

بررسی اثر پودر میوه سنجد بر شاخص گلیسمی و شاخص سیری بیسکویت بدون قند

جمانه حیدری^۱، فریده شیشه بر^۲، مسعود ویسی^۳، امل ساکی مالچی^۴، بیژن حلی^۵، مهدی شیرینی نسب^۶

- ۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۲- نویسنده مسئول: دانشیار علوم تغذیه، مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، پژوهشکده بالینی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
پست الکترونیکی: shishebor-f@ajums.ac.ir
- ۳- استادیار بهداشت مواد غذایی، مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، پژوهشکده بالینی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۴- دانشیار آمار زیستی، مرکز تحقیقات تالاسمی و هموگلوبینوپاتی، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۵- استادیار علوم تغذیه، مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، پژوهشکده بالینی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۶- کارشناس ارشد صنایع غذایی، گروه تغذیه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: مصرف غذاهای با شاخص گلیسمی (GI) پایین خطر بیماری‌های مزمن و چاقی را کاهش می‌دهد. در مطالعه حاضر تأثیر پودر میوه سنجد بر GI، بار گلیسمی (GL) و شاخص سیری (SI) بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم بررسی گردید.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه متقاطع تصادفی، برای تعیین GI و GL، ۱۰ فرد سالم در چهار روز مختلف به فاصله یک هفته و در هر روز یکی از سه نوع بیسکویت (ساده، با ۲۵٪ پودر سنجد و ۵۰٪ پودر سنجد) یا محلول گلوکز را در حالت ناشتا خوردند. قند خون ناشتا و ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه بعد از خوردن اندازه‌گیری و GI و GL محاسبه گردید. برای تعیین شاخص سیری ۲۰ فرد سالم، نان سفید و همان سه نوع بیسکویت را در چهار روز مختلف به فاصله یک هفته خوردند. میزان سیری در حالت ناشتا و هر ۱۵ دقیقه تا دو ساعت پس از خوردن تعیین و SI محاسبه گردید.

یافته‌ها: شاخص گلیسمی بیسکویت ساده در محدوده‌ی GI بالا (۷۱/۷) بود که با جایگزین کردن ۲۵ و ۵۰ درصد پودر سنجد بطور معنی‌داری (به ترتیب ۵۰ و ۴۲/۹) کاهش یافت ($p < 0.001$). همچنین GL بیسکویت ساده (۱۲/۰۳) بطور معنی‌داری با ۲۵ و ۵۰ درصد پودر سنجد کاهش یافت (به ترتیب ۷/۶۰ و ۵/۳۸) ($p < 0.001$). شاخص سیری بیسکویت با ۵۰٪ پودر سنجد (۱۱۴/۶۵) نیز بطور معنی‌داری نسبت به شاخص سیری بیسکویت ساده (۹۱/۸۱) افزایش یافت ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: جایگزین کردن پودر سنجد بجای آرد سفید گندم علاوه بر کاهش شاخص و بار گلیسمی، باعث افزایش شاخص سیری بیسکویت‌های ساده گردید.

واژگان کلیدی: سنجد، بیسکویت، نان سفید، شاخص گلیسمی، بار گلیسمی، شاخص سیری

• مقدمه

کربوهیدرات، بار گلیسمی (GL) یا بار گلیسمی (Glycemic load) مطرح گردید (۱، ۲). مواد غذایی براساس محدوده‌های مشخص شده برای شاخص گلیسمی، به سه دسته با GI بالا (۷۰ یا بالاتر)، متوسط (۵۶-۶۹) و پایین (۵۵ یا کمتر) و بر اساس محدوده‌های بارگلیسمی به سه دسته، GL بالا (۲۰ و بالاتر)، متوسط (۱۹-)

تغییرات قند خون و انسولین سرم، پس از خوردن کربوهیدرات‌های مختلف متفاوت است. این تفاوت با شاخصی بنام شاخص گلیسمی (GI) یا شاخص گلیسمی (Glycemic index) مشخص می‌گردد و توانایی غذا در افزایش قند خون، پس از خوردن آن غذا را نشان می‌دهد (۱). پس از GI، برای بیان کمیت و کیفیت

حاضر اثر جایگزین کردن ۲۵ و ۵۰ درصد آرد سفید گندم با پودر میوه‌ی کامل سنجد (شامل هسته) بر GI، GL و SI بیسکویت ساده بررسی گردید.

• مواد و روش‌ها

این مطالعه متقاطع تصادفی در گروه تغذیه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، در سال ۱۳۹۸ انجام شد. همه افراد از طریق فراخوان در دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز جذب شدند. از افراد شرکت کننده قبل از ورود به مطالعه رضایت نامه کتبی گرفته شد. این مطالعه در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با کد IR.AJUMS.REC.1397.478 و در پایگاه ثبت کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20181016041362N1 به ثبت رسید.

میوه سنجد از بازار مواد غذایی در اهواز، استان خوزستان، ایران خریداری و در مرکز هرباریوم دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با شماره A191020101FP شناسایی شد. میوه‌ی سنجد با هسته پودر شد و با آرد سفید گندم با نسبت-های ۲۵/۷۵ و ۵۰/۵۰ مخلوط شد. عصاره استویا (استویران، شرکت یگانه شیرین الوند، سبزواری، ایران) از یک فروشگاه مواد غذایی ارگانیک در اهواز خریداری شد.

تهیه بیسکویت‌ها: برای تهیه بیسکویت‌ها هر آرد به‌طور جداگانه (آرد سفید گندم، مخلوط پودر کامل سنجد و آرد سفید گندم) با بیکینگ پودر، آب، نمک، روغن مایع و عصاره طبیعی استویا مخلوط و بیسکویت آماده شد. عصاره استویا به عنوان شیرین کننده در همه بیسکویت‌ها به یک اندازه استفاده شد. پس از استراحت خمیر در یخچال به مدت ۳۰ دقیقه و شکل دادن خمیر، بیسکویت‌ها در فر صنعتی مخصوص قنادی با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه پخته شدند. بیسکویت‌های مورد نظر یک جا پخته شد و پس از خنک شدن در دمای اتاق در کیسه‌های پلاستیکی تا زمان آزمایش در فریزر نگهداری شدند.

تهیه نان سفید: آرد با آب، بهبود دهنده، نمک و خمیرمایه مخلوط و خمیر نان تهیه گردید سپس به مدت ۶۰ دقیقه در گرمخانه قرار داده شد. سپس در فر صنعتی مخصوص نانوایی در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه پخته شد. نان‌های پخته شده پس از خنک شدن در دمای اتاق در کیسه-های پلاستیکی تا زمان آزمایش در فریزر نگهداری شدند. جدول ۱ ترکیبات شیمیایی بیسکویت‌ها و نان را نشان می‌دهد.

(۱۱) و پایین (۱۰-۰) طبقه‌بندی می‌شوند (۳). بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که مصرف غذاهای با GI و GL پایین‌تر، در پیشگیری از چاقی، استرس اکسیداتیو، دیابت و بیماریهای مزمن مؤثر می‌باشد (۴). لذا یافتن عواملی که بتواند GI و GL مواد غذایی و قند پس از غذا را کاهش دهد، مورد توجه قرار گرفته است (۵، ۶). شاخص سیری SI (Satiety index) نشان می‌دهد که پس از خوردن یک ماده غذایی تا چه احساس سیری به انسان دست می‌دهد (۷). هرچه مقدار این شاخص برای یک ماده غذایی بالاتر باشد، نشان دهنده آن است که بعد از خوردن آن غذا به مدت طولانی‌تری احساس سیری وجود دارد. به عبارت دیگر، فرد پس از خوردن غذایی با SI بالاتر دیرتر گرسنه می‌شود. این شاخص در برنامه غذایی افراد مبتلا به اضافه وزن و چاقی اهمیت دارد (۸). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزودن برخی ترکیبات به غذاهای با GI بالا از قبیل محصولات آردی، علاوه بر کاهش GI، شاخص سیری این محصولات را نیز افزایش می‌دهد (۹، ۱۰).

بیسکویت‌ها بدلیل نگهداری آسان، در دسترس بودن، ماندگاری طولانی و تنوع، از پرمصرف‌ترین میان‌وعده‌ها در جهان می‌باشند (۱۱). به همین دلیل غنی کردن این محصول غذایی به عنوان یکی از راههای پیشگیری و کنترل بیماری‌های مزمن مرتبط با تغذیه از جمله چاقی و دیابت پیشنهاد شده است (۱۲). ماده اصلی بیسکویت آرد سفید گندم است که می‌توان با جایگزین کردن تمام یا بخشی از آن با دیگر آردها مانند آرد کامل گندم، آرد جو، آرد سویا و یا افزودن دانه‌هایی مانند کنجد، آن را به یک محصول فراسودمند برای پیشگیری و کنترل دیابت و چاقی تبدیل نمود (۱۵-۱۳).

سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) در نواحی شمال آسیا و اروپا و برخی از مناطق ایران یافت می‌شود و حاوی قندها و اسید آمینه‌های مختلف، ویتامین‌ها و ترکیبات فنولی است (۱۶). اثرات ضدالتهابی، ضد درد، ضد باکتریایی، آنتی اکسیدانی عصاره و میوه‌ی سنجد در کنترل دیابت، رتینوپاتی، آرتروز روماتوئید، بیماری‌های پوستی و بهبود پوکی استخوان گزارش شده است (۱۷). از این رو افزودن آرد سنجد به عنوان یک ترکیب فراسودمند در تولید برخی محصولات غذایی از جمله محصولات آردی مورد توجه قرار گرفته است (۱۸). اثرات مفید جایگزین کردن پودر سنجد با آرد سفید بر ویژگی‌های فیزیوشیمیایی برخی محصولات آردی بررسی شده است (۱۹)، اما مشخص نیست که پودر سنجد چه اثری بر شاخص گلیسمی و شاخص سیری این محصولات دارد. لذا در مطالعه

جدول ۱. ترکیب شیمیایی نان و بیسکویت‌های مورد بررسی (گرم/۱۰۰ گرم)

ترکیبات	نان سفید	بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم	بیسکویت با ۲۵٪ پودر سنجد	بیسکویت با ۵۰٪ پودر کامل سنجد
پروتئین	۱۰/۱۳	۸/۱۳	۸/۱۳	۷/۵۵
فیبر	۱/۲۲	۰/۴	۴/۷۹	۸/۱۲
چربی	۰/۵۵	۲۲/۸۵	۲۴/۴	۲۵/۴
رطوبت	۲۹/۷۶	۱۰/۵۲	۹/۵	۱۴/۵
خاکستر	۱/۵۵	۲/۱۵	۲/۴۵	۲/۶
کربوهیدرات	۵۶/۸	۵۵/۹۶	۵۰/۷۴	۴۱/۸۴

تعیین شاخص گلیسمی: بر اساس روش تعیین شاخص گلیسمی (۲۰) ۱۰ فرد سالم (۷ زن و ۳ مرد)، با میانگین سنی 27 ± 4 سال، میانگین شاخص توده بدنی (BMI) $21/22 \pm 1/52$ کیلوگرم بر متر مربع و میانگین قند خون ناشتا $88/72 \pm 1/65$ میلی‌گرم بر دسی لیتر در مطالعه حاضر شرکت نمودند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: سن ۲۰ تا ۴۰ سال، قند خون ناشتای کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و BMI در محدوده طبیعی (۱۸/۵ تا ۲۴/۹ کیلوگرم بر مترمربع). معیارهای خروج عبارت بودند از: سیگار کشیدن، بارداری، شیردهی، مصرف داروهای مؤثر بر متابولیسم گلوکز خون و سیری، ابتلا به بیماری‌های متابولیک، هرگونه اختلال گوارشی، داشتن رژیم غذایی خاص و ورزش‌های شدید. محلول ۵۰ گرم گلوکز به عنوان غذای مرجع استفاده شد. از داوطلبین خواسته شد شب پیش از آزمون و در روز نمونه‌گیری فعالیت بدنی شدید نداشته باشند و در هر بار شب قبل از آزمون شام مشابه مصرف کنند. افراد در چهار روز مختلف و به فاصله یک هفته در آزمون شرکت کردند. در هر روز آزمایش افراد پس از ۱۲-۱۰ ساعت روزه‌داری در حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه و یک نمونه خون ناشتا از آنها گرفته شد. نمونه خون با دستگاه گلوکومتر (Accu-Chek® Performa - ساخت کشور آلمان) از نوک انگشت فرد گرفته شد. سپس محلول گلوکز (۵۰ گرم حل شده در ۲۰۰ میلی لیتر آب)، بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم و دو بیسکویت تهیه شده از مخلوط آرد سفید گندم و پودر سنجد به مقداری که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات در دسترس باشد، بطور تصادفی (قرعه کشی) به افراد داده شد. از داوطلبین خواسته شد بیسکویت یا محلول گلوکز را در مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه مصرف کنند. سپس در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن قند خون اندازه‌گیری شد. در طی این ۲ ساعت افراد مجاز به خوردن و آشامیدن بجز آب نبودند و فعالیت آنها در حد مطالعه بود. سطح زیر منحنی گلوکز با کسر سطح مقادیر ناشتا، با استفاده از فرمول ذوزنقه‌ای محاسبه

گردید (۲۱) و GI و GL با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$\text{شاخص گلیسمی} = \frac{\text{سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن غذای آزمون}}{\text{سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن محلول گلوکز}} \times 100$$

بار گلیسمی = شاخص گلیسمی \times مقدار کربوهیدرات در دسترس (گرم) / ۱۰۰

به منظور کالیبراسیون دستگاه گلوکومتر، قند ۳۰ نمونه سرمی که غلظت آنها با دستگاه اتوانالایزر (Alcyon ۳۰۰) مشخص شده بود، همزمان با گلوکومتر اندازه‌گیری شد. همبستگی قوی و معنی‌داری بین اندازه‌گیری‌های اتوانالایزر و گلوکومتر به دست آمد ($r^2 = 0/993$, $P < 0/001$).

تعیین شاخص سیری: بر اساس روش تعیین شاخص سیری (۷) ۲۰ فرد سالم (۶ مرد و ۱۴ زن)، با میانگین سنی $28/65 \pm 5/55$ سال و BMI در محدوده نرمال ($21/84 \pm 1/76$) کیلوگرم بر متر مربع) در مطالعه شرکت نمودند. از افراد خواسته شد در روزهای نمونه‌گیری و روز قبل از آن فعالیت بدنی شدیدی نداشته باشند و قبل از هر بار نمونه‌گیری شام معمول و یکسان میل نمایند. شرکت کنندگان در چهار روز مختلف به فاصله یک هفته و هر بار پس از ۱۲-۱۰ ساعت روزه‌داری صبح در حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه نمودند. ابتدا قند خون ناشتا با گلوکومتر، وزن و قد افراد به روش استاندارد برای بدست آوردن BMI، اندازه‌گیری شد. از افراد خواسته شد پرسشنامه‌ای در مورد مشخصات فردی، میزان فعالیت بدنی، نوع و میزان غذایی که شب گذشته میل نمودند را پر نمایند. برای ارزیابی سیری از پرسشنامه VAS (Visual Analog Scales) با مقیاس ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شد. در هر روز آزمایش یکی از ۴ نوع ماده غذایی مورد بررسی شامل نان سفید، بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم، بیسکویت با ۲۵٪ پودر سنجد و بیسکویت با ۵۰٪ پودر سنجد به مقداری که حاوی ۲۴۰ کیلوکالری باشد به

همبستگی میان گلوکومتر و دستگاه اتونالایزر از Bivariate Correlations استفاده گردید.

• یافته‌ها

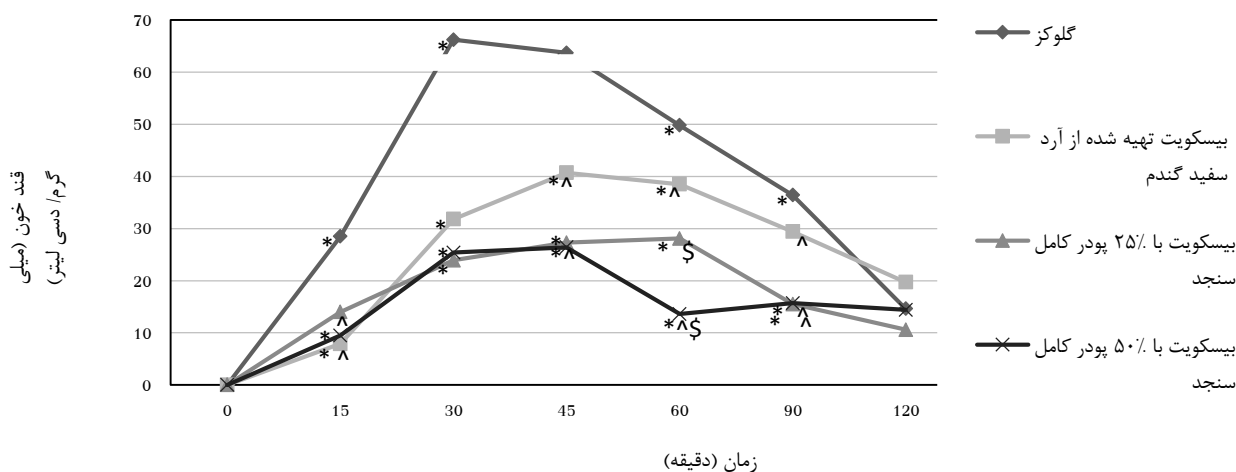
شاخص گلیسمی: کلیه افراد شرکت کننده (۱۰ نفر) مطالعه را به پایان رساندند. تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز، بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم، بیسکویت‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد پودر سنجد در نمودار ۱ آورده شده است. تفاوت معنی‌داری بین تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز و بیسکویت‌های مورد آزمایش مشاهده شد ($p < 0.001$). کمترین سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن بیسکویت با ۵۰٪ پودر سنجد بود (جدول ۲). تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی پس از خوردن بیسکویت ساده با هر دو بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد مشاهده شد ($p < 0.05$)، اما بین سطح زیر منحنی بیسکویت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود GI بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم (۷۱/۷) در محدوده‌ی بالا و GI بیسکویت‌های با ۲۵ و ۵۰ درصد پودر سنجد بترتیب ۵۰ و ۴۲/۹ در محدوده‌ی GI پایین به دست آمد. بین GI بیسکویت ساده و بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0.001$). اما بین GI دو بیسکویت حاوی پودر سنجد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. GI بیسکویت ساده (۱۲/۰۳) در محدوده‌ی متوسط بود و با GL بیسکویت‌های ۲۵٪ (۷/۶۰) و ۵۰٪ (۵/۳۸) بطور معنی‌داری تفاوت داشت ($p < 0.001$). بیسکویت‌های با ۵۰٪ پودر سنجد، بیسکویت‌های با ۲۵٪ پودر سنجد و بیسکویت‌های ساده به ترتیب کمترین تا بیشترین میزان را داشتند.

طور تصادفی (با قرعه‌کشی) به افراد داده شد. از آنان خواسته شد نان یا بیسکویت را به همراه ۲۲۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی حداکثر در مدت ۱۵ دقیقه بخورند. سپس در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ دقیقه پس از صرف غذا میزان سیری خود را در پرسشنامه مشخص کنند. پرسشنامه‌ها پس از تکمیل شدن جمع‌آوری می‌شد و افراد اجازه تغییر آن را نداشتند. افراد با فاصله‌ی حداقل ۲ متر از هم نشسته بودند و اجازه‌ی مشورت در مورد پرسشنامه را نداشتند. در طی این ۱۲۰ دقیقه افراد مجاز به خوردن و آشامیدن نبودند و فعالیت آنها در حد مطالعه بود. سطح زیر منحنی سیری با استفاده از فرمول دوزنقه ای محاسبه (۲۱) و شاخص سیری با فرمول زیر تعیین شد:

$$\text{شاخص سیری} = 100 \times \frac{\text{سطح زیر منحنی تغییرات سیری پس از خوردن غذای آزمون}}{\text{سطح زیر منحنی تغییرات سیری پس از خوردن نان سفید}}$$

طعم و مزه بیسکویت‌های مورد بررسی با استفاده از مقیاس هدونیک از گزینه‌ی "خیلی بد مزه" در سمت چپ با نمره "۳- تا "خیلی خوشمزه" در سمت راست با نمره "۳+"، ارزیابی گردید.

تحلیل آماری: کلیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ویراست ۲۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل تغییرات قند خون، سیری و سطح زیر منحنی از آزمون آماری ANOVA برای اندازه‌های تکراری و از آزمون آماری فریدمن برای ارزیابی طعم استفاده شد. در تمامی محاسبات $p < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شده است. برای ضریب



نمودار ۱. تغییرات قند خون (Mean) پس از خوردن گلوکز، بیسکویت با ۲۵٪ پودر کامل سنجد و بیسکویت با ۵۰٪ پودر کامل سنجد علامت‌های یکسان در هر زمان نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($p < 0.05$).

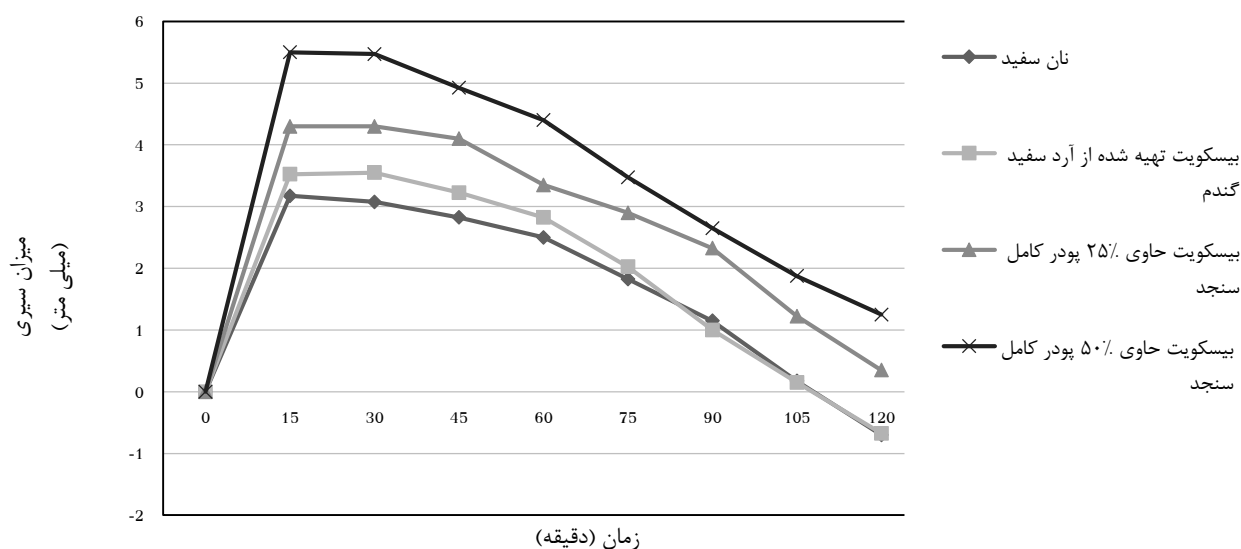
جدول ۲. سطح زیر منحنی قند خون، شاخص گلیسمی، بار گلیسمی (Mean±SEM) پس از خوردن بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم و بیسکویت‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد پودر کامل سنجد

ماده مورد آزمون	بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم	بیسکویت با ۲۵٪ پودر سنجد	بیسکویت با ۵۰٪ پودر سنجد
سطح زیر منحنی قند خون (میلی گرم در دقیقه/دسی لیتر)	۳۲۵۳/۲±۲۳۸/۷*	۲۲۳۸/۸±۳۰۸/۰۱ [§]	۱۹۷۰/۴±۲۳۸/۶ [§]
شاخص گلیسمی	۷۱/۷ ±۷/۴۲*	۵۰±۸/۲۱**	۴۲/۹±۵/۸۱**
بار گلیسمی	۱۲/۰۳±۱/۲۴*	۷/۶۰ ±۱/۲۵**	۵/۳۸ ±۰/۷۲ [§]

علامت های مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشد ($p < 0/05$).

از خوردن بیسکویت حاوی ۵۰٪ بطور معنی داری بیشتر از بیسکویت ۲۵٪ بود ($p=0/023$). بین شاخص سیری بیسکویت‌های مورد بررسی تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p=0/001$) (جدول ۳). شاخص سیری بیسکویت حاوی ۲۵٪ (۱۱۲/۹۹) و بیسکویت ۵۰٪ پودر سنجد (۱۱۴/۶۵) بطور معنی داری بالاتر از بیسکویت‌های ساده (۹۱/۸۱) بودند ($p < 0/05$). بالاترین SI مربوط به بیسکویت حاوی ۵۰٪ پودر سنجد بود. اما تفاوت معنی داری بین بیسکویت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد مشاهده نشد ($p=0/155$). با افزودن ۲۵ و ۵۰ درصد پودر سنجد، SI بیسکویت‌های تهیه شده از آرد سفید گندم به ترتیب ۲۳/۰۶٪ و ۲۴/۸۷٪ افزایش نشان داد.

شاخص سیری: همه افراد شرکت کننده (۲۰ نفر) مطالعه را به پایان رساندند. تغییرات سیری پس از خوردن که در نمودار ۲ آورده شده است تفاوت معنی دار بین تغییرات سیری پس از خوردن نان سفید و بیسکویت‌های مورد بررسی را نشان می دهد ($p < 0/001$). هم چنین تفاوت معنی داری بین میزان سیری نان و بیسکویت‌های مورد بررسی در تمامی زمان‌ها مشاهده گردید ($p < 0/05$). همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، سطح زیر منحنی سیری پس از خوردن بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد بطور معنی داری بیشتر از بیسکویت ساده بود ($P < 0/05$). سطح زیر منحنی سیری پس



نمودار ۲. تغییرات میزان سیری پس از خوردن نان سفید، بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم، بیسکویت حاوی ۲۵٪ پودر کامل سنجد و بیسکویت حاوی ۵۰٪ پودر کامل سنجد

جدول ۳. سطح زیر منحنی سیری، شاخص سیری (Mean± SEM) بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم، بیسکویت‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد

پودر کامل سنجد

ماده مورد آزمون	بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم	بیسکویت با ۲۵٪ پودر کامل سنجد	بیسکویت با ۵۰٪ پودر کامل سنجد
سطح زیر منحنی سیری (میلی‌متر در دقیقه)	۲۳۷/۷۵±۳۲/۹۲*	۳۱۸/۳۷±۴۰/۱۳**	۳۹۶/۶۸±۴۳/۷۸ [§]
شاخص سیری	۹۱/۸۱±۱۲/۶۸*	۱۱۲/۹۹±۱۸/۵۶*	۱۱۴/۶۵±۲۱/۴۳ [§]

علامت‌های مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵).

• بحث

شاخص و بار گلیسمی: در مطالعه حاضر افزودن پودر سنجد به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد، GI بیسکویت تهیه شده از آرد سفید گندم را به ترتیب ۳۰/۲ و ۴۰/۱ درصد کاهش داد. بدین ترتیب GI بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد را در محدوده‌های GI و GL پایین قرار گرفته و در گروه غذاهای با GI و GL پایین دسته بندی می‌شوند (۳). یکی از رویکردهای اصلی برای کاهش GI مواد غذایی افزایش فیبر رژیمی است (۲۲). فیبر غذایی از طریق ایجاد موکوس ویسکوز در روده باعث کاهش جذب کربوهیدرات شده و قند خون پس از غذا را کاهش می‌دهند (۲۴، ۲۳). در مطالعه‌ی حاضر افزودن پودر کامل سنجد، سبب افزایش تقریباً ۲۰ برابری محتوای فیبر بیسکویت‌های مورد بررسی شد که می‌تواند دلیل کاهش قند خون پس از غذا و در نتیجه کاهش GI بیسکویت‌های تهیه شده با پودر سنجد باشد. از دیگر مکانیسم‌های احتمالی در خصوص کاهش GI بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد، می‌توان به اثرات ترکیبات فنولی و فلاونوئیدهای سنجد مثل کوئرستین، روتین، ایزورامتین و کیمفرول اشاره نمود (۲۶، ۲۵). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که ترکیبات فنولی در رژیم غذایی، متابولیسم گلوکز را با مهار فعالیت‌های آلفا-آمیلاز و آلفا-گلوکزیداز تعدیل می‌کنند (۲۷). بعلاوه فلاونوئیدها اثرات ضد دیابتی داشته و می‌توانند سطح گلوکز خون را از طریق تنظیم هضم کربوهیدرات، ترشح انسولین، سیگنالینگ انسولین و جذب گلوکز تعدیل نمایند (۲۸). هم‌چنین، فلاونوئیدها می‌توانند متابولیسم گلوکز در کبد را از طریق چندین مسیر، از جمله کاهش آپوپتوز و بهبود تکثیر سلول‌های بتا، تحریک ترشح انسولین و کاهش مقاومت به انسولین تنظیم کنند (۲۸).

شاخص سیری: در مطالعه حاضر با افزودن پودر سنجد، شاخص سیری بیسکویت‌های ساده که در محدوده‌ی SI پایین بود به محدوده‌ی بالا رسید. این نتایج نشان می‌دهد پس از خوردن بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد مدت زمان سیری بیشتر از بیسکویت ساده است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند

که مصرف رژیم غذایی پر فیبر می‌تواند احساس سیری و پر بودن را افزایش دهد (۳۰، ۲۹). بنابراین محتوای بالاتر فیبر در بیسکویت‌های غنی شده با پودر سنجد ممکن است مسئول افزایش اثرات سیری آن‌ها در این مطالعه باشد. مصرف غذاهای پرفیبر می‌تواند ویسکوزیته بولوس معده را تغییر داده و با تأخیر در تخلیه معده سیری بیشتری ایجاد کند (۳۱). هم‌چنین، شواهدی وجود دارد که افزایش اندازه ذرات مواد غذایی می‌تواند باعث افزایش احساس سیری پس از غذا شود (۳۲). اندازه ذرات پودر سنجد نسبت به آرد سفید گندم بزرگتر است و می‌تواند عامل سیری بیشتر پس از خوردن بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد باشد. از دیگر مکانیسم‌های افزایش سیری پس از خوردن بیسکویت‌های حاوی پودر سنجد، می‌توان به اثرات ترکیبات فنولی موجود در سنجد اشاره نمود. شواهد نشان می‌دهد که ترکیبات فنولی مشتق شده از گیاهان در سرکوب اشتها و افزایش سیری مؤثر هستند (۳۳) و از طرق مختلف از جمله تغییر در ترشح عوامل دخیل در اشتها پلی پپتید مهاری معده، پپتید شبه گلوکاگون ۱، گرلین و لپتین می‌توانند سیری را افزایش دهند (۳۵، ۳۴).

مطالعه حاضر اولین مطالعه‌ای است که اثر افزودن پودر میوه سنجد بر شاخص گلیسمی و شاخص سیری را مورد بررسی قرار داده است. اما بررسی مکانیسم‌های مربوط به تغییرات قند خون و سیری پس از غذا از جمله هورمون‌های مؤثر در تنظیم قند خون و اشتها، در مطالعات بعدی می‌تواند تفسیر جامع‌تری از نتایج را ارائه دهد. مطالعه حاضر نشان داد که افزودن پودر کامل سنجد علاوه بر کاهش GI و GL بیسکویت‌های تهیه شده از آرد سفید گندم، شاخص سیری این بیسکویت‌ها را افزایش می‌دهد. از آنجا که مصرف محصولات غذایی با GI پایین و غنی از فیبر برای حفظ قند خون در محدوده طبیعی توصیه می‌شوند، بیسکویت‌های غنی شده با پودر کامل سنجد با داشتن این دو ویژگی می‌توانند به‌عنوان یک میان‌وعده مناسب برای افراد سالم و بیماران مبتلا به دیابت نوع دو استفاده شوند. به علاوه، از این محصول می‌توان در رژیم غذایی افراد مبتلا به چاقی و

تحقیقاتی شماره IR.AJUMS.REC.1397.478 دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز است. از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، جهت حمایت مالی این طرح و شرکت کنندگان در مطالعه، قدردانی می‌گردد.

دارای اضافه وزن برای ایجاد افزایش احساس سیری استفاده نمود.

سیاسگزاری: پژوهش حاضر، حاصل پایان نامه خانم جمانه حیدری دانشجوی کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم تغذیه (طرح

• References

- Rossi M, Bosetti C, Talamini R, Lagiou P, Negri E, Franceschi S, et al. Glycemic index and glycemic load in relation to body mass index and waist to hip ratio. *European journal of nutrition*. 2010;49(8):459-464.
- Schakel S, Sievert Y, Buzzard I. Sources of data for developing and maintaining a nutrient database. *Journal of the American Dietetic Association* 1988;88(10):1268-1271.
- Raymond JL, Morrow K. Krause and Mahan's Food and the Nutrition Care Process. 15th Edition. Elsevier Health Sciences; 2020.
- Blaak E, Antoine JM, Benton D, Björck I, Bozzetto L, Brouns F, et al. Impact of postprandial glycaemia on health and prevention of disease. *Obesity reviews* 2012;13(10):923-984.
- Schäfer G, Schenk U, Ritzel U, Ramadori G, Leonhardt U. Comparison of the effects of dried peas with those of potatoes in mixed meals on postprandial glucose and insulin concentrations in patients with type 2 diabetes. *The American journal of clinical nutrition* 2003;78(1):99-103.
- Petersen BL, Ward LS, Bastian ED, Jenkins AL, Campbell J, Vuksan V. A whey protein supplement decreases postprandial glycemia. *Nutrition Journal* 2009;8(1):47-51. doi:10.1186/1475-2891-8-47
- Holt SH, Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E. A satiety index of common foods. *European journal of clinical nutrition* 1995;49, 675-690.
- Rolls BJ. Carbohydrates, fats, and satiety. *The American journal of clinical nutrition* 1995;61(4):960S-7S.
- Shishehbor F, Zendehtdel M, Veisi M, Helli B, Saki A, Shiri nasab M. Determining the Glycemic Index, Glycemic Load, and Satiety Index of Bread with Different Combinations of Wheat and Barley Flour. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2020; 21 (6) :345-355.
- Shishehbor F, Sadeghi H, Veissi M, Saki Malehi A. The Effect of Whey Protein on Glycemic Index and Satiety Index of Potatoes. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2017; 18 (6) :437-445.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J. J., Pacheco-Vargas, G., Osorio-Diaz, P., & Bello-Perez, L. A. (2012). Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT - Food Science and Technology*. 46(1), 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.010>.
- Goubgou M, Songré-Ouattara LT, Bationo F, Lingani-Sawadogo H, Traoré Y and Savadogo A. Biscuits: a systematic review and meta-analysis of improving the nutritional quality and health benefits. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2021; 3(1): 26-44. <https://doi.org/10.1186/s43014-021-00071-z>
- Kulthe AA, Pawar VD, Kotecha PM, Chavan UD, Bansode VV. Development of high protein and low calorie cookies. *J Food Sci Technol* 2014;51:153-157.
- Baumgartner, B.; Özkaya, B.; Saka, I.; Özkaya, H. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. *J. Cereal Sci* 2018, 80, 24-30.
- Zouari R, Besbes S, Ellouze-Chaabouni S, Ghribi-Aydi D. Cookies from composite wheat-sesame peels flours: dough quality and effect of Bacillus subtilis SPB1 biosurfactant addition. *Food Chem* 2016;194:758-769.
- Amiri Tehranzadeh Z, Baratian A, Hosseinzadeh H. Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) as a herbal healer. *Bioimpacts* 2016;6:155-167.
- Ayoubi A. The Effect of Wheat Flour Replacement with *Elaeagnus Angustifolia* Powder on Quality Characteristics of Cupcake. *Iranian Journal of Nutrition sciences & Food Technology* 2018.13(2): 79-88.
- Sahan Y, Dundar AN, Aydin E, Kilci A, Dulger D, Kaplan FB, et al. Characteristics of Cookies Supplemented with Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) Flour. I Physicochemical, Sensorial and Textural Properties. *Journal of Agricultural Science*. 2013;5(2): 160-168.
- Nezamdoost-sani, N., Asghari-jafarabadi, M. and Mohtadinia, J. 2018. Influence of *Elaeagnus angustifolia* flour on the organoleptic and physicochemical characteristics of bread (LAVASH). *Progress in Nutrition*. 20, 1-S (Aug. 2018), 84-89.
- Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, et al. Glycaemic index methodology. *Nutrition research reviews*.2005;18(1):71-145.
- Matthews JN, Altman DG, Campbell MJ, Royston P. Analysis of serial measurements in medical research. *BMJ*. 1990;300(6719):230-5.
- Scazzina F, Siebenhandl-Ehn S, Pellegrini N. The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. *Br J Nutr* 2013;109(7):1163-1174.
- Jenkins AL, Kacinik V, Lyon M, Wolever TM. Effect of adding the novel fiber, PGX®, to commonly consumed foods on glycemic response, glycemic index and GRIP: a simple and effective strategy for reducing post prandial blood glucose levels--a randomized, controlled trial. *Nutr J*. 2010;9:58.
- Ames N, Blewett H, Storsley J, Thandapilly SJ, Zahradka P, Taylor C. A double-blind randomised controlled trial testing the effect of a barley product containing varying amounts and types of fibre on the postprandial glucose

- response of healthy volunteers. *Br J Nutr* 2015;113(9):1373–83.
25. Williamson, G. Possible effects of dietary polyphenols on sugar absorption and digestion. *Molecular nutrition & food research* 2013;57(1): 48-57.
 26. Kim Y, Keogh JB, Clifton PM. Polyphenols and glycemic control. *Nutrients* 2016; 8(1):17.
 27. da Silva, C.P.; Freitas, R.A.M.S.; Sampaio, G.R.; Santos, M.C.B.; do Nascimento, T.P.; Cameron, L.C.; Simões, M.; Arêas, J.A.G. Identification and action of phenolic compounds of *Jatobá-do-cerrado* (*Hymenaea stignocarpa* Mart.) on α -amylase and α -glucosidase activities and flour effect on glycemic response and nutritional quality of breads. *Food Res. Int* 2019;116: 1076–1083.
 28. Vinayagam, R.; Xu, B. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: A cellular mechanism review. *Nutr. Metab. (Lond.)* 2015;12: 60. \
 29. Graf BA, Milbury PE, Blumberg JB. Flavonols, flavones, flavanones, and human health: Epidemiological evidence. *J. Med. Food* 2005; 8: 281–290.
 30. Lyly M, Liukkonen KH, Salmenkallio-Marttila M, Karhunen L, Poutanen K, Lahteenmaki L. Fibre in beverages can enhance perceived satiety. *Eur J Nutr* 2009;48(4):251–258.
 31. Dayib M, Larson J, Slavin J. Dietary fibers reduce obesity-related disorders: mechanisms of action. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2020;23(6):445-50.
 32. Holt S, Miller JB. Particle size, satiety and the glycaemic response. *European journal of clinical nutrition*. 1994;48(7):496-502. PMID: 7956991
 33. Johann Stuby, Isaac Gravestock, Evelyn Wolfram, Giuseppe Pichierri, Johann Steurer, Jakob M. Burgstaller. Appetite-suppressing and satiety-increasing bioactive phytochemicals: a systematic review. *Nutrients*. 2019 Sep; 11(9): 2238. 17. doi: 10.3390/nu11092238
 34. Stefoska-Needham A, Beck EJ, Johnson SK, Chu J, Tapsell LC. Flaked sorghum biscuits increase postprandial GLP-1 and GIP levels and extend subjective satiety in healthy subjects. *Mol Nutr Food Res* 2016;60(5):1118–1128.
 35. Aragonès G, Ardid-Ruiz A, Ibars M, Suárez M, Bladé C. Modulation of leptin resistance by food compounds. *Mol Nutr Food Res* 2016;60(8):1789-1803.

Effects of Whole Oleaster Fruit Powder on Glycemic and Satiety Indices of Sugar Free Biscuits

Heidari J¹, Shishehbor F^{2*}, Veissi M³, Saki Malehi A⁴, Helli B³, Shiri-Nasab M⁵

1- Graduated MSc Student, Student Research Committee, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

2-*Corresponding author: Associate Prof., Nutrition and Metabolic Disease Research Center, Clinical Sciences Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. Email: shishehbor-f@ajums.ac.ir

3- Assistant Prof., Nutrition and Metabolic Diseases Research Center, Clinical Sciences Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

4- Associate Prof., Health Research Institute, Thalassemia and Hemoglobinopathy Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

5- Assistant Prof., Nutrition and Metabolic Disease Research Center, Clinical Sciences Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

6- MSc of Food Science, Nutrition Department, School of Allied Medical Sciences, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Received 8 Jul, 2021

Accepted 26 Sept, 2021

Background and Objectives: Consumption of foods with low glycemic index (GI) decreases risks of chronic diseases and obesity. In the present study, effects of whole oleaster fruit powder (WOP) on GI, glycemic load (GL) and satiety index of plain biscuits prepared from white wheat flour were investigated.

Materials & Methods: In this randomized crossover study for assessing GI and GL, ten healthy individuals consumed one of three types of biscuits (plain, with 25% WOP and 50% WOP) or glucose solution on four various days at one-week intervals. Blood sugar was assessed at fasting and 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min after eating the biscuits and then GI and GL were calculated. To assess SI, 20 healthy individuals consumed either white bread (reference food) or one of the three biscuits on four various days at one-week intervals. Satiety was assessed in the fasting state and every 15 min to 2 h after eating. Then, SI was calculated.

Results: The GI of plain biscuits was in the upper range (71.7) which decreased to the lower range (50 and 42.9, respectively) by substitution of 25 and 50% WOP ($p < 0.001$). Glycemic load of plain biscuits decreased from the upper range (12.03) to the lower range (7.60 and 5.38, respectively) ($p < 0.001$). Satiety index of 50% WOP biscuits (114.65) increased significantly, compared to that of plain biscuits (91.81) ($p < 0.05$).

Conclusion: Replacing whole oleaster fruit powder with white wheat flour not only decreased GI and GL of simple biscuits, but also significantly increased their satiety indexes.

Keywords: Cookies, Oleaster, *Elaeagnus angustifolia*, Glycemic index, Glycemic load, Satiety index