مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و یکم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۳۵۵ ـ ۳۴۵ (بهمن ـ اسفند ۱۳۹۸)

مقاله‌ی پژوهشی

تعیین شاخص گلیسمی، بار گلیسمی و شاخص سیری نان با ترکیب متفاوت آرد گندم و آرد جو

دکتر فریده شیشه بر[۱]، محدثه زنده دل[۲]، مهندس مسعود ویسی[۱]، دکتر بیژن حلی[۱]، دکتر امل ساکی[۳]، مهدی شیری نسب[٤]

۱) مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، ۲) کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، ۳) پژوهشکده‌ی سلامت، مرکز تحقیقات تالاسمی و هموگلوبینوپاتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، ٤) گروه تغذیه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، محدثه زنده‌دل؛
e-mail: Live.heart64@yahoo.com

چکیده

مقدمه: شاخص گلیسمی (GI)، بار گلیسمی (GL) و شاخص سیری (SI)، از فاکتورهای مهم مرتبط با بیماری‌های متابولیک، به‌ویژه دیابت و چاقی می‌باشند. در مطالعه‌ی حاضر، اثر آرد جو بر GI، GL و SI نان سفید مورد بررسی قرارگرفت. مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین GI، ۱۰ فرد سالم، در ۴ روز جداگانه با فاصله‌ی یک هفته در مطالعه شرکت کردند. در هر روز قند خون افراد در زمان‌های ناشتا، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از مصرف محلول گلوکز، نان سفید و نان حاوی ۲۵٪ و ۵۰٪ آرد جو، اندازه‌گیری شد. برای تعیین SI، ۲۰ فرد سالم در ۳ روز جداگانه با فاصله یک هفته در مطالعه شرکت کردند. در هر روز، میزان سیری افراد، با استفاده از پرسش‌نامه‌ی VAS، در زمان‌های ناشتا و هر ۱۵ دقیقه تا ۲ ساعت بعد، اندازه‌گیری شد. یافته‌ها: GI و GL نان جو ۲۵ درصد ۸۱/۷۹ و ۱۳/۸۰ و برای نان جو ۵۰ درصد ۵۹/۱۶ و ۹/۵۵ تعیین شد. GI نان جو ۵۰٪ (۵۹/۱۶) در محدوده‌ی متوسط و به‌طور معنی‌داری نسبت به نان سفید (۹۱/۹۸) کمتر بود (P=۰/۰۳). شاخص سیری هردو نان جو ۲۵٪ (۴۲۵/۸۲، P=۰/۰۴) و نان جو ۵۰٪ (۹۶۸/۲۶، P=۰/۰۲) به‌طور معنی‌داری بالاتر از نان سفید بود. نتیجه‌گیری: افزودن آرد جو، نه‌تنها باعث کاهش GI و GL نان سفید گردید، بلکه شاخص سیری آن را به‌طور قابل توجهی افزایش داد.

واژگان کلیدی: شاخص گلیسمی، بارگلیسمی، شاخص سیری، نان، جو

دریافت مقاله: ۹۸/۷/۱۶ـ دریافت اصلاحیه: ۹۹/۱/۱۰ ـ پذیرش مقاله: ۹۹/۱/۳۰

شماره ثبت در مرکز کارآزمایی بالینی ایران: IRCT20180522039780N1

مقدمه

تغییر غلظت قند خون پس از خوردن غذاهای حاوی کربوهیدرات، متفاوت است.[۱] این تفاوت با شاخص گلیسمی (GI) مشخص می‌شود.[۲] اثر مفید غذاها و رژیم‌های غذایی با GI پایین بر کاهش سطح HbA_1c و بهبود حساسیت به انسولین در بیماران دیابتی و هایپرلیپیدمی می‌باشد.[۳] به‌علاوه، غذاهای با GI پایین، با کاهش اشتها می‌توانند در کنترل وزن نیز موثر باشند.[٤،۵] بنابراین، تهیه غذاهای با شاخص گلیسمی پایین‌تر و عواملی که بتواند شاخص گلیسمی غذاها را کاهش دهد مورد توجه قرار گرفته است.

علاوه بر GI، به‌منظور دستیابی به کیفیت کربوهیدرات غذا، بارگلیسمی[i] نیز مطرح گردیده است.[۶]

شاخص سیری[ii] شاخصی است که، بیان‌گر میزان احساس سیری پس از خوردن یک ماده غذایی می‌باشد.[۷] هرچه عدد این شاخص برای یک ماده غذایی بالاتر باشد، نشان‌دهنده آن است که بعد از خوردن آن غذا به مدت طولانی‌تری احساس سیری وجود دارد و دریافت مواد غذایی پس از خوردن آن غذا کاهش می‌یابد. این مسئله در برنامه غذایی افراد مبتلا به اضافه وزن و چاقی اهمیت دارد.[۸]

i- Glycemic Load (GL)
ii -Satiety Index (SI)

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

نان سفید از جمله مواد غذایی پرمصرف در جهان و ایران است که به دلیل شاخص گلیسمی بالای آن در برنامه غذایی بیماران دیابتی و افراد چاق محدود می‌شود.[۹،۱۰] در برخی از مطالعه‌ها افزودن ترکیب‌هایی مانند فیبر و آرد حبوبات باعث کاهش شاخص گلیسمی و افزایش شاخص سیری نان سفید شده است.[۹،۱۱،۱۲]

جو[i] یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان خانواده غلات می‌باشد[۱۳] و به دلیل مقاوت زیاد در مقابل ناسازگاری‌های محیطی و نیز به دلیل نیاز کمتر به رطوبت و تطابق بیشتر با محیط، در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌شود.[۱۴] جو یکی از غلات مهم و اصلی ایران بوده، که حاوی ترکیب‌های مفید بتاگلوکان، اسیدهای چرب، فیبر محلول و نامحلول، مواد معدنی، ویتامین‌ها و آنتی اکسیدان‌ها می‌باشد. در برخی از مطالعه‌ها کاهش گلوکز و انسولین سرم و هم‌چنین کاهش اشتها با مصرف جو گزارش شده است.[۱۵]

اکثر مطالعه‌های صورت‌گرفته در خصوص اثر جو بر تغییرات قندخون و میزان سیری، به بررسی ترکیب‌های جو از جمله فیبر آن و بخصوص بتاگلوکان پرداخته‌اند.[۱۶-۱۹] معدود مطالعه‌هایی که در زمینه تعیین GI نان جو انجام شده، مربوط به کشورهای دیگر می‌باشند.[۱۸] شاخص گلیسمی نان جو در ایران، تنها در یک مطالعه تعیین شده است.[۲۰] که در آن GI نان‌های نازک سنتی ایرانی و چند نوع نان حجیم وارداتی مقایسه شده بودند، GI نان جو خریداری شده از بازار، ۱۰۴ یعنی بالاتر از نان سفید، گزارش شده بود. به نظر محققین مطالعه مذکور، استفاده از شربت گلوکز که در تهیه نان جو به‌کار رفته بود، عامل بالا بودن GI نان جو مورد بررسی بوده است.[۲۰] در مطالعه حاضر GI، GL و SI نان‌های تهیه شده از مخلوط آرد گندم و آرد جو با نسبت‌های ۷۵/۲۵ درصد و ۵۰/۵۰ درصد تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

طراحی مطالعه

در این مطالعه کارآزمایی متقاطع، هر شرکت‌کننده به‌طور تصادفی، یکی از ۳ نان مورد بررسی و محلول گلوکز را در ٤ روز با فاصله یک هفته استراحت مصرف کرد. نوع ماده غذایی در هر نوبت برای هر فرد، بصورت تصادفی مشخص می‌شد. به این نحو که ابتدا نام هرکدام از نان‌ها و گلوکز در برگه‌های کوچک کاغذ نوشته شده و بصورت قرعه‌کشی در هر بار مراجعه، یکی از کاغذها برای هر فرد برداشته شده و آن ماده غذایی به فرد داده می‌شد.

در این مطالعه، اثر افزودن آرد جو با نسبت‌های ۲۵٪ و ۵۰٪ بر GL، GI و SI نان سفید بررسی شد. این مطالعه در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم‌پزشکی جندی‌شاپور اهواز با کد IR.AJUMS.REC.1396.869 به تصویب رسید و در پایگاه ثبت کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20180522039780N1 ثبت گردید. افراد شرکت‌کننده پیش از ورود به مطالعه رضایت‌نامه کتبی امضا کردند.

غذاهای مورد آزمایش:

۱. محلول گلوکز (۵۰ گرم حل شده در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب)
۲. نان تهیه شده از ۱۰۰٪ آرد سفید گندم
۳. نان تهیه شده از ۵۰٪ آرد جو و ۵۰٪ آرد سفید گندم
٤. نان تهیه شده از ۲۵٪ آرد جو و ۷۵٪ آرد سفید گندم

دانه‌های جو از شهر قم خریداری شد. پس از آسیاب کردن و الک نمودن، با نسبت‌های ۲۵٪ و ۵۰٪ با آرد سفید مخلوط گردید. از آرد سفید ستاره برای تهیه نان سفید استفاده شد. برای تهیه هر خمیر به ازای هر ۵۰۰ گرم آرد، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب استفاده شد. بعد از مخلوط کردن آرد، آب، خمیر مایه، نمک و بهبوددهنده، خمیر، آماده و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق استراحت داده شد. سپس در داخل تنور نان بربری پخته شد. نان‌ها پس از خنک شدن در دمای اتاق در پاکت‌های پلاستیکی بسته‌بندی و تا زمان آزمایش در فریزر نگهداری شدند. ترکیب‌های شیمیایی نان‌های مورد بررسی که در آزمایشگاه موادغذایی دانشکده پیراپزشکی دانشگاه جندی‌شاپور اهواز اندازه‌گیری شدند، در جدول ۱ آورده شده است.

i- *Hordeum vulgare L*

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

جدول ۱ - ویژگی‌های افراد مورد مطالعه در تعیین شاخص گلیسمی و سیری

پارامتر اندازه‌گیری شده	تعیین شاخص گلیسمی (تعداد=۱۰ نفر)	تعیین شاخص سیری (تعداد=۲۰ نفر)
سن (سال)	۳۱/۷۰±٤/٦۹	۲۸/۱۰±٦/٦۳
نمایه توده بدنی (کیلوگرم وزن/مترمربع قد)	۲۳/۲۷±۰/۸۱	۲۲/٦۳±۲/۰
قندخون ناشتا (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۹٦/٦±٦/۰۲	۹۰/۳±۷/۰۸

داده‌ها در حالت ناشتا اندازه‌گیری و به صورت میانگین±خطای استاندارد گزارش شده است.

تعیین شاخص گلیسمی

۱۰ فرد سالم (۸ زن و ۲ مرد) با میانگین سنی ٤/۹٦±۳۱/۷۰ سال، میانگین نمایه‌ی توده بدنی ۰/۸۱±۲۳/۲۷ کیلوگرم بر مترمربع و میانگین قند خون ناشتا ٦/۰۲ ±۹٦/٦ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر، در مطالعه‌ی حاضر شرکت کردند. برای انتخاب افراد مورد مطالعه ابتدا فراخوان عمومی در دانشگاه علوم‌پزشکی جندی‌شاپور اهواز داده شد. سپس برای افراد مراجعه‌کننده اهداف مطالعه و مراحل اجرایی توضیح داده شد. نهایتا از افرادی که مایل به شرکت در مطالعه بودند و معیارهای ورود به مطالعه را داشتند ۱۰ نفر وارد مطالعه شدند."

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: هر دو جنس، محدوده‌ی سنی ٤۰-۲۰ سال، BMI در محدوده نرمال (۲٤/۹-۱۸/۵ کیلوگرم بر مترمربع) و پیروی از رژیم‌غذایی معمول، عدم ابتلا به دیابت[۲۱] و دیگر بیماری‌های متابولیک، نداشتن هرگونه اختلال گوارشی، تمرینات ورزشی و یا داشتن رژیم غذایی خاص، عدم بارداری و شیردهی، عدم مصرف سیگار، مصرف داروهایی که متابولیسم قند خون را تحت تاثیر قرار دهد.

به‌منظور تعیین شاخص گلیسمی، پس از گرفتن رضایت نامه کتبی، از افراد خواسته شد در چهار روز مختلف به فاصله یک هفته و هربار پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی، به آزمایشگاه مراجعه کنند، در روزهای نمونه‌گیری و روز قبل از آن فعالیت بدنی شدید نداشته باشند و در همه شب‌های قبل از روز آزمون، شام یکسانی (از لحاظ ترکیب‌های درشت‌مغذی‌ها) مصرف کنند. در هر روز آزمایش، ابتدا وزن افراد بدون کفش و با حداقل لباس، با استفاده از ترازو دیجیتال با دقت ۱۰۰گرم و قد بدون کفش با استفاده از متر در حالت ایستاده، اندازه‌گیری شد و نمایه توده بدنی از تقسیم وزن برحسب کیلوگرم بر مربع قد بر حسب متر محاسبه شد. سپس یک نمونه خون با استفاده از گلوکومتر از نوک انگشت برای تعیین قند ناشتا گرفته شد و افراد، بلافاصله محلول گلوکز یا یکی از نان‌های مورد آزمایش (که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات دردسترس باشد) را به همراه ۲۰۰ میلی‌لیتر آب، حداکثر به مدت ۱۵ دقیقه به‌طور کامل مصرف می‌کردند. افراد تا ۲ ساعت پس از آن اجازه خوردن و نوشیدن هرگونه ماده غذایی و نوشیدنی به‌جز آب را نداشتند. نمونه‌های بعدی خون در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤۵، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن گرفته شد. بدین‌ترتیب هر فرد، محلول گلوکز و هر ۳ نان مورد بررسی را در چهار روز به فاصله یک هفته مصرف می‌کرد. منحنی قند خون با اتصال نقاط مربوط به اندازه‌گیری قند خون در زمان‌های مشخص شده، رسم گردید. سطح زیر منحنی با کسر مقادیر ناشتایی به‌عنوان سطح افزایش یافته زیر منحنی[i] (IAUC)، از مجموع مساحت مثلث‌ها و ذوزنقه‌های زیر منحنی قندخون (بین قندخون زمان صفر یا ناشتا تا ۱۲۰ دقیقه) محاسبه گردید. محاسبه سطح زیر منحنی برای هر فرد و برای هر ماده غذایی، به‌طور مجزا با استفاده از فرمول‌های مشخص شده توسط نرم‌افزار اکسل ویرایش ۲۰۱۳ محاسبه گردید.[۲۲] در نهایت GI و GL نان‌های مورد بررسی با استفاده از فرمول-های زیر محاسبه شدند.

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

$$GL=GL\times(\text{کربوهیدرات در دسترس (گرم)}/۱۰۰)$$

نمونه قندخون ناشتا در دو زمان با فاصله ۵ دقیقه گرفته و میانگین قند خون این ۲ زمان به‌عنوان قندخون ناشتا در نظر گرفته شد. بلافاصله بعد از آن، ماده غذایی مورد آزمایش که بطور تصادفی مشخص شده بود، در مدت ۱۵ دقیقه، مصرف شد. نمونه‌های خون بعدی در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤۵، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه بعد از اتمام ماده غذایی مورد

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

آزمون، گرفته شدند. به‌منظور کالیبراسیون دستگاه گلوکومتر (آکوآچک پرفرما، ساخت آلمان[i])، قند ۹۰ نمونه سرمی که غلظت آن‌ها با دستگاه آنالیزر اتوماتیک (Alcylon 300) مشخص شده بود، هم‌زمان با گلوکومتر اندازه‌گیری و همبستگی قوی و معنی‌داری بین این دو اندازه‌گیری بدست آمد (P<۰/۰۰۱ و r=۰/۹۸۳). علاوه براین، میزان قند یک نمونه خون محیطی، ۳۰ بار با استفاده از گلوکومتر، اندازه‌گیری شد و ضریب تغییرات به‌دست آمده (۰/۹۸۳)، نشان‌دهنده دقت بالای اندازه‌گیری گلوکومتر مورد استفاده بود.

تعیین شاخص سیری

طبق روش استاندارد برای تعیین شاخص سیری[11]، ۲۰ فرد سالم (۲ مرد و ۱۸ زن) با میانگین (± انحراف معیار) سنی ۶/۶۳±۲۸/۱ سال، میانگین نمایه توده بدنی ۲±۲۲/۶۳ کیلوگرم بر متر مربع و میانگین قندخون ناشتا ۷/۰۸±۹۰/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر وارد مطالعه شدند.

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: علاوه بر معیارهای ذکر شده در شاخص گلیسمی، عدم مصرف داروهای موثر بر قندخون، تخلیه معده، وزن و اشتها. افراد شرکت‌کننده از طریق فراخوان، از بین دانشجویان دانشگاه علوم‌پزشکی جندی‌شاپور اهواز انتخاب شدند.

از افراد خواسته شد در روزهای نمونه‌گیری و روز قبل از آن، فعالیت بدنی شدیدی نداشته باشند و قبل از هربار نمونه‌گیری، شام معمول و یکسان میل نمایند. افراد شرکت کننده، در چهار روز مختلف به فاصله یک هفته و هربار پس از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی، در ساعت مقرر به صورت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کردند. وزن و قد افراد به روش استاندارد، اندازه‌گیری و سپس BMI هر فرد محاسبه شد. برای اطمینان از ناشتا بودن، غلظت قند خون ناشتا با استفاده از گلوکومتر اندازه‌گیری شد. سپس، از افراد شرکت‌کننده خواسته شد بر روی صندلی‌هایی که به اندازه ۳ متر از هم فاصله داشتند، قرار بگیرند و پرسش‌نامه‌ای را در مورد مشخصات فردی، میزان فعالیت بدنی، نوع و میزان غذایی که شب قبل میل کرده بودند تکمیل نمایند. در هر روز آزمایش، قبل از خوردن ماده غذایی مورد آزمون، از افراد خواسته شد نوع و میزان شام شب گذشته و میزان فعالیت بدنی روز گذشته خود را یادداشت کرده، سپس میزان سیری خود را روی مقیاس بصری[ii] (VAS) علامت‌گذاری کنند (این مقیاس یک خط‌کش ۱۰۰ میلی‌متری است که برای اندازه‌گیری متغیرهای کیفی استفاده می‌شود). پس از آن، بلافاصله، یکی از نان‌های مورد آزمایش (به مقداری که حاوی ۲۴۰ کیلوکالری انرژی باشد) را به همراه ۲۲۰ میلی‌لیتر آب، حد اکثر طی ۱۵ دقیقه خورده و هر ۱۵ دقیقه تا ۲ ساعت پس از آخرین لقمه، میزان سیری با مقیاس VAS توسط شرکت‌کنندگان مشخص شد. سطح زیر منحنی سیری با فرمول ذوزنقه‌ای محاسبه و شاخص سیری با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$SI=\frac{\text{سطح زیر منحنی تغییرات سیری پس از خوردن غذای آزمودنی}}{\text{سطح زیر منحنی تغییرات سیری پس از خوردن نان سفید}}\times ۱۰۰$$

تحلیل آماری

کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویراست ۲۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت. به‌منظور بررسی نرمالیته بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و جهت تحلیل داده‌ها از آزمون آماری آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری[iii] استفاده گردید. در تمامی محاسبات، P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های افراد شرکت‌کننده در جدول ۱ گزارش شده است.

کلیه افراد شرکت‌کننده مطالعه را به پایان رسانده و هیچ‌گونه شکایت و یا عوارض جانبی گزارش نشد.

ترکیب‌های هر یک از نان‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است.

i-ACCU-CHEK Performa- Germany
ii-Incremental Area Under the Curve IAUC
iii - Repeated Measures ANOVA

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

جدل ۲- ترکیبات نان‌های مورد بررسی (گرم/۱۰۰ گرم)

آزمون‌ها / نمونه نان	کربوهیدرات	پروتئین	چربی	فیبر	رطوبت	خاکستر
نان سفید	۵۸/۸۲	۷/۴۷	۰/۷۷	۱/۹	۳۰	۱/۱۱
نان جو ۲۵٪	۵۶/۲۶	۸/۹۰	۰/۷۸	۱/۰۶	۳۱/۲۵	۰/۹۵
نان جو ۵۰٪	۵۳/۸۳	۱۰/۱۵	۰/۷۹	۲/۲۲	۳۱/۵۵	۱/۴۵

داده‌های بدست آمده از آزمایشگاه مواد غذایی دانشکده‌ی پیراپزشکی دانشگاه جندی‌شاپور اهواز، و براساس میانگین±خطای استاندارد بیان شده است (۳ بار تکرار).

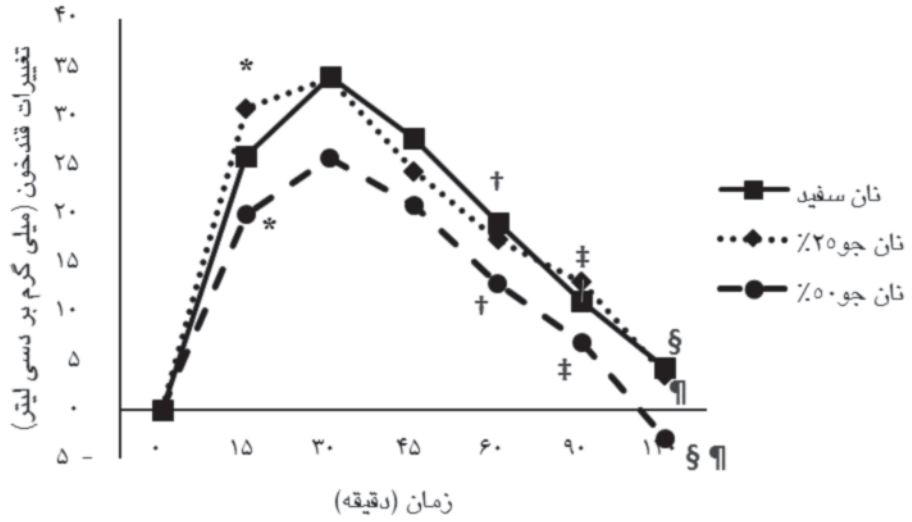
شاخص گلیسمی

وزن هر یک از نان‌های مورد مطالعه که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات در دسترس باشد به‌ترتیب برابر ۸۵ گرم نان سفید، ۸۸/۸۷ گرم نان جو ۲۵٪ و ۹۲/۸۸ گرم نان جو ۵۰٪ بود. جدول شماره ۳ و نمودار ۱، غلظت قندخون در زمان‌های مختلف در مدت ۲ ساعت پس از خوردن محلول گلوکز و نان‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقادیر قندخون (میانگین ± خطای استاندارد) پس از خوردن نان‌های مورد بررسی

نوع نان / زمان	نان سفید	نان جو ۲۵٪	نان جو ۵۰٪	P1	P2	P3
۰	۹۴/۱±۲/۱۴	۹۵/۴±۲/۱۶	۹۴/۰±۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۹۷	۰/۵۸
۱۵	۱۲۰/۶±۶/۵۸	۱۲۶/۲±۴/۶۷	۱۱۴/۰±۴/۱۲	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۰۰۵
۳۰	۱۳۱/۲±۵/۶۹	۱۲۹/۰±۳/۵۲	۱۱۹/۸±۴/۷۹	۰/۷۴	۰/۱۲	۰/۱۲
۴۵	۱۲۴/۶±۶/۳۷	۱۱۹/۸±۴/۸۷	۱۱۴/۹±۶/۴۲	۰/۵۵	۰/۲۸	۰/۳۷
۶۰	۱۲۰/۲±۴/۴۸	۱۱۲/۸±۳/۲۸	۱۰۶/۹±۴/۵۸	۰/۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۸
۹۰	۱۱۳/۰±۳/۵۸	۱۰۸/۵±۴/۱۱	۱۰۰/۹±۲/۶۰	۰/۳۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶
۱۲۰	۹۸/۵±۱/۷۸*	۹۹±۲/۳۴	۹۱±۱/۲۶*	۰/۸۳	۰/۰۰۳	۰/۰۲۱

P۱: تفاوت بین نان سفید و نان جو ۲۵ ٪، P۲: تفاوت بین نان سفید و نان جو ۵۰ ٪ و P۳: تفاوت بین نان‌های جو۲۵٪ و ۵۰٪



نمودار ۱- تغییرات قند خون (پس از کسر مقادیر ناشتا)، در ۱۰ فرد سالم پس از خوردن نان سفید، نان جو ۲۵٪ و نان جو ۵۰٪

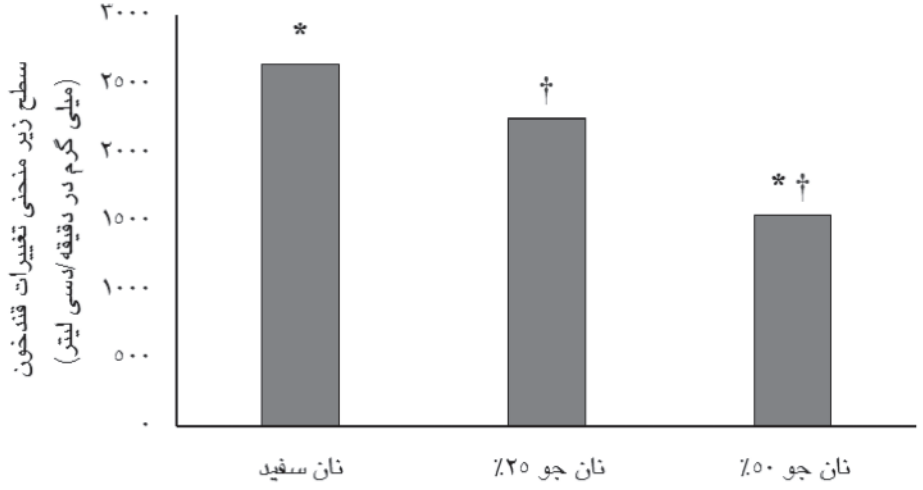
علامت‌های یکسان نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین نان‌های مورد آزمون در آن زمان می‌باشد (P<۰/۰۵)،* تفاوت بین نان‌های جو۲۵٪ و ۵۰٪ در زمان ۱۵ دقیقه (P=۰/۰۰۵)، † تفاوت بین نان سفید و نان جو۵۰٪ در زمان ۶۰ دقیقه (P=۰/۰۰۸)، ‡ تفاوت بین نان سفید و نان جو۵۰٪ در زمان ۹۰ دقیقه (P=۰/۰۰۲)،§ تفاوت بین نان سفید و نان جو۵۰٪ در زمان ۱۲۰ دقیقه (P=۰/۰۰۳) و¶ تفاوت بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ در زمان ۱۲۰ دقیقه (P=۰/۰۲۱).

i-Visual Analogue Scales (VAS)
ii- Repeated Measures ANOVA

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

در مقایسه بین میانگین غلظت قندخون پس از مصرف نان سفید و نان جو ۵۰٪، تنها در زمان‌های ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه معنی‌دار شد (مقادیر P به ترتیب برابر ۰/۰۰۸، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۳ می‌باشد)، و این تفاوت بین نان سفید و نان جو ۲۵٪، در هیچ‌کدام از زمان‌ها، معنی‌دار نبود. تفاوت مقادیر قندخون بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ نیز تنها در زمان‌های ۱۵ و ۱۲۰ دقیقه معنی‌دار شد (مقدار P به ترتیب برابر ۰/۰۰۵ و ۰/۰۲۱). تفاوت میانگین غلظت قندخون در مقایسه با زمان صفر (ناشتا)، برای تمام نان‌ها به‌طور کلی معنی‌دار بود (مقدار P برای هر کدام کم‌تر از ۰/۰۰۱) فقط در زمان ۱۲۰ برای نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪، در مقایسه با زمان صفر، معنی‌دار نشد (مقدار P به‌ترتیب برابر ۰/۱۹ و ۰/۰۵).

سطح زیر منحنی قندخون، شاخص گلیسمی و بارگلیسمی پس از خوردن گلوکز، نان سفید و نان‌های حاوی آرد جو (۲۵٪ و ۵۰٪) در جدول ۲ و نمودار ۲ نشان داده شده‌است.



نمودار ۲- سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن نان سفید، نان جو ۲۵٪ و نان جو ۵۰٪

علامت‌های یکسان نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین سطوح زیر منحنی نان‌های مورد آزمون می‌باشد (P<۰/۰۵) * تفاوت بین نان سفید و جو ۵۰٪ (P=۰/۰۳)، † تفاوت بین نان جو۲۵٪ و نان جو ۵۰٪ (P=۰/۰۶) (تعداد=۱۰نفر)

با افزایش درصد میزان آرد جوی افزوده شده به آرد سفید، کاهش بیشتر معنی‌داری در سطح زیر منحنی قندخون مشاهده شد (P=۰/۰۴) و این اختلاف AUC، بین نان سفید با نان جو ۵۰٪ و نیز نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ معنی‌دار بود (مقدار P برای هردو برابر ۰/۰۴ شد). بالاترین سطح زیر منحنی قند خون مربوط به نان سفید (۲۶۳۷/۶۸) و کم‌ترین آن مربوط به نان جو ۵۰٪ (۱۵۴۳/۱۶) بود.

برای اندازه‌گیری شاخص گلیسمی از گلوکز به عنوان مرجع استفاده شد. شاخص گلیسمی و بارگلیسمی، نان‌های مورد بررسی در جدول ٤ آورده شده‌است.

جدول ۴- شاخص گلیسمی، بار گلیسمی و سطح زیر منحنی تغییرات قند خون (میانگین±انحراف معیار) نان سفید، نان جو ۲۵ درصد و نان جو ۵۰ درصد

پارامتر اندازه‌گیری شده	نان سفید	نان جو ۲۵ درصد	نان جو ۵۰ درصد	P1	P2	P3
شاخص گلیسمی	۹۱/۹۸±۱۲/۰۴	۸۱/۷۹±۱۷/۰۴	۵۹/۱۶±۱۴/۵۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰٤
بار گلیسمی	۲۳/٤۹±۳/۰۸	۱۳/۸۰±۲/۸۸	۹/۵۵±۲/۳۶	۰/۳۳	۰/۰٤	۰/۰٤
سطح زیر منحنی تغییرات قند	۲۶۳۷/۶۸±۳۹۸/۸۲	۲۲٤۲/۲۰±۲۳٤/۶۰	۱۵٤۳/۱۶±۲۷۵/٤۸	۰/٤۹	۰/۰۳	۰/۰۶

P۱: تفاوت بین نان سفید و نان جو۲۵ ٪، P۲: تفاوت بین نان سفید و نان جو ۵۰ ٪ و P۳: تفاوت بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ (تعداد=۱۰ نفر)

نان‌های سفید، جو ۲۵٪ و جو ۵۰٪ به ترتیب بیش‌ترین تا کم‌ترین GI را داشتند. در مطالعه‌ی حاضر، شاخص گلیسمی نان جو ۵۰٪ در محدوده GI متوسط (۵۹/۱۶) و نان سفید و نان جو ۲۵٪ در محدوده GI بالا به‌دست آمدند (به ترتیب برابر ۹۱/۹۸ و ۸۱/۷۹).

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

نان سفید، نان جو ٪۲۵ و نان جو ٪۵۰ به ترتیب بیش‌ترین تا کم‌ترین GL را داشتند. بارگلیسمی نان سفید در محدوده GL بالا و GL نان‌های حاوی آرد جو هردو در محدوده پایین به‌دست آمد. بین GL نان سفید و نان‌های حاوی ۲۵٪ و ۵۰٪ آرد جو، کاهش معنی‌داری مشاهده شد (مقدار P به‌ترتیب برابر ۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۱). هم‌چنین این تفاوت، بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ نیز معنی‌دار بود (P=۰/۰٤).

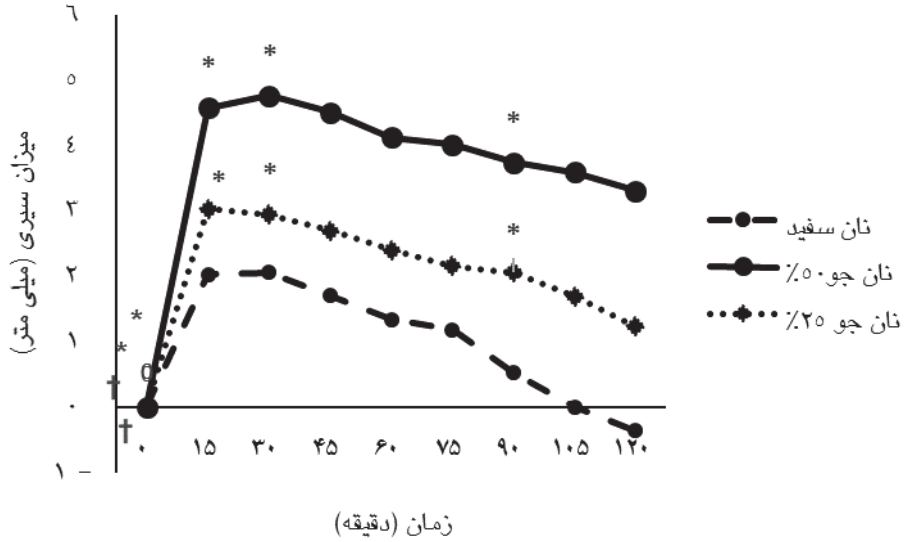
شاخص سیری

وزن هریک از نان‌های مورد مطالعه که حاوی ۲٤۰ کیلوکالری انرژی باشد به‌ترتیب برابر ۸۹ گرم نان سفید، ۸۷/۹۱ گرم نان جو ۲۵٪ و ۹۱/۲۲ گرم نان جو ۵۰٪ بود. روند تغییرات سیری و شاخص سیری در زمان‌های مختلف در طول مدت ۲ ساعت پس از مصرف مواد غذایی مورد آزمون در جدول ۵ و نمودار ۳ نشان داده شده است.

جدول ۵- تغییرات میزان سیری افراد پس از مصرف نان‌های مورد آزمون

زمان (دقیقه)	میزان سیری (میلی‌متر)					
	نان سفید	نان جو ۲۵٪	نان جو ۵۰٪	P1	P2	P3
۰	۳/۱۵±۰/٤۲	۲/٦۵±۰/۳٦	۲/۳۵±۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۱٤
۱۵	۵/۱۸±۰/۳۳	۵/٦۸±۰/۳۳	٦/۹۳±۰/٤۱	۰/۰٦	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۳۰	۵/۲۰±۰/۳۳	۵/۵۸±۰/۲۸	۷/۱۰±۰/۳۵	۰/۱۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
٤۵	٤/۸٤±۰/۲۹	۵/۳٤±۰/۲۹	٦/۸۵±۰/۳٤	۰/۰۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
٦۰	٤/٤۹±۰/۳٤	۵/۰۵±۰/۳٤	٦/٤۷±۰/۳٤	۰/۰۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۷۵	٤/۳۳±۰/۳٦	٤/۸۱±۰/۳۹	٦/۳٦±۰/٤۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۹۰	۳/٦۸±۰/۳٦*	٤/۷۰±۰/٤٤	٦/۰۸±۰/٤۲	۰/۰٦	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۱۰۵	۳/۱٤±۰/٤۰*	٤/۳٤±۰/۵۳	۵/۹٤±۰/٤۵	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۱۲۰	۲/۷۹±۰/٤٦*	۳/۸۸±۰/۵۵	۵/٦۵±۰/٤۸	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

P۱: تفاوت بین نان سفید و نان جو۲۵ ٪، P۲: تفاوت بین نان سفید و نان جو ۵۰ ٪ و P۳: تفاوت بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪



نمودار ۳- تغییرات میزان سیری (پس از کسر مقادیر ناشتا)، در ۲۰ فرد سالم پس از خوردن نان سفید، نان جو ۲۵٪ و نان جو ۵۰٪

علامت‌های یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین نان‌های مورد آزمون در زمان می‌باشد.* عدم تفاوت معنی‌دار بین نان سفید و نان جو ۲۵٪ در زمان‌های ۰، ۳۰، ٤۵ و ۹۰ دقیقه و † عدم تفاوت معنی‌دار بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ در زمان ۰ دقیقه.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

تفاوت میانگین تغییرات سیری، بین نان سفید و نان جو ۵۰٪ در تمامی زمان‌ها معنی‌دار بود (مقدار P در زمان ۰ دقیقه، برابر ۰/۰۲ و در سایر زمان‌ها برابر P<۰/۰۰۱ شد). نان سفید و نان جو ۲۵٪ نیز، به‌جز زمان‌های ۰، ۱۵، ۳۰ و ۹۰ دقیقه، در سایر زمان‌ها معنی‌دار شدند (P<۰/۰۵). هم‌چنین این تفاوت بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ نیز در تمام زمان‌ها بهجز زمان ۰ دقیقه، (P=۰/۱٤) با مقدار P کم‌تر از ۰/۰۰۱ معنی‌دار شد. در زمان‌های مربوط به هرکدام از نان‌های مورد آزمون نیز اختلاف معنی‌داری در روند تغییرات سیری مشاهده گردید (P<۰/۰۵ برای نان جو ۲۵٪ و P<۰/۰۰۱ برای نان جو ۵۰٪). اما این مقایسه برای نان سفید، در تمام زمان‌ها به‌جز زمان‌های ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ دقیقه معنی‌دار شد (مقدار P به‌ترتیب برابر ۰/۳۲، ۰/۹۹ و ۰/۵٦). (میانگین تغییرات سیری، در مقایسه با زمان صفر (ناشتا)، برای نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ در تمام زمان‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

سطح زیر منحنی قندخون و شاخص سیری پس از خوردن نان سفید و نان‌های حاوی آرد جو (۲۵٪ و ۵۰٪) در جدول ٦ نشان داده شده‌است.

جدول ۶- شاخص سیری و سطح زیر منحنی تغییرات سیری (میانگین±خطای استاندارد) نان سفید، نان جو ۲۵٪ و نان جو ۵۰٪

پارامتر اندازه‌گیری شده	نان سفید	نان جو ۲۵٪	نان جو ۵۰٪	P1	P2	P3
شاخص سیری	۱۰۰	٤۲۵/۸۲±۱٤٤/۰٤	۹٦۸/۲٦±۳۳۱/۸۸	۰/۰٤	۰/۰۲	۰/۰۲
سطح زیر منحنی تغییرات	۱۵۷/۷۷±۳۹/۱٦	۲٦۷/۹٤±٤٤/٦۵	٤٦٤/٤۰±٤۵/۰۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

P۱: تفاوت بین نان سفید و نان جو۲۵ ٪، P۲: تفاوت بین نان سفید و نان جو ۵۰ ٪ و P۳: تفاوت بین نان‌های جو ۲۵٪ و ۵۰٪ (تعداد=۲۰ نفر)

تفاوت سطح زیر منحنی سیری بین نان سفید و نان‌های جو نشان داد که افزودن آرد جو به‌طور معنی‌داری سطح زیر منحنی سیری را افزایش داده است (P<۰/۰۰۱ در همه موارد) و سطح زیر منحنی سیری در نان جو ۵۰٪ نیز، به‌طور معنی‌داری از نان جو ۲۵٪ بیشتر بود (P<۰/۰۰۱).

به‌منظور اندازه‌گیری شاخص سیری، از نان سفید به عنوان مرجع استفاده شد. افزودن آرد جو باعث افزایش معنی‌داری در شاخص سیری نان سفید گردید، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین شاخص سیری نان سفید و نان‌های جو مشاهده شد (۰/۰٤ و ۰/۰۲ به ترتیب برای نان جو ۲۵٪ و نان جو ۵۰٪). نان سفید کم‌ترین و نان با ۵۰٪ آرد جو بیش‌ترین شاخص سیری را داشتند. هم‌چنین شاخص سیری نان جو ۵۰٪ بطور معنی‌داری بالاتر از نان جو ۲۵٪ بود (P=۰/۰۲).

بحث

اثرات منابع کربوهیدراتی مختلف بر غلظت قند خون پس از خوردن غذا با شاخص گلیسمی (GI) مشخص می‌شود.[۲] این شاخص از نسبت سطوح زیر منحنی قند خون پس از خوردن ۵۰ گرم کربوهیدرات قابل دسترس از غذای مورد آزمون به سطوح زیر منحنی غذای استاندارد (گلوکز یا نان سفید) به‌دست می‌آید. بر این اساس غذاها به سه دسته با GI پایین (۵۵ و کمتر)، متوسط (٦۹-۵٦) و بالا (۷۰ و بالاتر) طبقه‌بندی می‌شوند.[۲۳] بارگلیسمی نیز در سه سطح پایین (۱۰ یا کمتر)، متوسط (۲۰-۱۰) و بالا (۲۰ و بالاتر) تقسیم می‌شود.[٦]

یافته‌های این پژوهش نشان داد که اضافه کردن آرد جو باعث بهبود تغییرات قند پس از غذا شده و شاخص گلیسمی و بارگلیسمی نان سفید را از محدوده بالا به محدوده متوسط کاهش می‌دهد. بعلاوه، با ایجاد سیری طولانی‌تر شاخص سیری نان سفید را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر، در اکثر مطالعات مشابه، بهبود تغییرات قند خون پس از غذا و کاهش شاخص گلیسمی مواد غذایی که در تهیه آن‌ها از جو استفاده شده، گزارش شده است. مشابه با نتایج حاضر، در یک مطالعه، نوسان‌های قندخون بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ و افراد سالم، پس از خوردن نان جو به‌طور معنی‌داری کمتر از نان باگت، لواش و تافتون که از آرد سفید گندم تهیه شده بودند، گزارش شده است.[۲٤] در مطالعه‌ی دیگری، علاوه بر این که تغییرات قند خون پس از خوردن ۹ رقم مختلف جو، پایین‌تر از نان سفید بود، GI ارقام جو (بین ۲۱ تا ۳٦) از نان سفید (۷۱) کم‌تر و در محدوده GI پایین گزارش شده بودند.[۲۵] هم‌چنین هم‌سو با

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

نتایج مطالعه حاضر، شاخص گلیسمی یک نوع نان تهیه شده از آرد جو (مافین) در مقایسه با نان‌های تهیه شده از آرد گندم، آرد برنج و آرد ذرت کمتر و برابر ۵۵ که محدوده GI پایین می‌باشد گزارش شده است[۲۶] در مطالعه دیگری تغییرات قند خون پس از خوردن نان تهیه شده از مخلوط آرد گندم و آرد جو (۵۰٪) در مقایسه با نان تهیه شده از آرد گندم تصفیه شده کمتر بود و شاخص گلیسمی ۵۲ و در محدوده پایین داشت.[۲۷] در مطالعه تراسول نیز، جو جزء مواد غذایی با GI پایین معرفی شده‌است.[۲۸]

اما مغایر با نتایج مطالعه حاضر و مطالعات ذکر شده، در مطالعه اسماعیلی و همکاران شاخص گلیسمی نان جو برابر ۱۰۴ بوده و در مقایسه با نان‌های سنتی و نازک ایرانی و چند نوع نان حجیم وارداتی بالاتر بود که بر اساس نظر محققین مطالعه مذکور بدلیل افزودن شربت گلوکز به خمیر نان جو بوده است.[۲۰] در مطالعه دیگری نیز GI نان جو تهیه شده از ۸۰ درصد آرد جو کامل و ۲۰ درصد آرد گندم، ۹۵ و در محدوده بالا گزارش شده بود. محققین مربوطه دلیل این نتیجه‌ی دور از انتظار را، آسیاب کردن دانه‌ی جو و از دست رفتن اثرات مفید فیبر موجود در جو ذکر نموده بودند.[۲۹]

از مکانیسم‌های مربوط به کاهش قند پس از غذا با مصرف جو می‌توان به اثر فیبر جو اشاره نمود. پیشنهاد شده‌است که اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیری که از تخمیر فیبر در کولون تولید می‌شوند با افزایش سنتز و ترشح هورمون پپتید شبه گلوکاگون۱ (GLP-1) [i] در بهبود هموستاز گلوکز دخالت داشته[۳۰] و نیز احتمالا می‌تواند از طریق آهسته کردن فرآیند هضم و جذب کربوهیدرات منجر به کاهش قند خون پس از خوردن نان تهیه شده با آرد جو شود.[۳۱،۳۲] مکانیسم دیگر، بهبود روند تغییرات قند خون در مطالعه‌ی حاضر می‌تواند در اثر بتاگلوکان جو در افزایش اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر و افزایش ترشح هورمون‌های GLP-1 و پپتید YY (PYY) باشد که منجر به افزایش حساسیت به انسولین و تغییرات مطلوب قند پس از غذا شده‌است.[۳۳]

کاهش کالری رژیم غذایی از مهم‌ترین راه‌کارهای کاهش وزن می‌باشد؛ اما یکی از اشکال‌ها، گرسنگی است که ادامه‌ی این نوع رژیم‌ها را دشوار می‌کند. لذا یافتن مواد غذایی که اشتها را کاهش داده و پس از خوردن آن‌ها احساس سیری به‌مدت طولانی‌تری ادامه داشته باشد مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعه‌ی حاضر، افزودن آرد جو به نان سفید باعث افزایش میزان سیری پس از غذا گردید. هم‌سو با نتایج حاضر در مطالعه‌ای کاهش معنی‌دار اشتها و افزایش سیری پس از مصرف وعده غذایی غنی از جوی کامل در افراد سالم مشاهده گردید.[۳۴] هم‌چنین در مطالعه جانسون[ii] و همکاران، مصرف سبوس جو در وعده عصرانه، باعث کاهش انرژی دریافتی و میزان گرسنگی در طول مدت ۱۶-۱۰/۵ ساعت پس از مصرف وعده غذایی شد.[۳۵] اما مغایر با نتایج حاضر در مطالعه‌ی دیگری، پس از خوردن صبحانه و نهار حاوی آرد جو، در مقایسه با آرد سفید گندم تغییر معنی‌داری در میزان اشتها مشاهده نگردید.[۳۶]

از مکانیسم‌های مربوط به افزایش سیری مشاهده شده در مطالعه‌ی حاضر، می‌توان به اثرات فیبر موجود در آرد جو اشاره نمود.[۳۴] بتاگلوکان که از مهم‌ترین ترکیب‌های جو می‌باشد نیز می‌تواند از چند طریق اشتها را کاهش دهد. مشاهده شده است که بتاگلوکان با تاخیر در تخلیه معده و کاهش پاسخ گلیسمی در افزایش سیری دخالت دارد.[۳۷،۳۸] هم‌چنین بتاگلوکان موجود در جو می‌تواند با تاثیر بر غلظت هورمون‌های مرتبط با اشتها از جمله پلی‌پپتیدهای پانکراس، گرلین، پپتید شبه گلوکاگون۱و پپتید YY میزان سیری را افزایش دهد.[۳۳،۳۹،۴۰]

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج مطالعه حاضر، نان تهیه شده از آرد جو می‌تواند به‌عنوان محصولی در جهت بهبود روند تغییرات قند پس از غذا و افزایش سیری در کنترل قند خون و کاهش وزن مورد استفاده قرار گیرد. بررسی اثرات این نان و هم‌چنین بررسی عوامل موثر در متابولیسم قند و سیری از جمله تغییرات انسولین و هورمون‌های مرتبط با اشتها در مطالعات آینده پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری: پژوهش حاضر، حاصل بخشی از پایان‌نامه سرکار خانم محدثه زنده‌دل دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم تغذیه (طرح تحقیقاتی به شماره IR.AJUMS.REC.۱۳۹۶/۸۶۹) دانشگاه علوم‌پزشکی جندی‌شاپور اهواز می‌باشد. بدین‌وسیله، از معاونت توسعه پژوهش و فن‌آوری جهت حمایت مالی این طرح و هم‌چنین از تمام افراد شرکت‌کننده در این مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد. نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

i- Glucagon-like peptide-1 (GLP-1)
ii-Johansson EV

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

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. Organization, W.H. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation 14-18 April 1997. 1998.
3. Shishehbor F, Shamekhi Z, Karandish M, Latifi SM. Correlation between quality and quantity of dietary carbohydrate and obesity in a group of women from Ahvaz. J Fasa Univ Med Sci 2013; 3: 230-34.
4. Ford H, Frost G. Glycaemic index, appetite and body weight. Proc Nutr Soc 2010; 69: 199-203.
5. Gögebakan Ö, Kohl A, Osterhoff MA, van Baak MA, Jebb SA, Papadaki A, et al. Effects of weight loss and long-term weight maintenance with diets varying in protein and glycemic index on cardiovascular risk factors: the diet, obesity, and genes (DiOGenes) study: a randomized, controlled trial. Circulation 2011; 124: 2829-38.
6. Salmerón J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. Diabetes Care 1997; 20: 545-50.
7. Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. J Nutr 2000; 130: 280S-3S.
8. Duncan KH, Bacon JA, Weinsier RL. The effects of high and low energy density diets on satiety, energy intake, and eating time of obese and nonobese subjects. Am J Clin Nutr 1983; 37: 763-7.
9. Shishehbor F, Kazem assareh E, Veisi M, Saki Malehi A. Roasted Chickpea Flour Decreases Glycemic Index and Glycemic Load of White Bread. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2017; 19: 10-7. [Farsi]
10. Salehifar M, Shahedi M. Effects of oat flour on dough rheology, texture and organoleptic properties of taftoon bread. J Agric Sci Technol 2007; 9: 227-34.
11. Holt SH, Miller JC, Petocz O, Farmakalidis E. A satiety index of common foods. Eur J Clin Nutr 1995; 49: 675-90.
12. Shams H.R, Tahbaz F, Entezari M.H, Abadi A.R. Study of the Effect of Baked Lentil on Glycemic Control and Lipid Profiles in Type II Diabetics. J Sab Univ Med Sci 1970; 15: 98-103.
13. Fao F. Agriculture Organization of the United Nations. 2012. FAO statistical yearbook, 2012.Available from: URL:// http://www.fao.org/faostat
14. Ali S, Nazir S, Usman Sh, Nasreen Z, Kalsoom U, Inam T. Study on the biochemical effects of barley fiber on the hypercholesterolaemic rats. Afr J Plant Sci 2014; 8: 237-42.
15. Hajifaraji M, Najjar Safari Sh, Rezvani V, Rashidkhani B and M. Maddah. Comparison study between the effect of oat and barley breads on serum glucose and lipid profiles in dyslipidemic and type 2 diabetic subjects: a short-term trial. Med J Nutrition Metab 2012; 5: 247-52.
16. Jenkins AL, Jenkins DJ, Zdravkovic U, Würsch P, Vuksan V. Depression of the glycemic index by high levels of β-glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. Eur J Clin Nutr 2002; 56: 622-8.
17. Pentikäinen S, Karhunen L, Flander L, Katina K, Meynier A, Aymard P, et al. Enrichment of biscuits and juice with oat β-glucan enhances postprandial satiety. Appetite 2014; 75: 150-6.
18. Gonzalez-Anton C, Lopez-Millan B, Rico MC, Sanchez-Rodriguez E, Ruiz-Lopez MD, Gil A, et al. An enriched, cereal-based bread affects appetite ratings and glycemic, insulinemic, and gastrointestinal hormone responses in healthy adults in a randomized, controlled trial. J Nutr 2015; 145: 231-8.
19. Steinert RE, Raederstorff D, Wolever TM. Effect of consuming oat bran mixed in water before a meal on glycemic responses in healthy humans-a pilot study. Nutrients 2016; 8: E524.
20. Ismaili M, Taleban FA, Tofani N, Valaei N. Glycemic Index of Traditional Iranian Thin Breads and Some Imported Bulk Breads in Type 2 Diabetic People (NIDDM). Feyz 1998; 2: 21-32.
21. American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. Diabetes Care 2020; 43: S14-S31.
22. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, et al. Glycaemic index methodology. Nutr Res Rev 2005; 18: 145-71.
23. Wolever TM, Jenkins DJ, Vuksan V, Josse RG, Wong GS, Jenkins AL. Glycemic index of foods in individual subjects. Diabetes Care 1990; 13: 126-32.
24. Montazeri Far F, Karaji Bani M, Ali Keikhawaei M, Dashipour A, Amian M, Nekouie E. The effect of consumed breads on glycemic response of patients with type 2 diabetes. yafte 2016; 2: 67-75. [Farsi]
25. Aldughpassi A. Physiological Effects of Barley: Examining the Effects of Cultivar, Processing and Food Form on Glycemia, Glycemic Index, Satiety and the Physico-Chemical Properties of β-glucan. 2013.
26. Soong YY, RYC Quek, C.J. Henry. Glycemic potency of muffins made with wheat, rice, corn, oat and barley flours: a comparative study between in vivo and in vitro. Eur J Nutr 2015; 54: 1281-5.
27. Shakib M, S.G. Gabrial. Post-prandial responses to different bread products based on wheat, barley and fenugreek or ginger or both in healthy volunteers and their effect on the glycemic index of such products. J Am Sci 2010; 6: 89-96.
28. Truswell AS. Glycaemic index of foods. Eur J Clin Nutr 1992; 46: S91-101.
29. Liljeberg H, Granfeldt Y, Björck I. Metabolic responses to starch in bread containing intact kernels versus milled flour. Eur J Clin Nutr 1992; 46: 561-75.
30. Massimino SP, McBurney MI, Field CJ, Thomson AB, Keelan M, Hayek MG, et al. Fermentable dietary fiber increases GLP-1 secretion and improves glucose homeostasis despite increased intestinal glucose transport capacity in healthy dogs. J Nutr 1998; 128: 1786-93.
31. Wolever TM. Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. Am J Clin Nutr 1990; 51: 72-5.
32. Jenkins DJ, Wolever TM, Collier GR, Ocana A, Rao AV, Buckley G, et al. Metabolic effects of a low-glycemic-index diet. Am J Clin Nutr 1987; 46: 968-75.
33. Miyamoto J, Watanabe K, Taira S, Kasubuchi M, Li X, Irie J, Itoh H, et al. Barley β-glucan improves metabolic condition via short-chain fatty acids produced by gut microbial fermentation in high fat diet fed mice. PLoS One 2018; 13: e0196579.
34. Schroeder N, Gallaher DD, Arndt EA, Marquart L. Influence of whole grain barley, whole grain wheat, and refined rice-based foods on short-term satiety and energy intake. Appetite 2009; 53: 363-9.
35. Johansson EV, Nilsson AC, Östman EM, Björck IM. Effects of indigestible carbohydrates in barley on gluc-

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

ose metabolism, appetite and voluntary food intake over 16 h in healthy adults. Nutr J 2013; 12: 46.
36. Keogh JB, Lau CW, Noakes M, Bowen J, Clifton PM. Effects of meals with high soluble fibre, high amylose barley variant on glucose, insulin, satiety and thermic effect of food in healthy lean women. Eur J Clin Nutr 2007; 61: 597-604.
37. Thondre PS, Shafat A, Clegg ME. Molecular weight of barley β-glucan influences energy expenditure, gastric emptying and glycaemic response in human subjects. Br J Nutr 2013; 110: 2173-9.
38. Aoe S, Ikenaga T, Noguchi H, Kohashi C, Kakumoto K, Kohda N. Effect of cooked white rice with high β-glucan barley on appetite and energy intake in healthy Japanese subjects: a randomized controlled trial. Plant Foods Hum Nutr 2014; 69: 325-30.
39. Barone Lumaga R, Azzali D, Fogliano V, Scalfi L, Vitaglione P. Sugar and dietary fibre composition influence, by different hormonal response, the satiating capacity of a fruit-based and a β-glucan-enriched beverage. Food Funct 2012; 3: 67-75.
40. Vitaglione P, Lumaga RB, Stanzione A, Scalfi L, Fogli ano V. beta-Glucan-enriched bread reduces energy in take and modifies plasma ghrelin and peptide YY concentrations in the short term. Appetite 2009; 53: 338-44.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]

Original Article

Determining the Glycemic Index, Glycemic Load, and Satiety Index of Bread with Different Combinations of Wheat and Barley Flour

Shishehbor F[1], Zendedel M[2], Veissi M[1], Heli B[1], Saki Malehi A[3], Shiri-Nasab M[4]

[1]Nutrition and Metabolic Diseases Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran,[2]Student Research Committee, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran, [3]Research Institute of Health, Thalassemia and Hemoglobinopathy Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran, [4]Nutrition Department, Faculty of Paramedical Sciences, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R. Iran

e-mail: Live.heart64@yahoo.com

Received: 08/10/2019, **Accepted:** 18/04/2020

Abstract

Introduction: Glycemic index (GI), glycemic load (GL), and satiety index (SI) are important factors in metabolic diseases, particularly diabetes and obesity. This study aimed to investigate the effects of barley flour on the GI, GL, and SI of white bread. Materials and Methods: To determine GI, ten healthy individuals were examined on four different days within one-week intervals. The blood sugar level was measured during fasting and 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes after receiving the glucose solution, white bread, and bread containing 25% and 50% barley flour. Also, to determine SI, a total of 20 healthy individuals were examined on three different days within one-week intervals. SI was measured using the visual analog scale (VAS) during fasting and every 15 minutes for the next two hours. Results: The GI and GL of 25% barley bread were 81.79 and 13.80, respectively. On the other hand, the GI of 50% barley bread (59.16) was in the moderate range and significantly lower than that of white bread (91.98) (P=0.03). Based on the results, the SI of both 25% barley bread (425.82) (P=0.04) and 50% barley bread (968.26) (P=0.02) was significantly higher than that of white bread. Conclusion: The addition of barley flour to bread not only reduced the GI and GL, but also substantially increased the SI of white bread.

Keywords: Glycemic index, Glycemic load, Satiety index, Barley, Bread

IRCT20180522039780N1

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-02-10]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1398.21.6.6.6]