisture content, ash, color changes, total phenol and antioxidant effects of the samples, while decreasing the pH and the Fracture strength. In addition, increasing the amount of date liquid sugar and barley flour in the formulation of the samples increased the contents of reducing sugars and dietary fiber in the final product, and decreased the Spread Ratio of the biscuit samples. According to the results, replacing wheat flour with barley flour at levels up to 75% and replacing sugar with date liquid sugar at levels up to 50% had no negative effect on the sensory properties of the samples. Therefore, replacing 75% of wheat flour with Barley flour and 50% of sucrose with date liquid can lead to the production of high-nutrition biscuits with desirable physicochemical, rheological, sensory, and high-antioxidant properties.

Keywords: Barley Flour, Biscuit, Date Liquid Sugar, Functional

*Corresponding Author E-Mail Address: Research@nejati.com