مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و سوم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۱۱ ـ ۱۰۲ (خرداد ـ تیر ۱۴۰۰)

مقاله‌ی پژوهشی

تاثیر افزودن آرد هسته خرما به آرد سفید بر شاخص گلیسمی و شاخص سیری نان سفید

فاطمه کیانی[۱]، دکتر فریده شیشه بر[۲]، دکتر مسعود ویسی[۲]، دکتر امل ساکی مالحی[۳]، دکتر بیژن حلی[۲]

۱) کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، ۲) مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، پژوهشکده‌ی بالینی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، ۳) مرکز تحقیقات تالاسمی و هموگلوبینوپاتی، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده پیراپزشکی، پژوهشکده بالینی، مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، دکتر فریده شیشه‌بر؛
e-mail:shishehbor-f@ajums.ac.ir

چکیده

مقدمه: مصرف غذاهای با شاخص گلیسمی پایین و شاخص سیری بالا، خطر بروز بیماری‌های مزمن و چاقی را کاهش می‌دهد. در مطالعه‌ی حاضر، اثر افزودن آرد هسته خرما به نان سفید بر شاخص گلیسمی، بارگلیسمی و شاخص سیری آن بررسی شده است. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه متقاطع تصادفی برای تعیین شاخص گلیسمی و بارگلیسمی، ۱۰ فرد سالم در ٤ روز مختلف به فاصله ۶-۳ روز در مطالعه شرکت کردند. قند خون افراد در زمان ناشتا، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه بعد از خوردن محلول گلوکز، نان سفید، نان‌های حاوی ٪۲۰ و ٤۰٪ آرد هسته خرما اندازه‌گیری و شاخص گلیسمی و بار گلیسمی محاسبه گردید. برای تعیین شاخص سیری، ۲۰ فرد سالم از نان‌های مورد بررسی، به‌مقداری که حاوی ۲٤۰ کیلوکالری بود، در ۳ روز مختلف به فاصله ٦-۳ روز خوردند. میزان سیری در حالت ناشتا و هر ۱۵ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن؛ تعیین و شاخص سیری محاسبه گردید. **یافته‌ها:** شاخص گلیسمی نان‌های حاوی ۲۰٪ (۵۲/٦٤) و ٤۰٪ (٤۹/۱۱) آرد هسته خرما بطور معناداری کمتر از شاخص گلیسمی نان سفید (۷۳/۹٦) بود (به ترتیب $p<0/004$ و $p<0/005$). بار گلیسمی نان‌های ۲۰٪ (۹/٤۵) و ٤۰٪ (۷/۳۲) آرد هسته خرما بطور معناداری کمتر از بارگلیسمی نان سفید بود (به ترتیب $p<0/001$ و $p<0/001$). شاخص سیری نان‌های ۲۰٪ (۲۰۰) و ٤۰٪ (۲۹۰/۷۹) آرد هسته خرما نیز بطور معناداری بیشتر از نان سفید بود (به ترتیب $p<0/001$ و $p<0/001$). شاخص سیری نان ۲۰٪ بطور معناداری از نان ٤۰٪ بیشتر بود ($p<0/01$). **نتیجه‌گیری:** جایگزین کردن بخشی از آرد سفید گندم با آرد هسته خرما؛ بطور معناداری باعث کاهش شاخص و بار گلیسمی و افزایش شاخص سیری نان سفید می‌گردد.

واژگان کلیدی: هسته خرما، نان، شاخص گلیسمی، بار گلیسمی، شاخص سیری

دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۵/۳۱ـ دریافت اصلاحیه: ۱٤۰۰/۹/۱۳ ـ پذیرش مقاله: ۱٤۰۰/۹/۱٦

مقدمه

شاخص گلیسمی (GI[i]) اثر یک ماده غذایی بر تغییرات قند خون پس از خوردن آن غذا را نشان می‌دهد.[۱] علاوه بر شاخص گلیسمی، برای مشخص شدن اثر کمیت و کیفیت کربوهیدرات بر قند خون، بار گلیسمی (GL[ii]) نیز مطرح گردیده است.[۲،۳] مواد غذایی به سه دسته‌ی: با شاخص گلیسمی پایین (<۵۵)، متوسط (٦۹-۵۵) و بالا (≥۷۰)، و بر اساس بار گلیسمی نیز به سه دسته‌ی بار پایین (<۱۰) متوسط (۱۹-۱۱) و بالا (۲۰ ≤)، تقسیم می‌شوند.[۲،٤] مصرف

i- GI: Glycemic Index

ii -GL: Glycemic Load

غذاهای با شاخص و بار گلیسمی پایین‌تر، با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن از جمله چاقی، دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط دارد.[۵] لذا، یافتن عواملی که شاخص گلیسمی غذاها را کاهش دهد در بسیاری از پژوهش‌ها مورد توجه قرار گرفته است.[۶،۷]

میزان احساس سیری بعد از خوردن غذا را شاخص سیری (SI[i]) نشان می‌دهد.[۸] پس از خوردن غذاهای با شاخص سیری بالاتر، احساس سیری بیشتر بوده و در نتیجه مصرف غذا در وعده‌های بعدی کمتر می‌گردد. لذا مصرف این غذاها می‌تواند در پیشگیری و درمان چاقی موثر باشد.[۸،۹] نان سفید که از محصول‌های غذایی پرمصرف در جهان است، شاخص گلیسمی بالا و شاخص سیری پایین دارد.[۱۰] نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که، افزودن ترکیباتی مثل فیبر، آرد غلات و حبوبات می‌تواند شاخص گلیسمی نان سفید را کاهش و شاخص سیری آن را افزایش دهد.[۱۱-۱۳]

خرما (*Phoenix dactylifera L.*) از محصولات غذایی مهم در کشورهای خاورمیانه؛ از جمله ایران است.[۱۴،۱۵] میوه‌ی خرما از دو بخش گوشتی و هسته تشکیل شده است و هسته آن غالبا به‌عنوان یک محصول زائد در بسیاری از کارخانه-های فرآوری دور ریخته می‌شود و یا به‌عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرد.[۱۶،۱۷] هسته‌ی خرما حاوی پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامین‌ها، ترکیبات فنلی، آنتی‌اکسیدان‌ها و سرشار از فیبر غذایی می‌باشد.[۱۶] جایگزین کردن آرد هسته خرما با آرد سفید؛ علاوه برافزایش فیبر و محتوای آنتی‌اکسیدانی، باعث بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفیت نان می‌گردد.[۱۸] اثرات هایپوگلیسمی عصاره هسته خرما و نان غنی شده با آرد هسته خرما نیز در موش‌های صحرایی دیابتی گزارش شده است.[۱۹-۲۱] هم-چنین بهبود وضعیت گلیسمی و کاهش نسبت گلوکز ناشتا به انسولین؛ با مصرف قهوه‌ی هسته خرما، در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو مشاهده شده است.[۲۲] با این حال هنوز مشخص نیست که آرد هسته‌ی خرما چه اثری بر شاخص و بار گلیسمی و شاخص سیری نان دارد. لذا در این مطالعه اثر جایگزین کردن ۲۰ و ۴۰ درصد آرد هسته خرما با آرد سفید؛ بر شاخص و بار گلیسمی و شاخص سیری نان سفید، بررسی شد.

i -SI: Satiety Index

مواد و روش‌ها

این کارآزمایی متقاطع تصادفی در سال ۱۳۹۹ در گروه تغذیه دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، انجام شد. همه‌ی شرکت‌کنندگان از طریق فراخوان در دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، و با رضایت آگاهانه، وارد مطالعه شدند. اجرای این مطالعه در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی-شاپور اهواز به شماره IR.AJUMS.REC.1398.619 به تصویب رسید و در پایگاه ثبت کارآزمایی بالینی با کد IRCT20191126045509N1 ثبت گردید.

غذاهای مورد آزمایش:

۱. محلول ۵۰ گرم گلوکز حل شده در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب
۲. نان تهیه شده از ۱۰۰٪ آرد سفید گندم
۳. نان تهیه شده از مخلوط ۲۰٪ آرد هسته خرما و ۸۰٪ آرد سفید گندم
٤. نان تهیه شده از مخلوط ٤۰٪ آرد هسته خرما و ٦۰٪ آرد سفید گندم

آرد هسته خرما از یک کارخانه صنعتی در شهر اصفهان خریداری شد و در مقادیر ۲۰٪ و ٤۰٪ با آرد گندم مخلوط شد.

تهیه خمیر: برای هر ۵۰۰ گرم آرد، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب، ۸ گرم نمک، ۱٦ گرم مخمر و ۰/۳ گرم بهبوددهنده مخلوط و خمیر نان‌ها آماده شد. خمیر پس از ٦۰ دقیقه استراحت در دمای اتاق، به مدت ٦ دقیقه در دمای ۲۵۰ درجه پخته شد. نان‌ها پس از خنک شدن در کیسه‌های پلی‌اتیلن بسته‌بندی و تا روز آزمایش در فریزر نگه‌داری شدند. ترکیب نان‌های مورد بررسی شامل پروتئین (به روش کلدال[ii])، چربی (به روش سوکسله[iii])، خاکستر (با استفاده از کوره[iv])، فیبر (به روش وندی[v])، رطوبت (با استفاده از اون[vi]) در آزمایشگاه مواد غذایی دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز اندازه‌گیری شد و میزان کربوهیدرات با کسر مجموع این مقادیر از ۱۰۰ به دست آمد. این مطالعه یکسو کور بود و افراد شرکت‌کننده از نوع نانی که در هر روز آزمایش مصرف می‌کردند اطلاع نداشتند.

ii -Kjeldahl
iii- Soxhlet
iv -Furnance
v- Weende
vi -Oven

شاخص و بارگلیسمی

بر اساس روش استاندارد برای تعیین شاخص گلیسمی، ۱۰ فرد سالم (۸ زن و ۲ مرد) دارای معیارهای ورود (جدول ۲) در این مطالعه شرکت کردند.[۲۳] معیارهای ورود عبارتند از: محدوده سنی ٤٠-٢٠ سال، سطح قند خون ناشتا در حد طبیعی (کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم درصد میلی‌لیتر)، BMI در محدوده نرمال (۲٤/۹-۱۸/٥ کیلوگرم بر متر مربع) و پیروی از رژیم غذایی معمول، عدم بارداری و شیردهی، عدم مصرف دارو و عدم ابتلا به بیماری از قبیل دیابت، مقاومت به انسولین، کبد چرب غیر الکلی، اختلالات تیروئید و بیماری‌های قلبی عروقی.

قد افراد با استفاده از قد سنج با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن با ترازوی با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم با کم‌ترین لباس و بدون کفش اندازه‌گیری شد و نمایه توده بدنی (BMI) با استفاده از نسبت وزن (کیلوگرم) بر مربع قد (متر) محاسبه گردید. افراد در چهار روز مختلف و به فاصله‌ی ٦-٣ روز در آزمون شرکت کردند. در هر روز مطالعه، در حالت ناشتایی ۱۲-۱۰ ساعته به آزمایشگاه مراجعه کردند. نمونه‌های خون از نوک انگشت، با استفاده از گلوکومتر (ACCU-CHEK. ساخت کشور آلمان)، در حالت ناشتا و در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤٥، ٦٠، ۹۰، ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن غذای مورد آزمون گرفته شد. افراد در این ۲ ساعت مجاز به خوردن و آشامیدن نبودند، مگر نوشیدن آب. از افراد خواسته شد که ۲٤ ساعت قبل از روز مطالعه؛ از انجام هر گونه فعالیت بدنی شدید خودداری کنند و شب قبل از روزهای مطالعه شام یکسان مصرف کنند. مقدار کربوهیدرات در دسترس برای هرنان (گرم در صد)، با کسر مجموع مقادیر چربی، پروتئین، فیبر، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ بدست آمد. سپس با یک تناسب ساده مقدار هر کدام از نان‌ها که حاوی ٥٠ گرم کربوهیدرات در دسترس باشد محاسبه گردید.

شب قبل از روز آزمایش، نان‌های مورد نظر با همان بسته پلاستیکی از فریزر خارج شده و در محیط معمولی اتاق قرار می‌گرفت. صبح روز آزمایش مقدار نانی که قبلا مشخص شده بود وزن شده و در کیسه‌های زیپ‌دار در اختیار شرکت‌کنندگان قرار می‌گرفت و با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب، در حداکثر مدت زمان ۱۰ دقیقه خورده می‌شد. محلول گلوکز به عنوان غذای مرجع استفاده شد. سطح زیر منحنی قندخون با استفاده از غلظت قند خون در زمان‌های مختلف تا دو ساعت پس از خوردن گلوکز و نان‌های مورد بررسی، با استفاده از فرمول ذوزنقه‌ای و با کسر مقادیر ناشتا محاسبه شد.[۲٤] شاخص گلیسمی هر نان با استفاده از فرمول زیر از درصد نسبت سطح زیر منحنی قندخون پس از خوردن محلول گلوکز به سطح زیر منحنی قندخون پس از خوردن هر یک از نان‌ها محاسبه گردید.[۲٥]

$$GI=\frac{\text{سطح زیرمنحنی تغییرات قند خون پس از خوردن نان}}{\text{سطح زیرمنحنی تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز}}\times ۱۰۰$$

بار گلیسمی هر نان با استفاده از شاخص گلیسمی و فرمول زیر محاسبه شد.[۲٥]

GL=GI × مقدار کربوهیدرات در دسترس (گرم) /۱۰۰

شاخص و بار گلیسمی هر نان، جداگانه برای هریک از افراد (۱۰ نفر) محاسبه شد و میانگین بدست آمده بعنوان شاخص و بار گلیسمی نان مورد نظر اعلام شد.[۲۳]

به منظور کالیبراسیون دستگاه گلوکومتر، با هماهنگی قبلی با یکی از آزمایشگاه‌های تشخیص پزشکی، غلظت قند ۳۰ نمونه‌ی خون افراد مراجعه‌کننده به آزمایشگاه یک بار با گلوکومتر و یک بار با دستگاه آنالایزر اتوماتیک (Biotecnica ایتالیا) همزمان اندازه‌گیری شد. همبستگی قوی و معناداری بین اندازه‌گیری‌های گلوکومتر و آنالایزر بدست آمد ($p<۰/۰۰۱$, $r^2=۰/۹۹۸٥$).

شاخص سیری

برای تعیین شاخص سیری[۸] ۲۰ فرد سالم (٥ مرد و ۱٥زن) دارای معیارهای ورود (جدول ۲) در مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود و خروج: معیارهای ذکر شده در بخش شاخص گلیسمی و عدم مصرف داروهایی که بر اشتها و دستگاه گوارش اثر دارند؛ از قبیل ملین‌ها، داروهای ضد یبوست و آنتی‌اسید شرط شرکت در مطالعه بود. با استفاده از مقادیر کربوهیدرات، چربی و پروتئین، مقدار انرژی ۱۰۰ گرم نان مشخص و مقدار نان حاوی ۲٤۰ کیلوکالری محاسبه گردید. از افراد خواسته شد در روزهای نمونه‌گیری و روز قبل از آن فعالیت بدنی شدیدی نداشته باشند. داوطلبین در سه روز مختلف به فاصله ٦-٣ روز، در حالت ناشتایی ۱۲-۱۰ ساعته به آزمایشگاه مراجعه کردند. قندخون ناشتای آن‌ها با گلوکومتر اندازه‌گیری شد. قبل از خوردن غذای مورد آزمایش از افراد شرکت‌کننده خواسته شد نوع و مقدار شام و میزان فعالیت بدنی شب قبل و میزان سیری (در حالت

ناشتایی) در پرسش‌نامه‌های مربوطه مشخص کنند.[۷] سپس نان مورد آزمایش هر فرد (نان سفید بعنوان غذای مرجع، نان حاوی ۲۰٪ آرد هسته خرما و نان حاوی ۴۰٪ آرد هسته خرما) به مقادیری که حاوی ۲۴۰ کیلوکالری باشند و به روش تصادفی برای هر فرد مشخص شده بودند توسط افراد داوطلب خورده شدند. میزان سیری در حالت ناشتایی و بعد از خوردن نان‌ها، هر ۱۵ دقیقه به مدت ۱۲۰ دقیقه با استفاده از مقیاس بصری ۱۰ سانتی‌متری (VAS)، با عدد ۰ (خیلی گرسنه) در انتهای سمت چپ و عدد ۱۰ (خیلی سیر) در انتهای سمت راست ارزیابی گردید.[۷] در مدت این ۲ ساعت افراد مجاز به خوردن یا نوشیدن نبودند. سطح زیر منحنی سیری برای هر نان با استفاده از میزان سیری در زمان‌های مختلف با فرمول ذوزنقه‌ای محاسبه شد.[۲۴] سپس شاخص سیری با استفاده از فرمول زیر از درصد نسبت سطح زیر منحنی سیری پس از خوردن نان مورد بررسی به سطح زیر منحنی سیری پس از خوردن نان سفید محاسبه گردید.[۸]

$$\text{شاخص سیری} = \frac{\text{سطح زیرمنحنی تغییرات قند خون پس از خوردن غذای آزمایش}}{\text{سطح زیرمنحنی تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید}} \times ۱۰۰$$

شاخص و بار گلیسمی هر دو نان حاوی آرد هسته خرما، جداگانه برای هریک از افراد (۲۰ نفر) محاسبه شد و میانگین به دست آمده به عنوان شاخص سیری نان مورد نظر اعلام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار spss ویراست ۲۴ انجام شد. داده‌ها به صورت میانگین±خطای استاندارد میانگین (SEM) ارائه می‌شوند. تفاوت تغییرات قندخون و سیری پس از غذا، شاخص‌های گلیسمی و سیری و بار گلیسمی بین نان‌ها با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس برای اندازه‌های مکرر[i] (RM-ANOVA) ارزیابی شدند. ضریب همبستگی (پیرسون) قندخون اندازه‌گیری شده بین گلوکومتر و دستگاه انالیزر اتوماتیک محاسبه گردید. در تمامی محاسبات $p<۰/۰۵$ معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

جدول ۱ ترکیبات نان‌های مورد آزمایش را نشان می‌دهد. با افزودن آرد هسته خرما محتوای فیبر و چربی نان‌ها افزایش و پروتئین کاهش داشت. کلیه‌ی افراد شرکت‌کننده (جدول ۲) مطالعه را به پایان رساندند و هیچ گونه شکایت یا عوارض جانبی گزارش نشد.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی نان‌های مورد بررسی (گرم/ ۱۰۰ گرم نان)

ترکیبات	نان سفید	نان حاوی ۲۰٪ آرد هسته خرما	نان حاوی ۴۰٪ آرد هسته خرما
پروتئین	۹/۶۲	۸/۶۳	۷/۳۵
فیبر	۰/۷۵	۱/۶۴	۲/۲۱
چربی	۴/۰۲	۵/۰۵	۶/۹۲
رطوبت	۲۶	۲۴	۳۲/۵۰
خاکستر	۱/۱۱	۰/۹۵	۱/۳۰
کربوهیدرات	۵۸/۴۷	۵۹/۷۲	۴۹/۷۱

جدول ۲- مشخصات افراد شرکت‌کننده در مطالعه ۲

آزمون	افراد شرکت‌کننده	سن (سال)	† BMI (کیلوگرم/مترمربع)	FBS* (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)
شاخص گلایسمی	۱۰(۸ زن و ۲ مرد)	۲۷/۶۰±۳/۲۷	۲۲/۹۵±۱/۰۱	۹۰/۶۰ ±۵/۷۹
شاخص سیری	۲۰(۱۵ زن و ۵ مرد)	۲۷/۹۰±۵/۱۲	۲۲/۱۵±۱/۸۳	۸۶/۹۵ ±۴/۲۷

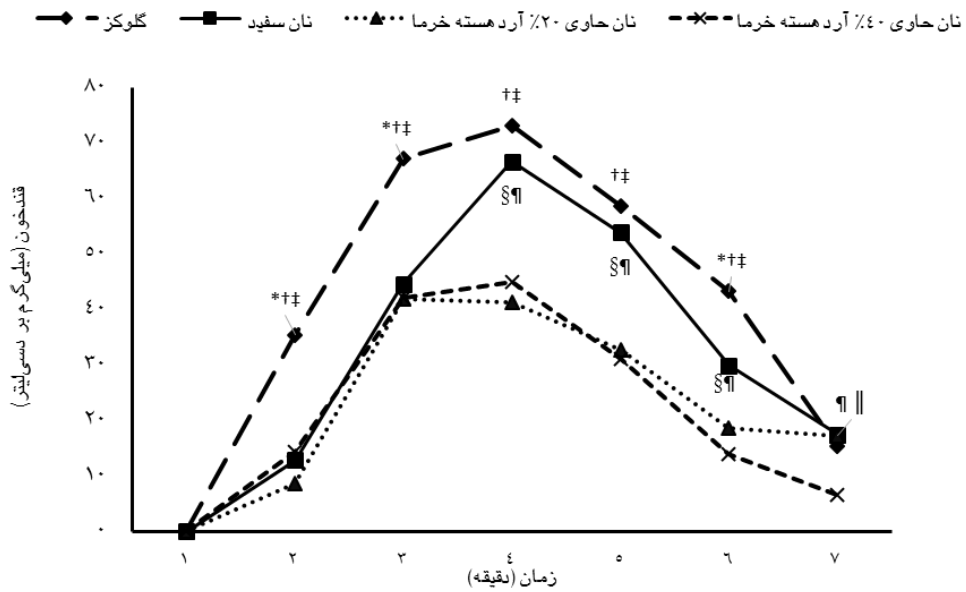
FBS*: Fasting Blood Sugar, †Body Mass Index: BMI

i- Repeated Measures ANOVA

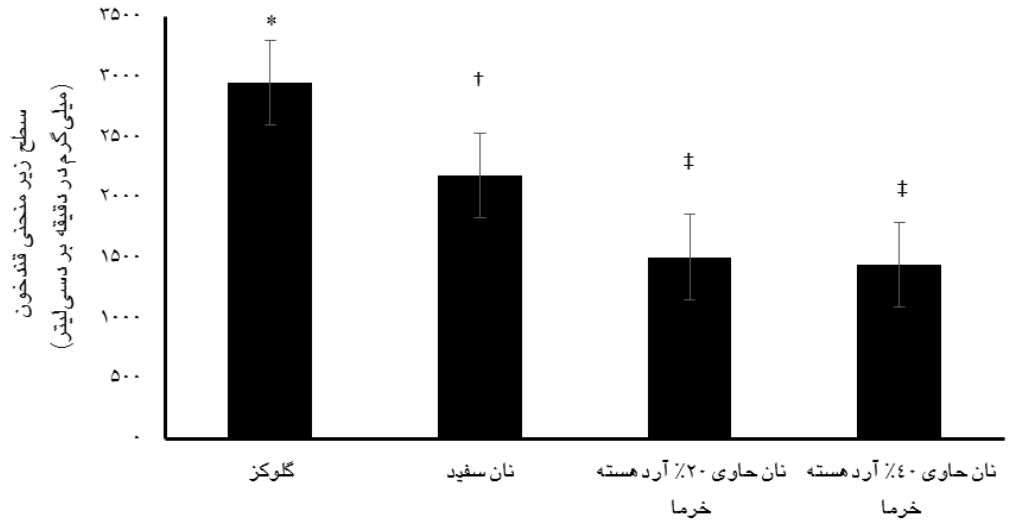
شاخص گلیسمی

وزن نان‌های مورد بررسی که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات در دسترس بودند؛ به ترتیب ۸۵/۵ گرم نان سفید، ۸۳/۵ گرم نان حاوی ۲۰٪ آرد هسته خرما و ۱۰۰/۵ گرم نان حاوی ۴۰٪ آرد هسته خرما بود.

تغییرات غلظت قندخون در زمان‌های مختلف در نمودار۱ و سطح زیر منحنی قندخون، بعد از خوردن محلول گلوکز و نان‌های مورد آزمایش، در نمودار ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۱- تغییرات قند خون (میانگین) پس از خوردن محلول گلوکز، نان سفید و نان‌های حاوی ۲۰٪ و ۴۰٪ آرد هسته خرما در زمان‌های مختلف. علامت‌ها نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار تغییرات قندخون در زمان‌های مختلف است ($p<0/05$). * تفاوت معنی‌دار بین گلوکز و نان سفید، † تفاوت معنی‌دار بین گلوکز و نان ۲۰٪ هسته خرما، ‡ تفاوت معنی‌دار بین گلوکز و نان ۴۰٪ هسته خرما، § تفاوت معنی‌دار بین نان سفید و نان ۲۰٪ هسته خرما، ¶ تفاوت معنی‌دار بین نان سفید و نان ۴۰٪ هسته خرما، ‖ تفاوت معنی‌دار بین نان ۲۰٪ و نان ۴۰٪ هسته خرما.

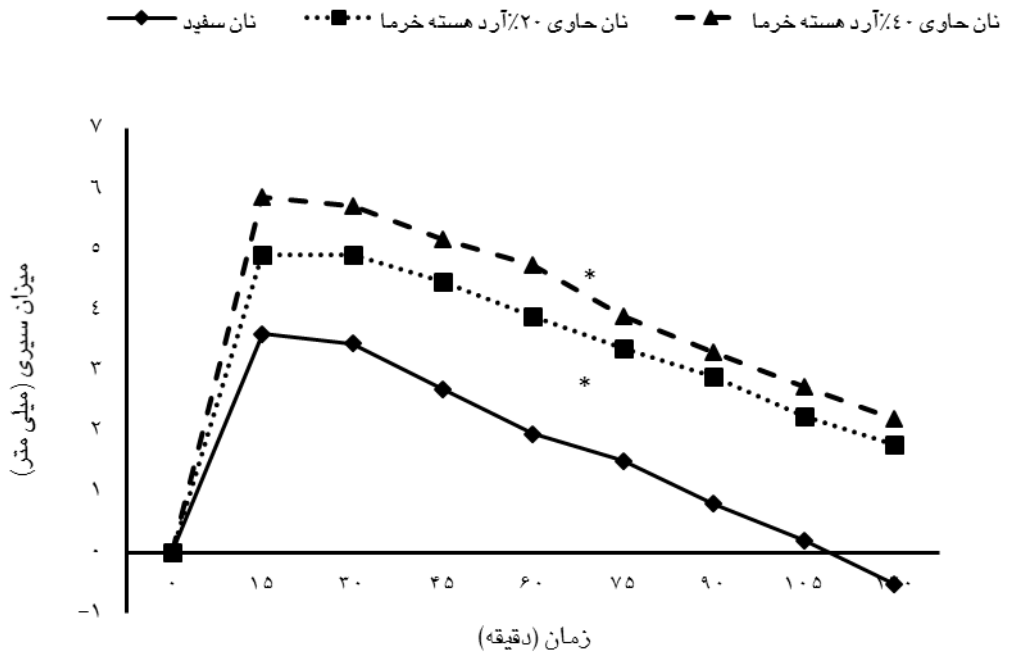


نمودار ۲- سطح زیر منحنی قند خون (میانگین) پس از خوردن گلوکز، نان سفید و نان‌های حاوی ۲۰٪ و ۴۰٪آرد هسته خرما. علامت‌های متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین سطوح زیر منحنی می‌باشند.

قندخون در زمان‌های مختلف پس از خوردن نان‌های حاوی ۲۰٪ و ٤۰٪ آرد هسته خرما، بطور معناداری کمتر از نان سفید بود (P<۰/۰۰۱). سطح زیر منحنی قندخون پس از خوردن نان‌های حاوی ۲۰٪ و ٤۰٪ آرد هسته خرما کمتر از نان سفید بود (p<۰/۰۵). سطح زیر منحنی قندخون پس از خوردن نان حاوی ۲۰٪ بیشتر از نان حاوی ٤۰٪ آرد هسته خرما بود، اما این تفاوت معنی‌دار نبود (p=۰/۷۹۲). شاخص گلیسمی نان‌های ۲۰٪ (۵/۱٦±۵۲/٦٤) و ٤۰٪ آرد هسته خرما (٦/۱۵±٤۹/۱۱) در طیف پایین به دست آمد که بطور معناداری کمتر از شاخص گلیسمی نان سفید (۱/۷۷±۷۳/۹٦) بودند (p<۰/۰۰۱) (جدول ۳). بارگلیسمی نان‌های ۲۰٪ (۰/۹۲±۹/٤۵) و ٤۰٪ آرد هسته خرما (۰/۹۱±۷/۳۲) نیز در طیف پایین بدست آمد که بطور معناداری کمتر از بارگلیسمی نان سفید (۰/۳±۱۲/۹۵) بودند (p<۰/۰۰۱). تفاوت شاخص و بار گلیسمی بین دونان حاوی آرد هسته خرما معنادار نبود (مقدار p به ترتیب ۰/٦٤۵ و ۰/۱۱۱).

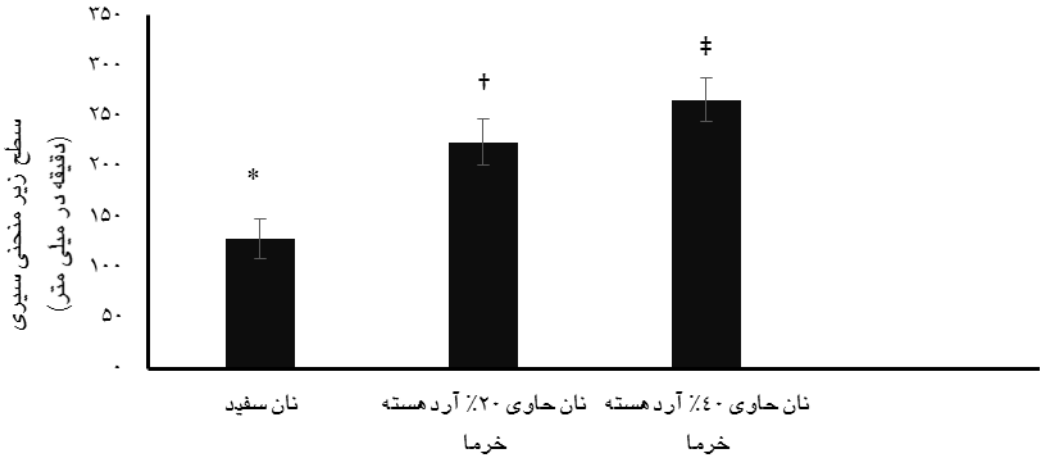
شاخص سیری

وزن نان‌های مورد مطالعه حاوی ۲٤۰ کیلوکالری انرژی بترتیب؛ ۷۸ گرم نان سفید، ۷۵ گرم نان ۲۰٪ و ۸۲/۵ گرم نان ٤۰٪ محاسبه شد. میانگین میزان سیری، بعد از خوردن نان‌های حاوی آرد هسته خرما در مقایسه با نان سفید، در تمام زمان‌ها بالاتر بود (P<۰/۰۰۱) (نمودار ۳).



نمودار۳- تغییرات میزان سیری پس از خوردن نان سفید، نان حاوی ۲۰٪ آرد هسته خرما و نان حاوی ٤۰٪ آرد هسته خرما.
علامت یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌داری بین نان‌های مورد آزمون در زمان می‌باشد. *عدم تفاوت معنی‌دار را بین نان‌های حاوی ۲۰٪ و ٤۰٪ آرد هسته خرما در زمان ۷۵ دقیقه.

همچنین میزان سیری نان ٤۰٪ آرد هسته خرما در تمامی زمان‌ها بالاتر از سیری نان ۲۰٪ بود که این تفاوت به جز در زمان ۷۵ دقیقه (p=۰/۰٦۸) در تمامی زمان‌ها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). سطح زیر منحنی سیری پس از خوردن نان‌های حاوی هسته خرما بطور معناداری بالاتر از نان سفید بود (P<۰/۰۰۱) (نمودار ٤). بعلاوه سطح زیر منحنی سیری بعد از خوردن نان ٤۰٪ بطور معناداری بالاتر از نان ۲۰٪ بود (p=۰/۰۰۷). آرد هسته خرما باعث افزایش شاخص سیری نان سفید (۱۰۰) گردید (جدول ۳). شاخص سیری نان‌های حاوی ۲۰٪ و٤۰٪ آرد هسته خرما به ترتیب ۲ و ۲/۹ برابر بالاتر از شاخص سیری نان سفید بود. بعلاوه شاخص سیری نان ٤۰٪ بطور معناداری بالاتر از نان ۲۰٪ بود (p=۰/۰٤).



نمودار۴- سطح زیر منحنی سیری (میانگین) پس از خوردن نان سفید و نان‌های حاوی۲۰٪ و ۴۰٪آرد هسته خرما. علامت‌های متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داربین سطوح زیر منحنی می‌باشند (p<۰/۰۵).

جدول ۳- شاخص گلایسمی، بار گلایسمی و شاخص سیری (Mean±SEM) پس از خوردن نان سفید، نان حاوی ۲۰٪ آرد هسته خرما و نان حاوی ۴۰٪ آرد هسته خرما

پارامترهای اندازه‌گیری شده	نان سفید	نان حاوی ۲۰٪ آرد هسته خرما	نان حاوی ۴۰٪ آرد هسته خرما	P1	P2	P3
شاخص گلایسمی	۷۳/۹۶±۱/۷۷	۵۲/۶۴±۵/۱۶	۴۹/۱۱±۶/۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۶۴۵
بار گلایسمی	۱۲/۹۵±۰/۳۰	۹/۴۵±۰/۹۲	۷/۳۲±۰/۹۱	۰/۰۰۶	<۰/۰۰۱	۰/۱۱۱
شاخص سیری	۱۰۰	۲۰۰/۰۳±۲۶	۲۹۰/۷۹±۴۱/۷۴	۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۰

P1 تفاوت بین نان سفید و نان ۲۰٪، P2 تفاوت بین نان سفید و نان ۴۰٪، P3 تفاوت بین نان ۲۰٪و نان ۴۰٪

بحث

شاخص و بار گلیسمی غذاها از عوامل مهم در مدیریت هیپرگلیسمی بیماری دیابت بشمار می‌روند. بدلیل ارتباط شاخص گلیسمی غذا با دیابت و دیگر بیماری‌ها، در سال‌های اخیر توصیه به مصرف غذاهای با شاخص و بار گلیسمی پایین، برای پیشگیری از دیابت، چاقی، سندروم متابولیک و بیماری‌های قلبی عروقی مطرح شده است.[۲۶] به همین دلیل توصیه شده است که مصرف غذاهای با شاخص و بار گلیسمی پایین در توصیه‌های غذایی گنجانده شوند.[۲۷] نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جایگزین کردن آرد هسته‌ی خرما به نسبت‌های ۲۰٪ و ۴۰٪ بجای آرد سفید گندم با کاهش قند پس از غذا، بطور معناداری شاخص گلیسمی و بار گلیسمی نان سفید را کاهش و شاخص سیری آن را افزایش می‌دهد.

جایگزین کردن آرد هسته‌ی خرما در این مطالعه شاخص گلیسمی نان سفید را به میزان ۲۸/۸۲ ٪ و ۳۳/۵۹ ٪ و بار گلیسمی نان سفید را به میزان ۲۷/۰۲ ٪ و ۴۳/۴۷ ٪ کاهش داد. بطوری‌که شاخص گلیسمی و بار گلیسمی نان سفید که در طیف بالا بود با افزودن آرد هسته خرما به طیف پایین رسید. گرچه مطالعه‌ی مشابهی جهت مقایسه‌ی نتایج یافت نشد اما، همسو با نتایج حاضر، مصرف نوشیدنی تهیه شده از پودر هسته‌ی خرما (قهوه‌ی هسته خرما) در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، نسبت گلوکز ناشتا به انسولین را به طور معناداری کاهش داده و وضعیت گلیسمی آن‌ها را بهبود بخشید.[۲۲] هم‌چنین اضافه کردن پودر یا عصاره‌ی هسته‌ی

خرما به غذای موش‌های دیابتی و سالم، قندخون را بطور معناداری کاهش داده است.[۱۹-۲۱] به علاوه، نان‌های غنی شده با ۱۰و ۱۵ درصد آرد هسته‌ی خرما، غلظت گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله را در موش‌های صحرایی دیابتی بطور معناداری کاهش داده است.[۲۰]

از سازوکارهای احتمالی کاهش قندخون پس از غذا و شاخص گلیسمی نان‌های حاوی آرد هسته‌ی خرما می‌توان به تاثیر عملکرد اجزای مختلف هسته‌ی خرما اشاره کرد. فیبرهای غذایی در کاهش قندخون و شاخص گلیسمی مواد غذایی موثر می‌باشند.[۲۸] در مطالعه‌ی حاضر افزودن آرد هسته‌ی خرما؛ محتوای فیبر نان سفید را تقریبا ۳ برابر افزایش داد که می‌تواند دلیل کاهش قندخون پس از غذا و شاخص گلیسمی نان سفید باشد. ترکیبات فنلی و فلاوونوئیدی نیز در هسته خرما[۱۶،۲۹] از طریق مهار فعالیت آنزیمهای تجزیه‌کننده‌ی نشاسته، آلفا-آمیلاز[i] و آلفا-گلوکوزیداز[ii]، می‌توانند در تعدیل متابولیسم گلوکز و کاهش قند پس از غذا نقش داشته باشند.[۳۰،۳۱] به علاوه، گزارش شده است که، فلاوونوئیدها دارای اثرات ضد دیابتی بوده و می‌توانند غلظت قندخون را از طریق تنظیم هضم کربوهیدرات، ترشح انسولین، سیگنالینگ انسولین و جذب گلوکز تنظیم کنند. هم‌چنین فلاونوئیدها می‌توانند متابولیسم گلوکز را در کبد از چندین مسیر؛ از جمله بهبود تکثیر سلول‌های بتا و تحریک ترشح انسولین، تنظیم نمایند.[۳۲،۳۳]

یکی دیگر از یافته‌های مهم مطالعه حاضر اثرات آرد هسته خرما در افزایش میزان سیری پس از غذا و شاخص سیری نان سفید بود. در مطالعه‌ی حاضر آرد هسته‌ی خرما شاخص سیری نان سفید را به میزان ۳-۲ برابر افزایش داد. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که رژیم غذایی پرفیبر می‌تواند احساس سیری و پر بودن را افزایش دهد.[۳۴،۳۵] بنابراین، محتوای بالاتر فیبر در نان‌های حاوی آرد هسته خرما ممکن است مسئول افزایش اثرات سیری آن‌ها در این مطالعه باشد. هم‌چنین، فیبرها می‌توانند با تأخیر در تخلیه‌ی معده و تغییر ویسکوزیته غذای موجود در معده، سیری را افزایش دهند.[۳۶] افزایش میزان سیری بعد از خوردن نان‌های حاوی آرد هسته‌ی خرما، ممکن است بدلیل افزایش اندازه ذرات این نان‌ها باشد؛ که چنین ارتباطی بین اندازه‌ی ذرات مواد غذایی میزان سیری گزارش شده است.[۳۳،۳۴] به‌علاوه، ترکیبات فنلی و اسید گالیک[iii] موجود در هسته‌ی خرما می‌توانند در افزایش احساس سیری پس از خوردن نان‌های حاوی آرد هسته‌ی خرما موثر باشند. شواهد نشان می‌دهند که مصرف ترکیبات فنلی مشتق شده از گیاهان، باعث افزایش احساس سیری شده و در تنظیم اشتها دخالت دارند.[۳۷،۳۸] اسیدگالیک نیز می‌تواند بوسیله مهار فعالیت دیپپتیدیل پپتیداز ٤ روده‌ای، باعث تولید هورمون پپتید شبه گلوکاگون-۱شده و GLP[iv]-۱ را افزایش دهد. نهایتا با اثر تحریکی این هورمون‌ها بر گیرنده‌های اسفنکتر پیلور و تاخیر در تخلیه‌ی معده، سیری افزایش می‌یابد.[۳۹]

مطالعه حاضر اولین مطالعه‌ای است که اثر افزودن پودر هسته‌ی خرما بر شاخص گلایسمی و شاخص سیری نان سفید را مورد بررسی قرار داده است. استفاده از روش‌های استاندارد برای تعیین شاخص گلایسمی و شاخص سیری از دیگر نقاط قوت این مطالعه است. اما از نقاط ضعف این مطالعه، عدم بررسی تغییرات هورمون‌های مرتبط با قند خون از جمله انسولین و هم‌چنین عدم ارزیابی سیری طولانی‌مدت و بررسی میزان مصرف غذا پس از ۱۲۰ دقیقه می‌باشند، که می‌تواند تفسیر کامل‌تری از نتایج نشان دهد و انجام آن‌ها در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

هسته‌ی خرما یک منبع غنی از فیبر، موادمغذی و ترکیبات بالقوه است و افزودن آن به آرد سفید علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای، باعث کاهش شاخص گلیسمی و بار گلیسمی نان سفید و افزایش شاخص سیری آن در افراد سالم می‌گردد. نان غنی شده با آرد هسته‌ی خرما با داشتن این دو ویژگی مفید، می‌تواند برای کنترل قندخون پس از غذا و در رژیم‌های غذایی برای کاهش وزن مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری: پژوهش حاضر حاصل پایان نامه خانم فاطمه کیانی، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم تغذیه (طرح تحقیقاتی شماره ٦١٩. IR.AJUMS.REC.١٣٩٨) دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز است. از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، جهت حمایت مالی این طرح و هم‌چنین از شرکت‌کنندگان در مطالعه، قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

i- Alpha-amylase
ii- Alpha-glucosidase
iii -Gallic acid
iv -Glucagon-like peptide-1

References

1. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nutr 1981; 34: 362–6.
2. Rossi M, Bosetti C, Talamini R, Lagiou P, Negri E, Fran ceschi S, et al. Glycemic index and glycemic load in relation to body mass index and waist to hip ratio. Eur J Nutr 2010; 49: 459-64.
3. Schakel SF, Sievert YA, Buzzard IM. Sources of data for developing and maintaining a nutrient database. J Am Diet Assoc 1988; 88: 1268-71.
4. Wolever TM, Jenkins DJ, Vuksan V, Josse RG, Wong GS, Jenkins AL. Glycemic index of foods in individual subjects. Diabetes Care 1990; 2: 126-32.
5. Blaak EE, Antoine JM, Benton D, Bjorck I, Bozzetto L, Brouns F, et al. Impact of postprandial glycaemia on health and prevention of dissease. Obes Rev 2012; 13: 923–84.
6. 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. Am J Clin Nutr 2003; 78: 99-103.
7. Petersen BL, Ward LS, Bastian ED, Jenkins AL, Camp bell J, Vuksan V. A whey protein supplement decreases post-prandial glycemia. Nutr J 2009; 8: 47-54.
8. Holt SH, Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E. A satiety index of common foods. Eur J Clin Nutr 1995; 49: 675–90.
9. Rolls BJ. Carbohydrates, fats, and satiety. Am J Clin Nutr 1995; 61: 960-67.
10. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. Internat ional table of glycemic index and glycemic load values: 2002. Am J Clin Nutr 2002; 76: 5–56.
11. Keogh J, Atkinson F, Eisenhauer B, Inamdar A, Brand-Miller J. Food intake, postprandial glucose, insulin and subjective satiety responses to three different bread-bas ed test meals. Appetite 2011; 57: 707–10.
12. Bo S, Seletto M, Choc A, Ponzo V, Lezo A, Demagistris A, et al. The acute impact of the intake of four types of bread on satiety and blood concentrations of glucose, insulin, free fatty acids, triglyceride and acylated ghre lin. A randomized controlled cross-over trial. Food Res Int 2017; 92: 40–7.
13. Lunde MS, Hjellset VT, Holmboe-Ottesen G, Hostmark AT. Variations in postprandial blood glucose responses and satiety after intake of three types of bread. J Nutr Metab 2011; 2011: 437587.
14. Habib HM, Platat C, Meudec E, Cheynier V, Ibrahim WH. Polyphenolic compounds in date fruit seed (Phoe nix dactylifera): characterisation and quantification by using UPLC-DAD-ESI-MS. J Sci Food Agric 2014; 94: 1084-9.
15. Habib HM, Kamal H, Ibrahim WH, Al Dhaheri AS. Carotenoids, fat soluble vitamins and fatty acid profiles of 18 varieties of date seed oil. Ind Crops Prod 2013; 42: 567-72.
16. Ambigaipalan P, Shahidi F. Date seed flour and hydr olysates affect physicochemical properties of muffin. Food Biosci 2015; 12: 54-60.
17. Al-Farsi M A, Lee CY. Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. Food Chem 2008; 108: 977-85.
18. Platat C, Habib HM, Hashim IB, Kamal H, AlMaqbali F, Souka U, et al. Production of functional pita bread using date seed powder. J Food Sci Technol 2015; 52: 6375-84.
19. El-Fouhil AF, Ahmed AM, Darwish HH. Hypoglycemic effect of an extract from date seeds on diabetic rats. Saudi Med J 2010; 31: 747-51.
20. Halaby MS, Farag MH, Gerges AH. Potential effect of date pits fortified bread on diabetic rats. Int J Nutr Food Sci 2014; 3: 49-59.
21. Abiola T, Dibie D, Akinwale O, Shomuyiwa O. Asse ssment of the antidiabetic potential of the ethanolic extract of date palm (phoenix dactylifera) seed in allox an-induced diabetic rats. J Diabetes Metab 2018; 9: 784.
22. Gharib MAAK, Bakrand ESH, Baz SM. Hypoglycemic efficacy of date kernels coffee on diabetic and nep hrodiabetic patients. Life Sci J 2016; 13: 10-8.
23. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Sla ma G, et al. Glycaemic index methodology. Nutr Res Rev 2005; 18: 145-71.
24. Matthews JN, Altman DG, Campbell MJ, Royston P. Analysis of serial measurements in medical research. BMJ 1990; 300: 230-5.
25. Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. Am J Clin Nutr 1991; 54: 846-54.
26. Zafar MI, Mills KE, Zheng J, Regmi A, Hu SQ, Gou L, et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. Am J Clin Nutr 2019; 4: 891-902.
27. Livesey G, Taylor R, Livesey HF, Buyken AE, Jenkins DJA, Augustin LSA, et al. Dietary Glycemic Index and Load and the Risk of Type 2 Diabetes: Assessment of Causal Relations. Nutrients 2019; 6: 1436-70.
28. Scazzina F, Siebenhandl-Ehn S, Pellegrini N. The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. Br J Nutr 2013; 109: 1163-74.
29. Takaeidi MR, Jahangiri A, Khodayar MJ, Siahpoosh A, Yaghooti H, Rezaei S, et al. The effect of date seed (Phoenix dactylifera) extract on paraoxonase and aryle sterase activities in hypercholesterolemic rats. Jund ishapur J Nat Pharm Prod 2014; 9: 30.
30. Williamson G. Possible effects of dietary polyphenols on sugar absorption and digestion. Mol Nutr Food Res 2013; 57: 48-57.
31. da Silva CP, Soares-Freitas RAM, Sampaio GR, Santos MCB, do Nascimento TP, Cameron LC, et al. Identif ication 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: 1076-83.
32. Vinayagam R, Xu B. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: a cellular mechanism review. Nutr Metab 2015; 12: 1-20.
33. Al-Ishaq RK, Abotaleb M, Kubatka P, Kajo K, Büsse lberg D. Flavonoids and Their Anti-Diabetic Effects: Cellular Mechanisms and Effects to Improve Blood Sugar Levels. Biomolecules 2019; 9: 430.
34. Graf BA, Milbury PE, Blumberg JB. Flavonols, flavon es, flavanones, and human health: epidemiological evide nce. J Med Food 2005; 8: 281-90.
35. Lyly M, Liukkonen KH, Salmenkallio-Marttila M, Kar hunen L, Poutanen K, Lähteenmäki L. Fibre in bevera ges can enhance perceived satiety. Eur J Nutr 2009; 48: 251-8.
36. Repin N, Kay BA, Cui SW, Wright AJ, Duncan AM, Goff HD. Investigation of mechanisms involved in po stprandial glycemia and insulinemia attenuation with dietary fibre consumption. Food Funct 2017; 8: 2142-54.

37. Pasman WJ, Heimerikx J, Rubingh CM, van den Berg R, O'Shea M, Gambelli L, et al. The effect of Korean pine nut oil on in vitro CCK release, on appetite sen sations and on gut hormones in post-menopausal over weight women. Lipids Health Dis 2008; 7: 1-10.
38. Rondanelli M, Opizzi A, Perna S, Faliva M, Solerte SB, Fioravanti M, et al. Acute effect on satiety, resting energy expenditure, respiratory quotient, glucagon-like peptide-1, free fatty acids, and glycerol following consumption of a combination of bioactive food ingredients in overweight subjects. J Am Coll Nutr 2013; 32: 41-9.
39. González-Abuín N, Martínez-Micaelo N, Margalef M, Blay M, Arola-Arnal A, Muguerza B, et al. A grape seed extract increases active glucagon-like peptide-1 levels after an oral glucose load in rats. Food Funct 2014; 5: 2357-64.

Original Article

Effects of Adding Date Seed Flour to White Flour on Glycemic Index and Satiety Index of White Bread

Kiany F[1], Shishehbor F[2], Veissi M[2], Saki Malehi A[3], Helli B[2]

[1]Student Research Committee, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran, [2]Nutrition and Metabolic Diseases Research Center, Clinical Sciences Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran, [3]Thalassemia and Hemoglobinopathy Research Center. Health Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R. Iran

e-mail: shishehbor-f@ajums.ac.ir

Received: 22/08/2021 **Accepted**: 07/12/2021

Abstract

Introduction: Foods with low glycemic index (GI) and high satiety index (SI) have been associated with decreased risk of chronic diseases and obesity. This study investigated the effect of date seed flour (DSF) on the GI, glycemic load (GL), and SI of white bread (WB). Materials and Methods: Ten healthy subjects were examined on four different days within 3-6 days intervals to determine GI and GL. The blood sugar level was measured during fasting, and 15, 30, 45, 60, 90, and 120 min after receiving glucose, WB, and breads containing 20% and 40% DSF, and GI and GL were calculated. To determine SI, 20 healthy individuals consumed 240 kcal portions of test breads in separate instants at 3-6 day intervals. The satiety ratings were collected at fasting and every 15 min for over 120 min after food ingestion, and SI was calculated. Results: The GI of breads containing 20% (52.64) and 40% (49.11) DSF was significantly lower than that of WB (73.9) ($p<0.004$, $p<0.005$, respectively). Also, the GL of breads containing 20% (9.45) and 40% (7.32) DSF was lower than that of WB ($p<0.001$, $p<0.001$, respectively). The SI of breads containing 20% (200) and 40% (290.79) DSF was significantly greater than that of WB ($p<0.001$, $p<0.001$, respectively). Finally, the SI of bread containing 40% DSF (290.79) was greater than that of bread containing 20% DSF (200) ($p<0.01$). Conclusion: Replacing part of white wheat flour with DSF significantly reduces the GI and GL and increases the SI of WB.

Keywords: Date seed, Bread, Glycemic index, Glycemic load, Satiety index