مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی نوزدهم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱۷ ـ ۱۰ (فروردین ـ اردیبهشت ۱۳۹۶)

مقاله‌ی پژوهشی

# آرد نخودچی شاخص گلیسمی و بار گلیسمی نان سفید را کاهش می‌دهد.

دکتر فریده شیشه‌بر[۱]، الهام کاظم عصاره[۲]، مسعود ویسی[۱]، دکتر امل ساکی مالحی[۳]

۱) گروه تغذیه، مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. ۲) گروه تغذیه، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز- واحد پردیس اروند، اهواز، ایران، ۳) گروه آمار حیاتی، پژوهشکده سلامت، مرکز تحقیقات تالاسمی و هموگلوبینوپاتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
**نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده پیراپزشکی، گروه تغذیه، الهام کاظم عصاره؛ e-mail: elham.assareh@gmail.com

## چکیده

**مقدمه: تغییرات قند خون پس از خوردن غذا از عوامل مرتبط با خطر بیماری‌های مزمن است. در مطالعه‌ی حاضر تغییرات قند خون پس از خوردن نان تهیه شده از مخلوط آردسفید گندم و آردنخودچی و هم‌چنین اثر آردنخودچی بر شاخص گلیسمی، بار گلیسمی و پروفایل گلیسمی نان سفید بررسی شد. مواد و روش‌ها: در این مطالعه متقاطع تصادفی، ۱۰ فرد سالم در چهار روز مختلف به فاصله یک هفته شرکت کردند. در هر روز آزمایش قند خون ناشتا و ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن محلول گلوکز، نان سفید و نان‌های حاوی ۱/۴و ۱/۲ آردنخودچی اندازه‌گیری شد. سپس شاخص گلیسمی، بارگلیسمی، پروفایل گلیسمی نان‌های مذکور مقایسه شدند. یافته‌ها: تغییرات قند خون پس از خوردن نان‌های آرد نخودچی با نان سفید تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۰۱). سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن نان‌های آردنخودچی به طور معنی‌داری نسبت به نان سفید کمتر بود (P<۰/۰۰۱). هم‌چنین شاخص گلیسمی و بارگلیسمی نان‌های حاوی نخودچی به طور معنی‌داری کمتر از نان سفید بود (P<۰/۰۰۱). پروفایل گلیسمی نان‌های آردنخودچی با نان سفید تفاوت معنی‌داری نداشت. اما پیک قند خون پس از خوردن نان با ۱/۴ آردنخودچی و نان با ۱/۲ آردنخودچی نسبت به نان سفید به طور معنی‌داری پایین‌تر بود (به ترتیب p=۰/۰۱۷ و p<۰/۰۰۱). نتیجه‌گیری: افزودن آردنخودچی نه تنها تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید را بهبود می‌بخشد، بلکه شاخص گلیسمی و بارگلیسمی نان سفید را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.**

**واژگان کلیدی:** نخود، نخودچی، نان، شاخص گلیسمی، پروفایل گلیسمی
دریافت مقاله: ۹۵/۱۲/۳ـ دریافت اصلاحیه: ۹۶/۱/۲۷ ـ پذیرش مقاله: ۹۶/۲/۳

## مقدمه

میزان افزایش قند خون پس از خوردن غذاهای حاوی کربوهیدرات متفاوت است. این تفـــاوت با شاخصی به نام شاخص گلیسمی مشخـــص می‌شود.[۱،۲] نتایج مطالعات نشان داده است که مصرف رژیم‌های غذایی دارای شاخص گلیسمی پایین با کاهش خطر بیماری‌های مزمن از جمله دیابت، بیماری‌های قلبی عـــروقی و برخی از سرطان‌ها در ارتباط است.[۳] لذا یافتن غذاهای با شاخص گلیسمی پایین و هم‌چنین یافتن عواملی که بتواند شاخص گلیسمی غذا را کاهش دهد، مورد توجه قرار گرفته است. مصرف حبوبات به دلیل داشتن شاخص گلیسمی پایین، مقادیر قابل توجه فیبر و پروتئین و مقادیر اندک چربی، به عنوان عامل کاهش دهنده‌ی خطر بیماری‌های مزمن مانند دیابت نوع دو، بیماری‌های قلبی عروقی و چاقی توصیه شده است.[۴]

نخود (*Cicer arietinum L.*) یکی از مهم‌ترین و محبوب‌ترین حبوبات در جهان است.[۵] علاوه بر این که دارای مقادیر قابل توجهی از فیبر و پروتئین است، به دلیل

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

داشتن مقدار کم چربی و شاخص گلیسمی پایین، مصرف آن در رژیم غذایی توصیه می‌شود.[۶] نتایج مطالعات نیز حاکی از اثرات مفید نخود بر عملکرد لوله گوارش،[۷،۸] سطوح قند و لیپیدهای سرم[۷،۹-۱۲] و همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی آن[۱۳،۱۴]است.

نان سفید از جمله مواد غذایی پر مصرف در جهان است که به دلیل داشتن شاخص گلیسمی بالا در برنامه غذایی بیماران دیابتی محدود می‌شود.[۶] در برخی مطالعات، تأثیر نان سفید و نان‌های سنتی ایرانی بر سطح قند خون و همچنین نمایه‌ی گلیسمی آن‌ها بررسی شده است.[۱۵،۱۶]مطالعات انگشت شماری نیز تغییرات قند خون پس از خوردن مواد غذایی حاوی نخود، آرد و فیبر نخود را بررسی کرده‌اند.[۸، ۱۷، ۹-۱۱] اما بر اساس جستجوی انجام شده، تاکنون تاثیر آرد نخودچی بر تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید بررسی نشده است. بنابراین در مطالعه‌ی حاضر آرد نخودچی با نسبت‌های ۱/۲ و ۱/٤ به آرد سفیدی که برای تهیه‌ی نان استفاده می‌شود افزوده شد و تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید و نان‌های حاوی آرد نخودچی باهم مقایسه شد. به علاوه شاخص گلیسمی، بار گلیسمی و پروفایل گلیسمی که پاسخ گلیسمی نان‌های مذکور را نشان می‌دهند در مطالعه‌ی حاضر بررسی شده‌اند.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی متقاطع، ۱۰ فرد سالم (۲ مرد و ۸ زن) وارد مطالعه شدند.[۱۹] افراد شرکت‌کننده از طریق فراخوان در محل کار نویسنده‌ی مسئول و دارا بودن معیارهای ورود انتخاب شدند. محدوده‌ی سنی افراد ۲۰ تا ٤۰ سال و نمایه‌ی توده‌ی بدنی آن‌ها ۱۸-۲٤/۹ کیلوگرم بر متر مربع بود. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: قند خون ناشتا در محدوده‌ی نرمال (کمتر از ۱۱۰ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر)، عدم ابتلا به بیماری‌های متابولیک و عدم مصرف دارویی که متابولیسم قند خون و میزان سیری و گرسنگی فرد را تحت تاثیر قرار دهد. برای تعیین شاخص گلایسمی از محلول گلوکز به عنوان غذای مرجع استفاده شد. پس از گرفتن رضایت‌نامه کتبی از افراد خواسته شد در چهار روز مختلف به فاصله‌ی یک هفته و هر بار پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت روزه‌داری صبح به آزمایشگاه مراجعه کنند. در روزهای نمونه‌گیری و روز پیش از آن فعالیت بدنی شدید نداشته باشند و در تمام شب‌های پیش از نمونه‌گیری شام یکسانی مصرف کنند. در هر روز آزمایش، ابتدا وزن افراد و سپس نمونه‌ی خون از نوک انگشت با استفاده از دستگاه گلوکومتر (ACCU-CHEK Performa-Germany) اندازه‌گیری می‌شد. پس از آن، شرکت‌کنندگان غذای مورد آزمایش را که به صورت تصادفی (قرعه‌کشی) برای هر فرد مشخص شده بود، به همراه ۲۰۰ میلی‌لیتر آب، حداکثر در مدت ۱۰ دقیقه به طور کامل می‌خوردند. نمونه‌های بعدی خون در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤۵، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن گرفته می‌شدند و افراد در این ۲ ساعت مجاز به خوردن و نوشیدن به جز آب نبودند.[۱۹] بدین‌ترتیب هر فرد محلول گلوکز و هر سه نان مورد بررسی را در ٤ روز جداگانه به فاصله‌ی یک هفته مصرف می‌کردند.

غذاهای مورد آزمایش عبارت بودند از: ۱- محلول گلوکز (۵۰ گرم حل شده در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب)، ۲- نان تهیه شده از آرد سفید ستاره ۳-نان تهیه شده از ۱/٤ آرد نخود چی و ۳/٤ آردسفید و ٤-نان تهیه شده از ۱/۲ آرد نخود چی و ۱/۲ آرد سفید. سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن غذاهای مورد آزمایش بر اساس اندازه‌های قند خون در زمان‌های مختلف با استفاده از فرمول ذوزنقه‌ای و با کسر مقادیر ناشتا محاسبه شد.[۱۸،۱۹] شاخص گلیسمی با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

$$\text{شاخص گلیسمی} = \frac{\text{سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن غذای آزمودنی}}{\text{سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز}} \times ۱۰۰$$

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

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

پروفایل گلیسمی به عنوان ابزاری که تفاوت پروفایل قند خون را مشخص می‌کند از تقسیم مدت زمانی که قند خون بالاتر از میزان ناشتاست بر پیک قند خون محاسبه شد.[۲۰] پیک افزایشی قند خون از تفاضل مقادیر قند ناشتا از بالاترین میزان قند خون در طی ۲ ساعت پس از غذا محاسبه شد.[۲۱]

تهیه‌ی نان‌های مورد بررسی: نخودچی از بازار خریداری شد و با آسیاب به صورت آرد درآورده و الک شد. سپس به نسبت‌های ۱/٤ و ۱/۲ با آرد سفید مخلوط شد. از آرد سفید ستاره که برای پخت نان باگت استفاده می‌شود برای تهیه نان سفید استفاده شد. زیر نظر کارشناس تغذیه در یکی از نانوایی‌های شهرستان دزفول از آردهای مورد نظر، نان تهیه شد. بدین ترتیب که هر کدام از آردها به طور جداگانه با آب، بهبوددهنده، نمک و خمیر مایه مخلوط گردیده و خمیر تهیه شد. سپس خمیر برای تخمیر به مدت ۳۰ دقیقه در گرمخانه قرار گرفت و در نهایت به صورت نان باگت در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در فر صنعتی پخته شد. نان سفید و نان‌های حاوی آرد نخودچی به مقدار مورد نیاز برای مطالعه‌ی حاضر یک جا پخته شد و پس از خنک شدن در دمای معمولی اتاق در بسته‌های پلاستیکی بسته‌بندی و تا زمان آزمایش در فریزر نگه‌داری شدند. ترکیبات شیمیایی نان‌های مورد بررسی که در آزمایشگاه مواد غذایی دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز توسط کارشناس تغذیه اندازه‌گیری شدند، در جدول ۱ آورده شده است.

**جدول۱- ترکیبات شیمیایی نان‌های مورد بررسی (گرم/۱۰۰گرم)**

| ترکیبات | نان سفید | نان با ۱/۴ آرد نخودچی | نان با ۱/۲ آرد نخودچی |
|---|---|---|---|
| پروتئین | ۱۱/۹ | ۱۷/۳ | ۱۹/۸ |
| فیبر | ۳/۱ | ٤/٥ | ٥/۲ |
| چربی | ۱/٥ | ۱/٥ | ۱/۲ |
| رطوبت | ۲٤ | ۲۷/۷ | ۲۸/٥ |
| خاکستر | ۲ | ۲/۲ | ۲ |
| کربوهیدرات | ٥۷/٥ | ٤٦/۸ | ٤۳/۳ |

به منظور کالیبراسیون دستگاه گلوکومتر، قند ۹۰ نمونه سرمی که غلظت آن‌ها با دستگاه اتوآنالایزر (Alcyon 300) مشخص شده بود، هم‌زمان با گلوکومتر اندازه‌گیری شد و همبستگی قوی و معنی‌داری بین اندازه‌گیری‌های اتوآنالایزر و گلوکومتر به دست آمد (P< ۰/۰۰۱، r=۰/۹٦٥). به علاوه، میزان گلوکز یک نمونه خون ۲۹ بار اندازه‌گیری شد و $cv^i$ به به دست آمده (۰/۰۰۹) نشان‌دهنده‌ی دقت اندازه‌گیری گلوکومتر بود.

طعم و مزه‌ی نان‌های مورد بررسی با استفاده از مقیاس ۷ نقطه‌ای هدونیک با ۷ گزینه، شامل خیلی بدمزه، کمی بد مزه، بد مزه، نه خوشمزه نه بد مزه، خوشمزه، کمی خوشمزه، خیلی خوشمزه ارزیابی شد.

از کلیه‌ی افراد پیش از ورود به مطالعه رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. این مطالعه در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با کد IR.AJUMS.REC.1394.232 به تصویب رسید و در پایگاه ثبت کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20160618146 80N4 به ثبت رسیده است.

**تحلیل آماری**

کلیه‌ی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویراست ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای تحلیل داده‌ها از آزمون آماری آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری (Repeated Measures ANOVA) استفاده شد. در تمامی محاسبات p<۰/۰٥ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

**تغییرات قند خون**

کلیه‌ی افراد شرکت‌کننده (۱۰ نفر)، مطالعه را به پایان رساندند. این افراد با میانگین سنی ۳/٦±۲۷/۳ سال، میانگین نمایه‌ی توده‌ی بدنی ۳/۰۹±۲۳/۹۳ کیلوگرم بر متر مربع و میانگین قند خون ناشتا ٤/٥±۹٤/۷ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر در مطالعه شرکت کردند. تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز، نان سفید، نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی در جدول ۲ و نمودار ۱ آورده شده است. آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری را بین تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز و نان‌های مورد آزمایش نشان داد (P<۰/۰۰۱). هم‌چنین تفاوت معنی‌داری در همه زمان‌ها بین گلوکز و هر سه نان، در زمان‌های ۱٥ دقیقه و ۳۰ دقیقه بین نان سفید و نان‌های آرد نخودچی ودر زمان‌های ٤٥ دقیقه و ٦۰ دقیقه بین نان ۱/۲ و ۱/٤ آرد نخودچی مشاهده شد (P<۰/۰٥).

i- Coefficient of variation

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

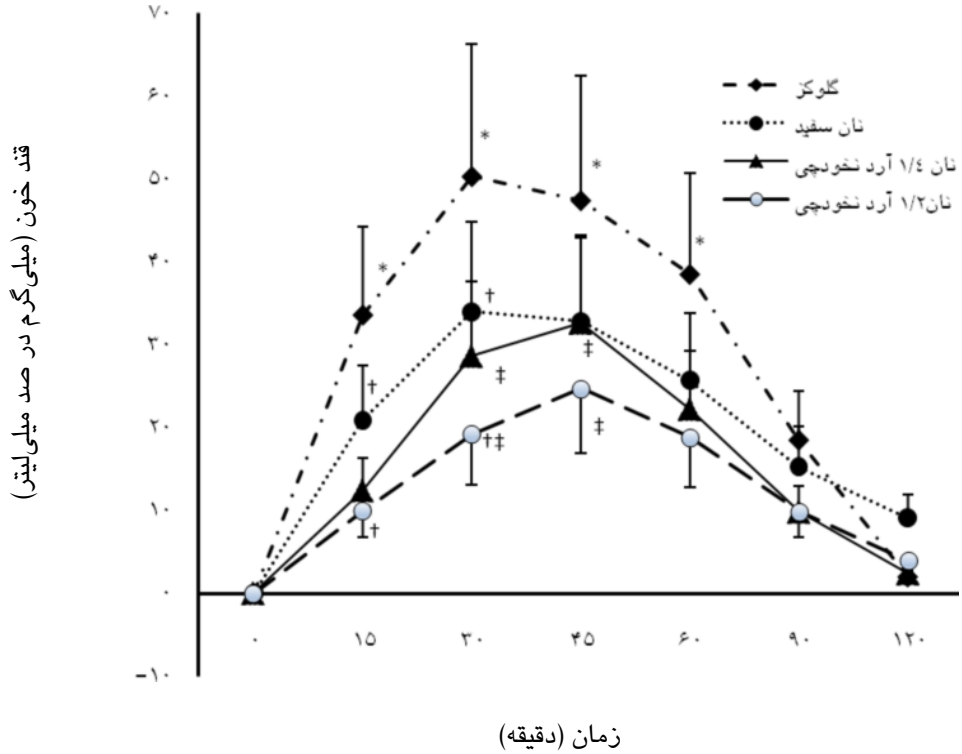
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن گلوکز، نان سفید و نان‌های حاوی آرد نخودچی در نمودار ۲ نشان داده شده است. بیشترین سطح زیر منحنی قند خون مربوط به محلول گلوگز و کمترین مربوط به نان نخودچی با نسبت ۱/۲ بود. با افزودن نسبت‌های ۱/٤ و ۱/۲ آرد نخودچی به نان سفید، سطح زیر منحنی قند خون کاهش یافت. آزمون آنالیز مقادیر تکراری، تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز، نان سفید، نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی را نشان داد (p=۰/۰۰۱).

**جدول ۲- میزان قند خون میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر (میانگین ±انحراف معیار) در زمان‌های مختلف پس از خوردن محلول گلوکز و نان‌های مورد بررسی در افراد سالم (۱۰ نفر).**

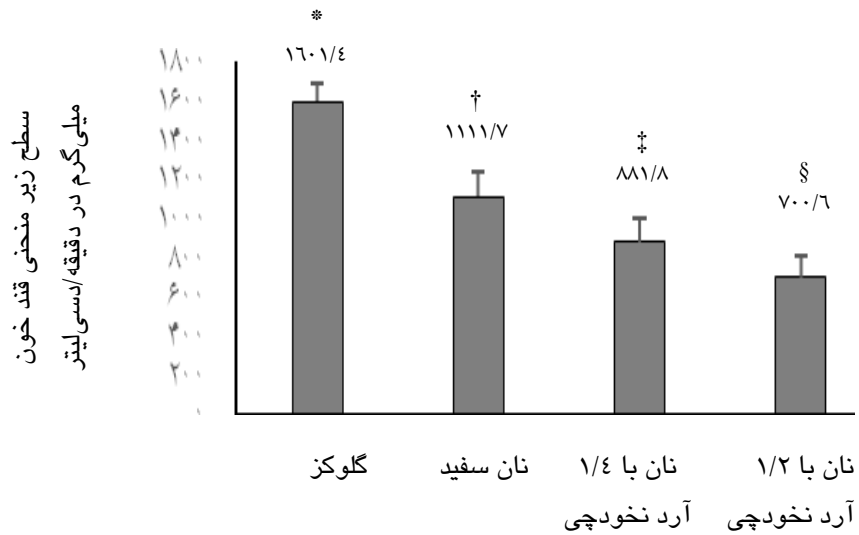
| | زمان (دقیقه) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماده مورد بررسی | ۰ (ناشتا) | ۱۵ | ۳۰ | ۴۵ | ۶۰ | ۹۰ | ۱۲۰ |
| محلول گلوکز | ۹٤/۷±٤/۵۲ | ۱۲۸/۳±۱۱/۹۵ | ۱٤۵±۱۰/۷۱ | ۱٤۲/۱±۱۱/۱ | ۱۳۳/۲±۱۵/٦۸ | ۱۱۳/۲±۱٦/۲۳ | ۹٦/۷±۱۲/۲٦ |
| نان سفید | ۹۵/۵±۲/۷۱ | ۱۱٦/٤±۱۹/۳۳ | ۱۲۹/۵±۱٤/٦۱ | ۱۲۸/۳±۱۵/۷۹ | ۱۲۱/۲±۱۱/۵۲ | ۱۱۰/۸±۱۱/۱۹ | ۱۰٤/٦±٦/۳۹ |
| نان با ۱/٤ آرد نخودچی | ۹۵/۵±۲/۵۹ | ۱۰۷/۹±۱۹/۹۱ | ۱۲٤/۱±۱۹/۳۹ | ۱۲۸/۱±۸/٤۹ | ۱۱۷/۷±۱۰/٦٦ | ۱۰۵/۳±۸/۱۷ | ۹۷/۹±۵/۳۰ |
| نان با ۱/۲ آرد نخودچی | ۹۵/٦±۳/۲۷ | ۱۰۵/٦±۱۵/٤۵ | ۱۱٤/۸±۱٤/۸۳ | ۱۲۰/۳±۸/۰٤ | ۱۱٤/٤±٦/۸۹ | ۱۰۵/۵±٦/٦۳ | ۹۹+/٦±۳/۵٦ |

آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری بین تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز و نان‌های مورد آزمایش نشان داد (p<۰/۰۰۱). تفاوت معنی‌دار قند خون بین گلوکز و هر سه نان در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ٤۵ و ٦۰ دقیقه، بین نان سفید و نان با ۱/۲ آرد نخودچی در زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه و بین نان-های با ۱/۲ و ۱/٤ آرد نخودچی در زمان‌های ۳۰ و ٤۵ دقیقه مشاهده شد(p<۰/۰۵).




**نمودار۱- تغییرات قند خون (میانگین+/-خطای معیار) پس از خوردن گلوکز، نان سفید، نان با ۱/۴ آرد نخودچی و نان با ۱/۲آرد نخودچی. با استفاده از آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری، * تفاوت معنی‌دار بین گلوکز و هر سه نان در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه،† تفاوت معنی‌دار بین نان سفید و نان با ۱/۲ آرد نخودچی در زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه و ‡ تفاوت معنی‌داربین نان ۱/۲ و نان ۱/۴ آرد نخودچی در زمان‌های ۳۰ و ۴۵ دقیقه (p<۰/۰۵). علامت‌های مشابه در هر زمان تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد.**

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]




**نمودار۲- سطح زیر منحنی قند خون (میانگین+خطای معیار) پس از خوردن گلوکز، نان سفید، نان با ۱/۴ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آردنخودچی. علامت‌های متفاوت نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین سطوح زیرمنحنی می‌باشند (p=۰/۰۰۱).**

**جدول ۳- میانگین (±انحراف معیار) شاخص گلیسمی، بار گلیسمی، پروفایل گلیسمی و پیک افزایشی قند خون پس از خوردن نان سفید، نان با ۱/۴ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی**

| پارامتر اندازه گیری شده | نان سفید | نان با ۱/۴ آرد نخودچی | نان با ۱/۲آرد نخودچی |
|---|---|---|---|
| شاخص گلیسمی | ٦٦/٥±١٥/٦‡ | ٥٣/٨±١٦† | ٤٢/٤±١٣/٨* |
| بار گلیسمی | ١١/٥±١/٨‡ | ٧/٦±٢/٢† | ٥/٥±١/٧* |
| پیک قند خون (میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) | ٤٢/٣±١٢/٤‡ | ٣٧/١±١٦/١† | ٢٨/٣±١١/٨* |
| پروفایل گلیسمی (دقیقه بر میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) | ٠/٨±٠/٢ | ٠/٧± ٠/٤ | ٠/٧±٠/٣ |

آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری درشاخص گلیسمی و بار گلیسمی نان‌ها (P<۰/۰۰۱)، و پیک افزایشی قند خون بین نان‌های مورد بررسی را نشان داد. علامت‌های متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها است (P<۰/۰۵). (تعداد=۱۰ نفر)

شاخص گلیسمی، بار گلیسمی، پروفایل گلیسمی و پیک قند خون پس از خوردن محلول گلوکز و نان‌های مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده‌اند.

شاخص گلیسمی نان‌ها با استفاده از گلوگز به عنوان مرجع محاسبه شد. شاخص گلیسمی نان سفید در محدوده‌ی متوسط بود، در حالی که شاخص گلیسمی نان‌های حاوی آرد نخودچی هر دو در محدوده‌ی پایین به دست آمد. نان سفید، نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی به ترتیب بیشترین تا کمترین شاخص گلیسمی را داشتند. بین شاخص گلیسمی نان سفید، نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P=۰/۰۰۱). هم‌چنین شاخص گلیسمی نان با ۱/۲ آرد نخودچی به طور معنی‌داری کمتر از شاخص گلیسمی نان با ۱/٤ آرد نخودچی بود (P=۰/۰۰۱).

بار گلیسمی نان سفید مورد بررسی در مطالعه‌ی حاضر در محدوده‌ی بار گلیسمی متوسط و بار گلیسمی نان‌های حاوی آرد نخودچی هردو در محدوده‌ی بار گلیسمی پایین به دست آمد. نان سفید، نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی به ترتیب بیشترین تا کمترین بار گلیسمی را داشتند. بین بار گلیسمی نان سفید، نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان با ۱/۲ آرد نخودچی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P=۰/۰۰۱). هم‌چنین بار گلیسمی نان با ۱/۲ آرد نخودچی به طور معنی‌داری کمتر از بار گلیسمی نان با ۱/٤ آرد نخودچی بود (P=۰/۰۰۱).

نتایج آزمون فریدمن نشان داد که بین مزه‌ی نان سفید و نان‌های حاوی آرد نخودچی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). به نظر ٦۰ درصد از افراد، نان با ۱/۲ آرد نخودچی و به نظر ۱۰ درصد نان با ۱/٤ آرد نخودچی خیلی خوشمزه بود. بر اساس این نتایج نان با ۱/۲ آرد نخودچی نسبت به نان با ۱/٤ آرد نخودچی و نان سفید مزه بهتری داشت.

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

## بحث

اهمیت تغییرات قند خون پس از غذا در سلامتی و بیماری‌های مزمن در مطالعات بسیاری مورد توجه قرار گرفته است.[۳] در مطالعه‌ی حاضر اثرات افزودن آرد نخودچی به نسبت‌های ۱/٤ و ۱/۲ بر تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید به عنوان یک غذای دارای شاخص گلیسمی بالا بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن آرد نخودچی، قند پس از غذا و شاخص گلیسمی نان سفید را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد.

همسو با نتایج حاضر، در مطالعه‌ی مارینانجلی[i] و همکارانش تغییرات قند خون پس از خوردن نان‌هایی که در تهیه آن‌ها از آرد کامل نخود استفاده شده بود، به طور معنی‌داری کمتر از نان‌های تهیه شده از آرد گندم بود.[۲۲] مشابه با نتایج حاضر، سطح زیر منحنی قند خون دو ساعته و شاخص گلیسمی نان‌های حاوی آرد کامل نخود به طور معنی‌داری کمتر از نان سفید و نان‌های بدون آرد نخود بود. همسو با نتایج حاضر، در مطالعه‌ای که تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید، اسپاگتی تهیه شده با آرد گندم و اسپاگتی تهیه شده از مخلوط آرد گندم و آرد نخود (به نسبت ۷۵ و ۲۵ درصد) در افراد سالم مقایسه شده بودند، سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن اسپاگتی حاوی آرد نخود به طور معنی‌داری کمتر از نان سفید واسپاگتی تهیه شده با آرد گندم بود.[۲۳] به علاوه، در مطالعه‌ی مذکور شاخص گلیسمی اسپاگتی تهیه شده از مخلوط آرد نخود و آرد گندم در محدوده‌ی متوسط و شاخص گلیسمی اسپاگتی تهیه شده با آرد گندم در محدوده‌ی بالا بود و مشابه با نتایج مطالعه‌ی حاضر شاخص گلیسمی اسپاگتی حاوی آرد نخود به طور معنی‌داری کمتر از شاخص گلیسمی اسپاگتی تهیه شده با آرد گندم بود. هم چنین در مطالعه‌ای که فیبر نخود به نان سفید اضافه شده بود، سطح زیر منحنی قند خون بین زمان‌های ۱۵ تا ۷۵ دقیقه پس از خوردن نانی که حاوی فیبر نخود بود به طور معنی‌داری پایین‌تر از نان سفید بود.[۱۰] در مطالعه‌ی دیگری نیز که نخود پخته به سیب زمینی پخته افزوده شده بود، کاهش معنی‌داری در قند پس از غذا و سطح زیر منحنی قند خون مشاهده شد.[۱۷] نسله[ii] و همکارانش نیز گزارش دادند که قند خون پس از خوردن نخود پخته به طور معنی‌داری نسبت به غذایی که با گندم تهیه شده بود و نسبت به نان سفید پایین‌تر بوده است.[۱۲]

پروفایل گلیسمی که توسط روزن[iii] و همکارانش مطرح شده است برای نشان دادن وضعیت تغییرات قند خون پس از خوردن غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد[۲۰] و کیفیت پروفایل منحنی قند خون را مشخص می‌کند. هرقدر پروفایل گلیسمی بالاتر باشد نشان‌دهنده‌ی پروفایل مطلوب‌تر قند خون و هم‌چنین نشان‌دهنده‌ی پیک پایین‌تر قند پس از غذا است. زیرا نشان‌دهنده‌ی طولانی شدن زمان هضم کربوهیدرات و ورود آهسته‌تر گلوکز به درون جریان خون است که حاکی از تغییرات مطلوب قند پس از غذا است. در مطالعه‌ی حاضر، گرچه آرد نخودچی تغییر معنی‌داری در پروفایل گلیسمی نان سفید نداد، اما پیک افزایش قند خون با افزودن نخودچی به طور معنی‌داری کاهش یافت. مشابه با نتایج حاضر در مطالعه‌ی لوند[iv] و همکارانش که اثرات دو نوع نان تهیه شده از مخلوط فیبر نخود با آرد سفید را با نان سفید مقایسه کرده بودند، پیک قند خون پس ازخوردن نان‌های حاوی فیبر نخود نسبت به نان سفید کمتر بود.[۲۱]

از جمله مکانیسم‌هایی که عامل کاهش قند پس از غذا و شاخص گلیسمی نان‌های حاوی آرد نخودچی در مطالعه حاضر می‌باشد، می‌توان به وجود مقادیر قابل توجه پروتئین در نخود اشاره کرد که باعث افزایش ترشح انسولین و در پی آن کاهش قند خون می‌شود.[۲٤] به علاوه نخود حاوی مقادیر قابل توجهی از فیبر و فیتوکمیکال‌های مختلف است که احتمالا از طریق کندی در فرآیند هضم و جذب باعث کاهش قند پس از خوردن نان تهیه شده با آرد نخودچی می‌شود.[۲۵] تاخیر در تخلیه‌ی معده از عواملی است که در تغییرات قند پس از غذا نقش دارد و می‌تواند تفاوت مشاهده شده در مطالعه‌ی حاضر را توضیح دهد.[۲٦] با توجه به مقادیر بالاتر آمیلوز و ساختار گیاهی نخود این احتمال وجود دارد که نشاسته‌ی نخود نسبت به نشاسته‌ی گندم با سرعت کمتری در روده‌ی باریک هضم و جذب شود. گزارش شده است که ۱۵٪ از نشاسته‌ی نخود تحت فرایند هیدرولیز در روده‌ی باریک قرار نمی‌گیرد.[۱۲] به علاوه کربوهیدرات‌های متفاوت اثرات مختلفی بر ترشح هورمون‌های اینکرتین دارند.[۲۷] این تفاوت پس از خوردن کربوهیدرات‌هایی که با سرعت متفاوتی جذب می‌شوند مشاهده شده است.[۲۷] این هورمون‌ها

i- Marinangeli
ii -Nestel
iii -Rosen
iv- Lunde

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

پس از خوردن غذا در روده ترشح شده ودر بسیاری از فرآیندهای گوارشی از جمله کنترل گلیسمی نقش دارند.[۲۸] بنابراین تفاوت مشاهده شده در تغییرات قند خون پس از خوردن نان سفید و نان‌های حاوی آرد نخودچی می‌تواند به دلیل تفاوت اثر نشاسته‌ی نخود و گندم بر ترشح هورمون‌های اینکرتین باشد.[۲۹] به علاوه پیشنهاد شده است که عوامل دیگری از جمله الیگوساکاریدها، فیتیک اسید، فنل‌ها و ساپونین‌های نخود می‌توانند در کاهش قند خون نقش داشته باشند.[۲۹] البته یافته‌های برخی از مطالعه‌ها با نتایج مطالعه‌ی حاضر مغایرت دارد. جانسون[i] و همکارانش که تغییرات قند خون پس از خوردن سه نوع نان شامل نان سفید، نان تهیه شده از مخلوط آرد سفید گندم و آرد نخود و نان تهیه شده از مخلوط آرد سفید گندم و آرد نخود اکستروده (بافت داده شده) را باهم مقایسه کردند، تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی قند خون و شاخص گلیسمی این سه نان مشاهده نکردند. فقط قند خون در زمان ۹۰ دقیقه پس از خوردن نان حاوی آرد نخود نسبت به نان سفید پایین‌تر بود.[۲۶] در مطالعه‌ی دیگری که اثرات مصرف کلوچه‌ی تهیه شده از آرد نخود کامل با کلوچه‌های تهیه شده از آرد سفید گندم ومخلوط آرد سفید گندم با آرد پوسته‌ی نخود در بیماران مبتلا به هیپرکلسترولمی و دارای اضافه وزن بررسی شده بود، تفاوت معنی‌داری در تغییرات قند پس از غذا، سطح زیر منحنی قند خون و شاخص گلیسمی کلوچه‌ها مشاهده نشد.[۳۰] از دلایلی که موجب تفاوت نتایج حاضر و این مطالعات شده است، می‌توان به تفاوت وضعیت سلامتی و بیماری افراد، و تفاوت نوع ماده‌ی غذایی بررسی شده اشاره کرد.

گرچه از نقاط ضعف این مطالعه، عدم بررسی مکانیسم‌های احتمالی مانند اندازه‌گیری سطح انسولین است، اما ارزیابی اثر آرد نخودچی بر شاخص گلیسمی نان سفید که برای اولین بار انجام شده است، از نقاط قوت این مطالعه است. به علاوه بار گلیسمی و پروفایل گلیسمی که تصویر کامل‌تری از پاسخ گلیسمی را نشان می‌دهد، در مطالعه‌ی حاضر بررسی شده‌اند. لیزین اسید آمینه‌ی محدودکننده غلات و متیونین اسید آمینه‌ی محدودکننده‌ی حبوبات است. مصرف غلات و حبوبات با هم علاوه بر افزایش میزان پروتئین، فیبر و دیگر مواد مغذی، باعث بهبود کیفیت پروتئین آن‌ها می‌شود. بنابراین افزودن آرد نخودچی به نان سفید علاوه بر افزایش فیبر و موادمغذی، می‌تواند کیفیت پروتئین نان و ارزش غذایی آن را افزایش دهد.

نان مهم‌ترین منبع کربوهیدرات در رژیم غذایی مردم اکثر نقاط جهان است و افزودن آرد حبوبات به آرد سفید گندم به منظور کاهش شاخص گلیسمی آن به عنوان یکی از استراتژی‌های اصلی پیشنهاد شده است.[۳۱] در مطالعاتی که آرد نخود در تهیه‌ی نان مورد استفاده قرار گرفته است، تفاوت معنی‌داری بین نان‌های مذکور و نان سفید از نظر مزه، بو و دیگر خصوصیات ارگانولپتیک گزارش نشده است.[۳۲] در حالی که در مطالعه‌ی حاضر افزودن آرد نخودچی باعث خوشمزه‌تر شدن نان گردید که از ویژگی‌های مثبت این آرد در تهیه‌ی نان‌های با شاخص گلیسمی پایین محسوب می‌گردد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن آرد نخودچی به نان سفید نه تنها روند تغییرات قند پس از غذا در افراد سالم را بهبود می‌بخشد، بلکه شاخص گلیسمی و بار گلیسمی نان سفید را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. با توجه به اهمیت تغییرات قند پس از غذا و نتایج مطالعه‌ی حاضر که نشان‌دهنده اثرات مفید آرد نخودچی بر تغییرات قند پس از غذا است، بررسی اثر نان‌های حاوی آرد نخودچی بر قند خون بیماران دیابتی پیشنهاد می‌شود. درصورتی که اثرات مفید این نوع نان در بیماران دیابتی تایید گردد، نان‌های حاوی آرد نخودچی می‌تواند در برنامه‌ی غذایی بیماران مذکور گنجانده شود.

**سپاسگزاری**: پژوهش حاضر حاصل بخشی از پایان‌نامه‌ی خانم الهام کاظم عصاره دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم تغذیه (طرح تحقیقاتی به شماره IR.AJUMS.REC.1394.232) دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز واحد اروند است. بدین‌وسیله از معاونت توسعه‌ی پژوهش و فن‌آوری جهت حمایت مالی این طرح، آقای مهدی شیری نسب برای همکاری در آنالیز ترکیبات شیمیایی نان و همچنین از تمام افراد شرکت‌کننده در این مطالعه قدردانی می‌شود.

i- Johnson

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

# References


1. Venn BJ, Green TJ. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and effect on diet disease relationships. Eur J Clin Nut 2007; 61Suppl 1: S122-31.
2. Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nutr 1981; 34: 362-6.
3. Blaak EE, Antoine JM, Benton D, Björck I, Bozzetto L, Brouns F, et al. Impact of postprandial glycaemia on health and prevention of disease. Obes Rev 2012; 13: 923–84.
4. Willett WC. Overview and perspective in human nutrition. Asia Pac J Clin Nutr 2008; 17 Suppl 1: 1–4.
5. Jukanti AK, Gaur PM, Gowda CL, Chibbar RN. Nutritional quality and health benefits of chickpea (Cicerarietinum L): a review. Br J Nutr 2012; 108 Suppl 1: S11-26.
6. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values. Am J Clin Nutr 2002; 76: 5–56.
7. Pittaway JK, Ahuja KD, Robertson IK, Ball MJ. Effects of a controlled diet supplemented with chickpeas on serum lipids, glucose tolerance, satiety and bowel function. J Am Coll Nutr 2007; 26: 334-40.
8. Fernando WMU, Hill JE, Zello GA, Tyler RT, Dahl WJ, Van Kessel AG. Diets supplemented with chickpea or its main oligosaccharide component raffinose modify faecal microbial composition in healthy adults. Benef Microb 2010; 1: 197–207.
9. Anderson GH, Liu Y, Smith CE, Liu TT, Nunez MF, Mollard RC, et al .The acute effect of commercially available pulse powders on postprandial glycaemic response in healthy young men. Br J Nutr 2014; 112: 1966-73.
10. Mollard RC, Wong CL, Luhovyy BL, Anderson GH. First and second meal effects of pulses on blood glucose, appetite, and food intake at a later meal. Appl Physiol Nutr Metab 2011; 36: 634-42.
11. Mollard RC, Zykus A, Luhovyy BL, Nunez MF, Wong CL, Anderson GH. The acute effects of a pulse-containing meal on glycaemic responses and measures of satiety and satiation within and at a later meal. Br J Nutr 2012; 108: 509-17.
12. Nestel P, Cehun M, Chronopoulos A. Effects of longterm consumption and single meals of chickpeas on plasma glucose, insulin, and triacylglycerol concentrations. Am J Clin Nutr 2004; 79: 390–5.
13. Moussou N, Corzo-Martı´nez M, Sanz ML, Zaidi F, Montilla A,Villamie M. Assessment of Maillard reaction evolution, prebiotic carbohydrates, antioxidant activity and a-amylase inhibition in pulse flours. J Food Sci Technol 2017; 54: 890–900.
14. Urias-Orona V, Huerta-Oros J, Carvajal-Millán E, Lizardi-Mendoza J, Rascón-Chu A, Gardea AA. Component analysis and free radicals scavenging activity of Cicer arietinum L. husk pectin. Molecules 2010; 15: 6948-55.
15. Esmaeili M, Taleban FA, Toufani N, Valaei N. Glycemic index of traditional and thin Iranian and other bulky breads among non-Insulin dependent diabetes mellitus (NIDDM) patients. Feyz 1998; 2: 21-32. [Farsi]
16. Montazerifar F, Karajibani M, Keikhaie A, Dashipour A, Amiyan M, Nekoii E. The effect of consumed breads on glycemic response of patients with type 2 diabetes.Yafte 2016; 18: 67-75. [Farsi]
17. 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.
18. Jenkins AL, Jenkins DJA, Wolever TMS, Rogovik AL, Jovanovski E, Božikov V, et al. comparable postprandial glucose reductions with viscose fiber blend enriched biscuits in healthy subjects and patients with diabetes mellitus: Acute randomized controlled trial. Croat Med J 2008; 49: 772-82.
19. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, et al. Glycemic index methodology. Nutr Res Rev 2005; 18: 145-71.
20. Rosen LA, Silva LOB, Andersson UK, Holm C, Ostman EM, Bjorck IM. Endosperm and whole grain rye breads are characterized by low post-prandial insulin response and a beneficial blood glucose profile. Nutr J 2009; 8: 42.
21. Lunde MS, Hjellset VT, Holmboe-Ottesen G, Høstmark AT. Variations in Postprandial blood glucose responses and satiety after intake of three types of bread. J Nutr Metab 2011; 2011: 437587.
22. Marinangeli PF, Kassis AN, Jones PJH. Glycemic Responses and Sensory Characteristics of Whole Yellow Pea Flour Added to Novel Functional Foods. J Food Sci 2009; 74: S385-9.
23. Gon˜i I, Valentı´n-Gamazo C. Chickpea flour ingredient slows glycemic response to pasta in healthy volunteers. Food Chemistry 2003; 81: 511–5.
24. Johnson SK, Thomas SJ, Hall RS. Palatability and glucose, insulin and satiety responses of chickpea flour and extruded chickpea flour bread eaten as part of breakfast. Eur J Clin Nutr 2005; 59: 169-76.
25. Hall RS, Thomas SJ, Johnson SK. Australian sweet lupin flour addition reduces the glycaemic index of a white bread breakfast without affecting palatability in healthy human volunteers. Asia Pac J Clin Nutr 2005; 14: 91-7.
26. Newsholme P, Krause M. Nutritional regulation of insulin secretion: implications for diabetes. Clin Biochem Rev 2012; 33: 35-47.
27. Wachters-Hagedoorn RE, Priebe MG, Heimweg JA, Heiner AM, Englyst KN, Holst JJ, et al. The rate of intestinal glucose absorption is correlated with plasma glucose-dependent insulinotropic polypeptide concentrations in healthy men. J Nutr 2006; 136: 1511-6.
28. Ataei N, Soltani S, Palizban AA. The role of Glucagon-like peptide -1 (GLP-1) in blood sugar regulation and type II diabetes: a systematic review. J Health Syst Res 2013; Nutr Supple: 1386-93. [Farsi]
29. Champ MM. Non-nutrient bioactive substances of pulses. Br J Nutr 2002; 88 Suppl 3: S307-19.
30. Marinangeli CPF, Jones PJH. Whole and fractionated yellow pea flours reduce fasting insulin and insulin resistance in hypercholesterolaemic and overweight human subjects. Br J Nutr 2011; 105: 110-7.
31. Yamsaengsung R, Schoenlechner R, Berghofer E. The effects of chickpea on the functional properties of white and whole wheat bread. Int J Food Sci Technol 2010; 45: 610–20.
32. Man S, Paucean A, Muste S, Pop A. Effect of the Chickpea (Cicer arietinum L.) Flour Addition on Physicochemical Properties of Wheat Bread. Bulletin UASVM Agriculture 2015; 72: 41-9.


[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]

*Original Article*

# Roasted Chickpea Flour Decreases Glycemic Index and Glycemic Load of White Bread

Shishehbor F[1], Kazem Assareh E[2], Veissi M[1], Saki Malehi A[3]

[1]Nutrition and Metabolic Disease Research Center, School of Para-Medicine, & [2]Student Research Committee, & [3]Health Research Institute, Thalassemia and Hemoglobinopathy Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R. Iran.

e-mail: elham.assareh@gmail.com

**Received**: 21/02/2017 **Accepted**: 23/04/2017

**Abstract**

**Introduction: Postprandial blood glucose concentration is one of the factors related to chronic diseases. This study examines the postprandial glucose response to bread made of roasted chickpea flour and white wheat flour. The effect of the roasted chickpea flour on glycemic index, glycemic load, and glycemic profile of white bread was also investigated. Materials and Methods: In this cross-over randomized study, 10 healthy subjects (8 females, 2 males) enrolled in the study on 4 separate days with one week intervals. On each day, the blood glucose at fasting and at 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after ingestion of glucose solution, white bread and bread containing 1/4 and 1/2 roasted chickpea flour was measured. The glycemic index, glycemic load and glycemic profile were calculated. Results: Postprandial blood glucose response to chickpea breads was significantly lower than to white bread (p<0.001). The incremental area under the glucose curve after ingestion of chickpea breads was significantly lower than for white bread (P<0.001). The glycemic index and glycemic load of chickpea breads were also significantly lower than white bread (P<0.001). No significant differences were observed between the glycemic profiles of the test breads. However, the peak value of blood glucose was significantly lower after ingestion of 1/4 chickpea bread (P=0.017) and 1/2 chickpea bread, compared to white bread (P<0.001). Conclusion: Adding roasted chickpea flour not only improves postprandial blood glucose response, but also considerably reduces the glycemic index and glycemic load of white bread.**

**Keywords**: Chickpea, Roasted chickpea, Bread, Glycemic index, Glycemic load, Glycemic profile

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1396.19.1.2.8 ]