

تعیین نمایه گلیسمی ماکارونی در افراد سالم

کریم پرستویی^{*۱}، فریبا سیدی^۲، علی محمد فرجی^۳، محمد اسماعیل شهاب‌الدین^۴، سوسن قاسمی^۵، سمیرا ناصری^۶

خلاصه

سابقه و هدف: نمایه گلیسمی، توصیف‌کننده تغییر در میزان قند خون بعد از خوردن غذاها در مقایسه با یک غذای استاندارد می‌باشد. مطالعه-ی حاضر با هدف تعیین نمایه گلیسمی ماکارونی (با نام تجاری سلام ماکارون، فرآورده‌ی کشور ایران) انجام شد.

مواد و روش‌ها: جهت تعیین نمایه گلیسمی، مقدار مشخصی از غذای مورد آزمایش که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات است در حالت ناشتا توسط ۱۴ فرد سالم (۷ مرد و ۷ زن) مصرف گردید. میزان گلوکز خون در زمان‌های ناشتا، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه بعد از مصرف غذا اندازه-گیری شد. نمایه گلیسمی بر حسب درصد با تقسیم کردن مساحت زیرمنحنی افزایش گلوکز خون، بعد از خوردن ماکارونی بر مساحت زیرمنحنی افزایش گلوکز خون بعد از خوردن غذای استاندارد (۵۰ گرم گلوکز) بیان می‌شود. در هر داوطلب هر غذا (ماکارونی و گلوکز) سه بار مورد آزمایش قرار گرفت. بنابراین ۳ نمایه گلیسمی برای ماکارونی در هر فرد محاسبه شد و در نهایت متوسط نمایه‌های گلیسمی به دست آمده در کل افراد، نمایه گلیسمی ماکارونی در نظر گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های Paired t test و t student استفاده شد.

نتایج: میانگین نمایه گلیسمی ماکارونی در ۱۴ داوطلب، $51/34 \pm 14/14$ به دست آمد. متوسط نمایه گلیسمی ماکارونی در مردان و زنان به ترتیب $47/52 \pm 14/77$ و $55/16 \pm 13/44$ محاسبه شد. اختلاف معنی‌دار بین نمایه گلیسمی مردان و زنان مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد نمایه گلیسمی ماکارونی رشته‌ای با نام تجاری "سلام ماکارون" در انتهای طیف غذاهای با GI پایین و نزدیک به طیف غذاهای با GI متوسط قرار می‌گیرد. بنابراین می‌تواند به عنوان جزیی از رژیم غذایی افراد سالم و افراد مبتلا به بیماری‌هایی چون دیابت، قلبی - عروقی و چاقی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: نمایه گلیسمی، رژیم غذایی، ماکارونی

- ۱- مربی گروه بیوشیمی و تغذیه دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کاشان
- ۲- کارشناس تغذیه معاونت غذا و دارو دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کاشان
- ۳- کارشناس تغذیه بیمارستان اخوان دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کاشان
- ۴- مربی گروه بیوشیمی و تغذیه دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کاشان
- ۵- کارشناس پرستاری دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی کاشان
- ۶- کارشناس تغذیه دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کاشان

* نویسنده مسوول: کریم پرستویی

آدرس: کاشان، کیلومتر ۵ بلوار قطب راوندی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، گروه بیوشیمی و تغذیه

پست الکترونیک: Parastouei_k@kaums.ac.ir

تلفن: ۰۳۶۱ ۵۵۵۰۰۲۱

دورنویس: ۰۳۶۱ ۵۵۵۱۱۱۲

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۷/۲/۲۸

مقدمه

دستگاه سنجش گلوکز (گلوکومتر) با نام تجاری On. Call Now در زمان‌های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. زمان صفر همان زمان بلافاصله قبل از دریافت غذاست که فرد در حالت ناشتا قرار دارد. جهت حصول اطمینان از دقت در اندازه‌گیری قند خون توسط دستگاه گلوکومتر (سنجش گلوکز)، در بعضی از روزهای مطالعه، علاوه بر اندازه‌گیری قند خون توسط سنجش گلوکز، به طور هم‌زمان از خون وریدی داوطلبان سرم تهیه و میزان گلوکز سرم به روش آنزیمی نیز اندازه‌گیری شد و در نمونه‌های مورد بررسی (۱۴ نفر) با استفاده از آزمون t زوج شده تفاوت معنی‌داری بین مقادیر قرائت شده توسط دستگاه سنجش گلوکز و مقادیر به دست آمده از روش آنزیمی مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین جهت مشخص شدن عدم تفاوت بین دستگاه‌های سنجش گلوکز، نمونه‌های خونی یکسان توسط دستگاه‌های سنجش گلوکز اندازه‌گیری شد و تفاوت معنی‌داری بین مقادیر اندازه‌گیری شده مشاهده نشد ($p > 0.05$).

۲- رسم منحنی پاسخ گلوکز خون: در منحنی پاسخ گلوکز خون، محور Xها زمان‌های اندازه‌گیری قند خون در طی ۲ ساعت و محور Yها میزان گلوکز خون در زمان‌های یاد شده است و با اتصال نقاط اندازه‌گیری شده منحنی به دست آمد. قابل ذکر است که جهت دقت بیشتر در مطالعه، اندازه‌گیری گلوکز خون بعد از خوردن ماکارونی در سه روز مختلف برای هر فرد تکرار گردید.

۳- محاسبه GI ماکارونی مورد آزمایش در هر فرد: الف) مساحت افزایش یافته زیرمنحنی 2 (IAUC) برای ماکارونی در هر فرد به طور مجزا محاسبه می‌شود که این عدد از طریق محاسبه مجموع مساحت مثلث‌ها و ذوزنقه‌های بین منحنی گلوکز خون و میزان پایه (منظور غلظت گلوکز خون در زمان صفر یا حالت ناشتاست) به موازات محور Xها در فاصله بین ۰ تا ۱۲۰ دقیقه بعد از خوردن غذا که نشان‌دهنده کل افزایش در غلظت گلوکز خون بعد از خوردن غذای مورد آزمایش می‌باشد، به دست می‌آید. البته در این مورد از نرم‌افزار Graph Pad Prism 5 استفاده شد.

ب) مساحت افزایش یافته زیرمنحنی برای غذای استاندارد 3 (IAUCS) که همان ۵۰ گرم گلوکز خالص می‌باشد، مشابه با بند ۳ الف اندازه‌گیری شد که میانگین سه بار اندازه‌گیری در هر فرد به عنوان IAUCS نهایی در همان فرد در نظر گرفته شد و

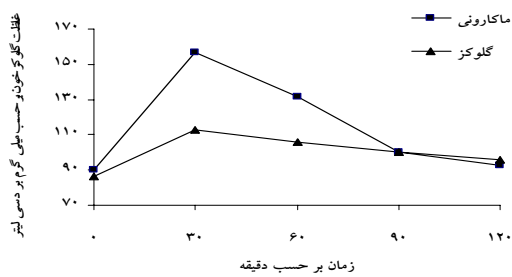
نمایه‌ی گلیسمی 1 (GI) یکی از عوامل مهم در بررسی کیفیت غذاها می‌باشد که توان غذا را در افزایش قند خون نشان می‌دهد [۱]. پاسخ گلیسمی غذاها را مختلف علی‌رغم یکسان بودن میزان کل کربوهیدرات قابل جذب در آنها، متفاوت است [۲]. برای تغذیه‌ی سالم به ویژه در افراد دیابتی، چاق و مقاوم به انسولین، غذاها را با GI پایین توصیه می‌شود زیرا این نوع غذاها به تعادل سطح گلوکز خون و طیف طبیعی لیپوپروتئین‌ها کمک می‌کنند [۳]. [۴، ۵]. سازمان غذا و کشاورزی (FAO) و سازمان جهانی بهداشت (WHO) گزارش مبسوطی را در مورد جنبه‌های مختلف کربوهیدرات رژیم غذایی منتشر کردند که در آن استفاده از نمایه‌ی گلیسمی را به عنوان یک راهنمای مناسب برای پیشگیری از چاقی توصیه نمودند، دیگر سازمان‌ها به ویژه در اروپا، کانادا و استرالیا نیز این گزارش را مورد تایید قرار دادند [۷، ۸، ۹]. در حال حاضر بسیاری از غذاها در بازار جهانی میزان GI را روی برچسب اطلاعات تغذیه‌ای‌شان درج می‌کنند در حالی که در منطقه‌ی آسیا از جمله ایران برای بسیاری از غذاها GI هنوز تعریف نشده است. این مطالعه با هدف تعیین GI یکی از فرآورده‌های تجاری تولید شده در کشور (ماکارونی رشته‌ای سلام) و گنجاندن GI بر روی برچسب اطلاعات تغذیه‌ای فرآورده‌ی ذکر شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

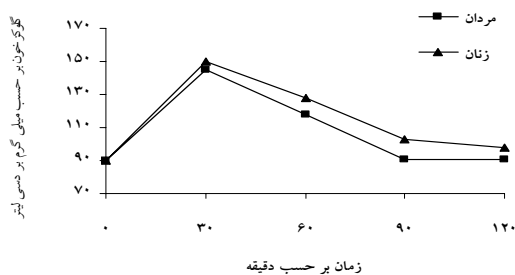
با توجه به مطالعات قبلی [۱۰، ۱۱] در زمینه‌ی تعیین GI در غذاها، مختلف که در سایر کشورها بررسی شده است، ۱۴ نفر فرد سالم برای این طرح در نظر گرفته شد که این افراد از بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی کاشان انتخاب شدند. نحوه‌ی انتخاب افراد بدین صورت بود که پس از فراخوان عمومی در دانشگاه و مراجعه افراد، اهداف طرح برای دانشجویان بیان گردید و پس از کسب رضایت‌نامه‌ی کتبی، افراد داوطلب مورد بررسی-های بالینی و بیوشیمیایی و تن‌سنجی قرار گرفته و از بین آنها ۱۴ فرد سالم انتخاب گردید.

تعیین نمایه‌ی گلیسمی (GI): ۱- به دست آوردن اطلاعات پایه: جهت تعیین GI میزان مشخصی از غذای مورد آزمایش که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات است توسط هر یک از افراد سالم در حالت ناشتا در هنگام صبح خورده شد. سپس نمونه‌های خونی از نوک انگشتان در فواصل ۳۰ دقیقه‌ای به مدت ۲ ساعت بعد از خوردن غذا، گرفته و میزان گلوکز خون توسط

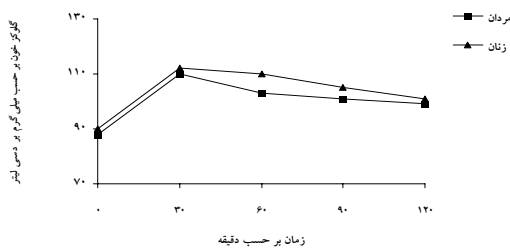
در طی ۲ ساعت پس از مصرف گلوکز خالص و ماکارونی به تفکیک جنسیت در نمودار شماره ۲ و ۳ نشان داده شده است.



نمودار ۱- منحنی میانگین غلظت گلوکز خون بعد از خوردن ماکارونی و گلوکز که هر کدام حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات بودند



نمودار ۲- منحنی میانگین غلظت گلوکز خون در مردان و زنان بعد از خوردن ۵۰ گرم گلوکز خالص



شکل ۳- منحنی میانگین غلظت گلوکز خون در مردان و زنان بعد از خوردن ماکارونی

جدول ۱- مقایسه مقادیر قند خون در طی ۲ ساعت بعد از مصرف گلوکز و ماکارونی در افراد تحت مطالعه

زمان	گلوکز (میانگین ± معیار انحراف)	ماکارونی (میانگین ± معیار انحراف)	P
ناشنا	۸۹/۹۲ ± ۸/۸۷	۸۶/۵۰ ± ۶/۰۵	NS*
۳۰ دقیقه بعد از مصرف	۱۵۶/۷۶ ± ۲۳/۷۲	۱۱۲/۸۰ ± ۱۲/۵۳	۰/۰۰۱**
۶۰ دقیقه بعد از مصرف	۱۳۱/۸۵ ± ۲۲/۷۳	۱۰۵/۹۷ ± ۱۴/۲۳	۰/۰۰۱**
۹۰ دقیقه بعد از مصرف	۱۰۰/۱۴ ± ۱۶/۴۸	۱۰۰/۱۹ ± ۸/۴۶	NS*
۱۲۰ دقیقه بعد از مصرف	۹۲/۶۴ ± ۱۳/۲۷	۹۵/۷۱ ± ۶/۴۷	NS*

* معنی دار نیست.

** میزان قند خون در زمان ۳۰ دقیقه و ۶۰ دقیقه بعد از مصرف گلوکز در مقایسه با مصرف ماکارونی تفاوت معنی داری دارد.

سپس در هر فرد میزان GI بر حسب درصد (%) از طریق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$GI = \frac{IAUC}{\frac{1}{3}(IAUCS_1 + IAUCS_2 + IAUCS_3)} \times 100$$

چون در هر داوطلب، ماکارونی در سه روز مختلف مورد مصرف قرار گرفت بنابراین سه GI برای ماکارونی در هر فرد محاسبه شد که میانگین سه GI به عنوان GI ماکارونی در هر فرد در نظر گرفته شد.

۴- محاسبه نهایی GI ماکارونی: پس از محاسبه GI در ۱۴ فرد، میانگین چهارده GI به عنوان GI نهایی غذای آزمون شده که همان ماکارونی است محاسبه گردید.

مشخصات غذاهای مورد استفاده: دو نوع غذا مورد آزمایش قرار گرفت: ۱- گلوکز خالص به میزان ۵۰ گرم به عنوان غذای استاندارد که قبل از مصرف در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب حل می‌شد. ۲- ماکارونی رشته‌ای (با نام تجاری "سلام ماکارون" فرآورده‌ی شرکت صنعت کیمیا به آدرس ایران، کاشان) که ترکیبات آن شامل ۷۶/۵ درصد کربوهیدرات، ۱ درصد چربی، ۱۰ درصد پروتئین، ۴/۵ درصد فیبر، ۱ درصد خاکستر و ۷ درصد رطوبت می‌باشد. ۶۵/۳۵ گرم ماکارونی معادل ۵۰ گرم کربوهیدرات در نظر گرفته شد. ماکارونی، در اوایل صبح روزهای تعیین شده طبق دستور پخت مندرج بر روی برچسب بسته‌بندی ابتدا به مدت ۸ دقیقه در آب پخته و سپس به مدت ۲۰ دقیقه دم کشیده شد البته در هنگام پخت از روغن استفاده نمی‌شد و تنها به میزان ۲ درصد وزن ماکارونی نمک اضافه شد. با استفاده از جداول مربوط به ضرایب مواد غذایی خام به پخته، مقدار ماکارونی پخته شده معادل با ۵۰ گرم کربوهیدرات محاسبه شد. جهت مصرف غذاهای مورد آزمایش، دانشجویان هر روز صبح در فاصله ساعت ۶ تا ۷ صبح به صورت ناشتا در محل آزمایشگاه گروه بیوشیمی و تغذیه دانشگاه علوم پزشکی کاشان حاضر می‌شدند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری t student و t زوج شده استفاده شد.

نتایج

به طور کلی ۸۴ مرتبه غذاها مورد آزمایش قرار گرفتند (۴۲ مرتبه گلوکز و ۴۲ مرتبه ماکارونی). منحنی میانگین گلوکز خون در طی ۲ ساعت پس از مصرف گلوکز خالص و ماکارونی در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. مقادیر گلوکز خون در فواصل ۳۰ دقیقه‌ای بعد از مصرف گلوکز در مقایسه با ماکارونی در جدول شماره ۱ ارایه شده است. منحنی میانگین گلوکز خون

نتایج مربوط به نمایه‌ی گلیسمی ماکارونی در افراد تحت مطالعه در جدول شماره‌ی ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- نمایه گلیسمی ماکارونی در افراد تحت مطالعه (۷ مرد و ۷ زن)

گروه ها	نمایه گلیسمی (انحراف معیار± میانگین)
مردان	۵۵/۱۶±۱۳/۴۴
زنان	۴۷/۵۲±۱۴/۷۷
در هر دو جنس	۵۱/۳۴±۱۴/۱۴

بحث

نمایه‌ی گلیسمی جهت طبقه‌بندی غذاها بر اساس توانایی-شان در افزایش قند خون در مقایسه با یک غذای استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. FAO/WHO معتقد هستند واژه‌هایی نظیر کربوهیدرات پیچیده و شکر که عموماً روی برچسب غذاها درج می‌شوند، ارزش تغذیه‌ای و فیزیولوژیک کمی دارند و توصیه می‌کنند که این واژه‌ها با میزان کل کربوهیدرات غذا و میزان آن جایگزین شوند [۱۰]. غذاها بر اساس GI به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند: غذاهای با نمایه‌ی گلیسمی پایین ($GI \leq 55$)، غذاهای با نمایه‌ی گلیسمی متوسط ($GI = 56-69$)، غذاهای با نمایه‌ی گلیسمی بالا ($GI \geq 70$) [۱۲]. در مطالعه‌ی حاضر نمایه‌ی گلیسمی ماکارونی رشته‌ای سلام ۵۱/۳۴ درصد برآورد گردید که با توجه به طبقه‌بندی ذکر شده، ماکارونی رشته‌ای سلام در گروه غذاهای با نمایه‌ی گلیسمی پایین قرار می‌گیرد. مطالعات دانشگاه هاروارد نشان می‌دهد که خطر بیماری‌هایی نظیر دیابت نوع دوم و بیماری کرونر قلب با GI رژیم غذایی ارتباط قوی دارد و به منظور پیشگیری از بیماری‌های یاد شده، FAO/WHO توصیه می‌کنند که جوامع انسانی، رژیم‌های غذایی‌شان را بر اساس غذاهای با نمایه‌ی گلیسمی پایین طراحی کنند [۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷]. در مطالعه‌ای که توسط گروه تحقیقاتی در واحد تغذیه انسانی در دانشگاه سیدنی انجام شد مقادیر GI بیش از ۴۰۰ غذا با استفاده از روش زیر تعیین گردید: ابتدا ۱۰ فرد سالم، غذایی را که حاوی ۵۰ گرم کربوهیدرات قابل هضم است را مصرف نمودند سپس گلوکز خون در طی ۲ ساعت بعد از خوردن غذا اندازه‌گیری گردید و مساحت زیرمنحنی ۲ ساعته افزایش گلوکز خون در هر فرد محاسبه شد. در مرحله‌ی بعد همان ۱۰ فرد، ۵۰ گرم کربوهیدرات خالص (گلوکز) را به عنوان غذای استاندارد مصرف نمودند و پاسخ گلوکز خون در طی ۲ ساعت اندازه‌گیری شد و همانند مرحله‌ی قبل مساحت زیرمنحنی ۲ ساعته افزایش گلوکز خون در هر فرد محاسبه شد. سپس GI با تقسیم کردن مساحت

زیرمنحنی افزایش گلوکز خون بعد از خوردن غذا بر مساحت زیرمنحنی افزایش گلوکز خون بعد از خوردن غذای استاندارد در هر فرد محاسبه گردید. GI نهایی برای غذای مورد آزمایش، متوسط GI برای ۱۰ فرد خواهد بود [۱۰]. در مطالعه ما جهت دقت بیشتر در مطالعه و کاهش در اختلافات بین فردی ۱۴ فرد سالم مورد بررسی قرار گرفتند (۷ مرد و ۷ زن که از نظر سنی نیز بین زنان و مردان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت) و به منظور کاهش اختلافات درون فردی، هر غذا سه بار در هر فرد در روزهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه‌ای که توسط فروغ اعظم طالبان و همکارانش انجام شد، نمایه‌ی گلیسمی دو نوع ماکارونی ایرانی با نام‌های تجاری سمیرا (از نوع پیچ، فقط آب‌پز) و لی‌لی پوت (از نوع صدفی، آب‌پز و دم شده) در افراد دیابتی مورد بررسی قرار گرفت. نمایه‌ی گلیسمی مواد غذایی بررسی شده به ترتیب ۴۰ و ۶۰ گزارش شد [۱۷]. در مطالعه‌ی ما نه تنها نوع ماکارونی با مطالعه ذکر شده متفاوت است بلکه افراد داوطلب نیز افراد سالمی بودند نه دیابتی و با توجه به اینکه در افراد دیابتی به علت اختلال در سوخت و ساز مواد مغذی به ویژه کربوهیدرات، پاسخ گلیسمی بدن آنها طبیعی نیست بنابراین به نظر می‌رسد که در تعیین نمایه‌ی گلیسمی مواد غذایی استفاده از افراد دیابتی و تعمیم نتایج آن به کل جامعه منطقی نباشد. در مطالعه‌ی دیگری که Wolever و همکارانش انجام دادند، نمایه‌ی گلیسمی ماکارونی 68 ± 8 گزارش شد [۱۸]. در مطالعه‌ی Jenkins، نمایه‌ی گلیسمی ماکارونی ۴۵ و در مطالعه Katzman ۶۴ گزارش شد [۱۹]. در ۱۳ مطالعه‌ای که بر روی برنج انجام شد میانگین نمایه‌ی گلیسمی برنج در ۱۳ مطالعه ۵۶ گزارش شد [۱۹]. عوامل متعددی از جمله ماهیت کربوهیدرات، اندازه‌ی ذرات، ساختمان فیزیکی، میزان فیبر، چربی و پروتئین بر نمایه‌ی گلیسمی موثرند. این عوامل بر سرعت هضم یا جذب و یا هر دو در نتیجه پاسخ گلیسمی اثر می‌گذارند. روش پخت و چگونگی فرآیند ساده‌ی غذایی نیز بر افزایش قند خون پس از مصرف موثر است. شاخص گلیسمی ماکارونی پخته در مقایسه با شاخص گلیسمی ماکارونی پخته و دم‌کشیده متفاوت است. دم کردن ماکارونی باعث افزایش میزان ژلاتینی شدن و قابلیت هضم نشاسته می‌شود و در نتیجه جذب آن را افزایش می‌دهد. این امر موجب بالا رفتن پاسخ گلیسمی می‌شود. از نکات مهمی که لازم است در مقایسه‌ی نمایه گلیسمی مواد غذایی در مطالعات مختلف مورد توجه قرار گیرد یکی نوع غذای استاندارد و دیگری فواصل زمانی اندازه‌گیری قند خون می‌باشد. هنگامی که نان سفید به عنوان غذای استاندارد در نظر گرفته می‌شود به دلیل این که مساحت زیرمنحنی افزایش قند خون بعد از

۳۰ و ۶۰ دقیقه بعد از خوردن ماکارونی قند خون در مقایسه با گلوکز به طور معنی‌داری پایین‌تر است. و در جدول شماره‌ی ۲ نمایه‌ی گلیسمی ماکارونی در هر دو جنس تعیین شده است که آزمون‌های آماری تفاوت معنی‌داری را بین نمایه‌ی گلیسمی محاسبه شده در مردان و زنان نشان ندادند. اگرچه علت عدم تفاوت معنی‌دار در دو جنس ممکن است به علت کمی تعداد نمونه باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد نمایه‌ی گلیسمی ماکارونی رشته‌ای با نام تجاری "سلام ماکارون" در انتهای طیف غذاهای با GI پایین و نزدیک به طیف غذاهای با GI متوسط قرار می‌گیرد و GI اندازه‌گیری شده قابلیت اضافه شدن بر برچسب اطلاعات تغذیه‌ای فرآورده را دارا می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه فواید بهداشتی غذاهای با نمایه‌ی گلیسمی پایین، بنابراین غذای یاد شده می‌تواند به عنوان جزئی از رژیم غذایی افراد سالم و افراد مبتلا به بیماری‌هایی چون دیابت، قلبی - عروقی و چاقی مورد استفاده قرار گیرد. امیدواریم با انجام چنین پژوهش‌هایی در سطح کشور، در آینده‌ای نه چندان دور، GI را بر روی برچسب اطلاعات تغذیه‌ای فرآورده‌های غذایی تولید شده در کشور، مشاهده نماییم.

تشکر و قدردانی

این پژوهش به شماره مصوب ۸۵۱۶ به صورت مشترک با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان و شرکت صنعت کیمیا انجام شد.

خوردن نان سفید در مقایسه با مساحت زیرمنحنی افزایش قند خون بعد از خوردن گلوکز کمتر است بنابراین در یک نوع غذا، GI به دست آمده بر اساس نان سفید بیشتر از GI محاسبه شده بر اساس گلوکز خواهد بود. در مطالعه ما از گلوکز به عنوان غذای استاندارد استفاده شد چرا که در مطالعات مختلف در زمینه تعیین GI، در افراد سالم از گلوکز و در افراد دیابتی از نان سفید استفاده می‌شود. در مطالعه Wolever از نان سفید به عنوان غذای استاندارد استفاده شده بود به همین علت میزان GI اندازه‌گیری شده برای ماکارونی توسط Wolever بالاتر گزارش شده بود. در مورد فواصل زمانی اندازه‌گیری قند خون، هر چه فاصله‌ی زمانی بین اندازه‌گیری‌های قند خون کمتر باشد منحنی رسم شده دقت بیشتری خواهد داشت، در مطالعه‌ای که توسط طالبان و همکارانش انجام شد قند خون در فواصل ۶۰ دقیقه‌ای اندازه‌گیری شد در حالی که با توجه به نتایج به دست آمده در مطالعه‌ی ما (شکل ۱ و جدول شماره‌ی ۱) میزان قند خون پس از مصرف گلوکز و یا ماکارونی در زمان ۶۰ دقیقه پایین‌تر از میزان قند خون در زمان ۳۰ دقیقه است بنابراین اگر در زمان ۳۰ دقیقه بعد از مصرف غذا، قند خون اندازه‌گیری نشود مساحت زیرمنحنی به دست آمده بر اساس فواصل زمانی ۶۰ دقیقه کمتر از مساحت زیرمنحنی به دست آمده بر اساس فواصل زمانی ۳۰ دقیقه خواهد بود و در نتیجه GI محاسبه شده کمتر از میزان واقعی خواهد بود. در مطالعه ما، قند خون در فواصل زمانی ۳۰ دقیقه‌ای اندازه‌گیری شد. از دیگر نتایج به دست آمده در این مطالعه معنی‌دار نبودن تفاوت بین افزایش قند خون بعد از خوردن ماکارونی و یا گلوکز بین مردان و زنان است (نمودارهای شماره‌ی ۲ و ۳). با این حال زمانی که افزایش قند خون بعد از خوردن ماکارونی را با افزایش قند خون بعد از خوردن گلوکز مقایسه می‌کنیم (جدول شماره‌ی ۱) در زمان‌های

References:

- [1] Margie Lee Gallagher. The Nutrient and Their metabolism. In: L. Kathleen Mahan, Sylvia Escott-Stump. Editors, Krause's Food and Nutrition Therapy. 12th ed. St. Louis, MO.: Elsevier Saunders: 2008. p. 40.
- [2] Nancy L. Keim Roy J. Levin. Carbohydrates. In: Maurice E. Shills, Moshe Shike, Editors, Modern Nutrition in Health and Disease. Loth ed. Philadelphia: Lippincott Wilkims & wilkins: 2006. p. 78-80.
- [3] Brand-Miller JC. Holt SH. Pawlak DB. McMillan J. Glycemic index and obesity. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 2815-2855.
- [4] Heilbrann LK. Noakes M. Clifton PM. The effect of high and low-glycemic index energy restricted diets on plasma lipid and glucose profiles in type 2 diabetic subjects with varying glycaemic control. *J Am Coll Nutr* 2002; 21: 120-127.
- [5] Kabir M. Oppert JM. Vidal H. Bruzzo F. Fiquet C. Wursch P. et al. Four-week low-glycemic index breakfast with a modest amount of soluble fibers in type 2 diabetic men. *Metabolism* 2002; 51: 819-826.
- [6] Sievpiiper JL. Jenkins AL. Whitham DL. Vuksan V. Insulin resistance: concepts, controversies, and role of nutrition. *Am J Diet Pract Res* 2002; 63: 20-32.
- [7] Foster-Powell K. Holt SHA. Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 5-56.

- [8] Joint FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. *FAO Food Nutr Pap* 1998; 66: 1-140.
- [9] Ha TK. Lean ME. Recommendations for the nutritional management of patients with diabetes mellitus. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52: 467-481.
- [10] Rudolf Chlupa. Josef Bartekb. Determination of the glyceimic index of selected foods. *Biomed papers* 2004; 48: 17-25.
- [11] Kaye Foster-Powel. Janete Brand Miller. International tables of glyceimic index. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 871-893.
- [12] Majron J. Franz. Medical Nutrition Therapy for diabetes Mellitus. In: L. Kathleen Mahan, Sylvia Escott-Stump. Editors, Krause's Food and Nutrition Therapy. 12th ed. St. Louis, MO: Elsevier Saunders: 2008. p. 776-777
- [13] Jenkins AL. Jenkins DJ. Zdravkovitz U. Wursch P. Vuksan V. Depression of glyceimic index by high levels of beta-glucan in two functional foods tested in type II diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 622-628.
- [14] Jenkins DJ. Kendall CW. Augustin LS. Franceschi S. Hamidi M. Marchie A. et al. Glyceimic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 2665-2673.
- [15] Liu S. Willett WC. Dietary glyceimic load and atherotrombotic risk. *Curr Atheroscler Rep* 2002; 4: 454-461.
- [16] Ludwig DS. The glyceimic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *JAMA* 2002; 287: 2414-2423.
- [۱۷] طالبان فروغ اعظم. نمایه گلیسمی مواد غذایی ایرانی: چاپ اول. انتشارات انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، ۱۳۷۸.
- [18] Wolever TM. Jenkins DJ. Kalmusky J. Giordano C. Giudici S. Jenkins AL. et al. Glyceimic response to pasta: effect of surface area, degree of cooking, and protein enrichment. *Diabetes Care* 1986; 9: 401-404.
- [19] Foster-Powel K. Bran Miller J. International tables of glyceimic index. *Am J ClinNutr* 1995; 62: 871-893.