

Determination of glycemic index and glycemic load of some widely consumed foods in Syrian society

Dr. Zeinab Sarem*
Afraa Kaffoura**

(Received 23 / 8 / 2021. Accepted 13 / 12 / 2021)

□ ABSTRACT □

The glycemic index is a measure of the ability of carbohydrates in foods to raise blood glucose compared to reference glucose. It is designed to help people with or at risk of diabetes choosing healthy diets that maintain their health and prevent complications. Several studies have been conducted that determined the values of the glycemic index for many foodstuffs, but the majority of these materials were composed of one food component, while our diet depends mostly on mixed meals consisting of more than one food component, and they differ in their components and methods of preparation from one country to another, where there is no information about the value of its glycemic index, this study aimed to study the value of each of the glycemic index and glycemic load of three meals commonly consumed by us in Syria, which are grape leaves stuffed with rice (yabrak), rice with pea broth, and bulgur with chickpeas and determine its suitability for people with diabetes or at risk of developing it.

The study included 10 healthy people, their ages ranged between (20-30) years, who do not take any medications, and do not suffer from obesity, diabetes, glucose intolerance or high blood lipids. On the first day of the study, each of the participants in the study ate on an empty stomach (after an overnight fast) a specific amount of white bread (reference food) containing (50) g of digestible and absorbable carbohydrates, their blood glucose was measured using a home glucose analyzer, after (0-30-60-90-120) minutes from eating the meal, this process was repeated on other separate days, but by eating a specific amount of one of the three previously mentioned dishes, which also contains (50) g of digestible carbohydrates each time. The arithmetic mean of the blood glucose values of the volunteers was calculated at each time interval and every meal thoughtful, then the graph was drawn for it, and the value of each glycemic index and glycemic load was calculated. The value of each glycemic index and glycemic load for stuffed grape leaves was 74.67, 23.72 for rice with pea broth was 92.23, 22.31 and for bulgur with chickpeas 35.23, and 14.67, respectively, this indicates the suitability of eating bulgur by people with diabetes for their health status and the unsuitability of both grape leaves stuffed with rice and rice with pea broth for them.

Key words: glycemic index, glycemic load, mixed meals.

* Assistant Professor, Analytical and Food Chemistry Department, Faculty of Pharmacy- Tishreen University, Lattakia, Syria. ZeinabSarem@hotmail.com

**Postgraduate Student, Analytical and Food Chemistry Department, Faculty of Pharmacy- Tishreen University, Lattakia, Syria. afraa.k.kaffoura@gmail.com

تحديد قيمتي المؤشر والحمل الجلوكوزي لبعض الأطعمة شائعة الاستهلاك في المجتمع السوري

د. زينب صارم*

عفراف قفوره**

(تاريخ الإيداع 23 / 8 / 2021. قبل للنشر في 13 / 12 / 2021)

□ ملخص □

المشعر الجلوكوزي هو مقياس لقدرة الكربوهيدرات المتوافرة في الأطعمة على رفع غلوكوز الدم مقارنة مع الجلوكوز المرجعي، تم تصميمه لمساعدة الأشخاص المصابين بالداء السكري أو المعرضين للإصابة به على اختيار وجبات غذائية صحية، تحافظ على وضعهم الصحي وتمنع حدوث المضاعفات لديهم. تم إجراء العديد من الدراسات التي حددت قيم المشعر الجلوكوزي للكثير من المواد الغذائية و لكن غالبية هذه المواد كانت مؤلفة من عنصر غذائي واحد، بينما نظامنا الغذائي يعتمد في غالبيته على وجبات مختلطة مكونة من أكثر من عنصر غذائي، و تختلف في مكوناتها و طرق تحضيرها من دولة إلى أخرى، حيث لا يوجد معلومات حول قيمة المشعر الجلوكوزي لها، فكان الهدف من هذه الدراسة هو دراسة قيمة كل من المشعر والحمل الجلوكوزي لثلاث وجبات شائعة الاستهلاك لدينا في سوريا و هي ورق العنب المحشي بالأرز (الببرق)، الأرز مع مرق البازلاء، و البرغل مع الحمص وتحديد مدى ملاءمتها للأشخاص المصابين بالداء السكري أو المعرضين للإصابة به.

تضمنت الدراسة 10 أشخاص أصحاء، أعمارهم تتراوح بين 20-30 سنة، لا يتناولون أي أدوية، و لا يعانون من البدانة، الداء السكري، عدم تحمل الجلوكوز أو ارتفاع شحوم الدم. تناول كل من المشاركين في الدراسة في اليوم الأول على الريق (بعد صيام ليلة كاملة) كمية محددة من الخبز الأبيض (غذاء مرجعي) حاوية على 50 غ كربوهيدرات قابلة للهضم و الامتصاص، تم قياس غلوكوز الدم لديهم باستخدام جهاز تحليل الجلوكوز المنزلي و ذلك بعد (0-30-60-90-120) دقيقة من تناول الوجبة، كررت هذه العملية في أيام أخرى منفصلة ولكن بتناول كمية محددة من إحدى الطبقات الثلاث المذكورة سابقاً و الحاوية أيضاً على 50 غ من الكربوهيدرات القابلة للهضم في كل مرة. حُسب المتوسط الحسابي لقيم غلوكوز الدم لدى المتطوعين لدى كل فاصل زمني و لكل وجبة مدروسة، ثم تم رسم المنحني البياني لها و حساب قيمة كل من المشعر والحمل الجلوكوزي لها. فكانت قيمة كل من المشعر الجلوكوزي و الحمل الجلوكوزي لورق العنب المحشي 74.67 و 23.72، للأرز مع مرق البازلاء 92.23 و 22.31، و للبرغل مع الحمص 35.23 و 14.67 على الترتيب، مما يدل على ملاءمة تناول البرغل من قبل الأشخاص المصابين بالداء السكري لوضعهم الصحي وعدم ملاءمة كل من ورق العنب المحشي بالأرز و الأرز مع مرق البازلاء لهم.

الكلمات المفتاحية: المشعر الجلوكوزي، الحمل الجلوكوزي، الوجبات المختلطة.

* مدرسة - قسم الكيمياء التحليلية و الغذائية - كلية الصيدلة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية ZeinabSarem@hotmail.com

** طالبة ماجستير - قسم الكيمياء التحليلية و الغذائية - كلية الصيدلة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية afraa.k.kaffoura@gmail.com

مقدمة

يُعرف الداء السكري بأنه ارتفاع مزمن لمستويات جلوكوز الدم، ينتج عن عدم قدرة البنكرياس على إفراز كمية كافية من الأنسولين، أو عن عدم قدرة الجسم على استخدامه (1)، يمكن أن يؤدي هذا الارتفاع المزمن إلى العديد من المضاعفات التي تزيد نسبة إحداث الوفيات (2). يتم تدبير الداء السكري وتقلل نسب حصول المضاعفات المرافقة له ومعدلات الوفاة به عبر التدخلات الدوائية، المراقبة المستمرة لمستويات جلوكوز الدم، إضافة إلى تغيير نمط الحياة الذي يتمثل بزيادة النشاط البدني وتعديل النظام الغذائي (3، 4) من خلال تقليل الوارد الغذائي من الأحماض الدسمة المشبعة والسكريات المضافة و زيادة الوارد الغذائي من الأغذية الغنية بالألياف والكربوهيدرات المعقدة كالخضار والفواكه. لتسهيل التحكم أو تدبير مرض السكري على المرضى و توجيههم لاختيار الأغذية الأكثر ملاءمة لوضعهم الصحي ومساعدتهم في تنظيم وجباتهم بطريقة تضمن عدم الارتفاع المفاجئ لجلوكوز الدم لديهم، قامت المنظمات الغذائية باستخدام مصطلح يسمى بالمشر الجلوكوزي (5) Glycemic Index (GI).

يُعرف المشر الجلوكوزي بأنه مقياس لقدرة الكربوهيدرات المتوافرة في الأطعمة على رفع جلوكوز الدم و يهدف إلى ترتيب الأطعمة الكربوهيدراتية اعتماداً على مدى رفعها لجلوكوز الدم بعد تناولها بساعتين مقارنة بالجلوكوز المرجعي أو الخبز الأبيض. تتعلق قيمة المشر الجلوكوزي بسرعة تحول الكربوهيدرات إلى الجلوكوز القابل للامتصاص، مما يُعتبر شديد الأهمية للأشخاص المصابين بالداء السكري أو الراغبين بتنظيم وجباتهم أو اتباع نظام غذائي صحي في حياتهم. تُحدد قيمته عبر رسم المنحني البياني لتراكيز جلوكوز الدم مع الزمن بعد إعطاء الشخص كمية محددة من مادة غذائية حاوية على كمية معينة من الكربوهيدرات وقياس جلوكوز الدم لديه خلال فواصل زمنية متتالية و بعد إعطائه نفس الكمية من الجلوكوز النقي في يوم آخر (6، 7) حيث تُحدد قيمة المشر الجلوكوزي بتطبيق العلاقة التالية:

المشر الجلوكوزي = (المساحة تحت المنحني للغذاء المدروس / المساحة تحت المنحني للغذاء المرجعي) × 100
إذا كانت قيمة المشر الجلوكوزي أقل أو تساوي 55 يعتبر هذا الغذاء ذا قيمة مشر جلوكوزي منخفضة، أما إذا كانت هذه القيمة بين 56-69 فالمشر الجلوكوزي متوسط القيمة، بينما إذا كانت القيمة 70 أو أكثر فالمشر الجلوكوزي مرتفع القيمة. ينصح الأشخاص المصابون بالداء السكري باختيار الأغذية ذات المشر الجلوكوزي المنخفض (8، 9)، تتأثر قيمة المشر الجلوكوزي للمواد الغذائية، بمجموعة من العوامل كطريقة الطهي، طريقة المعالجة، نوع النشاء، نوع السكريات، محتوى الغذاء من الألياف والدهن والبروتين و محتواه من الحموضة (10-12).

مما سبق يمكن القول أن المشر الجلوكوزي يقارن الكمية نفسها من الكربوهيدرات المتواجدة مع عناصر غذائية مختلفة (دسم - ألياف - بروتين ...) ضمن الأطعمة التي يتم تناولها، ولكن لسهولة مقارنة حصص المواد الغذائية المختلفة الحاوية على كميات مختلفة من الكربوهيدرات، تم تصميم مشر آخر يدعى بالجمل الجلوكوزي Glycemic Load (GL). تحدد قيمة الجمل الجلوكوزي عبر العلاقة التالية:

الجمل الجلوكوزي = (المشر الجلوكوزي × محتوى الغذاء من الكربوهيدرات) / 100 (13، 14)، فإذا كانت هذه القيمة بين 0-10 يعتبر هذا الغذاء ذا قيمة جمل جلوكوزي منخفض، أما إذا كانت قيمته بين 11-19 فالجمل الجلوكوزي متوسط القيمة، بينما يُعتبر الجمل الجلوكوزي مرتفعاً، إذا كانت قيمته 20 أو أكثر، حيث ينصح الأشخاص المصابون بالداء السكري باختيار الأغذية ذات الجمل الجلوكوزي المنخفض (5، 15).

أهمية البحث وأهدافه

أهمية البحث

تساعد معرفة قيم المشعر والحمل الغلوكوزي للأطعمة في تدبير مرض السكري و اتباع خيارات غذائية أفضل من قبل الأفراد المصابين به أو المعرضين للإصابة به. تعود غالبية قيم المشعر الغلوكوزي المتوافرة في الدراسات المرجعية لمواد غذائية مفردة (مكونة من عنصر غذائي واحد)، بينما يعتمد نظامنا الغذائي في غالبيته على وجبات مختلطة (عدة عناصر غذائية) و التي لا يوجد الكثير من المعلومات حول قيم المشعر و الحمل الغلوكوزي لها، حيث تعتبر هذه القيم بمثابة بيانات قيمة للمهنيين الصحيين، بما في ذلك اختصاصي التغذية.

أهداف البحث

يهدف البحث إلى تحديد كمية العناصر الغذائية الرئيسية الموجودة في ثلاث وجبات مختلطة تعتبر من الوجبات الشائعة في مجتمعنا السوري و تحديد قيمة كل من المشعر والحمل الغلوكوزي لها.

طرائق البحث ومواده

• المواد والتجهيزات المستخدمة

استخدمت في الدراسة مجموعة من الأجهزة و الأدوات المخبرية المتوافرة في مخابر كلية الصيدلة والمذكورة في الجدول (1) و الجدول (2) كما استخدمت مجموعة من المواد و المحلات المذكورة في الجدول (3).

الجدول(1): الأجهزة المستخدمة في الدراسة

الطراز	الجهاز
RADWAG, AS 220/C/2	ميزان ذو حساسية 0.0001 غ
K & H industries	حمام مائي أمواج فوق صوتية water bath ultrasonic
Janat instruments	فرن كهربائي
Heatech Furance	مرمدة
BUCHI	جهاز كيلدال

الجدول(2): الأدوات المخبرية المستخدمة في الدراسة

السعة ml	الأداة	السعة ml	الأداة
—	ملقط معدني	أحجام متعددة	بيشر Beaker
—	بوتقة	أحجام متعددة	أرلنماير Erlenmeyer
—	جفنة	50 ml	أسطوانة مدرجة Graduated Cylinder
—	ورق ترشيح	—	هاون و مدقة
—	ممصات عيارية	—	مبرد

الجدول (3): المواد والمحاليل المستخدمة في الدراسة

المادة	الشركة
ماء مقطر حديثاً	-
حمض كلور الماء 37%	Panareac, Spain
حمض الكبريت 98%	Shamlab
هيدروكسيد الصوديوم	Chem-Lab NV, Belgium
بنزن	La Jota, Spain
حمض البور	BDH Chemicals, England
حمض الآزوت المركز 65%	Merck, Germany
مشعر أحمر الميثيل	Loba Chemie, India
مشعر أخضر بروم كريزول	Titan Biotech, India

طرائق البحث

- اختيار الوجبات

تم اختيار ثلاث وجبات شائعة الاستهلاك في مجتمعنا السوري لدراسة مشعرها وجملها الغلوكوزي وهي: ورق العنب المحشي بالأرز (البيرق)، الأرز مع مرق البازلاء و البرغل مع الحمص، حيث تم تحضيرها وفقاً للمقادير و الطرق الموضحة في الجدول (4)، (تم استخدام أكواب عيارية لقياس المكونات):

الجدول (4): مكونات و طرق تحضير الوجبات الثلاث المراد دراسة مشعرها وجملها الغلوكوزي

الوجبة	المكونات	طريقة التحضير
ورق العنب المحشي بالأرز	• نصف كيلو ورق عنب فرنسي • كأسين أرز (500 مل) • رأس ثوم متوسط الحجم • نصف ملعقة طعام كمون (7.5 مل) • نصف ملعقة طعام ننع (7.5 مل) • نصف ملعقة طعام بهار أسود مشكل (7.5 مل) • نصف ملعقة طعام ملح (7.5 مل) • (60 مل) سمن نباتي	في البداية تم غسل الأرز ثم نقعه مع كأسين من الماء لمدة 6 ساعات، ثم تصفية الأرز من الماء و إضافة الثوم المهروس، الكمون، الننع، البهار، و من ثم السمونة بعد أن تم تسخينها لمدة دقيقتين وتم المزج. تم غلي أوراق العنب لمدة دقيقة، ثم حشو الأوراق بما يقارب محتوى ملعقة صغيرة (5 مل) ولفها ثم وضعها في إناء الطبخ وإضافة الملح مع 4 أكواب من الماء ثم تسخينها على نار قوية حتى الغليان ليتم بعد ذلك استمرار طهيها على نار هادئة لمدة ساعتين.
الأرز	• نصف كوب شعيرية (125 مل) • كوب و نصف أرز (375 مل) • نصف ملعقة طعام ملح (7.5 مل)	تم وضع السمن و الشعيرية في إناء الطبخ على النار و التحريك حتى احمرار لون الشعيرية، بعد ذلك أضيفت كمية الأرز و تحريكها قليلاً ثم

إضافة 3 أكواب من الماء و الملح و ترك المزيج حتى النضج الذي استغرق حوالي (15-20) دقيقة.	• ملعقة سمن نباتي (15 مل)	
تم وضع البصل مع الزيت على النار حتى اكتسابه لوناً ذهبياً والذي استغرق حوالي دقيقتين ثم تمت إضافة كل من البازلاء، الجزر و البطاطا وتحريك المزيج لمدة دقيقة ثم وضع 3 كؤوس من الماء و الملح و تركها على النار حوالي 20 دقيقة ليتم إضافة دبس الفليفلة و البندورة قبل نضجها الذي استغرق زمناً قدره 10 دقائق.	• كوب بازلاء (250 مل) • كوب بطاطا مقطعة (250 مل) • نصف كوب جزر مقطع (125 مل) • بصلة متوسطة الحجم • ملعقة طعام ملح (15 مل) • نصف ملعقة طعام دبس فليفلة (7.5 مل) • ملعقة طعام دبس بندورة (15 مل) • ملعقة طعام زيت نباتي (15 مل)	مرق البازلاء
تم وضع الحمص المنقوع سابقاً لمدة يوم كامل مع 4 كؤوس من الماء و الملح في إناء الطبخ و طهيه حتى النضج الذي استغرق زمناً قدره 10 دقائق ثم تمت إضافة كمية البرغل و تركه يغلي حتى النضج الذي استغرق حوالي نصف ساعة تقريباً، ليتم بعد ذلك إضافة زيت الزيتون.	• كوب حمص (250 مل) • كوب و نصف برغل (375 مل) • نصف ملعقة طعام ملح (7.5 مل) • ملعقتي طعام زيت زيتون (30 مل)	البرغل مع الحمص

- تحديد النسبة المئوية للرطوبة في العينات بطريقة التجفيف حتى الوزن الثابت باستخدام الفرن الكهربائي:

تم تحديد محتوى الرطوبة في العينات وفق الطريقة المرجعية (AOAC 2002)، و ذلك عبر أخذ 0.5 غ من الوجبة الغذائية المراد تحليلها بحيث تحتوي على كافة العناصر الغذائية المتواجدة في الوجبة و مهكها في هاون، و وضعها في بوتقة مصقولة و موزونة مسبقاً و نقلها إلى الفرن الكهربائي بدرجة حرارة (105) م، ثم إخراج البوتقة من الفرن بعد الحصول على الوزن الثابت و وضعها في مبرد و من ثم وزنها.

تم حساب النسبة المئوية للرطوبة Moisture Content (M%) وفقاً للمعادلة التالية:

$$M\% = (W2 - W1) / (W2 - W3) \times 100$$

حيث:

W2: وزن البوتقة مع العينة قبل التجفيف.

W1: وزن البوتقة مع العينة بعد التجفيف.

W3: وزن البوتقة فارغة. تم تكرار التجربة 3 مرات لكل وجبة وحساب المتوسط الحسابي لها.

- تحديد النسبة المئوية للرطوبة في العينات باستخدام المرمدة:

تم تحديد محتوى العينات من الرمد وفق الطريقة المرجعية (AOAC 2002)، وذلك بأخذ عينة وزنها 0.5 غ من الوجبة الغذائية المراد تحليلها بحيث تحتوي على كافة العناصر الغذائية المتواجدة في الوجبة و مهكها في هاون، ومن ثم وضعها في جفنة ترميد مصقولة و موزونة مسبقاً، فليُضاف لها 1-2 مل من حمض الآزوت المركز و تُنقل إلى

المرمدة بدرجة حرارة (550-600) °م حتى ظهور اللون الأبيض (اختلف الزمن المستغرق باختلاف العينة). تم حساب وزن الرماد من خلال طرح وزن الجفنة فارغة من وزن الجفنة بعد الترميد.

و حساب النسبة المئوية للرماد وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{الرماد (\%)} = (\text{وزن الرماد} / \text{وزن العينة}) \times 100$$

كُريت التجربة ثلاث مرات لكل وجبة ثم حُسب المتوسط الحسابي لها.

- تحديد النسبة المئوية للبروتين في العينات باستخدام جهاز كيلدال:

تم تحديد محتوى العينات من البروتين حسب الطريقة المرجعية (AOAC 2002)، حيث تم مهك العينة المأخوذة من الوجبة الغذائية والممثلة لكافة عناصرها جيداً في هاون و وزن 1 غ منها و وضعها في ورق خالي من الآزوت، ثم لف الورق و وضعه في أنبوب كيلدال، ليُضاف له 20 مل من حمض الكبريت عالي النقاوة و قرص مسرع (K_2SO_4) (Se) لكل أنبوب. يتم تهضيم العينة بوضع الأنبوب السابق في جهاز كيلدال حتى ظهور لون أخضر رائق، ليتم الانتقال بعدها إلى مرحلة التقطير التي تتم بشكل آلي و ذلك بإضافة 50 مل ماء مقطر و 50 مل (33%) NaOH وتستمر لمدة 5 دقائق حيث يتم فيها استقبال المحلول الناتج عن عملية التقطير في أرنماير حاوي على 50 مل من حمض البور و مشعر أخضر برومو كريزول و أحمر الميثيل، لتتم معايرته باستخدام Hcl (0.1N) و تسجيل الحجم المستهلك منه حتى انقلاب اللون للأحمر العنبي.

و حساب النسبة المئوية للبروتين وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{Protein\%} = (N \times V \times 0.014 \times 6.25) \times 100 / W$$

حيث:

N: نظامية حمض كلور الماء المستخدم

V: الحجم المستهلك من حمض كلور الماء لمعايرة العينة

0.014: المكافئ الغرامي ل 1 مل Hcl (0.1N) من النيتروجين

6.25: عامل تحويل النيتروجين إلى بروتين (الوجبات المدروسة مختلطة لذلك تم استخدام هذا العامل بناءً على

المراجع (16) (17، 18))

W: وزن العينة (غ). كُريت التجربة ثلاث مرات لكل وجبة وحُسب المتوسط الحسابي.

- تحديد النسبة المئوية للدهن في العينات بطريقة سوكسلييت:

تم تحديد محتوى العينات من الدهن حسب الطريقة المرجعية (AOAC 2002)، و ذلك عبر وزن 8 غ من الوجبة المراد دراستها بحيث تحتوي على كافة العناصر الغذائية فيها و وضعها في خرطوشة سوكسلييت و تركيب الجهاز بعد ملء حوجلة نظيفة و مجففة و موزونة مسبقاً بالبنزن (حوالي 2/3) تتم عملية استخلاص الدهن من العينة المدروسة من خلال تسخينها حوالي 4-6 ساعات و تبخير المذيب المُحمل بالدهن على حمام مائي بدرجة حرارة (80) °م ليتم الحصول على وزن الدهن في العينة من خلال طرح وزن الحوجلة فارغة من وزن الحوجلة مع البقية الدسمة بعد الاستخلاص. ثم حساب النسبة المئوية للدهن وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{الدهن (\%)} = (\text{وزن الدهن} / \text{وزن العينة}) \times 100$$

كُريت التجربة ثلاث مرات لكل وجبة وحُسب المتوسط الحسابي.

- تحديد النسبة المئوية للألياف في العينات:

تم تحديد محتوى العينات من الألياف حسب الطريقة المرجعية (AOAC 2002)، وذلك عبر وزن 3 غ من البقية الخالية من الدسم بعد استخلاص الدسم منها بالطريقة المذكورة سابقاً، و وضعها في حوجلة مع 150 مل من حمض الكبريت ذي التركيز (1.25%) الذي تم تحضيره بنقل 12.75 مل من حمض الكبريت عالي النقاوة بواسطة ممص إلى اللون معايرة سعة 1000 مل و التمديد بالماء المقطر حتى خط العيار ثم وصل الحوجلة مع مكثف و التسخين لمدة 30 دقيقة ثم الترشيح و غسل البقية بالماء المقطر الساخن عدة مرات، لثُعاد بعدها العينة إلى الحوجلة مرة أخرى و يُضاف لها 150 مل من NaOH ذي التركيز (1.25%) والذي حُضر بوزن 12.5 غ من NaOH و نقلها إلى اللون معايرة سعة 1000 مل و التمديد بالماء المقطر حتى خط العيار. و تُسخن لمدة 30 دقيقة، ثم تُرشح و تُغسل كما ذكر سابقاً، و تُنقل إلى جفنة ثم تُجفف في فرن كهربائي بدرجة حرارة (105) م حتى ثبات الوزن ثم تُرمد و تُجفف مرة أخرى و يُسجل الوزن.

تم حساب النسبة المئوية للألياف وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{dietary fiber\%} = ((W1-W2) / W) \times 100$$

حيث تشير الرموز إلى:

W1: وزن الجفنة مع المتبقي من العينة بعد التجفيف.

W2: وزن الجفنة مع المتبقي من العينة بعد الترميد و التجفيف.

W: وزن العينة. كُررت التجربة ثلاث مرات لكل وجبة و حُسب المتوسط الحسابي لها.

- تحديد النسبة المئوية للكربوهيدرات القابلة للهضم في العينات:

تم تحديد النسبة المئوية للكربوهيدرات القابلة للهضم بطريقة الفرق وفق القانون التالي: (19)

$$\text{Digestable carbohydrate (\%)} = 100 - [(\text{protein (\%)} + \text{fat (\%)} + \text{water (\%)} + \text{ash (\%)} + \text{dietary fiber (\%)})]$$

- تحديد قيمة المشعر الغلوكوزي للوجبات الغذائية المدروسة:

تم اختيار عشر متبرعين أصحاء، أعمارهم تتراوح بين 20-30 سنة، لا يتناولون أي أدوية، و لا يعانون من البدانة (مشعر كتلة الجسم لديهم BMI أقل أو يساوي 25)، و لا يعانون من الداء السكري أو عدم تحمل الغلوكوز و ارتفاع شحوم الدم. طُلب من المتبرعين تناول كمية من الوجبة الغذائية المراد تحديد قيمة مشعرها الغلوكوزي بحيث تحتوي على 50 غ من الكربوهيدرات القابلة للهضم وذلك بعد صيام ليلة كاملة (على الريق). بعد ذلك قيست مستويات غلوكوز الدم لديهم بواسطة جهاز قياس غلوكوز الدم المنزلي (GLUCOLAB) و ذلك لدى الفواصل الزمنية التالية (0-30-60-90-120) دقيقة من تناول الوجبة، تم استخدام برنامج اكسل (Excel) لرسم المنحنيات البيانية لتغير تراكيز غلوكوز الدم مع الزمن بعد تناول الكمية المطلوبة من كل من الوجبات المدروسة أو الخبز الأبيض، ثم تلا ذلك حساب المساحة تحت المنحني بواسطة برنامج الأوتوكاد الهندسي (AutoCAD) و تسجيل النتائج. أخيراً بتطبيق العلاقتين التاليتين تم الحصول على قيمة كل من المشعر و الحمل الغلوكوزي لكل وجبة من الوجبات المدروسة:

$$GI = (IAUC \text{ sample} / IAUC \text{ standard}) \times 0.71 \times 100$$

حيث تشير الرموز إلى:

GI: Glycemic Index المشعر الغلوكوزي

IAUC: incremental area under the postprandial glucose response curve

IAUC sample: المساحة تحت منحنى استجابة غلوكوز الدم بعد تناول الغذاء المدروس.

IAUC standard : المساحة تحت منحنى استجابة جلوكوز الدم بعد تناول الغذاء المرجعي (الخبز الأبيض).
في دراستنا هذه تم استخدام الخبز الأبيض كغذاء مرجعي، لذلك تم ضرب قيمة المشعر الجلوكوزي ب 0.71 لتحويلها إلى مقياس الجلوكوز (20) .

$$GL = (GI \times (g) \text{ carbohydrate}) / 100 \quad (14)$$

Glycemic Load :GL الجمل الجلوكوزي

Glycemic Index :GI المشعر الجلوكوزي

(g) carbohydrate : محتوى الغذاء من الكربوهيدرات

النتائج والمناقشة

1-1 تحديد النسبة المئوية لكل من الرطوبة، الرماد، الدسم، البروتين، الألياف و الكربوهيدرات القابلة للهضم في الوجبات الغذائية الثلاث المدروسة:

الجدول (5): النسب المئوية لمحتوى الرطوبة، الرماد، البروتين، الدسم، الألياف، الكربوهيدرات القابلة للهضم في الوجبات المدروسة

اسم العينة	الرطوبة (%)	الرماد (%)	البروتين (%)	الدسم (%)	الألياف (%)	الكربوهيدرات القابلة للهضم (%)
	Mean± SD	Mean± SD	Mean± SD	Mean± SD	Mean± SD	Mean± SD
ورق العنب المحشي بالأرز n=3	68.06 ± 2.49	1.01 ± 0.13	2.57 ± 0.15	2.57 ± 0.27	0.36 ± 0.09	25.41 ± 2.38
الأرز مع مرق البازلاء n=3	75.62 ± 1.02	0.89 ± 0.05	3.34 ± 0.23	0.63 ± 0.02	0.15 ± 0.01	19.35 ± 1.07
البرغل مع الحمص n=3	63.16 ± 1.44	0.49 ± 0.09	2.34 ± 0.06	0.20 ± 0.01	0.47 ± 0.01	33.32 ± 1.48

أُخذت نتائج النسب المئوية لمحتوى الرطوبة، الرماد، البروتين و الدسم في الخبز الأبيض من المرجع (21)، فكانت قيمها 32.4%، 1.23%، 9.11% و 0.98% على التوالي أما النسبة المئوية لمحتوى الألياف فيه فقد تم تحديدها وفق الطريقة المرجعية (AOAC 2002) المذكورة سابقاً، فكانت قيمتها 2.4%، فبلغت النسبة المئوية لمحتوى الكربوهيدرات القابلة للهضم فيه 53.88%.

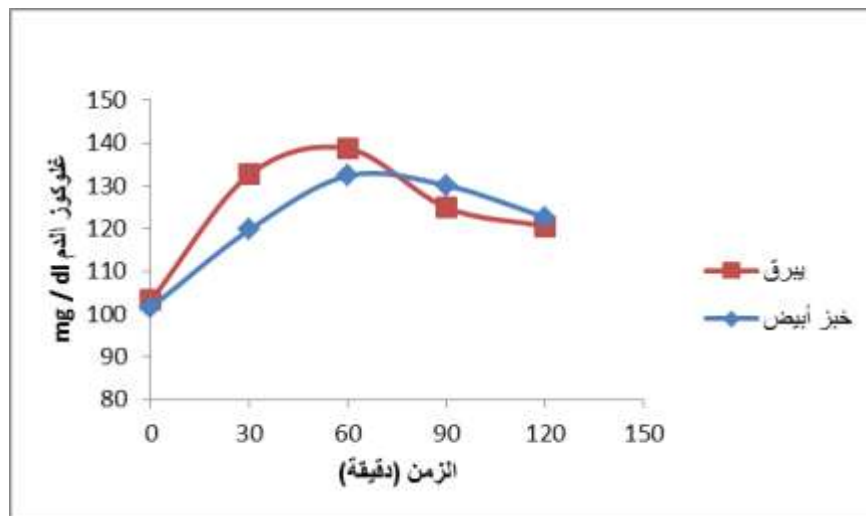
2-1 تحديد قيمة كل من المشعر و الحمل الغلوكوزي لورق العنب المحشي بالأرز:

الجدول (6): نتائج قيم غلوكوز الدم (mg/dl) لكل متطوع بعد تناول كمية من الغذاء المرجعي (الخبز الأبيض) الحاوية على (50) غ كربوهيدرات قابلة للهضم و مقدارها 93 غ لدى الفواصل الزمنية التالية (0-30-60-90-120) دقيقة من تناول الوجبة.

اسم المتطوع	الوجبة المتأولة	تركيز غلوكوز الدم (mg/dl) بعد تناول الوجبة				
		0 دقيقة	30 دقيقة	60 دقيقة	90 دقيقة	120 دقيقة
م.ا	خبز أبيض	94	129	116	115	93
أ.م	خبز أبيض	93	102	140	119	114
ك.س	خبز أبيض	107	132	120	131	123
م.م	خبز أبيض	95	115	138	126	119
آ.ج	خبز أبيض	106	113	132	144	127
ح.ي	خبز أبيض	101	131	126	131	125
ع.ق	خبز أبيض	104	110	139	136	118
د.م	خبز أبيض	106	116	131	138	143
م.ي	خبز أبيض	102	127	143	130	137
ر.ح	خبز أبيض	107	122	138	130	127
المتوسط الحسابي		101.5	119.7	132.3	130	122.6

الجدول (7): نتائج قيم غلوكوز الدم (mg/dl) لكل متطوع بعد تناول كمية من وجبة ورق العنب المحشي بالأرز (بيرق) الحاوية على (50) غ من الكربوهيدرات القابلة للهضم و البالغة 197 غ لدى الفواصل الزمنية التالية (0-30-60-90-120) دقيقة من تناول الوجبة.

اسم المتطوع	الوجبة المتأولة	تركيز غلوكوز الدم (mg/dl) بعد تناول الوجبة				
		0 دقيقة	30 دقيقة	60 دقيقة	90 دقيقة	120 دقيقة
م.ا	بيرق	98	135	126	105	114
أ.م	بيرق	97	105	127	135	125
ك.س	بيرق	99	137	124	106	126
م.م	بيرق	96	130	153	128	122
آ.ج	بيرق	117	151	149	128	122
ح.ي	بيرق	111	137	122	115	125
ع.ق	بيرق	96	106	130	133	129
د.م	بيرق	109	143	160	140	111
م.ي	بيرق	99	154	138	125	120
ر.ح	بيرق	110	128	157	133	111
المتوسط الحسابي		103.2	132.6	138.6	124.8	120.5



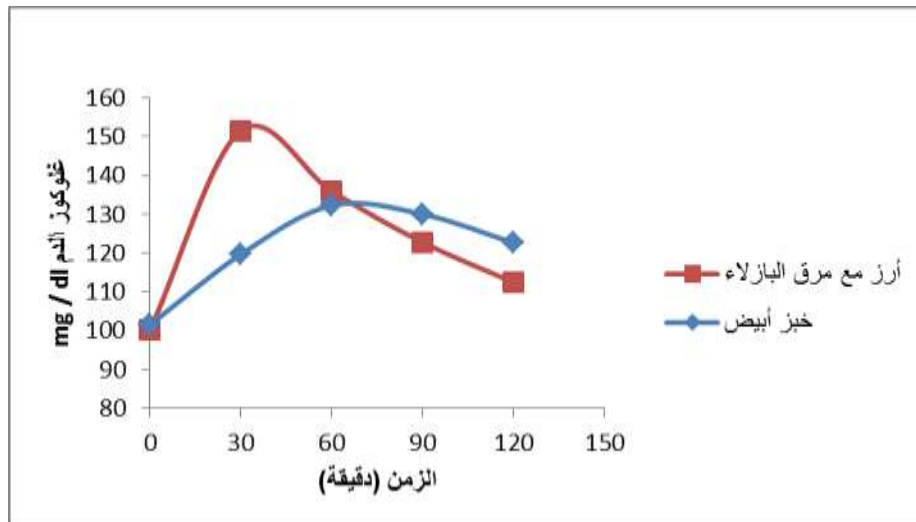
الشكل (1): المنحني البياني لمتوسط قيم جلوكوز الدم الناتجة عن تناول البيرق/ الخبز الأبيض مع الزمن لدى المتطوعين

حُسبت المساحة المتزايدة تحت المنحني لكل من المنحنيين بواسطة برنامج الأوتوكاد الهندسي (AutoCAD) فكانت قيمها 0.7704 للخبز الأبيض و 0.8102 لورق العنب المحشي بالأرز، و بتطبيق العلاقات المذكورة سابقاً كانت قيمة المشعر الجلوكوزي لورق العنب المحشي بالأرز 74.67 و الجمل الجلوكوزي لنصف كوب (125غ) منه 23.72.

3-1 تحديد قيمة كل من المشعر و الجمل الجلوكوزي لوجبة الأرز مع مرق البازلاء:

الجدول (8): نتائج قيم جلوكوز الدم (mg/dl) لكل متطوع بعد تناول كمية من وجبة الأرز مع مرق البازلاء الحاوية على (50 غ من الكربوهيدرات القابلة للهضم و البالغة 258 غ) نصفها أرز و النصف الآخر مرق بازلاء) لدى الفواصل الزمنية التالية (0-30-60-90-120) دقيقة من تناول الوجبة.

تركيز جلوكوز الدم (mg/dl) بعد تناول الوجبة					الوجبة المتناولة	اسم المتطوع
120 دقيقة	90 دقيقة	60 دقيقة	30 دقيقة	0 دقيقة		
101	116	121	150	93	أرز مع مرق بازلاء	م.ا
100	137	146	138	88	أرز مع مرق بازلاء	أ.م
108	109	129	144	97	أرز مع مرق بازلاء	ك.س
103	106	123	153	100	أرز مع مرق بازلاء	م.م
109	123	136	175	110	أرز مع مرق بازلاء	آ.ج
105	120	148	161	107	أرز مع مرق بازلاء	ح.ي
118	124	135	145	97	أرز مع مرق بازلاء	ع.ق
130	132	140	127	103	أرز مع مرق بازلاء	د.م
120	127	133	156	102	أرز مع مرق بازلاء	م.ي
130	133	148	167	106	أرز مع مرق بازلاء	ر.ح
112.4	122.7	135.9	151.6	100.3	المتوسط الحسابي	

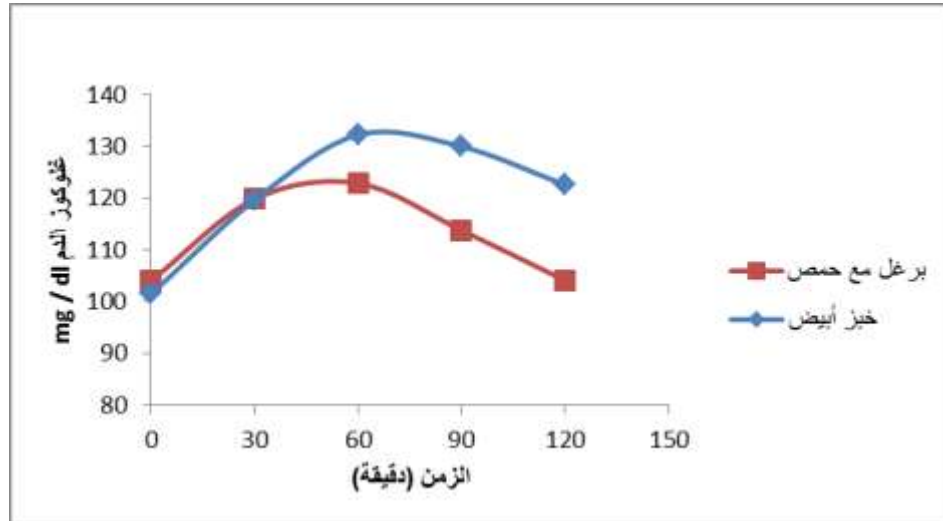


الشكل (2): المنحني البياني لمتوسط قيم غلوكوز الدم الناتجة عن تناول الأرز مع مرق البازلاء/ الخبز الأبيض مع الزمن لدى المتطوعين حُسبت المساحة المتزايدة تحت المنحني لكل من المنحنيين بواسطة برنامج الأوتوكاد الهندسي (AutoCAD) فكانت قيمها 0.7308 للخبز الأبيض و 0.9493 للأرز مع مرق البازلاء، و بتطبيق العلاقات المذكورة سابقاً كانت قيمة المشعر الغلوكوزي للأرز مع مرق البازلاء 92.23 و الحمل الغلوكوزي لنصف كوب (125غ) منه 22.31.

4-1 تحديد قيمة كل من المشعر و الحمل الغلوكوزي لوجبة البرغل مع الحمص:

الجدول (9): نتائج قيم غلوكوز الدم (mg/dl) لكل متطوع بعد تناول كمية من وجبة البرغل مع الحمص الحاوية على (50) غ من الكربوهيدرات القابلة للهضم و البالغة 150 غ لدى الفواصل الزمنية التالية (0-30-60-90-120) دقيقة من تناول الوجبة.

اسم المتطوع	الوجبة المتناولة	تركيز غلوكوز الدم (mg/dl) بعد تناول الوجبة				
		0 دقيقة	30 دقيقة	60 دقيقة	90 دقيقة	120 دقيقة
م.أ	برغل مع حمص	109	118	124	117	109
أ.م	برغل مع حمص	98	109	140	120	98
ك.س	برغل مع حمص	108	127	115	107	108
م.م	برغل مع حمص	105	131	117	110	105
أ.ج	برغل مع حمص	114	135	115	114	114
ح.ي	برغل مع حمص	106	118	121	123	106
ع.ق	برغل مع حمص	89	102	122	112	89
د.م	برغل مع حمص	104	112	128	120	104
م.ي	برغل مع حمص	110	137	112	102	110
ر.ح	برغل مع حمص	98	110	135	113	98
المتوسط الحسابي		104.1	119.9	122.9	113.8	104.1



الشكل (3): المنحني البياني لمتوسط قيم جلوكوز الدم الناتجة عن تناول البرغل مع الحمص/ الخبز الأبيض مع الزمن لدى المتطوعين

حُسبت المساحة المتزايدة تحت المنحني لكل من المنحنيين بواسطة برنامج الأوتوكاد الهندسي (AutoCAD) فكانت قيمها 0.9368 للخبز الأبيض و 0.4649 للبرغل مع الحمص، و بتطبيق العلاقات المذكورة سابقاً كانت قيمة المشعر الجلوكوزي للبرغل مع الحمص 35.23 و الجمل الجلوكوزي لنصف كوب (125غ) منه 14.67. تم استخدام قيم المشعر و الجمل الجلوكوزي في السنوات الأخيرة بشكل كبير في الوقاية من الداء السكري، السمنة، المتلازمة الاستقلابية، أمراض القلب و الأوعية الدموية، و بعض أنواع السرطان كسرطان القولون(22)، يعتبر كل من المشعر و الجمل الجلوكوزي للأطعمة مهمين في تدبير ارتفاع جلوكوز الدم و تقليل الحاجة إلى الأنسولين الخارجي لدى مرضى الداء السكري من النمط الأول، و الوقاية من فرط أنسولين الدم لدى مرضى النمط الثاني(22، 23). استعرضت جمعية الحماية الأمريكية (ADA) American Dietetic Association الدليل على استخدام المشعر الجلوكوزي للتدخل في العلاج الغذائي لمرضى الداء السكري و ذكرت أن الأطعمة ذات المشعر الجلوكوزي المنخفض قد تقلل من مستويات جلوكوز الدم بعد الأكل، كما أكدت وجود دليل كاف على الفائدة طويلة الأمد للتوصية باستخدام أنظمة غذائية منخفضة المشعر الجلوكوزي كاستراتيجية أولية في تخطيط الوجبات(18)، و بالتالي يُنصح مرضى الداء السكري بتناول الأطعمة ذات المشعر و الجمل الجلوكوزي المنخفض(24، 25). لذلك من المهم معرفة قيمة كل من المشعر و الجمل الجلوكوزي للأطعمة شائعة الاستهلاك محلياً، حيث تعد معالجة الأغذية أحد العوامل الرئيسية التي تساهم في اختلاف قيم المشعر و الجمل الجلوكوزي لها (26). فقد تختلف استجابة جلوكوز الدم للوجبات بشكل كبير باختلاف طريقة الطهي، الحرارة المستخدمة، كمية الماء المضاف و وقت الطهي(27).

أوجدت هذه الدراسة أن قيمة المشعر الجلوكوزي لورق العنب المحشي بالأرز وللأرز مع مرق البازلاء تبلغ 74.67 و 92.23 على الترتيب ما يجعلهما من الأغذية مرتفعة المشعر الجلوكوزي والتي لا يُنصح بتناولها من قبل الأشخاص المصابين بالداء السكري أو المعرضين للإصابة به. كلا الوجبتين السابقتين تعتمدان على الأرز الأبيض قصير الحبة الذي يظهر اختلافاً كبيراً في قيم مشعره الجلوكوزي، تتراوح بين 43 و 112 (28)، حيث يرجع هذا الاختلاف إلى الاختلافات النباتية الكامنة في الأرز من بلد إلى آخر إضافةً إلى طرق التصنيع و الطهي المختلفة، حيث أن قيمة المشعر الجلوكوزي للأرز الأبيض المسلوق في فرنسا 45، في كندا 51، و في باكستان 69 (29)، بينما تبلغ قيمة

المشعر الغلوكوزي للأرز الأبيض طويل الحبة المسلوق لمدة 10 دقائق في بلجيكا 68 ± 6 ، و المطهو لمدة 20 دقيقة 75 ± 7 (29).

مما سبق لا يمكن التنبؤ بقيمة المشعر الغلوكوزي للأرز بشكل موثوق على أساس حجم الحبوب (الحبة القصيرة أو الطويلة) أو نوع طريقة الطهي، من الواضح أن الأرز هو أحد أنواع الأطعمة التي يجب اختبارها تبعاً للعلامة التجارية المحلية (29). أدت العديد من الدراسات حول الأرز و منتجاته إلى تصنيفه عموماً كغذاء مرتفع المشعر الغلوكوزي، و مع ذلك هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر على قيمة مشعره الغلوكوزي بما في ذلك نوع الأرز، محتوى النشاء (الأميلوز و الأميلوبكتين)، الطهي، المعالجة، التبريد، النقع، محتوى الألياف، و حجم الجسيمات، علاوة على ذلك نادراً ما يتم استخدام الأرز بمفرده، غالباً ما يكون مصحوباً بأطعمة أخرى كالبقوليات، الخضروات، المأكولات البحرية، المكسرات و اللحوم مما قد يغير من قيمة المشعر الغلوكوزي الكلي للوجبات المختلطة (30).

يقلل خلط الأرز بالدهن استجابة غلوكوز الدم بسبب التأخير في إفراغ المعدة وزيادة إفراز الإنكريتين، كما أنه يغير الخصائص الفيزيائية لنشاء الأرز بسبب تكوين معقدات الأميلوز- الدهن، مما يؤدي إلى انخفاض معدل هضم النشاء بواسطة ألفا أميلاز، و هذا ما أظهرته إحدى الدراسات فقد أدى إضافة السمن للأرز إلى انخفاض قيمة مشعره الغلوكوزي (31). ذكر أيضاً أن السمن يقلل بشكل كبير من معدل هضم النشاء في الأرز (عند إضافته أثناء الطهي) (32). إضافة إلى الدهن يمكن تقليل قيمة المشعر الغلوكوزي للوجبات المختلطة عن طريق تناول البروتين و الألياف، حيث تشير الدراسات إلى أن إضافة البروتين إلى الأطعمة الحاوية على كربوهيدرات يمكن أن يقلل من استجابة غلوكوز الدم، إذ يحفز البروتين زيادة في استجابة كل من الببتيد المثبط للمعدة Gastric Inhibitory Peptide (GIP) و الأنسولين، مما يقلل بدوره من ذروة الغلوكوز بعد الأكل و يقلل استجابة غلوكوز الدم للوجبات (30). يمكن أن يؤدي وجود الألياف الغذائية في الأطعمة أيضاً إلى تأخير استجابة غلوكوز الدم لأنها تساهم في إبطاء امتصاص العناصر الغذائية و تأخير زمن العبور في الأمعاء الدقيقة (30)، ومن الأغذية ذات المحتوى المرتفع من الألياف الجوز إذ يبلغ محتواه من الألياف 2.8-0.6% (33) و هذا ما يسبب انخفاضاً في مشعره الغلوكوزي إذ تبلغ قيمة المشعر الغلوكوزي للجوز المقشر و المسلوق في استراليا 32، بينما وفقاً ل Harvard Health Publishing 39.

أما البطاطا فعلى الرغم من محتواها من الألياف (34) 2.2% تختلف قيمة مشعرها الغلوكوزي فقيمتها للبطاطا المقشرة و المسلوقة لمدة 35 دقيقة في استراليا 88، في نيوزيلندا 70، و للبطاطا المقشرة المقطعة مكعبات و المغلية في ماء مالح مدة 15 دقيقة في كندا 58 (29). من المعروف أن البقوليات لها العديد من الفوائد الغذائية، إضافة إلى كونها مصدر للطاقة، المواد الفينولية، الفيتامينات والمعادن، تُعتبر أيضاً غنية بالبروتين 20-40% (35) و الألياف 11.5-33.2% (36)، مما يُسبب انخفاضاً في قيم مشعرها الغلوكوزي، حيث تبلغ قيمة المشعر الغلوكوزي للبالزلاء المجففة المسلوقة 22 (29). أظهرت الدراسات أن تناول البقوليات يمكن أن يساعد في التخفيف من استجابة غلوكوز الدم بعد تناول وجبات الأرز، حيث كانت إحدى الآليات المحتملة هي أن البقوليات تتسبب في بقاء امتصاص الكربوهيدرات (37)، كما أنها تحتوي نسبة أعلى من الأميلوز إلى الأميلوبكتين و بالتالي تملك قيمة مشعر غلوكوزي أقل (12).

من المثير للاهتمام في السنوات الأخيرة أن إحدى استراتيجيات تقليل المشعر الغلوكوزي للخبز تعتمد على إضافة طحين البقوليات (flour-based legume) كجزء من المكونات لصنع الخبز (37). في دراستنا هذه لم تنقص قيمة

المشعر الغلوكوزي للأرز الأبيض بالرغم من وجود عناصر غذائية كورق العنب و السمينة في وجبة ورق العنب المحشي بالأرز (197غ) و التي أدت إلى محتوى من الألياف 0.71 غ، الدسم 5.06 غ و البروتين 5.06 غ، و وجود (البازلاء، البطاطا و الجزر..) في وجبة الأرز مع مرق البازلاء (258غ) و التي أدت إلى 8.62 غ من البروتين، 0.39 غ من الألياف و 1.63 غ من الدسم ضمنها و بقيت هاتان الوجبتان بقيم مشعر غلوكوزي مرتفعة. هذه النتيجة مماثلة لدراسة أجريت على الملفوف المحشي بالأرز في لبنان و الذي بلغت قيمة مشعره الغلوكوزي 67.93 ± 7.89 ، على الرغم من أنه كان من المتوقع أن يكون له قيمة أقل بالنظر إلى مكون الملفوف و إضافة عصير الليمون الذين من شأنهما أن يقللا من قيمة المشعر الغلوكوزي (28).

قد تكون قيمة المشعر الغلوكوزي المرتفعة لورق العنب المحشي بالأرز ناتجة عن الطهي المطول (مدة ساعتين)، حيث تزيد طريقة الطهي هذه جلته و قابلية هضم الأرز، مما يزيد استجابة غلوكوز الدم للوجبة المختلطة (30). من الجدول (5) نلاحظ أن الأرز مع مرق البازلاء هي الوجبة ذات المحتوى المائي الأعلى بين الوجبات الثلاث 75.62%، نتيجة لذلك يكون النشاء أكثر جيلاتينيا، جلته النشاء العالية هذه قد أعاققت بالتأكد عمل العناصر الغذائية الأخرى كالدهن و البروتين و الألياف، و أصبح النشاء أكثر قابلية للهضم، مما أدى إلى قيمة مشعر غلوكوزي مرتفعة (38). تختلف قيمة المشعر الغلوكوزي أيضاً باختلاف تقديم الوجبات في الحالة الساخنة أو الباردة، حيث ينتج عن عملية التبريد تشكيل نشاء مقاوم غير قابل للهضم (39). عندما يتم تسخين النشاء إلى درجة حرارة حوالي 50 درجة مئوية في وجود الماء يتضخم الأميلوز الموجود في الحبيبات، يتفكك التركيب البلوري للأميلوبكتين و تتمزق الحبيبات فتأخذ سلاسل البولي سكاريد polysaccharide chains تشكلاً عشوائياً مما يتسبب في انتفاخ النشاء. هذه العملية المعروفة باسم الجلتنة gelatinization تجعل النشاء سهل الهضم، فكلما زادت الجلتنة كلما كان النشاء أكثر لزوجة و كلما ارتفع مشعره و جملة الغلوكوزي، فحبيبات النشاء الجيلاتينية أكثر عرضة للتحلل بواسطة ألفا أميلاز α -amylase من حبيبات النشاء الأصلية (15).

بعد تحويل النشاء إلى جيلاتين (جلتنة النشاء)، يبدأ النشاء الجيلاتيني تدريجياً عندما يصبح بارداً (درجة حرارة منخفضة) في إعادة ترتيب جزيئاته الكبيرة من الأميلوز و الأميلوبكتين مما يؤدي إلى زيادة الطبيعة البلورية لجزيئات النشاء، تُعرف هذه العملية بالتراجع retrogradation، يصبح التراجع أكثر حدة مع مرور الوقت و انخفاض درجات الحرارة. كلما زاد محتوى الأميلوز في النشاء زادت فعالية عملية التراجع، و زادت مقاومة النشاء للهضم بسبب الروابط الهيدروجينية الأقوى مما يؤدي إلى انخفاض المشعر الغلوكوزي للنشاء و قد يؤدي ذلك إلى خفض جملة الغلوكوزي أيضاً. خلال عملية التراجع يمكن تحويل النشاء الجيلاتيني أو المذاب من حالة غير منظمة إلى حالة أكثر ترتيباً أو بلورية، يتسبب هذا التغيير الفيزيائي في صلابة الأطعمة النشوية المعالجة بالحرارة، مما يقلل من قيمة المشعر الغلوكوزي بسبب زيادة مقاومة الأميلاز، وبالتالي فإن مدة المرحلة الأولى من التراجع تعتمد على محتوى النشاء من الأميلوز (15). فمن المتوقع أن يكون ارتفاع قيمة المشعر الغلوكوزي لكل من ورق العنب المحشي بالأرز و الأرز مع مرق البازلاء عائد لتقديم الوجبة ساخنة ليتم تناولها من قبل المتطوعين (39).

مما سبق يمكن القول أن المشعر الغلوكوزي ليس فقط مقياس لامتصاص الكربوهيدرات مباشرة في الأمعاء الدقيقة، و لكنه يشير أيضاً إلى تأثير العوامل الأخرى في الأطعمة و التي يمكن أن تؤثر على معدل امتصاص الكربوهيدرات في الأمعاء الدقيقة، حيث أنه سيكون للوجبة المختلطة من الكربوهيدرات، البروتين و الدهن و الألياف استجابة غلوكوز مختلفة و متغيرة اعتماداً على نسبة كل عنصر غذائي فيها (17).

بلغت قيمة المشعر الغلوكوزي للبرغل المطهو مع الحمص بالطريقة المذكورة سابقاً في دراستنا 35.23 مما يجعله من الأغذية منخفضة المشعر الغلوكوزي، بينما كانت قيمة المشعر الغلوكوزي للبرغل المطهو مع البندورة في دراسة أخرى أجريت في لبنان 50.09 (28). كما بلغت قيمة المشعر الغلوكوزي للبرغل المسلوق وحده في كندا 46 (29). قد يعود انخفاض قيمة المشعر الغلوكوزي لوجبة البرغل في دراستنا لوجود الحمص، فاستناداً إلى تقرير الجداول الدولية للمشعر الغلوكوزي، فإن الحمص المجفف، المنقوع و المسلوق من الفلبين له قيمة مشعر غلوكوزي منخفضة تبلغ 10، كما تبلغ قيمة المشعر الغلوكوزي للحمص المجفف و المسلوق في كندا 31 (29) و تبلغ قيمة المشعر الغلوكوزي للحمص وفقاً ل Harvard Health Publishing حوالي 9 ± 28 . يعتبر الحمص غذاء منخفض المشعر الغلوكوزي، و قد يعود ذلك لمحتواه من البروتين 8.86% والألياف 7.6% (40)، و تناول الوجبات التي تحتوي عليه تؤدي إلى استجابة أقل في تركيز الغلوكوز و الأنسولين في البلازما (41). و كما أظهرت إحدى الدراسات أن استهلاك الحمص إلى جانب الأرز، و هو غذاء ذو مشعر غلوكوزي مرتفع، يمكن أن يؤدي إلى تقليل استجابة غلوكوز الدم بعد تناوله بشكل كبير (42).

6من أجل التحكم بشكل أفضل في استجابة غلوكوز الدم لإدارة الداء السكري و الوقاية منه يجب ربط بيانات المشعر الغلوكوزي مع بيانات الحمل الغلوكوزي التي تأخذ بعين الاعتبار محتوى الأغذية المختلف من الكربوهيدرات (43). في دراستنا هذه كان نصف كوب (125غ) من ورق العنب المحشي بالأرز له قيمة حمل غلوكوزي تبلغ 23.72، بينما نصف كوب من الأرز مع مرق البازلاء 22.31، أما نصف كوب من البرغل مع الحمص 14.67. وفقاً للتصنيف الرسمي للحمل الغلوكوزي نجد أن لكل من ورق العنب المحشي بالأرز و الأرز مع مرق البازلاء $GL > 20$ أي قيمة مرتفعة و بالتالي يمكن أن يؤثر سلباً على الصحة لذلك يجب أن يكون استهلاكهم محدوداً لأنهما قد يزيدا من استجابة الأنسولين، بينما البرغل مع الحمص فهو ذو قيمة متوسطة و بالتالي سيكون تناوله أقل تأثيراً سلبياً على الصحة. أحد الإنجازات الرئيسية لمفهوم المشعر و الحمل الغلوكوزي هو أن تصنيف الأطعمة بناءً على قيم المشعر و الحمل الغلوكوزي الخاصة بها قد بدد المفهوم الغذائي المقترح مراراً وتكراراً بأن الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات لها آثار صحية ضارة، و يجب الحد من استهلاكها (44، 45). على سبيل المثال في دراستنا هذه كان للبرغل مع الحمص الوجبة ذات المحتوى الأعلى من الكربوهيدرات 33.32% قيمة المشعر و الحمل الغلوكوزي الأخفض مقارنة بالوجبات الأخرى المدروسة، يليها وجبة ورق العنب المحشي بالأرز التي احتوت على نسبة أقل من الكربوهيدرات 25.41%، أما وجبة الأرز مع مرق البازلاء ذات المحتوى الأقل من الكربوهيدرات 19.35% كان لها القيمة الأعلى للمشعر و الحمل الغلوكوزي.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

- أظهرت النتائج التي توصلنا إليها أن لورق العنب المحشي بالأرز و الأرز مع مرق البازلاء قيم مشعر غلوكوزي مرتفعة، ولا يُنصح بتناولها من قبل الأشخاص المصابين بالداء السكري أو المعرضين للإصابة به، بينما البرغل المطهو مع الحمص له قيمة منخفضة، و بالتالي هو الخيار الأفضل للمرضى المصابين بالداء السكري.

التوصيات:

- ينصح مرضى السكري بإدخال البرغل مع الحمص في نظامهم الغذائي والتقليل من تناول كل من ورق العنب المحشي بالأرز و الأرز مع مرق البازلاء استناداً إلى قيم مشعرها و جملها الجلوكوزي.
- إجراء سلسلة من الدراسات اللاحقة لتطوير قاعدة بيانات بقيم المشعر الجلوكوزي للوجبات المختلطة و شائعة الاستهلاك في سورية. مما يساعد مرضى السكري و اختصاصيي التغذية في اختيار الأطعمة الأمثل و المناسبة لوضعهم الصحي.
- إجراء دراسة معمقة حول تأثير إضافة الحمص للوجبات الغذائية في خفض قيمة المشعر الجلوكوزي لها.
- التحقق فيما إذا كان إضافة التوابل، البقوليات، الدسم، البروتين و الألياف بكميات مختلفة إلى الوجبات المختلطة تقلل من قيمة مشعرها الجلوكوزي، و دراسة إمكانية تصميم أطعمة بمكونات و مقادير خاصة بمرضى الداء السكري تساعد في ضبط قيم جلوكوز الدم لديهم كتدبير إضافي و داعم للأدوية الخافضة لجلوكوز الدم.

References

1. Ojo O. An overview of diabetes and its complications. *Diabetes Research Open Journal*. 2016;2(2):e4-e6.
2. Papatheodorou K, Banach M, Bekiari E, Rizzo M, Edmonds M. Complications of diabetes 2017. *Hindawi*; 2018.
3. Fatani EM, Gari LN, Alharbi AH, Alzahrani JA, Almasoudi AS, Bablghaith ES, et al. Awareness of diabetic complications, perceived knowledge, compliance to medications and control of diabetes among diabetic population of Makkah city, Kingdom Saudi Arabia: cross-sectional study. *The Egyptian journal of hospital medicine*. 2018;31(5623):1-6.
4. Contreras F, Sanchez M, Martinez M, Castillo M, Mindiola A, Bermudez V, et al. Management and education in patients with diabetes mellitus. *Med Clin Rev*. 2017;3(2):7.
5. Venn B, Green T. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships. *European journal of clinical nutrition*. 2007;61(1):S122-S31.
6. Marsh K, Barclay A, Colagiuri S, Brand-Miller J. Glycemic index and glycemic load of carbohydrates in the diabetes diet. *Current diabetes reports*. 2011;11(2):120-7.
7. Chlup R, Bartek J, Reznickova M, Zapletalová J, Doubravová B, Chlupová L, et al. Determination of the glycaemic index of selected foods (white bread and cereal bars) in healthy persons. *Biomed Papers*. 2004;148(1):17-25.
8. Henry CJK, Thondre PS. The glycaemic index: concept, recent developments and its impact on diabetes and obesity. *Smith Gordon*. 2011;15(2):154-75.
9. Augustin LS, Kendall CW, Jenkins DJ, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015;25(9):795-815.
10. Thilakavathy S, Pandeewari NK. The glycemic index-A science based diet. *Int J Pharm Med & Bio Sc*. 2012;1(2):259-65.
11. Al Dhaheer AS, Al Ma'awali AK, Laleye LC, Washi SA, Jarrar AH, Al Meqbaali FT, et al. The effect of nutritional composition on the glycemic index and glycemic load values of selected Emirati foods. *Bmc Nutrition*. 2015;1(1):1-8.

- .12 Vosloo MC. Some factors affecting the digestion of glycaemic carbohydrates and the blood glucose response. *Journal of Consumer Sciences*. 2005;33.
- .13 Dereje N, Bekele G, Nigatu Y, Worku Y, Holland RP. Glycemic index and load of selected ethiopian foods: an experimental study. *Journal of diabetes research*. 2019;2019.
- .14 Arvidsson-Lenner R, Asp N-G, Axelsen M, Bryngelsson S, Haapa E, Järvi A, et al. Glycaemic index. *Scandinavian Journal of Nutrition*. 2004;48(2):84-94.
- .15 Eleazu CO. The concept of low glycemic index and glycemic load foods as panacea for type 2 diabetes mellitus; prospects, challenges and solutions. *African health sciences*. 2016;16(2):468-79.
- .16 Blanche E, Danielle M, Justin D, Agathe M, Trésor N. Glycaemic Index and Macronutrients Content of Three Traditional Cameroonian Meals. *J Food Nutr Popul Health*. 2017;1(2):20.
- .17 Omage K, Omage SO. Evaluation of the glycemic indices of three commonly eaten mixed meals in Okada, Edo State. *Food science & nutrition*. 2018;6(1):220-8.
- .18 Kouamé CA, Kouassi NK. Glycemic index and glycemic load of selected staples based on rice, yam and cassava commonly consumed in Côte d'Ivoire. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;2014.
- .19 Maclean W, Harnly J, Chen J, Chevassus-Agnes S, Gilani G, Livesey G, et al., editors. Food energy-Methods of analysis and conversion factors. Food and agriculture organization of the united nations technical workshop report; 2003.
- .20 Wolever TM, Brand-Miller JC, Abernethy J, Astrup A, Atkinson F, Axelsen M, et al. Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. *The American journal of clinical nutrition*. 2008;87(1):247S-57S.
- .21 Iron Bioavailability in White, Brown and Bran Bread on Mice. يوسف آح. Tishreen University Journal-Medical Sciences Series. 2020;42.(4)
- .22 Liu S, editor Insulin resistance, hypoglycemia and risk of major chronic diseases-a dietary perspective. PROCEEDINGS-NUTRITION SOCIETY OF AUSTRALIA; 1998: NUTRITION SOCIETY OF AUSTRALIA.
- .23 Clement S. Guidelines for glycemic control. *Clinical cornerstone*. 2004;6(2):31-6.
- .24 Jenkins DJ, Wolever T, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American journal of clinical nutrition*. 1981;34(3):362-6.
- .25 Wolever T, Jenkins D, Josse R, Wong G, Lee R. The glycemic index: similarity of values derived in insulin-dependent and non-insulin-dependent diabetic patients. *Journal of the American College of Nutrition*. 1987;6(4):295-305.
- .26 Yu D, Zhang X, Shu X-O, Cai H, Li H, Ding D, et al. Dietary glycemic index, glycemic load, and refined carbohydrates are associated with risk of stroke: a prospective cohort study in urban Chinese women. *The American journal of clinical nutrition*. 2016;104(5):1345-51.
- .27 Collings P, Williams C, MacDonald I. Effects of cooking on serum glucose and insulin responses to starch. *British medical journal (Clinical research ed)*. 1981;282(6269):1032.
- .28 Farhat A, Moukarzel S, El-Said R, Daher C. Glycemic Index of commonly consumed Lebanese mixed meals and desserts. *Asian Journal of Clinical Nutrition*. 2010;2(2):48-57.

- .29 Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American journal of clinical nutrition*. 2002;76(1):5-56.
- .30 Al Dhaheri AS, Henry CJK, Mohamad MN, Ohuma EO, Ismail LC, Al Meqbaali FT, et al. Glycaemic index and glycaemic load values of commonly consumed foods in the United Arab Emirates. *British Journal of Nutrition*. 2017;117(8):1110-7.
- .31 Kumar A, Panda PA, Lal MK, Ngangkham U, Sahu C, Soren KR, et al. Addition of Pulses, Cooking Oils, and Vegetables Enhances Resistant Starch and Lowers the Glycemic Index of Rice (*Oryza sativa* L.)2020. .
- .32 Kaur B, Ranawana V, Teh AL, Henry CJK. The glycemic potential of white and red rice affected by oil type and time of addition. *Journal of food science*. 2015;80(10):H2316-H21.
- .33 Raees-ul H, Prasad K. Nutritional and processing aspects of carrot (*Daucus carota*)-A review. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*. 2015;1(1):1-14.
- .34 Camire ME, Kubow S, Donnelly DJ. Potatoes and human health. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2009;49(10):823-40.
- .35 Erbersdobler H, Barth C, Jah-reis G. Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses. *Ernahrungs Umschau*. 2017;64(9):134-9.
- .36 Khan AR, Alam S, Ali S, Bibi S, Khalil IA. Dietary fiber profile of food legumes. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2007;2763:.(3)3
- .37 Ahmad SR. Foods Consumed with Rice that Elicit a Reduction in Glucose Response among Healthy Individuals. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2020;8(2):630-9.
- .38 Kouassi NK, Tiahou GG, Abodo JRF, Camara-Cisse M, Amani G .Influence of the variety and cooking method on glycemic index of yam. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009;8(7):993-9.
- .39 Liljeberg H, Björck I. Bioavailability of starch in bread products. Postprandial glucose and insulin responses in healthy subjects and in vitro resistant starch content. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1994;48(3):151-63.
- .40 Wallace TC, Murray R, Zelman KM. The nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus. *Nutrients*. 2016;8(12):766.
- .41 Nestel P, Cehun M, Chronopoulos A. Effects of long-term consumption and single meals of chickpeas on plasma glucose, insulin, and triacylglycerol concentrations. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;79(3):390-5.
- .42 Winham DM, Hutchins AM, Thompson SV. Glycemic response to black beans and chickpeas as part of a rice meal: a randomized cross-over trial. *Nutrients*. 2017;9(10):1095.
- .43 Mendosa D. Revised International Table of Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL) Values-2008. *Living With Diabetes*. 2008.
- .44 Miller JB, Pang E, Bramall L. Rice: a high or low glycemic index food? *The American journal of clinical nutrition*. 1992;56(6):1034-6.
- .45 Bahado-Singh PS, Riley CK, Wheatley AO, Lowe HI. Relationship between processing method and the glycemic indices of ten sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars commonly consumed in Jamaica. *Journal of nutrition and metabolism*. 2011;2011.