

تقدير المؤشر الجلوكوزي لبعض أنواع الخبز اليمني التقليدي

عدنان عبده محمد القباطي⁽¹⁾ وعبد المجيد بجاش عبد الله^{(1)*} وعبد الجليل درهم سعيد⁽²⁾

(1). قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية الزراعة، جامعة صنعاء، صنعاء، اليمن.

(2). قسم التغذية العلاجية كلية العلوم الطبية جامعة الرازي، اليمن.

(*للمراسلة: د.عبد المجيد بجاش. البريد الإلكتروني: mageed967@gmail.com).

تاريخ القبول: 2019/05/11

تاريخ الاستلام: 2019/02/19

الملخص

هدفت الدراسة إلى تقدير المؤشر الجلوكوزي (GI) لبعض أنواع الخبز اليمني التقليدي. وقد شارك ستة من الطلاب المتطوعين (3 ذكور و 3 إناث) تراوحت أعمارهم بين 23-24 سنة، ومعدل مؤشر كتلة الجسم (BMI) 19-21 كغ/م². أخضع كل مشارك في بداية القياس لاختبار تحمل الجلوكوز (GTT)، بعد ذلك أخذ كل مشارك 50 غرام من كربوهيدرات الأغذية المختبرة بعد الصيام مدة 12 ساعة. تم سحب عينات دم من إصبع اليد بعد وقت صفر، و15، و30، و45، و90، و120 دقيقة. أظهرت نتائج حساب قيم GI وجود فروقات معنوية عند مستوى ($P \leq 0.05$) بين خبز الخاص (الرغيف المفرد)، المحضر من طحين القمح الأبيض، وخبز الملح، وخبز التتور، المحضران من طحين القمح الكامل، وكانت قيمها 87، و50.8، و50.5 علي التوالي، بينما لم يكن هناك فروقات معنوية عند مستوى ($P \geq 0.05$) لقيم GI بين الخبز الخاص (الرغيف المفرد)، وخبز القوالب (الروتوي) المحضر من طحين القمح الأبيض، وخبز الكدام المحضر من طحين القمح الكامل، والتي كانت قيمها 87، و59.2، و66.4 علي التوالي، ولكن كانت أقل معنوية مقارنة بالجلوكوز والمستخدم كغذاء قياسي. لذا يعتبر الخبز المنتج من دقيق القمح الكامل سواء كان الملح أو خبز التتور نتيجة للمؤشر الجلوكوزي المنخفض، مفيداً لتغذية المصابين بداء السكري من النوع الثاني (Type 2 Diabetes).

الكلمات المفتاحية: المؤشر الجلوكوزي، الخبز، داء السكر.

المقدمة:

المؤشر الجلوكوزي للأغذية هو حصيلة فعل، وسلوكية هضم وامتصاص المادة الغذائية، إذ يؤدي إلى ظهور أو تغير مستوى الجلوكوز في الدم ويطلق عليه Glycemic index (ويعبّر عنه بالمساحة المقاسة تحت منحنى استجابة جلوكوز الدم بعد الصيام للمنتج أو الغذاء تحت الاختبار، منسوباً للمساحة المقاسة تحت منحنى استجابة جلوكوز الدم للخبز الأبيض أو الجلوكوز (Raben, 2002)). تظهر قيمة هذا المؤشر لكل مادة غذائية متناولة بما يمكن أن تصنف تبعاً له إلى ثلاث مجموعات: أغذية ذات مؤشر جلوكوزي منخفض (55 % $GI \leq$)، وأغذية ذات مؤشر جلوكوزي متوسط (55 % - 69 % $GI =$)، وأغذية ذات مؤشر جلوكوزي مرتفع (70 % $GI \geq$) (Riccardi, et al., 2003; Rasmussen, 1993). أشارت دراسات أن الأغذية ذات المؤشر الجلوكوزي المنخفض أدت الى تحسن

في كل من مستوى الجلوكوز والليبيدات في الأشخاص المصابين بالنوع الأول والثاني من مرض السكري، ولهذه الأغذية منافع كثيرة للسيطرة على وزن الجسم لأنها تساعد في السيطرة على الشهية، وتؤجل عملية الجوع، وكذلك تخفض مستويات الأنسولين في الدم (Berger, 1995). انتشار داء السكري يكون بصورة أقل في الأشخاص الذين يتلقون وجبات غذائية ذات مؤشر جلوكوز (GI) منخفضة مقارنةً بالوجبات الغذائية ذات المؤشر الجلوكوزي المرتفع (McKeown *et al.*, 2004).

يتم هضم الكربوهيدرات في الأغذية بمعدلات مختلفة اعتماداً على عوامل مثل: كمية الكربوهيدرات، وطبيعة مكونات السكريات الأحادية والنشا، وعمليات الطهي أو تجهيز الأغذية، والمكونات الغذائية الأخرى (Hafeel *et al.*, 2016). إن تقييم مؤشر نسبة السكر في الدم يعد معياراً ومقياساً هاماً لا بد من أخذه بعين الاعتبار من أجل فهم أفضل للآثار الفسيولوجية للأطعمة ذات مستوى الكربوهيدرات العالي (Marques *et al.*, 2007). ومن الصعب الاعتماد على المؤشر الجلوكوزي كلياً في تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم لمرضى البدانة (السمنة) والسكري، ولكنه أداة جيدة عندما يستخدم بجانب حساب الكربوهيدرات في الغذاء (Wikipedia, 2017). النظام الغذائي عالي المحتوى من الألياف له فوائد صحية كثيرة، إذ قد يؤدي استهلاك المنتجات الغذائية العالية في نسبة الألياف إلى الحد من مخاطر الأمراض القلبية الوعائية، والسكري من النمط الثاني، والبدانة، وبعض أنواع السرطان، كما يمكن أن يحسن من صحة الجهاز الهضمي (Duyff, 2012). يمكن أن يسهم الخبز عالي المحتوى من الألياف بشكل جيد خاصة أثناء اتباع نظام غذائي صحي، إذ أشارت الدلائل العلمية إلى أن الأرغفة الأكثر صحة في جميع الحالات هي تلك التي لديها مؤشر منخفض لنسبة السكر في الدم، إذ يعرف على أنه الذي يعطي على الأقل ارتفاع مبالغ فيه (مفرط) لنسبة السكر في الدم وأقل استجابة للأنسولين (Akanbi and Ikujenlola, 2016). في دراسة قام بها Jenkins *et al.*, (1981) بينوا أن قيم GI هي 71، و69 للخبز المصنوع من طحين الحنطة الأبيض، وطحين الحنطة الكامل على التوالي، عند تغذية متطوعين سليمين بـ 50 غرام من الكربوهيدرات مع استخدام الجلوكوز كغذاء قياسي. بينما وجد Wolever *et al.*, (1994) أن قيمة GI للخبز الأبيض المصنوع من طحين الحنطة الأبيض هو 101 عند تقديره بوساطة متطوعين مصابين بداء السكر من النوع IDDM وNIDDM ولفترة ثلاث ساعات بعد الصيام، مع استخدام الخبز الأبيض كغذاء قياسي. كذلك وجد Walker and Walker (1984) أن قيم GI للخبز المصنوع من طحين الحنطة الأبيض، وطحين الحنطة الكامل كانت 71، و73 لكل منهما على التوالي، بوساطة متطوعين غير مصابين بداء السكر، ولفترة قياس ساعتين، مع استخدام الجلوكوز كغذاء قياسي. في حين لاحظ Ross *et al.*, (1987) أن قيمة GI للخبز المصنوع من طحين الحنطة الكامل هو 77، على متطوعين غير مصابين بداء السكر، ولفترة قياس ساعتين بعد الصيام، مع استخدام الجلوكوز كغذاء قياسي.

إن الشكل الطبيعي وارتفاع الألياف اللزجة والمثبطات الإنزيمية في الحبوب الكاملة تسبب بطء عملية الهضم والامتصاص مقارنةً مع الحبوب المصفاة، إذ تظهر نسبة ضئيلة لاستجابة جلوكوز الدم ومستوى أقل للأنسولين أيضاً (Jenkins *et al.*, 1988). وعند المقارنة بين الخبز الأبيض وخبز الحنطة الكامل الذي يحتوي على حبوب كاملة، أظهر الأخير انخفاض في استجابة جلوكوز الدم والأنسولين (Braaten *et al.*, 1991)، كما لم تظهر العصيدة المحتوية على Wheat farina وأغذية الإفطار الحبوبية اختلافاً في المؤشر الجلوكوزي مقارنةً مع الخبز الأبيض (Weststrate and Van Amelsvoort, 1993; Foster-Powell and Miller, 1995). في دراسة قام بها Lanzerstorfer *et al.*, (2018) عن تأثير تناول أنواع مختلفة من الخبز المحضر من الحبوب الكاملة على استجابة الجلوكوز ومؤشر السكر في الدم، أشاروا إلى وجود فروق كبيرة في استجابة الجلوكوز ومؤشرات نسبة السكر في الدم بعد الأكل،

وأن الخبز الغني بالبروتين كان أقل مقارنةً بالخبز الغني بمحتوي الزيت، وأن درجة الطحن للحبة الكاملة لم يكن لها تأثير على مستوى الجلوكوز أو مؤشر نسبة السكر في الدم. كذلك قارن Behall *et al.*, (1999) بين ثلاثة أنواع من الخبز المصنوع من طحين مختلف في حجم الحبيبات أو الجسيمات على متطوعين متوسطي العمر من الرجال والنساء، الذين تم تغذيتهم بخبز أبيض قياسي White bread standard وطحين فائق النعومة، وخبز محضر من طحين الحنطة الكامل، وكانت النتيجة انخفاض المؤشر الجلوكوزي مقارنة مع تناول الجلوكوز، كما أدى تناول خبز الحنطة الكامل إلى انخفاض المؤشر الجلوكوزي مقارنة بالخبز الأبيض ولكن هذا الانخفاض لم يكن معنوياً. في حين قارن (Holm and Bojrck 1992) الاستجابة لمستوى جلوكوز الدم على متطوعين غير مصابين بداء السكر والذين تم تغذيتهم بخبز الحنطة الأبيض وخبز جريش الحنطة، والخبز المحتوي على حبوب الشيلم، وكانت النتيجة أن تناول الخبز الحاوي على الحبوب الكاملة أدى إلى خفض استجابة جلوكوز الدم، ورفع درجة الشبع، إذ استنتج أن حجم الجزيئات أو الجسيمات لم تكن هي السبب في هذا الانخفاض، ولكن تركيب تلك الأغذية هو الذي أثر على استجابة الجلوكوز والأنسولين. في دراسة قام بها Al-Nuzal and Faraj (2018) وجدا فيها أن مستوى سكر الدم ينخفض بزيادة نسب إضافة النخالة للخبز والذي يعد وجودها في الخبز مفيداً لمرضى السكر ولصحة الناس العاديين. كما أشارت دراسة كل من (Liljeberg *et al.*, 1992; Granfeldt *et al.*, 1994) إلى أن تحويل المواد الخام إلى طحين قبل عملية الطبخ زادت من استجابة جلوكوز الدم بشكل معنوي مقارنة مع بذور الحبوب الكاملة.

مواد البحث وطرائقه:

العينات المستخدمة في البحث:

تم شراء عينات الدقيق الأبيض والأحمر من السوق المحلية، العاصمة صنعاء، الجمهورية اليمنية، من ماركة السنابل والمنتج من قبل الشركة اليمنية للمطاحن وصوامع الغلال بعدن.

التحليل الكيميائي:

تم إجراء التحليل الكيميائي لدقيق القمح. وذلك لمعرفة تركيبها من الرطوبة، والبروتين، والدهن، والألياف، والرماد، والكربوهيدرات، حيث قدرت الرطوبة، والرماد وفقاً للطريقة القياسية (AOAC, 2000). بينما تم تقدير البروتين: باتباع طريقة ميكرو كلداهل وفقاً لما ذكره Pearson (1976)، وقدر الدهن باتباع طريقة (Horowitz 1984)، وكذلك تم تقدير الألياف وفقاً لما ذكره Pearson (1973)، ثم حسبت كمية الكربوهيدرات من خلال الفرق (% للكربوهيدرات الكلية = 100 - (بروتين% + دهن% + رماد% + الألياف% + رطوبة%).

تحضير الخبز:

تم إعداد خمسة أنواع من الخبز:

الخاص (الرغيف المفرد) وخبز القوالب (الروتني) المحضران من الطحين الأبيض الملوّج، وخبز التنور، والكدام المحضرة من الطحين الكامل. وزنت الكميات المحددة في الجدول (1) والتي تعطي 50 غرام كربوهيدرات، وتم إعداد العجينة والخبز على النحو الآتي:

الخاص (الرغيف المفرد):

أضيف 2 غرام خميرة، 1.5 غرام ملح الطعام، 50 مل ماء تقريباً وبعد فترة التخمير، والنقطة ثم التخمير، والفرد باليد بشكل دائري، والخبز. تم خبز عجينة الخبز في أحد المخابز المحلية الحجرية، إذ كانت مدة الخبز أقل من عشر دقائق تقريباً.

خبز القوالب (الروتّي):

أضيف 2 غرام خميرة، 1.5 غرام ملح الطعام، 50 مل ماء تقريباً وبعد فترة التخمير، والتقطيع والتشكيل في القوالب الخاصة بالخبيز، تركت لفترة تخمير ثانية، ثم الخبيز إذ كانت مدة الخبيز أقل من عشر دقائق تقريباً.

الملوج:

أضيف 2 غرام خميرة، 1.5 غرام ملح الطعام، 50 مل ماء تقريباً وبعد فترة التخمير، والتقطيع، يدهن الوجه بالحلبة، ثم تفرّد في جدار التنور بشكل دائري، إذ كانت مدة الخبيز أقل من عشر دقائق تقريباً.

خبز التنور:

أضيف 2 غرام خميرة، 1.5 غرام ملح الطعام، 50 مل ماء تقريباً وبعد فترة التخمير والتقطيع والإعداد، تفرّد العجينة في اليد بشكل دائري، ثم الخبيز في جدار التنور، إذ كانت مدة الخبيز أقل من عشر دقائق تقريباً.

الكدم:

أضيف 2 غرام خميرة، 1.5 غرام ملح الطعام، 50 مل ماء تقريباً وبعد فترة التخمير والتقطيع والإعداد الشبيهة بخبز اللوف، تم تخبيز العجينة في احد المخابز المحلية الحجرية إذ كانت مدة الخبيز أقل من عشر دقائق تقريباً.

بعد الانتهاء من الخبيز لأنواع الخبيز الخمسة، تم تبريد الخبيز إلى درجة حرارة الغرفة مدة ساعة، ثم وزن وقطّع بحيث يحتوي كل جزء على 50 غرام كربوهيدرات. حفظت عينات الخبيز في أكياس من البولي إيثيلين في المجمدة لحين الاستهلاك، إذ أعيد تسخينه في الفرن الكهربائي.

الجدول 1. مكونات وتركيب الغذاء المحضّر والمعد لقياس استجابة جلوكوز الدم.

وزن الخبيز المتناول (غ)	المكونات (غ)				وزن الخبيز قبل الإعداد (غ)	نوع الخبيز
102	0.49	0.26	0.50	7.63	50	الخبس (الرغيف)
102	0.49	0.26	0.50	7.63	50	الروتّي
98	0.90	1.82	1.22	7.92	50	خبز التنور
98	0.90	1.82	1.22	7.92	50	الملوج
100	0.90	1.82	1.22	7.92	50	الكدام

قياس استجابة جلوكوز الدم:

تم قياس استجابة جلوكوز الدم للأغذية وفقاً لطريقة Jenkins *et al.*, (1981) بمشاركة 6 (3 ذكور و3 إناث) من الطلاب المتطوعين، قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية الزراعة، جامعة صنعاء، خلال شهر نوفمبر 2017، تراوحت أعمارهم بين (23-24 سنة). تم تحديد كتلة الجسم (Body Mass Index (BMI) بحوالي (19-21 كغ/م²)، كان المتطوعون يتمتعون بصحة جيدة healthy subjects. خضع كل مشارك في بداية التجربة لاختبار تحمل الجلوكوز (Glucose tolerance test (GTT) إذ تناول كل مشارك 50 غرام من الجلوكوز المذاب بـ 250 مل ماء. بعد ذلك تناول المتطوعون المشاركون الأغذية المختبرة، إذ احتوى كل غذاء على 50 غرام من الكربوهيدرات بعد الصيام لمدة 12 ساعة Overnight fasting، وقبل تناول الغذاء أخذت عينات دم من أصبع اليد في الزمن صفر finger-prick capillary بعدها تناول المشاركون الغذاء مع 250 مل ماء. استغرق تناول الغذاء 5-10 دقائق. أخذت عينات الدم بعد تناول الغذاء من أصبع اليد عند 15، 30، 45، 90، 120 دقيقة. وقد تناول كل مشارك خمسة

أنواع من الأغذية فضلاً عن الغذاء القياسي (محلول الجلوكوز) الحاوي على 50 غرام جلوكوز، إذ كانت هناك مدة زمنية قدرها أسبوع بين قياس وآخر. تم قياس عينات الدم المأخوذة من المتطوعين المشاركين مباشرة باستخدام شرائط one touch test strips والمصنوعة من شركة Lifescon, Johnson and Johnson. company, USA. بعد الانتهاء من الاختبارات تم حساب المؤشر الجلوكوزي GI لكل غذاء، وذلك عن طريق حساب الزيادة في المساحة تحت منحنى الاستجابة لجلوكوز الدم لمدة ساعتين لكل غذاء مختبر، والزيادة في المساحة تحت منحنى الاستجابة لجلوكوز الدم للفترة نفسها للغذاء القياسي (الجلوكوز) وضرب النسبة $\times 100$.

$$GI = \frac{\text{الزيادة في المساحة تحت منحنى استجابة جلوكوز الدم لمدة ساعتين للغذاء المختبر} \times 100}{\text{الزيادة في المساحة تحت منحنى استجابة جلوكوز الدم لمدة ساعتين للغذاء القياسي}}$$

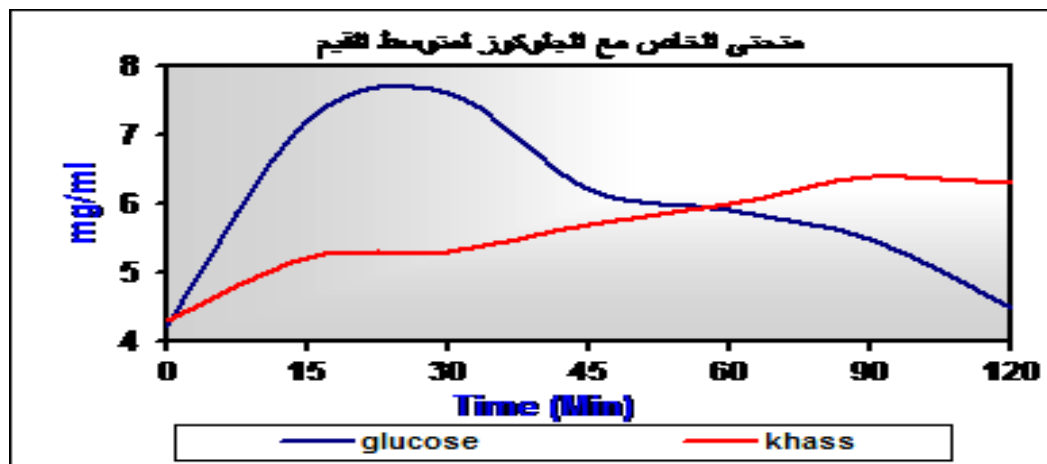
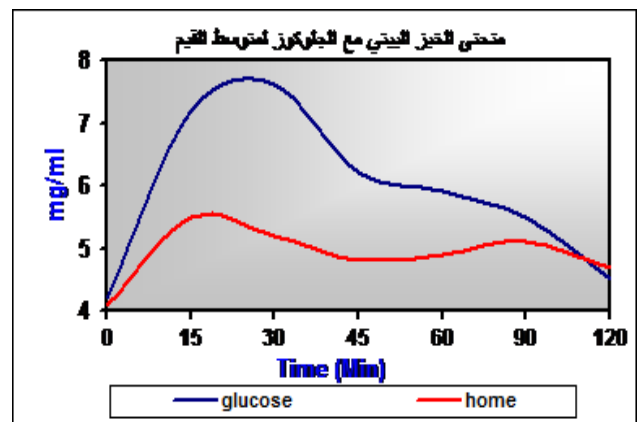
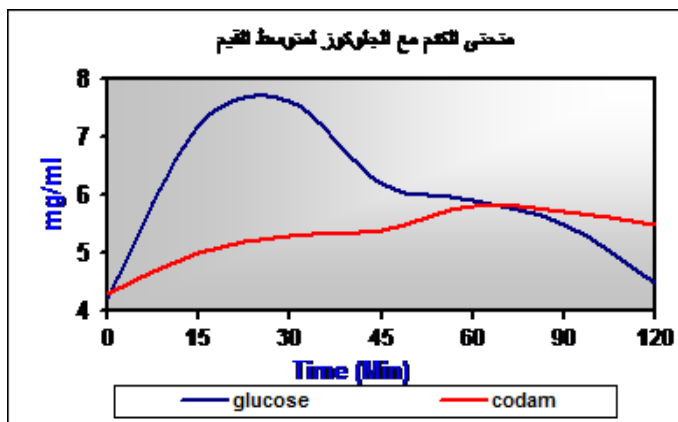
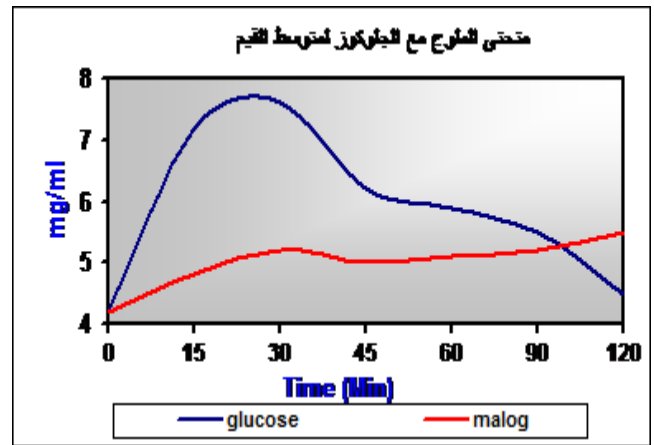
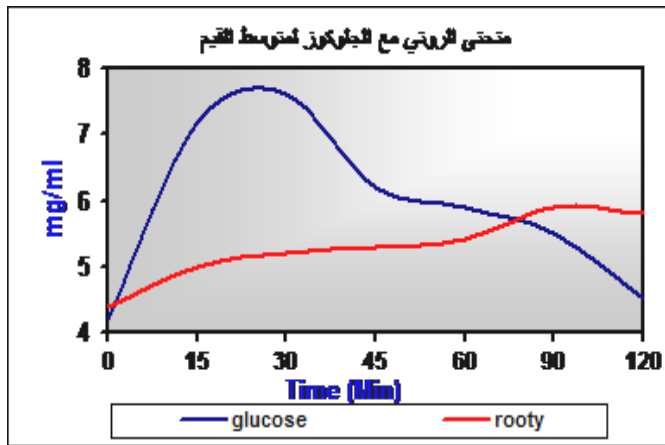
علماً أن المساحة تحت منحنى استجابة جلوكوز الدم تم حسابها مع تجاهل المساحة تحت خط الأساس (تحت مستوي الصيام) حسب طريقة (Wolever *et al.*, 1991; FAO, 1998)، وأن المساحة تحت المنحنى حسبت بطريقة حسابية وباستخدام الحاسبة الالكترونية مع اعتبار المؤشر الجلوكوزي للغذاء القياسي (الجلوكوز) $GI = 100$

التحليل الاحصائي:

تم إجراء التحليل الاحصائي باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) واستخدام One way analysis of variance وتم تحديد الاختلافات بين المتوسطات باستخدام اختبار دانكن عند مستوى معنوية ($P < 0.05$)، إذ استخدم برنامج (SPSS 21) لإجراء التحليل الاحصائي للبيانات.

النتائج والمناقشة:

من خلال النتائج الموضحة في الأشكال (1 - 5) والجدول (2) يتبين وجود انخفاض في استجابة جلوكوز الدم (30 دقيقة) لخبز التتور المصنع من طحين الحنطة الكامل 5.2 mmol /L والذي استمر بالانخفاض إلى النهاية، بينما أظهر خبز الملوغ المصنع من طحين الحنطة الكامل انخفاض في استجابة جلوكوز الدم (45 دقيقة) 5.0 mmol /L ولكن بدء بالارتفاع بعد ذلك مقارنة بالغذاء القياسي، كذلك لم تظهر أية فروقات معنوية في قيم استجابة جلوكوز الدم في بقية الأوقات بين أنواع الخبز الأخرى مقارنةً بالغذاء القياسي. أما أعلى تركيز لجلوكوز الدم فقد كان عند 60، 90، 120 دقيقة لخبز الكدام، والخاص (الرغيف المفرد)، والملوج على التوالي، كذلك يظهر من الجدول عدم وجود فروقات معنوية ($P < 0.05$) ولاسيما في الزيادة في المساحة تحت منحنى الاستجابة (IAUC) بين الخاص (الرغيف المفرد)، وخبز القوالب (الروتوي)، والكدام 180.75 mmol.min/L، 123.0، 138.0 على التوالي لكل منهم، ولكن كانت أقل معنوية مقارنة بالغذاء القياسي. إن خبز التتور والملوج أظهر أقل استجابة لجلوكوز الدم من خبز الخاص (الرغيف المفرد)، وخبز القوالب (الروتوي)، والكدام 05.7, 105.0 mmol.min/L على التوالي، لكل منهم في حين خبز الخس أظهر أعلى استجابة منهما ولكنه أقل من الغذاء القياسي.



الأشكال (1 - 5). استجابة جلوكوز الدم لأنواع الخبز مقارنة مع الجلوكوز

الجدول 2. استجابة جلوكوز الدم والمساحة تحت منحنى الاستجابة لأنواع الخبز.

IAUC mmol.min/L	الاستجابة لجلوكوز الدم مل مول/لتر							نوع الخبز
	الوقت (دقيقة)							
	120	90	60	45	30	15	0	
180.75 ^b	6.3 ^{A a}	6.4 ^{A a}	6.0 ^{A a}	5.7 ^{AB a}	5.3 ^{B b}	5.2 ^{B b}	4.3 ^{B a}	الخاص (الرغيف المفرد)
123.0 ^{bc}	5.8 ^{A a}	5.9 ^{A a}	5.4 ^{A b}	5.3 ^{AB ab}	5.2 ^{AB b}	5.0 ^{B b}	4.4 ^{C a}	خبز القوالب (الروتى)
105.0 ^c	4.7 ^{AB b}	5.1 ^{A b}	4.9 ^{A c}	4.8 ^{A c}	5.2 ^{A b}	5.5 ^{A b}	4.1 ^{C a}	خبز التنور
105.7 ^c	5.5 ^{A ab}	5.2 ^{A b}	5.1 ^{A bc}	5.0 ^{A b}	5.2 ^{A b}	4.8 ^{AB b}	4.2 ^{B a}	الملوج
138.0 ^{bc}	5.5 ^{A ab}	5.7 ^{A a}	5.8 ^{A a}	5.4 ^{A ab}	5.3 ^{A b}	5.0 ^{BC b}	4.3 ^{C a}	الكدام
207.75 ^a	4.5 ^{C b}	5.5 ^{BC ab}	5.9 ^{AB a}	6.2 ^{AB a}	7.6 ^{A a}	7.2 ^{A a}	4.2 ^{C a}	الجلوكوز القياسي

الأرقام تمثل ستة مكررات.

* قيم المتوسطات ذات الأحرف الصغيرة المتشابهة عمودياً لكل مستوى وقت على حدة لا تختلف معنوياً عن بعضها عند مستوى معنوية ($P \geq 0.05$).
* قيم المتوسطات ذات الأحرف الكبيرة المتشابهة أفقياً لكل نوعية غذاء على حدة لا تختلف معنوياً عن بعضها عند مستوى معنوية ($P \geq 0.05$).

ويلاحظ من الجدول (3) وجود فروق معنوية في قيم GI بين خبز التنور والملوج المصنوعان من الطحين الكامل، والتي كانت أقل معنوية من خبز الخس المصنوع من الطحين الأبيض والتي كانت 50.5، 50.8، 87 على التوالي لكل منهم، في حين لم يظهر فرق معنوي في قيم GI بين الكدام المصنوع من طحين الحنطة الكامل، والخبز الخاص (الرغيف المفرد)، وخبز القوالب (الروتى) المحضران من الطحين الأبيض، وخبز التنور والملوج المحضران من الطحين الكامل والتي كانت 66.4 و 87 و 50.5 و 59.2 و 50.8 على التوالي، ولكن كانت أقل معنوية من الغذاء القياسي $GI=100$. وكان خبز الخس المصنوع من طحين الحنطة الأبيض ($GI=87$) أقل معنوية بالنسبة لـ GI من الغذاء القياسي $GI=100$.

وفي ضوء ما تقدم كانت النتائج التي تم التوصل إليها لقيم GI متفقة مع بعض الدراسات ومختلفة مع البعض الآخر، حيث كانت قريبة إلى حد ما من النتائج التي تحصل عليها (Almoussa *et al.*, 2013) وخصوصاً الخبز المنتج من دقيق الحبة الكاملة. وكانت متشابهة مع النتائج التي تحصل عليها (Ali *et al.*, 2010) عند تقديره لقيم مؤشر الجلوكوز للخبز الأسمر المحمص والخبز الأسمر اللبناني. وكانت هذه النتائج متوافقة مع ما وجدته (Thannoun and Al-kubati, 2005) من انخفاض المؤشر الجلوكوزي لبعض منتجات الحنطة كالبرغل، والحبية، والرشته، والسباجتي. كما أن هذه النتائج متفقة مع ما حصل عليه Walker and Walker (1984) و (Hallfrish and Behall, 2000) و (Wolever *et al.*, 1991) وقريبة مما وجدته (Jenkins *et al.*, 1981) ومما وجدته (Borner *et al.*, 1987) $GI=62.3$ بينما كانت أكثر مما وجدته (Darabi *et al.*, 2000) و (Taleban *et al.*, 1997) بالنسبة للخبز الأبيض، في حين كانت النتائج أقل مما توصل إليها (Tabassum *et al.*, 2013) في دراستهم عن تقييم المؤشر الجلوكوزي لبعض أنواع من المخبوزات الباكستانية.

الجدول 3. استجابة جلوكوز الدم والمساحة تحت منحنى الاستجابة لأنواع الخبز.

نوع الخبز	عدد المتطوعين	المؤشر الجلوكوزي (الغذاء القياسي=الجلوكوز)*	المؤشر الجلوكوزي (الغذاء القياسي=الخبز الأبيض)*	الانحراف المعياري
الخس (الرغيف)	6	87 ^a	60.9	18.44
الروتى	6	59.2 ^{ab}	41.4	20.25
خبز التنور	6	50.5 ^b	35.4	29.23
الملوج	6	50.8 ^b	35.6	9.99
الكدام	6	66.4 ^{ab}	46.5	33.25

- الأرقام تمثل ستة مكررات، * قيم المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة لا تختلف معنوياً عن بعضها عند مستوى معنوية ($P \geq 0.05$),
* $\pm SD$ الانحراف المعياري للقيم عن متوسطها.

* عندما يكون الجلوكوز هو الغذاء القياسي فإن قيمة GI تضرب في 1.42 (70 الخبز الأبيض = 70).

- عندما يكون الخبز الأبيض هو الغذاء القياسي فإن قيمة GI تضرب في 0.7 (Foster-Powell and Miller, 1995).

قد تؤدي كثير من العوامل إلى اختلاف GI للخبز، مثل كمية الماء، ودرجة حرارة الطبخ أو الخبز، والعمليات التصنيعية، وكذلك سمك طبقة الخبز، والتي تؤثر على عملية الجلتن أثناء الخبز، وحجم الجزيئات والخواص الطبيعية للنشاء في المنتج النهائي، والتي لها أثر واضح على قيم GI (Brand *et al.*, 1985; Darabi *et al.*, 2000). إن المنهجية المستخدمة Methodology في حساب GI قد تكون مختلفة من ناحية الأشخاص المتطوعين سواء أكانوا سليمين أم مصابين بداء السكر من النوع الثاني، الذين يعالجون بالغذاء، أو باستخدام حبوب قموية، أو بأخذ الأنسولين. وكذلك اختيار الغذاء القياسي إما أن يكون الجلوكوز، أو الخبز الأبيض، والكمية المتأولة من الكربوهيدرات 25 أو 50 غرام، وتغيرات قيم السكر من يوم إلى يوم، وطريقة قياس سكر الدم والزمن الذي أجري فيه الفحص خلال اليوم (Jenkins *et al.*, 1981) و(مرعي، وآخرون 2005). ولوحظ أن قيمة الانحراف المعياري تُظهر المجال الواسع لتغير قيم المؤشر الجلوكوزي.

وأشار (Darabi *et al.*, 2000) إلى أن كمية الكربوهيدرات المتأولة هي 25 غرام، وأن قياس استجابة جلوكوز الدم كانت عند صفر، 60، 120 دقيقة وهذا ربما كان من الأسباب التي أدت إلى اختلاف النتيجة التي حصلنا عليها مقارنةً بما وجدوه. وكذلك أشار الباحثون (Kestin *et al.*, 1990) و (Cara *et al.*, 1992) أن نخالة القمح لم تظهر أي اختلافات معنوية في استجابة جلوكوز الدم، وأن مصادر هذه الألياف ربما تكون فيها الألياف غير الذائبة هي السائدة، التي لا تنتج لزوجة عالية في الأمعاء، ولكنها تسرع من حركة الأمعاء. كذلك يؤثر محتوى طحين القمح الكامل من حامض الفايثيك في عملية هضم النشاء، من خلال ارتباطه مع البروتين الذي يكون ضمن البناء التركيبي للنشاء، ويرتبط مع الأنزيمات الهاضمة فضلاً عن أن حامض الفايثيك يرتبط مع المعادن مثل الكالسيوم، والذي يعد عامل مساعد للأنزيم.

يعتبر الأميلوز المرتجع عكسياً وفقاً لـ (FAO/WHO (1998) و (Berry (1986) أحد أنواع النشاء المقاوم، وينشأ خلال العمليات التصنيعية للغذاء. إذ يمكن أن يوجد مباشرة في الخبز، ولا تتغير كميته أثناء عملية التخزين. وتسمح كمية الماء العالية في العجينة أن يصبح الأميلوز متجلبتاً، ولهذا تزداد نسبة النشاء المقاوم فيه. ووجد (Behall *et al.*, 1999) انخفاض المؤشر الجلوكوزي للخبز الأبيض القياسي المطحون بدرجة نعومة عالية، وخبز القمح الكامل، مقارنةً بتناول الجلوكوز. وكذلك انخفاض مؤشر جلوكوز الدم لخبز القمح الكامل مقارنةً مع الخبز الأبيض، ولكن لم يكن هذا الانخفاض معنوياً. ووجد أيضاً (Braaten *et al.*, 1991) انخفاض GI لخبز القمح الكامل الذي يحتوي على حبوب كاملة مغلية مقارنةً مع الخبز الأبيض. كما تعمل عملية الطحن على إزالة معظم النخالة، ونسبة كبيرة من الجنين، ونتيجة لذلك تكون الحبوب المنقاة ذات محتوى عالي من النشاء مقارنةً مع الحبوب الكاملة، وعليه يقل محتواها من الألياف الغذائية، وكذلك ينخفض مستوى الفيتامينات، والمعادن، والأحماض الدهنية الأساس، ومركبات phytochemicals (Liu, 2002). وعادة ما تسبب الكربوهيدرات المصفاة أو المنقاة، زيادة سريعة جداً وكبيرة في مستويات جلوكوز الدم والأنسولين، مقارنةً مع منتجات الحبوب الكاملة.

الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها، وجد أن تناول الخبز المحضر من دقيق القمح الكامل سواء كان خبز الملوج، أو خبز التتور، أعطى مؤشر جلوكوزي منخفض، وبالتالي ينصح باستخدامه في برنامج تغذية المصابين بداء السكري من النوع الثاني (Type 2 Diabetes).

المراجع:

- مرعي، منيف وعلي درويش وحافظ ميني (2005). دراسة مقارنة للمشعر الغلوكوزي لـ (خبز النخالة) و(الخبز الأسمر) من حيث الجدوي السريرية في ضبط سكر الدم. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الطبية. 27(3): 39-58.
- Akambi, C.T.; and A.V. Ikujenlola (2016). Physicochemical composition and glycemic index of whole grain bread produced from composite flours of quality protein maize and wheat. *Croat. J. Food Sci. Technol.*, 8(1):1-9.
- Ali, A.; H. Ali; S. Al-Nassri; B. Al-Rasasi; M. S. Akthar; and B. S. Al-Belushi (2010). Glycemic index and chemical composition of traditional Omani breads. *International Journal of Food Properties*. 13:198-208.
- Almousa, A.; M. Thomas; H. Siddieg; S. Varghese; and S. Abusnana (2013). The glycemic index of traditional types of bread in UAE. *J. Nutr. Food Sci.*, 3(3): 203-208.
- Al-Nuzal. S.M.D.; and B.H. Faraj (2018). Impact of wheat bran addition to Iraqi bread on postprandial Glycaemia. *Engineering and Technology Journal*. 36C (2): 159-164.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Behall, K.M.; D.J. Scholfield; and J. Hallfrisch (1999). The effect of particle size of whole grain flour on plasma glucose, insulin and TSH in human subjects. *J. Am. Coll. Nutr.*, 18: 591-597.
- Berger, M. (1995). *Diabetes mellitus I*. Urban and schwarzenberg, Munchen, Wien, Baltimore. 135-157.
- Berry, C.S. (1986). Resistant starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fiber. *J. Cereal. Sci.*, 4: 301-314.
- Bornet, F.R.J.; D. Costagliola; A. Blayo; S. Rizkalla; A.M. Fontveille; M.J. Haardt; M. Letonoux; G. Tehobrousky; and G. Slama (1987). Insulinogenic and glycemic indexes of six starch-rich foods taken alone and in a mixed meal by type 2 diabetics. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45: 588-595.
- Braaten, J.T.; P.J. Wood; F.W. Scott; D. Riedel; L.M. Poste; and M.W. Collins (1991). Oat gum lowers glucose and insulin after and oral glucose load. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 1425-1430 (Abstract).
- Brand, J.C.; P.L. Nicholson; A.W. Thorburn; and A.S. Truswell (1985). Food processing and the glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 43-54.
- Cara, L.; C. Dubois; P. Borel; M. Armand; M. Senft; H. Portugal; A.M. Pauli; P.M. Bernard; and D. Lairon (1992). Effects of Oat bran, rice bran, wheat fiber and wheat germ on postprandial lipemia in healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 81-88.
- Darabi, A.; P.A. Tuleban; M. Esmaili; and N. Valai (2000). Glycemic index of split peas, rice (Binam), kidney beans, green peas. "Lavash" bread and broad bean kernels in NIDDM subjects. *Acta Medico. Iranica*. 38: 79-83.
- Duyff, R.L. (2012): *American dietetic association complete food and nutrition guide*. J. Wiley and Sons Pp.198.
- FAO (1998). The role of glycemic index in food choice. In: *Carbohydrates in Human Nutrition*. FAO Food and Nutrition paper 66, Rome, Italy.

- FAO/WHO (1998). Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation. FAO. Food and Nutrition Paper. 66-1-140.
- Foster-Powell, and J.B. Miller (1995). International tables of glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.*, 62: 8715-8935.
- Granfeldt, Y.; H. Liljeberg; A. Drews; R. Newman; and I. Bjorck (1994). Glucose and insulin responses to barley products: Influence of food structure and amylose-amylopectin ration. *Am. J. Clin. Nutr.*, 59: 1075-1082.
- Hafeel, R.F.; L.B.A.P. Amarathna; T.H.T. Chaminta; A.P. Bentota; D.S.D.E Z. Abeysirwardna; S.K.J. Muhandiram; and B. Perumpul (2016). Glycemic index of improved rice varieties as influenced by degree of polishing and proximate composition including amylose content. *Tropical Agriculturist*. 164: 83-96.
- Holm, J. and I. Bjorck (1992). Bioavailability of starch in various wheat-based bread products: evaluation of metabolic response in healthy subjects and rate and extent in vitro starch digestion. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 420-429.
- Horowitz, W. (1984). Methods of analysis of the association of official analytical chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., pp: 1089-1106.
- Jenkins, D.J.A.; T.M.S. Wolever; and G. Buckley (1988). Low glycemic index starchy foods in the diabetic diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 48: 48-54
- Jenkins, D.J.A.; T.M.S. Wolever; and R.H. Taylor (1981). Glycemic index of foods a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 362-366.
- Kestin, M.; R. Moss; P. M. Difton; and P. J. Nestel (1990). Comparative effects of three cereal bran on plasma lipids, blood pressure and glucose metabolism in mildly hypercholesterolemic subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52: 661-666.
- Lanzerstorfer, P.; E. Rechenmacher; O. Lugmayr; V. Stadlbauer; O. Höglinger; A. Vollmar and J. Weghuber (2018). Effects of various commercial whole-grain breads on postprandial blood glucose response and glycemic index in healthy subjects. *Austin. J. Clin. Med.*; 5(1): 1031.
- Liljeberg, H.; Y. Granfeldt; and I. Bjorck (1992). Metabolic responses to starch in bread containing intact kernels versus milled flour. *Eru. J. Clin. Nutr.*, 46: 561-575.
- Liu, S. (2002). Intake of refined carbohydrates and whole grain foods in relation to risk of type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. *J. Am. Coll. Nutr.*, 21: 298-306.
- Marques, C.; L. Dauria; P.D. Cani; C. Baccelli; R. Rozenberg; N. L. Ruibal-Mendieta; G. Petitjean; D.L. Delacroix; J. Quetin-Leclercq; J. Habib-Jiwan; M. Meurens; and N.M. Delzenne (2007). Analytical, nutritional and clinical methods comparison of glycemic index of spelt and wheat bread in human volunteers. *Food Chemistry*. 100: 1265–1271.
- McKeown, N.M.; J.B. Meigs; S. Liu; E. Saltzman; P.W.F. Wilson; and P.F. Jaques (2004). Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham offspring cohort. *Diabetes Care*. 27: 538–546.
- Pearson, D. (1973). Laboratory technique in food analysis. 1st Ed., London, Butterworths, pp. 48-49 and 54-57.
- Pearson, D. (1976). The chemical analysis of food. 7th edition Churchill Livingstone Edinburgh, London and New York. 27-72.

- Raben, A. (2002). Should obese patients be counseled to follow a low-glycaemic index diet? No. *Obesity Reviews*. 3: 245-256.
- Rasmussen, O. (1993). Dose-dependency of the glycaemic response to starch-rich meals in non-insulin-dependent diabetic subjects: studies with varying amounts of the white rice. *Metabolism* 42: 214-217.
- Riccardi, G.; G. Clemente; and R. Giacco (2003). Glycaemic index of local food and diets: the Mediterranean experience. *Nutrition Reviews*. 61: S56-60.
- Ross, S.W.; J.C. Brand; A.W. Thorburn; and A.S. Truswell (1987). Glycaemic index of processed wheat products. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46: 631-635.
- Tabassum, F.; A. Khan; I. Alam; Niamatullah; S. Khan; I. Khan; M. Zubair; M. Zafar; K. Qureshi; M. Safdar; and Z. ud Din (2013). Determination of glycaemic indices and glycaemic loads of various types of cereal foods. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 8(6): 493-497
- Taleban, F.A.; M. Esmaeilee; and N. Vallae (1997). Determination of the glycaemic index of the Iranian traditional types of bread (Sangak, Taftum, Barbari), rice (Sadri) and lentil in young healthy people. *Pejouhandeh*. 1: 3-7.
- Thannoun, A.M.; and A.A.M.M. Al-kubati (2005). Blood glucose response and glycaemic index of bread and some wheat products in normal human subjects. *Mesopotamia J. of Agric.*, 33 (3):19-28.
- Walker, A.R.P.; and B.R. Walker (1984). Glycaemic index of south African foods determined in rural blacks-a population of low risk to diabetes. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.*, 36: 215-222
- Weststrate, J.A.; and J.M. Van Amelsvoort (1993). Effects of the amylose content of breakfast and lunch on postprandial variables in male volunteers. *Am. J. Clin. Nutr.*, 58: 180-186.
- Wolever, T.M.S.; D.J.A. Jenkins; A.L. Jenkins; and R.G. Josse (1991). The glycaemic index: methodology and clinical implications. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 846-854.
- Wolever, T.M.S.; L. Katzman-Relle and A.L. Jenkins (1994). Glycaemic index of 102 complex carbohydrate foods in patients with diabetes. *Nutr. Res.*,14: 651-669.
- www. https://en.wikipedia.org/wiki/staple_food 2017.

Glycemic Index Determination of Some Traditional Yemeni Bread Types

Adnan Abdo Mohammed Al-kubati⁽¹⁾ Abdulmageed Bagash Abdullah^{*(1)}
and Abduljalil Ghaleb⁽²⁾

(1). Dept. Food Sci. & Tech., Faculty of Agric. Sana'a University. Yemen.

(2). Dept. Medical Nutrition Therapy, Faculty of Medical science. Al-Razy University. Yemen.

(*Corresponding author: Dr. Abdulmageed Bagash Abdullah. E-Mail: mageed867@gmail.com).

Received: 19/02/2019

Accepted: 11/05/2019

Abstract

The present study aimed to estimate the Glycemic Index (GI) of some conventional Yemeni bread. 6 (3 males, 3 females) volunteers, whose ages ranged between 23-24 years, and the Body Mass Index (BMI) was 19-21 kg/m². Each volunteer was subjected at the beginning of the measurement to the Glucose Tolerance Test (GTT), after that taking 50g of the carbohydrates of the tested foods after fasting for 12 hours. Samples of blood were taken by finger-prick capillary and blood glucose response was estimated after zero time 15, 30, 45, 60, 75, 90, and 120 min. The results of calculating GI showed the existence of significant differences between the five types of bread, namely bread (Khas) from white wheat flour, loaves (Rooty) from white wheat flour, bread (Malog) from total grain wheat flour, bread (khops) from whole wheat flour, and loaves (kodam) from total grain wheat flour with the successive values of 87, 59.2, 50.5, 50.8, and 66.4 by using glucose as a standard food. It can be concluded that the bread made from total grain flour, whether Malog or Tannor bread, had a low glycemic index, and therefore could be used for the nutrition of type 2 diabetes.

Keyword: Glycemic index (GI), Bread, Diabetes.