Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences

مجلة جامعة وادي الشاطئ للعلوم البحتة والتطبيقية

Volume 4, No. 1, January-June 2026 Online ISSN: 3006-0877 المجلد 4، الاصدار 1، يناير - يونيو 2026

RESEARCH ARTICLE FREE GLUTEN BREAD

The Potential Usage of Chickpea and Flaxseed Flours in Enhancing the Nutritional Value and Functional Properties of Gluten-Free Flour

Jamila Ali Al-Ajeeli[1,*], Muna Abdulsalam Ilowefah[1]

[1]Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Sciences, University of Wadi Alshatti, Brack, Libya

ARTICLE HISTORY

Received 09 February 2026
Revised 24 March 2026
Accepted 31 March 2026
Online 07 April 2026

KEYWORDS

Rice flour;
Chickpea flour;
Flaxseed flour;
Commercial gluten-free flour;
Nutritional value;
functional properties;

ABSTRACT

This study aimed to enhance the nutritional value and functional properties of laboratory-prepared gluten-free flour made from rice flour fortified with flour of chickpea and flaxseed and comparing that properties with that of commercial gluten-free flour. The chemical parameters measured included moisture, ash, protein, fat and total fiber. Whereas, the measured functional properties involved water and oil binding capacity, swelling capacity, foaming ability and stability. The results showed significant differences between the two samples in most of the studied chemical indicators. The commercial flour had higher moisture content (11.34%) compared to the laboratory-prepared flour (9.65%). However, the laboratory flour showed a higher protein content (11.84%) compared to the commercial flour (3.61%). Ash content was also higher in the laboratory flour (1.95%) in comparison to the commercial one (0.91%). A significant higher fat content was observed in the laboratory flour (3.90%) compared to the commercial flour (2.93%). No significant difference was found in crude fiber content between the two samples. Additionally, the findings recorded significantly greater calcium and phosphorus content in the laboratory flour. The results indicated that the commercial flour demonstrated higher water and oil binding capacities (211% and 131%, respectively) compared to the laboratory flour (66% and 80%, respectively). It also exhibited better swelling capacity (297 g/g) in comparison to the laboratory made flour (50.84 g/g). The commercial flour showed a noticeable foaming ability and stability, while the laboratory flour showed no foaming ability.

امكانية استخدام دقيق الحمص وبذر الكتان في تعزيز القيمة الغذائية والخصائص الوظيفية للدقيق الخالي من الجلوتين

جميلة علي العجيلي[1,*]، منى عبدالسلام لويفة[1]

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تعزيز القيمة الغذائية والخصائص الوظيفية للدقيق الخالي من الجلوتين المحضر معمليا من دقيق الارز والمدعم بدقيق الحمص وبذر الكتان ومقارنة ذلك بالدقيق التجاري الخالي من الجلوتين، حيث تم تقدير كل من نسبة الرطوبة، الرماد، البروتين الخام، الدهون الكلية، الألياف الكلية، أما من الناحية الوظيفية تم تقدير كل من القدرة على الارتباط بالماء والزيت، الانتفاخ وتكوين الرغوة وثباتها، أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين العينتين في معظم المؤشرات المدروسة من الناحية الكيميائية، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الرطوبة في الدقيق التجاري (11.34%) مقارنة بالدقيق المعملي (9.65%)، بينما تفوق الدقيق المعملي في محتوى البروتين (11.84%) مقابل (3.61%) في الدقيق التجاري، كما ارتفعت نسبة الرماد في الدقيق المعملي (1.95%) مقارنة بالدقيق التجاري (0.91%)، سُجل الدقيق المعملي ارتفاع معنوي في محتواه من الدهن (3.90%)، في حين كانت في الدقيق التجاري (2.93%)، هذا ولم تسجل فروق معنوية في محتوى الألياف الكلية بين العينتين، كما أظهرت الدراسة ارتفاعًا معنويًا في كمية الكالسيوم والفوسفور في الدقيق المعملي، من الناحية الوظيفية أظهر الدقيق التجاري قدرة أعلى على ربط الماء والزيت (211% و131% على التوالي) مقارنة بالدقيق المعملي (66% و80%)، كما تفوق في خاصية الانتفاخ (297 جم/جم مقابل 50.84 جم/جم)، والقدرة على تكوين الرغوة وثباتها، في حين لم تُظهر عينة الدقيق المعملي أي قدرة على تكوين الرغوة.

الكلمات المفتاحية

دقيق الأرز
دقيق الحمص
دقيق بذر الكتان
الدقيق الخالي من الجلوتين
القيمة الغذائية
الخصائص الوظيفية

المقدمة

يعرف مرض حساسية الجلوتين بمرض السيلياك (Celiac Disease) أو داء البطن ويعرف أيضا بالداء الزلاقي وهو مرض ناد ر ينتج من عدم تحمل الجسم لمادة بروتينية تتواجد في القمح والشعير والشيلم تسمى الجلوتين، ينتج مرض الحساسية ضد الجلوتين من وجود الألفا جليادين أحد مكونات الجلوتين (بروتين القمح) والذي يؤثر على المخاط المبطن للأمعاء فيؤدي إلى

*Corresponding author
https://doi.org/10.63318/waujpasv4i1_35
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

تلف الأهداب المبطنة للأمعاء الدقيقة وسوء في الامتصاص ويفقد الجسم الفيتامينات والمعادن والسعرات الحرارية ويؤدي ذلك الى سوء التغذية بالرغم من كفاية الغذاء[1]، وهو مرض معوي معقد ذاتي المناعة ويؤثر على الأمعاء الدقيقة في الأفراد ممن لديهم استعداد وراثي للمرض [2]، ومن أعراض هذا المرض الاسهال، نقص الوزن، الأنيميا وتوجد أعراض أخرى مثل الغثيان، انتفاخ البطن، الاكتئاب، القلق، طفح جلدي، حرقان في الجلد، ألام في المفاصل والعظام [1].

تشير الدراسة الى أن التأثير السام لفعل جلوتين القمح ينتج بواسطة بروتين الجليادين أحد المكونات الأساسية للجلوتين مما يؤدي الى حدوث الاسهال الحاد، كما تبين من الدراسة أن وجود المرض قد يرجع الى غياب الانزيم الذي يعمل على اتمام هضم الجلوتين مما يؤدي الى تراكم الببتيدات الضارة في القناة الهضمية [3].

يؤدي تطبيق الوجبة الغذائية التي تخلو من الجلوتين وكذلك تجنب منتجات الحبوب المحتوية عليه الى استعادة الوظائف البيوكيميائية في الجسم الى وضعها الصحيح، ويجب ان يستمر هذا النظام الغذائي مدى الحياة، فعند الالتزام بالحمية يظهر تحسن في الأعراض المصاحبة للمرض وكذلك انخفاض في مستوى الجلوبيولينات المناعية في الدم [4]، ويعتمد العلاج بصورة رئيسية على الحمية الغذائية وذلك بتجنب المواد الغذائية المحتوية على الجلوتين والتعويض بمصادر أخرى مثل دقيق الأرز والبطاطا والذرة، استخدام هذا النوع من الدقيق ينتج عنه أغذية منخفضة في القيمة الغذائية، وغير مقبولة الصفات الحسية.

ايضا من النصائح الغذائية التأكيد على تناول كمية كافية من الأغذية التي تحتوي على عناصر غذائية مهمة وضرورية مثل اللحوم، والبقوليات، الأسماك والمكسرات، أيضا من خلال تضمين الحبوب الكاملة ومنتجاتها الخالية من الجلوتين قدر المستطاع مثل الدخن والذرة والشوفان، كما يجب تفادي المنتجات المكررة الخالية من الجلوتين [5 .6].

من اهم المشاكل التي تواجه الأغذية الخالية من الجلوتين هي تردي صفاتها الحسية والذي يلعب وجود بروتين الجلوتين دورا كبيرا في جودتها، وبالتالي يجب اجراء العديد من العمليات التصنيعية او استخدام المضافات الغذائية التي تحل محل الجلوتين وتحسن الصفات الحسية لتلك الأغذية، فاستخدام بذور الكتان مثلا مفيد جدا في هذا النوع من المنتجات نظرا لاحتوائها على الهلام والذي من اهم وظائفه القدرة الكبيرة على الارتباط بالماء، وتثبيت الرغوة والقدرة على حفظ غازات التخمير، وتثبيت الرغوة والقدرة على حفظ غازات التخمير، اشارت دراسة الى ان استخدام دقيق الحمص كذلك أدى الى تحسن معنوي في الصفات الحسية وحجم الخبز الخالي من الجلوتين]7[، وقد يرجع هذا الى النسبة العالية للبروتين، تجدر الإشارة الى ان استخدام هذا النوع من المضافات يعزز أيضا من القيمة الغذائية مثل ارتفاع نسبة الالياف الغذائية، المعادن، الفيتامينات ومضادات الاكسدة. البحث عن بدائل لمنتجات القمح مثل ما يصنع من دقيق الأرز ودقيق الذرة الصفراء وغيرها من الحبوب الخالية من الجلوتين مع اجراء بعض التعديلات والاضافات مثل دقيق الحمص وبذور الكتان التي قد تؤدي الى انتاج منتجات تشابه منتجات دقيق القمح من حيث الشكل والنفاشية والطعم لكي يتقبلها الاشخاص المستهدفين، عليه هدفت هذه الدراسة الى تحسين القيمة الغذائية والخصائص الوظيفية لمنتجات دقيق الارز من خلال تعزيز محتواها من البروتين ،الألياف، الأحماض الدهنية الأساسية، الفيتامينات والمعادن، بالإضافة الى تحسين القوام، والاحتفاظ بالرطوبة بإضافة كل من دقيق الحمص وبذر الكتان.

المواد والطرق

المواد

حبوب الأرز والحمص وبذر الكتان تم شراؤها من مطاحن مدينة براك الشاطئ، حيث تم طحنها الى دقيق ناعم، كما تم شراء دقيق تجاري خالي من الجلوتين متوفر في الأسواق (Schar، الايطالي) وذلك للمقارنة.

طرق العمل

الخصائص الوظيفية

تم تقدير كل من القدرة على ربط الماء والزيت تبعا لطريق[8]، القدرة على الانتفاخ بناء على ما ذكره[9]، والقدرة على تكوين الرغوة اتباعا لطريقة[10].

تقدير التركيب الكيميائي للدقيق

تم تقدير نسبة كل من الرطوبة، الرماد، البروتين الخام، الدهون الكلية، الألياف الكلية، الكالسيوم والفوسفور تبعا لطريقة [11].

التحليل الاحصائي

تم اجراء التحليل الاحصائي باستخدام البرنامج الاحصائي MINITAP19 وذلك عند مستوى معنوية 0.05 ولإيجاد الفروق المعنوية بين المتوسطات تم استخدام تحليل التباين One Way ANOVA.

النتائج والمناقشة

الخصائص الوظيفية للدقيق الخالي من الجلوتين الخصائص

الوظيفية هي خصائص فيزيائية كيميائية للمواد الغذائية التي تبين التفاعلات المعقدة بين البنية والتكوين الجزيئي والمكونات الكيميائية للمادة الغذائية وذلك مع الظروف البيئة التي يتم القياس فيها، تعتبر دراسة الخصائص الوظيفية مهمة جدا للتنبؤ بسلوك المكونات الكبرى المتمثلة في البروتينات والدهون والكربوهيدرات (النشا والسكريات) والألياف في الانظمة الغذائية المختلفة [12, 13]، كما تصف الخصائص الوظيفية أيضًا سلوك المكونات الكيميائية وتفاعلها أثناء التحضير والطهي، ومدى تأثيرها على الصفات الحسية للمنتج النهائي وجودته بصفة عامة، فمثلا النشا مسؤول اساسا عن الجلتنة، التلون والانتفاخ، اما البروتين فهو مسؤول عن القدرة على تكوين الرغوة، التلون والاستحلاب والتخثر، والدهون مسؤولة بشكل واضح عن الاستحلاب والتهوية والنعومة، هذا وتجد الإشارة الى انه أحيانا يكون لمكونين نفس التأثير او قد يكون لأحدهما تأثير طفيف على خاصية وظيفية دون اخرى [14].

القدرة على ربط الماء والزيت

أظهرت النتائج ارتفاع معنوي في قيم القدرة على ربط الماء والزيت في عينة الدقيق التجاري وكانت على التوالي 211.00% و131.00%، بينما انخفضت معنويا في عينة الدقيق المعملي على التوالي الى 66.00% و80.00% (جدول1)، وهذا قد يرجع الى مكونات الدقيق التجاري الذي يحتوي على الصموغ التي تحسن قدرته على ربط السوائل أي تعمل كعوامل ربط تعزز من التماسك والقدرة على الاحتفاظ بالسوائل[15]، تمثل القدرة على ربط الماء قدرة العينة المدروسة على الارتباط بالماء في بيئة تكون نسبة الماء فيها محدودة، تعد القدرة على الارتباط بالماء وظيفة أساسية للبروتين والكربوهيدرات في العديد

من المنتجات الغذائية مثل الحساء والعجين والمنتجات المخبوزة بصفة عامة، هذا وتعتمد قدرة البروتين على ربط الماء والزيت على بعض العوامل الجوهرية مثل تركيبه من حيث عدد ونوع الأحماض الأمينية وبنية البروتين ومدى احتوائه على المجاميع المحبة والكارهة للماء [16]، للسلاسل الجانبية غير القطبية للأحماض الأمينية في البروتين القدرة على الارتباط مع المجاميع الكارهة للماء مع السلاسل الهيدروكربونية في الزيت، غالبًا ما تتضمن آلية الارتباط بالزيت الاحتفاظ بالزيت الممتص ضمن الخاصية الشعرية [12]، من فوائد القدرة العالية على الارتباط بالزيت تسهيل وتعزيز النكهة والشعور بالقوام الناعم والطري في الفم [16].

القدرة على الانتفاخ

تبين النتائج ارتفاع معنوي في قيم القدرة على الانتفاخ في عينة الدقيق التجاري الى 297.00 جم/جم، بينما انخفضت معنويا في عينة الدقيق المعملي الى 84.50 جم/جم (الجدول 1)، وهذا قد يكون راجع أيضا لمكونات الدقيق التجاري الذي يحتوي على الصموغ التي تتميز بالقدرة العالية على حبس الماء والارتباط به والذي يؤدي بدوره الى زيادة في الحجم وبالتالي القدرة على الانتفاخ [17]، تعتمد القدرة على الانتفاخ على حجم جسيمات الدقيق ونوعه وطرق معالجته وطرق التقدير وكذلك نسبة النشا، حيث ان القدرة على الانتفاخ اهم وظائف النشا في دقيق الحبوب اثناء التصنيع [16].

القدرة على تكوين الرغوة

أظهرت عينة الدقيق التجاري قدرة عالية على تكوين الرغوة مقارنة بعينة الدقيق المعملي بنسبة 45.67مل (الجدول 2)، هذا وقد كانت رغوة الدقيق التجاري ثابتة حتى بعد مرور 30 و60 دقيقة، بينما عينة الدقيق المعملي لم تظهر أي قدرة على تكوين الرغوة، وهذ راجع الى تواجد إضافات معينة في عينة الدقيق التجاري مثل المواد المستحلبة والصموغ التي تساعد في تحسين قدرة الدقيق على الاحتفاظ بالهواء، أما عدم تكوين الرغوة في عينة الدقيق المعملي قد يعزى الى طبيعة البروتينات الموجودة فيها التي تؤثر على القدرة على الاحتفاظ بالهواء وتكوين الرغوة، بالإضافة الى ذلك بذور الكتان تحتوي على نسبة عالية من الدهون والتي قد تعيق تكوين الرغوة، حيث يمكن أن تعيق الدهون عملية احتجاز الهواء في العجين أو تقلل من ثباتية الخلايا الغازية [18].

الجدول 1: الخصائص الوظيفية للدقيق المعملي والدقيق التجاري

الخاصية	الدقيق المعملي	الدقيق التجاري
الارتباط بالماء (%)	0.70±^{a}66.50	1.41±^{b}211.00
الارتباط بالزيت (%)	0.70±^{a}80.50	1.41±^{b}131.00
الانتفاخ (%)	0.70±^{a}84.50	1.41±^{b}297.00

القيم الجدولية متوسط لثلاث مكررات ± الانحراف المعياري، القيم التي تحمل نفس الحرف في الصف ليس بينها اختلافات معنوية عند p≥0.05.

الجدول 2: القدرة على تكوين الرغوة وثباتها (مل) في الدقيق المعملي والخبز التجاري

الزمن	الخبز المعملي	الخبز التجاري
0 د	0.00±^{a}0.00	3.06±^{b}45.67
30 د	0.00±^{a}0.00	3.06±^{b}45.67
60 د	0.00±^{a}0.00	3.06±^{b}45.67

القيم الجدولية متوسط لثلاث مكررات ± الانحراف المعياري، القيم التي تحمل نفس الحرف في الصف ليس بينها اختلافات معنوية عند p≥0.05.

التركيب الكيميائي للدقيق المعملي والتجاري

أظهرت نتائج تقدير نسبة الرطوبة وجود فروق معنوية في الدقيق المحضر معمليا والدقيق التجاري (جدول 3)، حيث ارتفعت نسبة الرطوبة في الدقيق التجاري معنويا الى 11.34%، بينما كانت نسبة الرطوبة في الدقيق المعملي 9.65%، وهذا قد يرجع الى تركيبة الدقيق التجاري وطريقة تحضيره حيث قد تحتوي هذه الأنواع على اضافات أو مكونات ترتبط بالماء بشكل أكبر.

أشارت الدراسة الى وجود فروق معنوية بين العينتين في نسبة البروتين (جدول 3) حيث ارتفعت في عينة الدقيق المعملي معنويا بنسبة 11.84%، بينما انخفضت في عينة الدقيق التجاري الى 3.61% وقد يكون السبب وجود دقيق الحمص وبذر الكتان في الخبز المحضر معمليا لاحتوائهما على نسبة عالية من البروتين، وتعتبر القيمة الحيوية لبروتين الحمص وبروتين بذر الكتان عالية نظرا لارتفاع نسبة كل من اللايسين والأرجينين وكلاهما من الاحماض الأمينية الأساسية [19] .

أظهرت نتائج نسبة الرماد الكلي فروق معنوية بين عينة الدقيق المحضر معمليا وعينة الدقيق التجاري (جدول3)، فكانت على التوالي 1.95% و0.91%، وبهذا تكون عينة الدقيق المعملي تحتوي على نسبة اعلى معنويا من الرماد، حيث تعبر نسبة الرماد عن المعادن الكلية في العينة المدروسة، قد يرجع الاختلاف بين العينتين الى اختلاف المكونات الداخلة في تصنيع الدقيق.

أشارت نتائج محتوى الدهون الكلية الى وجود فروق معنوية بين العينتين (جدول 3)، حيث ارتفعت نسبته في الدقيق المعملي الى 3.90%، بينما انخفضت معنويا في الدقيق التجاري الى 2.93% وهذا قد يرجع لاحتواء الدقيق المعملي على بذر الكتان الغني بالدهون الصحية وخصوصا الاحماض الدهنية غير مشبعة مثل حمض اللينولينيك، تحتوي بذرة الكتان على ما يقارب من 42-45% دهون من اجمالي وزنها وهذه الدهون تلعب دور هام في تقليل الالتهابات وتحسين صحة القلب والدماغ [20].

أظهرت نتائج الدراسة أن محتوى الألياف الخام لم تختلف معنويا بين العينتين (جدول 3)، فكانت نسبة الألياف في الدقيق المعملي 3.92%، و نسبة الألياف في الدقيق التجاري 4.01%، وهذا قد يرجع الى عوامل تتعلق بتركيب المكونات وعملية التصنيع فغالبا الدقيق التجاري يحتوي على اضافات مختلفة لتعزيز خصائصه الوظيفية هذه الاضافات قد تشمل مصادر ألياف مما يؤدي الى ارتفاع نسبة الألياف لتحسين القوام أو لزيادة الفوائد الصحية [21]. من أفضل الأغذية والأسهل استخداما في إيصال المكونات الوظيفية للجسم هي المخبوزات ومنتجات المخابز [22]، ونتيجة لذلك، تعد هذه المنتجات وسيلة ناجحة لتحقيق ذلك الغرض للمستهلك ومن اهم هذه المنتجات البسكويتات، الخبز والكيك [23]، فقد أجريت دراسة على بسكويت خالي من الجلوتين تمت صناعته من الدقيق المكرر وتم تدعيمه بدقيق بذر الكتان فلوحظ تحسن واضح في قيمته الغذائية، فمن المعروف ان الدقيق المكرر يكون منخفض في قيمته الغذائية بسبب إزالة العديد من المكونات الوظيفية الصحية اثناء الطحن والتبييض [24]، وفقًا لنتائج بحث حديث تم فيه استخدام بذور الكتان في مجموعة متنوعة من منتجات المخابز شملت الكعك، والخبز، والبسكويت، والبيتزا، والفطائر فأظهرت النتائج ارتفاع واضح في القيمة الغذائية بشكل عام للمنتجات المدروسة [25] .

نظرا لانخفاض القيمة الغذائية للمنتجات الخالية من الجلوتين، فيتم استبدال الدقيق المستخدم في صناعتها بمكونات وظيفية مثل دقيق بذر الكتان، ففي دراسة تم استبدال دقيق بذور الكتان بدقيق القمح في البسكويت الخالي من الجلوتين، لوحظ من النتائج أن الاستبدال بمسحوق بذر الكتان أدى إلى زيادة كمية الطاقة ونسب كل من البروتين والألياف والرماد ومضادات الأكسدة [26]، كما وجد أن دقيق بذر الكتان الكامل له تأثير إيجابي بصفة عامة على القيمة الغذائية وجودة المنتجات الغذائية المدعمة به [27]، وهذا ما أكدته نتائج هذه الدراسة من حيث نسب كل من الالياف والبروتين وبعض المعادن المدروسة مثل الزنك، الحديد والبوتاسيوم، وبالتالي يعتبر دقيق بذر الكتان مكون وظيفي يستفاد منه في انتاج الأغذية الخالية من الجلوتين.

ارتفع محتوى الكالسيوم والفوسفور معنويا (جدول 3) في عينة الدقيق المعملي على التوالي الى 0.20 جزء في المليون و0.25 جزء في المليون مقارنة بالدقيق التجاري على التوالي الى 0.13 جزء في المليون و0.17 جزء في المليون، وذلك قد يرجع لمحتوى الدقيق المعملي من الحمص وبذرة الكتان الغنيان بالكالسيوم والفوسفور اللذان يلعبان دور هام لصحة العظام وصحة الجسم بشكل عام [28].

الجدول 3: القيمة الغذائية للدقيق المعملي والتجاري

المكون	الدقيق المعملي	الدقيق التجاري
نسبة الرطوبة (%)	0.00±9.64^{a}	0.01±11.34^{b}
نسبة الرماد (%)	0.02±1.95^{a}	0.05±0.91^{b}
البروتين الخام (%)	0.03±11.84^{a}	0.06±3.61^{b}
(%) الدهون الكلية	0.03±3.90^{a}	0.01±2.93^{b}
الالياف الكلية (%)	0.04±3.92^{a}	0.07±4.01^{a}
الكالسيوم(ملجم/كجم)	0.00±0.20^{a}	0.00±0.13^{b}
الفوسفور (ملجم/كجم)	0.00±0.25^{a}	0.00±0.17^{b}

القيم الجدولية متوسط لثلاث مكررات ± الانحراف المعياري، القيم التي تحمل نفس الحرف في الصف ليس بينها اختلافات معنوية عند $p \geq 0.05$

التأثير المتوقع لإضافة دقيق بذر الكتان والحمص على جودة المنتجات الخالية من الجلوتين

من المتوقع ان تساهم إضافة دقيق الحمص وبذر الكتان في تحسين الصفات الحسية كالقوام والنكهة والطعم في المنتجات الخالية من الجلوتين، كما ان اضافتها قد تؤدي الى تعزيز القيمة الغذائية للأغذية الخالية من الجلوتين، ويعد هذا أكثر اقتصادية للمستهلك خاصة مع الارتفاع المستمر في أسعار الدقيق التجاري، في نتائج دراسة سابقة لوحظ أن الخبز المعملي كان أقل نفاشية من الخبز التجاري، مما يعطي مؤشر على أن الخبز المعملي أعلى كثافة من التجاري وأقل مسامية، وهذا قد يكون بسبب الامتصاص العالي للماء من قبل ألياف مسحوق بذر الكتان، كما أظهرت نتائج التقييم الحسي في هذه الدراسة أن إضافة دقيق الحمص وبذر الكتان ساهمت في تحسين الصفات الحسية للخبز المعملي وخاصة في درجة النكهة والطعم [29].

كان لإضافة بذور الكتان في المخبوزات ومنتجات الحبوب المكررة تأثير كبير على تحسين الجودة الغذائية بصفة عامة، أيضا تميز الدقيق المحضر من مزيج من بذر الكتان والدقيق المكرر بالقدرة على امتصاص الماء بشكل أفضل من القياسي، وكان العجين المحضر منه أعلى لزوجة، وكان قوام اللب أكثر نعومة وهذا ما تشابه مع ما اشارت اليه دراسة سابقة [30]، كما وجد بالدراسة ان الزيادة في حجم الرغيف كانت عند إضافة نسب أقل من بذر الكتان، وقد يرجع ذلك الى القدرة على ربط الماء بسبب ارتفاع نسبة الألياف القابلة للذوبان في بذر الكتان والقدرة على تثبيت خلايا ثاني أكسيد الكربون [27]. حيث تلعب الالياف الذائبة في بذر الكتان دور مشابه للصموغ، فقد اشارت دراسة سابقة الى التأثير المحسن للصموغ في الكيك الخالي من الجلوتين المحضر من الذرة الصفراء سواء كان ذلك من الناحية الحسية او حجم الكيك [31].

الاستنتاجات والتوصيات

بالرغم من تميز الدقيق التجاري في الخصائص الوظيفية حيث أظهر قدرته العالية على الارتباط بالماء والزيت، الانتفاخ والقدرة على تكوين الرغوة وثباتها مقارنة بالدقيق المدعم بدقيق الحمص وبذر الكتان، الا أن الأخير تميز بقيمة غذائية أعلى حيث ان إضافة دقيق الحمص وبذور الكتان الى دقيق الأرز ساهمت في تعزيز محتواه من البروتين والدهن والألياف والمعادن ما قد يجعله خيارا غذائيا متوازنا، كما انه يعد أكثر اقتصادية للمستهلك خاصة مع الارتفاع المستمر في أسعار دقيق الخبز التجاري في الأسواق، من خلال هذه النتائج نستنتج ضروري استمرار هذه الدراسة لتحسين الخصائص الوظيفية للخبز المدعم بدقيق الحمص وبذر الكتان للحصول على دقيق يلبي رغبات ذوي حساسية الجلوتين.

Author Contributions: **Al-Ajeeli**: methodology, writing the draft. **Ilowefah**: writing- Reviewing and Editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: "This research received no external funding."

Data Availability Statement: "The data presented in this study are available on request from the corresponding author."

Conflicts of Interest: "The authors declare no conflict of interest."

References

[1] M. Mazzola, I. Zammarchi, M. Valerii, E. Spisni, I. M. Saracino, F. Lanzarotto, and C. Ricci. "Gluten-Free Diet and Other Celiac Disease Therapies: Current Understanding and Emerging Strategies." *Nutrients*, vol. 16, no. 7, p. 1006, 2024. https://doi.org/10.3390/nu16071006

[2] G. Caio, U. Volta, A. Sapone, D. Leffler, R. Giorgio, C. Catassi, and A. Fasano. "Celiac disease: A comprehensive current review." *BMC Med*, vol. 17, pp. 142, 2019. https://doi.org/10.1186/s12916-019-1380-z

[3] G. Herrera, K. Schalk, A. Gutierrez, T. Bruun, and I. Parrot. "Gliadin proteolytical resistant peptides: the interplay between structure and self-assembly in gluten-related disorders." *Molecular Nutrition & Food Research*, vol. 65, no. 21, pp. 1154-1147, 2021. https://doi.org/10.1002/mnfr.202100154

[4] C. Kupper. "Dietary guidelines and implementation for celiac disease." *Gastroenterology*, vol. 128, no. 4, pp. S121-S127, 2005. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2005.02.024

[5] Academy of Nutrition and Dietetics, nutrition care manual 2022.https://www.google.com/search?q=Academy+of+Nutrition+and+Dietetics+Nutrition+Care+Manual+2021.

[6] A. Eshdog, A. Elbarkoli, S. Alhebeli, and M. Ilowefah. "The Role of Roasting and Fermentation in Enhancing the Functional and Technological Properties of Oat Grains and its Flour." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, vol. 3, no. 2, pp. 309-315, 2025. https://doi.org/10.63318/waujpasv3i2_38.

[7] G. Kahraman, S. Harsa, M. Casiraghi, M. Lucisano, and C. Cappa. "Impact of raw, roasted and dehulled chickpea flours on technological and nutritional characteristics of gluten-free bread." *Foods*, vol. 11, no. 2, p. 199, 2022. https://doi.org/10.3390/foods11020199

[8] O. Abd Elmoneim, R. Bernhardt, G. Cardone, A. Marti, S. Iametti, and M. Marengo. "Physicochemical properties of sorghum flour are selectively modified by combined germination-fermentation." *Journal of Food Science and Technology*, vol. 54, no. 10, pp. 3307-3313, 2017. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2781-7

[9] Y. Lin, M. Xu, H. Wu, L. Jing, B. Gong, M. Gou, and W. Li. "The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle." *Journal of food science and technology*, vol. 55, no. 12, pp. 5142-5152, 2018. doi.org/10.1007/s13197-018-3460-z

[10] K. Maninder, K. Sandhu, and N. Singh. "Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (Pisum sativum L.) and pigeon pea (Cajanus cajan L.) cultivars." *Food chemistry*, vol. 104, no. 1, pp. 259-267, 2007. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.060

[11] AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA, 2000. https://www.google.com/search?q=AOAC+Official+Methods+of+Analysis+17th+edition

[12] M. Kaur, and N. Singh. "Relationships between the selected properties of seeds, flours, & starches from different chickpea cultivars." *International Journal of Food Properties*, vol. 9, pp. 597-608, 2006. https://doi.org/10.1080/10942910600562762

[13] M. Siddiq, M. Nasir, R. Ravi, D. Dolan, and S. Butt. "The effect of defatted maize germ addition on functional and textural properties of wheat flour." *International Journal of Food Properties*, vol. 12, pp. 860-870, 2009. https://doi.org/10.1080/10942910802373942

[14] C. Awuchi, V. Igwe, and C. Echeta. "The functional properties of foods and flours." *International Journal of Advanced Academic Research*, vol. 5, no. 11, pp. 139-160, 2019. https://www.google.com/search?q=Awuchi+functional+properties+of+foods+and+flours+2019

[15] M. Trivisonno, S. Nazzaro, and M. Messia. "Effect of Different Hydrocolloids on the Qualitative Characteristics of Fermented Gluten-Free Quinoa Dough and Bread." *Foods*, vol. 13, no. 9, pp. 1382, 2024. https://doi.org/10.3390/foods13091382

[16] M. Modipuram. "Assessment of functional properties of different flours." *African journal of agricultural research*, vol. 8, no. 38, pp. 4849-4852, 2013. https://doi.org/10.5897/AJAR2013.6903

[17] M. Mir, V. Sablania, and K. Muzaffar. "Understanding the Role of Additives in Gluten-Free Breads." Gluten-Free Bread Technology. pp. 121-154, 2021. https://www.google.com/search?q=Understanding+the+Role+of+Additives+in+Gluten-Free+Breads+2021

[18] G. Yazar, and I. Demirkesen. "Linear and Non-Linear Rheological Properties of Gluten-free Dough Systems Probed by Fundamental Methods." *Food Engineering Reviews*, vol. 15, pp. 56-85, 2022. https://doi.org/10.1007/s12393-022-09307-5

[19] O. Glyn. "Handbook of Food Proteins. Woodhead Publishing, 2011. https://www.google.com/search?q=Handbook+of+Food+ Proteins+Woodhead+Publishing+2011

[20] A. Goyal, V. Sharma, N. Upadhyay, S. Gill, and M. Sihag. "Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food." *Journal of Food Science and Technology*, vol. 51, no. 9, pp. 1633-1653, 2014. https://doi.org/10.1007/s13197-011-0479-0

[21] X. Huang, N. Wang, Y. Ma, X. Liu, H. Guo, L. Song, and Q. Guo. "Flaxseed polyphenols: Effects of varieties on its composition and antioxidant capacity." *Food Chemistry*, vol. X, 23, pp. 101597, 2024. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101597

[22] Y. Gat, and L. Ananthanarayan. "Physicochemical, phytochemical and nutritional impact of fortified cereal-based extrudate snacks." *Nutrafoods*, vol. 14, no. 3, pp. 141–149, 2015. https://doi.org/10.1007/s13749-015-0038-9

[23] V. Rangrej, V. Shah, J. Patel, and P. Ganorkar. "Effect of shortening replacement with flaxseed oil on physical, sensory, fatty acid and storage characteristics of cookies." *Journal of Food Science and Technology*, vol. 52, no. 6, pp. 3694–3700, 2014. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1145-6

[24] A. Fardet. "New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: What is beyond fibre?" *Nutrition Research Reviews*, vol. 23, no. 1, pp. 65–134, 2010. https://doi.org/10.1017/S0954422410000041

[25] M. Kaur, and N. Singh. "Relationships between the selected properties of seeds, flours, & starches from different chickpea cultivars." *International Journal of Food Properties*, vol. 9, pp. 597-608, 2019. https://doi.org/10.1080/10942910600853774

[26] F. Nasiri, M. Esmaiili, and S. Pirsa. "Production of gluten-free biscuits with inulin and flaxseed powder: Investigation of physicochemical properties and formulation optimization." *Biomass Conversion and Biorefinery*, vol. 14, no. 17, pp. 21443-21459, 2024. https://doi.org/10.1007/s13399-022-03264-8

[27] Y. Yang, Q. Deng, X. Jia, J. Shi, C. Wan, Q. Zhou, and Q. Wang. "Characterization of key odorants in peeled and unpeeled flaxseed powders using solvent-assisted flavor evaporation and odor activity value calculation." *LWT - Food Science and Technology*, vol. 138, pp. 110724, 2021. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110724

[28] S. Sharma, S. Deo, and R. Singh. "Nutritional composition and health benefits of chickpea and flaxseed: A comprehensive review." *Journal of Food Science and Technology*, vol. 58, no. 4, pp. 1230-1241, 2021. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04130-9

[29] J. Al-Ajili, M. Ilowefah, and F. Albarkoly. "Comparison of Nutritional Value and Physical Properties of Laboratory Gluten-Free Bread and Commercial Gluten-Free Bread." Afro-Asian Journal of Scientific Research. vol. 2, no. 3, pp. 277-285, 2024. https://www.google.com/search?q=Comparison+of+Nutritional+Value+and+Physical+Properties+of+Laboratory+GlutenFree+Bread+2024

[30] P. Marpalle, S. K. Sonawane, and S. Arya. "Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread." *LWT - Food Science and Technology*, vol. 58. no. 2, pp. 614–619, 2014. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.035

[31] S. Al-Hebeil, A. Elfeturi, A. Elbarkoli, and S. Shniba. "The Effect of Some Hydrocolloids on Physical and Sensory Properties of Gluten-free Cake." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, vol. 3, no. 2, pp. 32-43. 2025. https://doi.org/10.63318/waujpasv3i2_04