مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٩) العدد (١٥) ٢٠٢٥

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (9) No. (15) 2025

دراسة تأثير نسب استبدال دقيق القمح التمويني بدقيق الدخن على الخصائص الحسية والفيزيوكيميائية للبسكويت

ياسر قرحيلي *

فادي درويش **

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥/٨/٣ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٥/١١/١٨)

□ ملخّص □

تم إجراء هذا البحث في مخابر مديرية الحبوب والمخابز في مدينة طرطوس بهدف دراسة تأثير استبدال دقيق القمح التمويني المستخدم بصناعة البسكويت بدقيق الدخن عند ثلاث مستويات(10–20–40%) في الخصائص الحسية والفيزيوكيميائية للبسكويت، وقد أظهرت نتائج الاختبارات الكيميائية ارتفاع نسبة كل من الرماد من(١,٥٥ الى ١,٩١%) ، البروتين من (١٠,٩٢ حتى ١١,٨٨%) وانخفاض الرطوبة من 3.61 الى ٢,٦٦ % ، في البسكويت المصنع بزيادة نسبة الإضافة من دقيق الدخن(٤٠%)، في حين أظهرت نتائج الاختبارات الفيزيائية زيادة في القطر من٤,١ الى ٤,٩ سم ومعدل الانتشار من٣,٢ الى٤,٦% بزيادة نسبة الإضافة من دقيق الدخن(٤٠%) في حين انخفضت سماكة البسكويت من١٢,٨ الى ١٠,٥ مم، وكما بينت الاختبارات الحسية (درجة قبول المنتج، اللون، النكهة، القوام) أن جميع العينات المضاف اليها دقيق الدخن قد حصلت على نتيجة تقيم افضل من عينة الشاهد وحيث كانت أفضل عينة هي العينة الحاوية على دقيق الدخن بنسبة استبدال ٤٠%.

الكلمات المفتاحية: البسكويت، دقيق القمح، دقيق الدخن، الخصائص الحسية

*أستاذ مساعد قسم هندسة تقانة الأغذية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس

** مدرس قسم هندسة تقانة الأغذية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٩) العدد (١٥) ٢٠٢٥

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (9) No. (15) 2025

Study of the effect of substituting standardized wheat flour with millet flour on the sensory and physicochemical properties of biscuits

Yasser kerhaili
Fadi Darwish

(Received 3/8/2025 . Accepted 18/11/2025)

□ **ABSTRACT** □

This research was conducted in the laboratories of the Directorate of Grains and Bakeries in Tartous city with the aim of studying the effect of replacing the standardized wheat flour used in the manufacture of biscuits with millet flour at three levels (40-20-10%) on the sensory and physicochemical properties of biscuits. The results of the chemical tests showed an increase in the percentage of ash from (1.55 to 1.91%), protein from (10.92 to 11.88%) and a decrease in moisture from 3.61 to 2.66%, in biscuits manufactured by increasing the percentage of millet flour addition (40%) While the results of the physical tests showed an increase in diameter from 4.1 to 4.9 cm and the spread rate from 3.2 to 4.6% with an increase in the percentage of millet flour addition (40%), while the thickness of the biscuits decreased from 12.8 to 10.5 mm. As the sensory tests (product acceptance degree, color, flavor, texture) showed, all samples to which millet flour was added obtained a better evaluation result than the control sample, and the best sample was the sample containing millet flour at a replacement rate of 40%.

Keywords: Biscuits, Wheat Flour, Millet Flour, Sensory Properties

* Department of Food Technology Engineering, Faculty of Technical Engineering, Tartous University
**Department of Food Technology Engineering, Faculty of Technical Engineering, Tartous University

١- المقدمة والدراسات المرجعية:

يعد إنتاج البسكويت أحد القطاعات الرئيسية في الصناعة الغذائية، حيث يتميز هذا المنتج بقيمة غذائية مرتفعة، خاصة عند إضافة مكونات غنية مثل الزبدة أو الدهون النباتية. يعتبر البسكويت من المواد الغذائية الشائعة التي يتناولها الأفراد كمصدر للطاقة، سواء في المناسبات الاجتماعية أو كجزء مكمل للنظام الغذائي للأطفال، وذلك لاحتوائه على نسب عالية من الكربوهيدرات (النشويات والسكريات) والدهون التي توفر الطاقة اللازمة للأنشطة اليومية. كما يمكن تعزيز قيمته البروتينية من خلال إضافة مكونات مثل الحليب أو البيض إلى تركيبة المنتج.من الناحية التصنيعية، يتميز البسكويت بسهولة التداول والتخزين نظراً لتوفره في عبوات صغيرة ومناسبة لمختلف الفئات الاجتماعية. تعود قدرته على البقاء صالحا" للاستهلاك لفترات طويلة إلى انخفاض نسبة الرطوبة فيه، مما يقلل من فرص التلف الميكروبي أو الكيميائي , (Garcia, M *et al*.,2023) (Alam, Z., & Khan, M. S. 2022) .

من الناحية التقنية، يُصنع البسكويت من خليط من الدقيق (عادةً دقيق القمح، مع إمكانية استخدام بدائل مثل دقيق الشعير أو الدخن)، والسكر، والدهون (مثل الزبدة أو الزيوت النباتية)، ومواد رافعة مثلا لبيكنج باودر (مسحوق خميرة الخبز) أو الخميرة أحياناً. يتم خبزه في درجات حرارة محددة حتى يكتسب القوام المقرمش أو الهش. كما يمكن إغناء المنتج بإضافات متنوعة مثل الشوكولاتة، الفواكه المجففة، أو المكسرات لتحسين قيمته الغذائية أو خصائصه الحسية.يُستخدم البسكويت بشكل رئيسي كوجبة خفيفة أو كعنصر في الضيافة، مما يجعله منتجًا متعدد الاستخدامات في القطاع الغذائي(Chen, L, *et al*.,2023)(Dossa, S., & Rivis, A. 2024).

يمكن استبدال دقيق القمح في صناعة البسكويت بمجموعة واسعة من الدقيق (حبوب، بقوليات، بذور، درنات)، ويعتمد الاختيار على الهدف الغذائي :رفع البروتين (دقيق الصويا/الحمص)، رفع الألياف (الشوفان/الشعيرو بذور الدخن).

الدخن هو مجموعة من الحبوب الصغيرة الحجم تنتمي إلى الفصيلة النجيلية (Poaceae) تُزرع منذ آلاف السنين، خصوصًا في آسيا وأفريقيا، وتُعد من المحاصيل المقاومة للجفاف والظروف البيئية القاسية. يُعد دقيق الدخن خياراً ممتازاً في صناعة الخبز والمعجنات لما يقدمه من قيمة غذائية عالية (بروتين، ألياف، مضادات أكسدة) ونكهة مميزة، خاصة في صناعة الخبز المسطح (Flat bread) مثل الروتي في الهند، حيث يُستخدم الدخن بشكل واسع لملاءمته لهذه المنتجات التي لا تعتمد على الانتفاخ الكبير والخبز المخلوط (Composite bread) بإضافة نسب تتراوح بين ١٠–٤٠% من دقيق الدخن مع دقيق القمح، لتحقيق توازن بين القيمة الغذائية وجودة الخبز (الحجم، الطراوة، القوام) والمعجنات مثل الكعك، البسكويت، والكوكيز، حيث يكون غياب الجلوتين أقل تأثيراً، مما يسمح باستخدام نسب أعلى من الدخن دون التأثير على الجودة (Vinay, G *et al*., 2022) (Mudau, M *et al*.,٢٥) 20

استبدال دقيق القمح بدقيق بذور الدخن (Millet Flour) في تصنيع البسكويت يُعد خياراً صحياً وغذائياً مفيداً، لإنتاج منتجات غذائية بمواصفات حسية جيدة ومقبولة للمستهلك حيث يحتوي على نسبة أعلى من الألياف الغذائية مقارنة بدقيق القمح مما يساعد في تحسين عملية الهضم ويمنح شعوراً بالشبع لفترة أطول، مما يدعم التحكم في الوزن. يتميز دقيق الدخن بمؤشر جلايسيمي أقل من دقيق القمح، مما يعني أنه لا يرفع سكر الدم بشكل سريع بالتالي يناسب لمرضى السكري أو الراغبين في اتباع نظام غذائي متوازن،كما يحتوي على معادن مهمة مثل الحديد، المغنيسيوم، الزنك، والفوسفور بكميات أكبر من تلك الموجودة في دقيق القمح مما يسهم ذلك في تعزيز الصحة العامة، وصحة

العظام والقلب (Murungweni, K. T *et al.*,2025) (Chinma, C. E *et al.*,2022) (2024 ., Manchanda *et al*)

نظرا لاهمية ما سبق و وتدعيم دقيق القمح بأنواع أخرى من الدقيق لذلك تم التركيز في هذا البحث على دراسة إمكانية تصنيع أنواع مختلفة من البسكويت من خليط(دقيق القمح– دقيق الدخن) لإنتاج منتجات غذائية عالية القيمة الغذائية، وبمواصفات تصنيعية جيدة وثابته .

قام الباحث (Rawiningtyas, S., *et al.*,2024) بدراسة إمكانية استُخدم دقيق الدخن بنسب ٠، ٣٠، و٥٠% بدلا من دقيق القمح، وقُيِّم تأثير هذه النسب على جودة الكوكيز. وقد أظهر التحليل الكيميائي لمخاليط دقيق الدخن والقمح زيادةً ملحوظةً في البروتين من ٩,٣٣الى ١١,٥٣ % عند إضافة دقيق الدخن بمستويات مختلفة، بينما انخفضت الكربوهيدرات من ٧٠%الى ٥١,٧٨% والرطوبة من١٠,٧ الى ٥%عند إضافة الدخن إلى الخليط. و أظهر التقييم الحسي أنه مع زيادة نسبة دقيق الدخن إلى ٥٠%، أظهرت الكوكيز قبولاً للمنتج، بينما أظهر مستوى ٣٠% انخفاضاً ملحوظاً في القبول الحسي.

قام الباحث (Eid, W. A, *et al.*,2025) بدراسة تأثير استخدام الدقيق المركب المُحضّر باستخدام دقيق الدخن ودقيق القمح في تطوير البسكويت المُدعّم بدقيق البطاطا الحلوة البيضاء بنسب استبدال ١٠% و٢٠% و٣٠% حيث صُمّم نوعان من الدقيق المركب: 75:25 و50:50 حيث بينت نتائج الاختبارات الكيميائية زيادةً ملحوظةً في البروتين من

(١٠الى ١١ %) والرماد من(٢,٣٨ الى٢,٩١ %) ومحتوى الألياف من (%٢,٦٣ الى٥,١١%) فإن إنتاج عينات البسكويت من الدقيق المركب المصنوع من دقيق الدخن والقمح، والمُضاف إليه دقيق البطاطا الحلوة البيضاء، يُحسّن من الجودة الغذائية للمنتج وسيُطوّر البسكويت كغذاء جديد بمكونات وظيفية أكثر.

٢– أهمية البحث أهدافه:

ادت عملية استنزاف محصول القمح في العديد من الصناعات الغذائية كالخبز والبسكويت ومعجنات أخرى الى البحث عن بدائل ومصادر اخرى لتدعيم دقيق القمح في مختلف الصناعات ولسد الاحتياجات المتزايدة، ونظراً لارتفاع معدل استهلاك الفرد سنوياً من القمح والذي زاد عن ١٨٠ كغ/سنوياً جاءت هذه الدراسة لتدعيم دقيق القمح بدقيق الدخن الغني بالبروتينات والعناصر المعدنية.

هدف البحث إلى: –دراسة تأثير نسب استبدال دقيق القمح التمويني بنسبة استخلاص 80% بدقيق الدخن عند ثلاث مستويات 10– 20– 40% في الخواص الحسية والفيزيوكيميائية للبسكويت الناتج بعد الاستبدال بدقيق الدخن.

– تحديد أفضل نسبة استبدال لدقيق القمح التمويني بدقيق الدخن للحصول على افضل الخواص الحسية للبسكويت من خلال التحليل الاحصائي للنتائج.

٣– مواد البحث وطرائقه:

3–1– المواد اللازمة للبحث: المواد اللازمة لتصنيع البسكويت:

تم الحصول على جميع المواد المستخدمة من السوق المحلية في مدينة طرطوس وهي :

– دقيق قمح بنسبة استخلاص 80%(دقيق تمويني)– بذور الدخن – سكر مطحون– زبدة نباتية مهدرجه(الخير)–ملح الطعام– حليب بقري مجفف خال الدسم – مسحوق محسنات الخبيز (البيكنج باودر) – فانيليا– قطر صناعي.

3-1-١طريقة تحضير دقيق الدخن المستخدم(Abdel *et al.*, 2014)

-نخل الدقيق لفصل النخالة

-ازالة جميع الشوائب والأجرام من بذور الدخن باستخدام المناخل والتنقية اليدوية.

-غسل البذور مرتين بماء نظيف.

-سلق البذور في ماء مغلي لمدة 90ثانية ، ثم تبريد سريع بمياه جارية.

-تجفيف البذور المسلوقة شمسياً لمدة 60-48ساعة.

-طحن البذور في مطحنة ، تمرر البذور مرتين في المطحنة حتى الحصول على دقيق ناعم.

3-2 تحضير العينات وترميزها:

حضرت عينات تجريبية من الدقيق بنسب استبدال 10%-20% -40% ورمزت بالمعاملات A1-A2-A3 على التوالي إضافة لعينة شاهد من دقيق القمح بدون إضافة دقيق الدخن ورمزت A0 كما هو مبين بالجدول رقم (١)، حيث دونت هذه الرموز على أكياس العينات التجريبية المعدة لتصنيع البسكويت، وعرضت هذه العينات الناتجة على لجنة تذوق مؤلفة من ١٢ شخص من ذوي المهارة في تقييم جودة الأغذية لتحديد درجة التغيير سلباً أو إيجاباً نتيجة عملية استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في المعاملات المدروسة على سلم قياس ليكرت، حيث أعطيت درجات من ١-٥ لكل عينة وتمثل هذه الأرقام: ١= غير مقبول ٢= مقبول ٣= جيد ٤= جيد جدا ٥= ممتاز من حيث الشكل والطعم والمذاق واللون.

جدول(١) خلطات الدقيق المستخدمة في تصنيع البسكويت

نسب الاستبدال	A0%(شاهد)	%A1	%A2	%A3
دقيق قمح تمويني %	١٠٠	٩٠	٨٠	60
دقيق الدخن%	٠	١٠	٢٠	40

3- 3 تصنيع البسكويت:

تم العمل وفقاً للطريقة المعدلة من قبل (Tarancon *et al.*, 2013) استخدمت المكونات التالية: المقادير والكميات التي تم العمل عليها ٥ كغ دقيق، ١,٥ كغ سكر، ١ كغ زبدة، ١٠٠ غ حليب مجفف خال الدسم، ٥٠ غ ملح الطعام،

٩٥ غ البيكنج باودر ، ١٠٠ غ قطر صناعي،٨٥٠- ٩٠٠ غ ماء عادي. بداية مزج السكر مع الزبدة مع التحريك المستمر للوصول الى مزيج متجانس، ثم أضيف الحليب مع استمرار التحريك، وكذلك اضيف مسحوق البيكنج باودر ثم الدقيق وبقية المكونات. وعجنت بشكل جيد حتى التجانس التام وتطور الشبكة الغلوتينية للعجين وتركت لتستريح لمدة 45 دقيقة، فردت العجينة بسماكة ٢ - ٣ مم وقطعت باستخدام قالب مخصص لذلك بقطر ٣٥ مم، ووضعت في صينية الفرن للخبز على درجة حرارة ٢١٠°م لمدة ٨-١٠ دقائق، ثم بردت بشكل تدريجي حتى الوصول لدرجة حرارة الغرفة كما يظهر بالشكل ١، ومن ثم عبئت بأكياس بولي ايتلين معقمة ومجهزة للأغلاق بشكل جيد وتركت لحين التحليل أو الاستهلاك.

عينة الشاهد

العينة بنسبة استبدال ١٠% من دقيق الدخن

العينة بنسبة استبدال ٤٠% من دقيق الدخن

العينة بنسبة استبدال ٢٠% من دقيق الدخن

الشكل (١)عينات البسكويت المحضرة بنسب استبدال 10%-20% -40% من دقيق الدخن وعينة الشاهد

3-4 الاجهزة والادوات اللازمة للعمل:

- جهاز برونر Boerner لتجزئة العينات.
- ميزان حساس بدقة 0.01غ.
- مجموعة غرابيل الدخن المستخدمة في المؤسسة العامة لاكتار البذار.
- مطاحن مخبرية خاصة لطحن الحبوب. CHOPIN وBrabender (AACC 26-50, 2000).

3-5 الاختبارات والتحاليل المخبرية في البحث:

تم إجراءجميع الاختبارات(الحسية والكيميائية والفيزيائية) على عينات البسكويت(المنتج النهائي)

- النسبة المئوية للرطوبة (المحتوى المائي للحبوب): رقم (AACC 44-A15 2000).
- النسبة المئوية للرماد: AACC رقم ٠١-٠٨ (AACC, 2000).
- النسبة المئوية للبروتين: AACC رقم ١٢- ١٠-٤٦ (AACC, ٢٠٠٠). وعلى الرغم من أهمية إجراء اختبارات تحديد نسبة الألياف والدهون وكذلك الاختبارات الريولوجية ولكن لن نتمكن من أجراءها لعدم توفر الأجهزة المطلوبة في مكان إجراء البحث والتكلفة العالية لإجراءها في مخابر مطاحن خاصة غير موجودة في المحافظة.

3-6 الاختبارات الفيزيائية:

حساب القطر و السماكة باستخدام البياكوليس، معامل الانتشار وذلك حسب طريقة الزبيدي (الزبيدي , ٢٠٠٩)

معامل الانتشار يحسب بتقسيم متوسط العرض على متوسط السماكة والتعويض في المعادلة التالية :

$$SF= W/T*10 \quad (1)$$

حيث w القطر (العرض) (سم)، و T متوسط السماكة (مم).

3-7 الاختبارات الحسية للبسكويت.

تمَّ إجراء الاختبارات الحسية من قبل ١٢ شخصاً طبقاً لاستمارة التقويم الحسّي، حيث تمَّ تحديد الصفات الحسّيَّة بإجراء استبيان وفقاً للطريقة المعتمدة على إعطاء العينات أرقاماً من (1-5) وفقاً لـ (Alfin, 2000).

- درجة قبول المنتج بالنسبة لك بالعموم، ويعطى خمس درجات من ١ - ٥.
- درجة قبول اللون ويعطى خمس درجات.
- درجة قبول النكهة ويعطى خمس درجات.
- درجة قبول القوام (قابلية البسكويت للكسر باليد والاسنان) ويعطى خمس درجات.

3-8 التحليل الإحصائي:

تم جمع البيانات وتحليلها إحصائيا وفق مقياس ليكرت الخماسي باستخدام برنامج التحليل الاحصائي (SPSS) لحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لكل عينة على حدا. تحليل التباين الأحادي One- ANOVA Way عند مستوى معنوية 0.05 واستخدام اختبار Duncan لتحديد اتجاهات الفروق بين الخلطات، حيث تمَّ تحليل البيانات باستخدام برنامج (IBM, SPSS 25).

4-النتائج والمناقشة:

4- 1تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في الخصائص الكيميائية للبسكويت.

يلاحظ من الجدول رقم (٢) انخفاض نسب الرطوبة تدريجيا في جميع النسب المستخدمة مقارنة بالشاهد حيث كانت أقل نسبة عند إضافة ٤٠% من دقيق الدخن و بلغت2.66% في حين كانت بعينة الشاهد 3.61% وفي المعاملتين A1, A2 (3.31، 2.95) على التوالي.

جدول (٢) تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في الخصائص الكيميائية للبسكويت مقارنة بعينة الشاهد.

العينة المدروسة / المواصفة المدروسة	A0	A1	A2	A3
الرطوبة%	3.61±0.12[a]	3.31±0.03[c]	2.٩٥±0.03[c]	2.66±0.02[d]
الرماد%	1.55 ±0.04 [c]	1.68±0.02 [b]	1.٧٥ ±0.02 [a]	1.91±0.03 [d]
البروتين%	١٠,٩٢ ±0.02 [b]	11.56±0.04 [b]	١١. 64±0.07 [a]	11.88 ±0.1 [c]

كل قيمة تمثل متوسط لثلاث مكررات، تشير الاحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فرق معنوي عند مستوى ثقة 5%.

وكانت الفروقات معنوية بين جميع العينات، وهذا الانخفاض في الرطوبة ناتج عن غياب الغلوتين في دقيق الدخن وكذلك كونه يحتوي على نسبة أعلى من الألياف الغذائية (خاصة غير القابلة للذوبان) مقارنة بدقيق القمح، مما يقلل من قدرة الدقيق على امتصاص والاحتفاظ بالماء أثناء العجن والخبز(Moolwong *et al.* 2024) .

أما بالنسبة للرماد فكانت أعلى نسبة في العينة A3 وقد بلغت ١,٩١% وأقل نسبة كانت في عينة الشاهد حيث بلغت ١,٥٥ % وفي المعاملتين A2, و A1 (1.7 0-١,٦٨) على التوالي وكانت الفروقات معنوية بين جميع العينات

وعينة الشاهد وهذا يتفق مع (Moolwong *et al.* 2024) يعود سبب ذلك الى أن دقيق الدخن يحتوي على معادن مهمة مثل الحديد، المغنيسيوم، الزنك، والفوسفور بكميات أكبر من تلك الموجودة في دقيق القمح.

كما يلاحظ من الجدول 2 زيادة نسبة البروتين من ١٠,٩٢% حتى ١١,٨٨% مع زيادة نسبة إضافة دقيق الدخن، وكانت أعلى نسبة من البروتين في العينة A3 عند إضافة ٤٠% من دقيق الدخن ، وأدنى نسبة في عينة الشاهد وكانت الفروقات معنوية بين جميع العينات وهذا يتفق مع دراسات (Manchanda *et al*., 2024)

(Eid, W. A, *et al*.,2025) التي تحدثت عن تدعيم الوجبات الغذائية بإضافة بدقيق الدخن وإن الزيادة التدريجية في محتوى البروتين مع زيادة نسبة دقيق الدخن تعود إلى ارتفاع محتوى الدخن البروتيني(١٣%) مقارنةً بدقيق القمح الطري المستخدم في صناعة البسكويت، وإلى التكامل في مكونات الأحماض الأمينية، مما يعزز كلًّا من الكمية والجودة الغذائية للبروتين في البسكويت (Manchanda *et al*., 2024) .

4- 2تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في الخصائص الفيزيائية للبسكويت.

يلاحظ من الجدول رقم (٣) زيادة في قطر عينات البسكويت المدروسة مع زيادة نسبة إضافة دقيق الدخن حيث كان القطر في الشاهد ٤,١ سم وازداد إلى ٤,٩ سم في العينة A3 .

جدول (٣) تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في الخصائص الفيزيائية للبسكويت مقارنة بعينة الشاهد.

نسب الاستبدال / الخواص الفيزيائية	A0	A1	A2	A3
القطر (سم)	4.1b	4.3 a	4.6 a	4.9 b
السماكة (مم)	12.8a	11.91 b	11.15 b	10.5 b
معامل الانتشار	3.2d	3.6c	4.1 b	4.6c

كل قيمة تمثل متوسط لثلاث مكررات، تشير الاحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فرق معنوي عند مستوى ثقة 5%.

وكانت الفروقات معنوية بين عينة الشاهد وبقية العينات في حين لم يظهر أي فرق معنوي بين العينات الثلاث A1

و A2 و A3 وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (Arepally, D *et al*.,, 2023) عند استخدام دقيق الدخن في صناعة البسكويت.

كما انخفضت سماكة عينات البسكويت من١٢,٨ مم في عينة الشاهد إلى١٠,٥ مم وكانت في العينتين A1 و٢ A (١١,٩١- ١١,١٥ مم) على التوالي وكانت الفروقات معنوية بين جميع العينات كما هو ملبن بالجدول رقم (٣) وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (Moolwong *et al.* 2024) عند استخدام نسب إضافات مختلفة من دقيق الدخن في صناعة البسكويت. وازداد أيضا معامل الانتشار مع زيادة نسبة الاستبدال بدقيق الدخن في عينات البسكويت المدروسة حيث كانت أقل نسبة في عينة الشاهد وبلغت ٣,٢ % وأعلى نسبة انتشار في العينة A3 وبلغت ٤,٦ % وكانت في العينتين1 A و A2 3.6 -٤,١% على التوالي حيث ظهرت الفروقات معنوية بين جميع العينات المدروسة في البحث ولكن بفروقات قليلة بين بعضها البعض.

وبالتالي نستنتج أنه مع ازدياد نسبة استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن(٤٠%) لوحظ ازدياد معنوي في قطر البسكويت من ٤,١ إلى ٤,٩ سم، ومقابله انخفاض في السماكة من ١٢,٨ مم إلى ١٠,٥ مم، ما أدى إلى ارتفاع معدل

الانتشار من ٣,٢ إلى ٤,٦. يُعزى هذا السلوك إلى أن غياب الغلوتين في دقيق الدخن يؤدي الى ضعف بنية العجين بالتالي عدم القدرة على الاحتفاظ بالغاز الناتج عن(البيكنج باودر) مما يمنعها من الارتفاع عموديا"(انخفاض في السماكة) وقلة تماسك العجينة الناتجة عن استبدال القمح، مما يقلل مقاومة العجينة للانتشار أثناء الخَبز. كما أن التغير في خواص النشا وامتصاص الماء ونوع البروتين والألياف في دقيق الدخن يُسهم في خفض لزوجة العجينة أثناء مرحلة الذوبان والانتشار، فتتمدد العجينة أفقيًا بدلاً من الارتفاع العمودي. بالتالي يشير ارتفاع معدل الانتشار إلى أن نسب الدخن المستخدمة أعطت عجينة أكثر سيولة حرارية أثناء الخَبز، مما يؤثر على البنية الشكلية النهائية للبسكويت (Sullivan *et al.*, 2010).

كما تزداد معدلات الانتشار لخلطات البسكويت عند اضافة دقيق الدخن حيث أن معامل الانتشار المرتفع يقلل من جودة البسكويت وتزداد الهشاشة في حين أن معامل الانتشار المعتدل يرفع من جودة البسكويت و يقلل من هشاشته عند خروجه من بيت النار (Sullivan *et al.*, 2010).

4-3 تأثير نسب استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في الخصائص الحسية للبسكويت.

بعد الاستبيان والكشف الحسي على هذه العينات وضعت النتائج المبينة في الجدول ٥على برنامج تحليل احصائي لتحديد المجال الرقمي لكل درجة بهذا المقياس وتم تحديدها كما هو مبين بالجدول رقم (٤) حيث يبين المجال الرقمي لكل درجة،

جدول (٤) يبين المجال الرقمي لكل درجة مستخدمة بوصف العينة.

نتيجة الوصف النهائية	المجال	مقياس ليكرت
غير مقبول	1.80-1.00	1
مقبول	2.60-1.81	2
جيد	3.40-2.61	3
جيد جداً	4.20-3.41	4
ممتاز	5-4.21	5

يبين الجدول رقم ٥ نتائج التقييم الحسي لكل عينة بالنسبة للمتذوقين

جدول (٥) يبين نتائج التقييم الحسي للخواص للبسكويت

درجة قبول المنتج بالنسبة لك				قابلية اللون لهذا المنتج				الدرجة التي تعطيها لنكهة البسكويت				الدرجة التي تعطيها لقوام وهشاشة البسكويت			
A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
3.75	3.90	3.92	4.10	3.60	3.72	3.90	4.00	3.76	3.75	3.99	3.90	3.60	3.90	3.95	4.01
3.78	3.94	3.96	4.12	3.62	3.75	3.92	4.02	3.79	3.78	4.01	3.94	3.64	3.92	4.00	4.03
3.81	3.97	4.00	4.14	3.64	3.78	3.94	4.04	3.82	3.81	4.03	3.97	3.67	3.94	4.05	4.05

درجة قبول المنتج بالنسبة لك				قابلية اللون لهذا المنتج				الدرجة التي تعطيها لنكهة البسكويت				الدرجة التي تعطيها لقوام وهشاشة البسكويت			
A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
3.84	4.01	4.04	4.16	3.65	3.81	3.96	4.05	3.85	3.84	4.05	4.01	3.71	3.96	4.10	4.06
3.87	4.04	4.08	4.18	3.67	3.84	3.98	4.07	3.87	3.87	4.07	4.04	3.75	3.98	4.15	4.08
3.90	4.08	4.12	4.20	3.69	3.87	3.99	4.09	3.90	3.90	4.09	4.08	3.78	4.00	4.20	4.10
3.93	4.11	4.16	4.22	3.71	3.90	4.01	4.11	3.93	3.93	4.11	4.11	3.82	4.02	4.25	4.12
3.96	4.15	4.20	4.24	3.73	3.93	4.03	4.13	3.96	3.96	4.13	4.15	3.85	4.04	4.30	4.14
3.99	4.19	4.24	4.26	3.75	3.96	4.05	4.15	3.99	3.99	4.15	4.19	3.89	4.06	4.12	4.16
4.00	4.22	4.27	4.28	3.77	3.99	4.07	4.17	4.00	4.02	4.17	4.22	3.93	4.08	4.08	4.18
3.95	4.26	4.29	4.30	3.79	4.00	4.09	4.18	3.95	4.03	4.19	4.26	3.96	4.10	4.02	4.19
3.92	4.30	4.30	4.30	3.80	3.95	4.11	4.20	3.92	3.98	4.21	4.30	4.00	4.12	3.98	4.21

وبمقارنة المتوسطات الحسابية لكل عينة من العينات المدروسة بالبحث مع مقدار المجال الرقمي لكل درجة في الجدول نحصل على النتيجة النهائية لكل عينة بالنسبة للمتذوقين وأين تقع بدرجات الوصف المستخدمة بهذا المقياس كما هو مبين بالجدول رقم،٦.

جدول (٦) يبين متوسط نتائج التقييم الحسي للخواص للبسكويت

العينة	الأسئلة	المتوسط الحسابي للعينة	النتيجة النهائية على مقياس ليكرت
A0	ماهي درجة قبول المنتج بالنسبة لك	3. 90	جيد جداً
A0	ما هي قابلية اللون لهذا المنتج	3. 70	جيد جداً
A0	ماهي الدرجة التي تعطيها لنكهة البسكويت	3. 90	جيد جداً
A0	ماهي الدرجة التي تعطيها لقوام وهشاشة البسكويت	3. 80	جيد جداً
A1	ماهي درجة قبول المنتج بالنسبة لك	4.10	جيد جداً
A1	ما هي قابلية اللون لهذا المنتج	3.90	جيد جداً
A1	ماهي الدرجة التي تعطيها لنكهة البسكويت	3.90	جيد جداً
A1	ماهي الدرجة التي تعطيها لقوام وهشاشة البسكويت	4.00	جيد جداً
A2	ماهي درجة قبول المنتج بالنسبة لك	4.20	جيد جداً
A2	ما هي قابلية اللون لهذا المنتج	4.00	جيد جداً

A2	ماهي الدرجة التي تعطيها لنكهة البسكويت	4.10	جيد جداً
A2	ماهي الدرجة التي تعطيها لقوام وهشاشة البسكويت	4.10	جيد جداً
A3	ماهي درجة قبول المنتج بالنسبة لك	4.30	ممتاز
A3	ما هي قابلية اللون لهذا المنتج	4.10	جيد جداً
A3	ماهي الدرجة التي تعطيها لنكهة البسكويت	4.20	جيد جداً
A3	ماهي الدرجة التي تعطيها لقوام هشاشة البسكويت	4.10	جيد جداً

أظهرت نتائج التقييم الحسي أن جميع عينات البسكويت المضاف إليها دقيق الدخن تفوقت بشكل ملحوظ على عينة الشاهد (الخالية من الدخن)، حيث سجلت درجات أعلى في معظم الصفات الحسية المقاسة (اللون، النكهة، القوام، والقبول العام). ويشير ذلك إلى أن إدخال دقيق الدخن في تركيبة البسكويت قد أسهم في تحسين جودة المنتج من منظور المستهلك.وقد تبين أن العينة التي استُبدل فيها ٤٠% من دقيق القمح بدقيق الدخن هي الأفضل من حيث قبول المنتج واللون لهذا المنتج والنكهة و القوام بنتيجة نهائية على التوالي ممتاز وبمتوسط حسابي /٤,٣٠/ و جيد جداً وبمتوسط حسابي / 4.10/ و و جيد جداً وبمتوسط حسابي /4.20/ و جيد جداً وبمتوسط حسابي /4.10/.بينما حصلت عينة الشاهد على اقل تقيم من حيث قبول المنتج/3.9/ واللون/3.7 / والنكهة/3.9/ و القوام/3.8 / وهذا يتوافق مع

(Arepally, D *et al.*, 2023). ويرجع هذا التفوق إلى مجموعة من العوامل، من أبرزها: احتواء دقيق الدخن على مركبات عطرية طبيعية ساعدت في تعزيز النكهة ومنح المنتج طعماً مميزاً ومحبباً ومساهمة الأصباغ النباتية في الدخن (مثل مركبات الفلافونويد والبوليفينولات) في تحسين اللون وإضفاء مظهر أكثر جاذبية للبسكويت وكذلك محتوى الألياف والبروتين في دقيق الدخن، الذي أدى إلى تحسين القوام وزيادة القرمشة، وهو ما انعكس إيجاباً على درجة القبول الحسي(Arepally, D *et al.*, 2023).

5- الاستنتاجات:

- ارتفعت نسبة البروتين مع زيادة نسبة إضافة دقيق الدخن في عينات البسكويت ، وكانت أعلى نسبة من البروتين في العينة الحاوية على ٤٠% من دقيق الدخن ١١,٨٨% ، وأدنى نسبة في عينة الشاهد١٠,٩٢%
- ارتفعت نسبة الرماد مع زيادة نسبة إضافة دقيق الدخن في عينات البسكويت ، وكانت أعلى نسبة من الرماد في العينة الحاوية على ٤٠% من دقيق الدخن١,٩١% ، وأدنى نسبة في عينة الشاهد ١,٥٥%

-انخفضت نسبة الرطوبة مع ازدياد نسبة استبدال دقيق القمح بدقيق الدخن في عينات البسكويت حيث كانت أقل نسبة عند إضافة ٤٠% من دقيق الدخن و بلغت2.66% في حين كانت بعينة الشاهد 3.61%.

- بينت دراسة الخواص الفزيائية زيادة في القطر من٤,١ الى ٤,٩ سم ومعدل الانتشار من٣,٢ الى٤,٦ بزيادة نسبة الإضافة (٤٠%) من دقيق الدخن في حين انخفضت سماكة البسكويت من١٢,٨ الى ١٠,٥ مم.
- بينت النتيجة النهائية للاختبارات الحسية والذوقية أن جميع العينات المضاف اليها دقيق الدخن قد حصلت على نتيجة تقيم افضل من عينة الشاهد وحيث كانت أفضل عينة من حيث قبول المنتج واللون لهذا المنتج والنكهة و القوام هي العينة بنسبة استبدال ٤٠% من دقيق الدخن بنتيجة نهائية على التوالي ممتاز وبمتوسط حسابي /٤,٣٠/ و جيد جداً وبمتوسط حسابي / 4.10/ و و جيد جداً وبمتوسط حسابي /4.20/ و جيد جداً وبمتوسط حسابي

/4.10/.بينما حصلت عينة الشاهد على اقل تقيم من حيث قبول المنتج/3.9/ واللون/3.7 / والنكهة/3.9/ و القوام/3.8 /.

6- التوصيات:

- استخدام دقيق الدخن يمثل خياراً صحياً ومميزاً لإنتاج منتجات غذائية عالية القيمة الغذائية.
- تجربة أكثر من صنف من الدخن المعتمد في مناطق الزراعية السورية ذات المناخ المختلف لتحديد الفروقات التكنولوجية ومقارنته بنتائج الدخن المستخدم هذا في البحث.
- تجربة بسكويت الدخن الكامل وتقديمه للأشخاص الذين يعانون من امراض مثل السكري – الإمساك – الحالات العصبية ودراسة حالتهم الصحية .
- يمكن ايضاً المقارنة مع استبدالات آخرى مع دقيق القمح مثل الذرة الشامية والشعير وغيرها من الحبوب.

7- المراجع:

١. الزبيدي، عباس حسن حسين(٢٠٠٩) *الكتاب العملي في تصنيع الحبوب*. الدار الجامعية للطباعة والنشر بغداد، جمهورية العراق. ١٢٣ صفحة.

1. AACC. (2000). *Approved Methods of the AACC, 1Oth ed. Methods 55-10*, 44-ISA, 56-SIB, 46-30, 38~12A, 08-01,76-13,76-21,26-95,26-41,54-21,54-10, 54~40A, 66-41,14-22,66-50. 332-100, 38-12, 54-24 and 58-81b (10th ed), AACC International, St. Paul, MN(٢٠٠٠)

2. Abdel-Aal, E.-S. M. ; Hud, P. 2014, *Pseudocereals: Chemistry and Technology*, Wiley-Blackwell,256.

3. Alam, Z.; Khan, M. S.; 2022, *Trends and Innovations in Biscuit Manufacturing: A Review*. Journal of Food Processing and Technology India, Vol.13, No.2, 1-8.

4. Alfin, F.; 2000, *A comparative study on the milling and flour characteristics of bread and durum wheats from Syria and Turkey*. Ph.D. Thesis, Department of Food Engineering, Ege Universitesi, Izmir, Turkey, 172.

5. Arepally, D.; Reddy, R. S.; Coorey, R.; Goswami, T. K.; 2023, *Evaluation of functional, physicochemical, textural and sensorial properties of multi-millet-based biscui*t. International Journal of Food Science and Technology U.K., Vol.58, No.5, 2437-2447.

6. Chen, L.; Zhang, Y.; Wang, H.; 2023, *Functional Ingredients in Biscuit Production: Health Benefits and Market Trends.* Trends in Food Science & Technology U.K., Vol.135, 112-123.

7. Chinma, C. E.; Ibrahim, P. A.; Adedeji, O. E.; Ezeocha, V. C.; Ohuoba, E. U.; Kolo, S. I.; Adebo, O. A.; 2022, *Physicochemical properties, in vitro digestibility, antioxidant activity and consumer acceptability of biscuits prepared from germinated finger millet and Bambara groundnut flour blends*. Heliyon Netherlands, Vol.8, No.10.

8. Dossa, S.; Rivis, A.; 2024, *Functional foods and bakery products: a review*. Journal of Agroalimentary Processes & Technologies Romania, Vol.30, No.2.

9. Eid, W. A.; Abdelgalil, Z. A.; Abd-Elsattar, H. H.; Bakry, A. M.; Tian, H.; Huang, J.; Hamed, Y. S.; 2025, *Evaluation of the Quality of Wheat and Millet Composite Flour and Application for Production Biscuits Fortified with White Sweet Potato Flour*. Food Analytical Methods Germany, Vol.18, No.4, 657-669.

10. Garcia, M.; Lopez, F.; Ruiz, C.; 2023, *Innovative Packaging Solutions for Biscuit Preservation and Shelf Life Extension*. Packaging Technology and Science U.K., Vol.36, No.5, 345-356.

11. Manchanda, M.; Rawat, D.; Chandra, A.; Saini, R. K.; 2024, *Development and evaluation of calcium-fortified multi-millet biscuits: a nutritious alternative to refined wheat flour*. Foods U.S.A., Vol.13, No.11, 1696.

12. Moolwong, J.; Srilasak, N.; Chuacharoen, T.; 2024, *Effect of Partially Substitution Wheat Flour with Millet Flour on Butter Biscuit Properties*. Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society Germany, Vol.12, No.1.

13. Mudau, M.; Mashau, M. E.; Ramashia, S. E.; 2022, *Nutritional Quality, Antioxidant, Microstructural and Sensory Properties of Spontaneously Fermented Gluten-Free Finger Millet Biscuits*. Foods U.S.A., Vol.11, No.9, 1265.

14. Murungweni, K. T.; Ramashia, S. E.; Mashau, M. E.; 2025, *Nutritional composition, antioxidant, and sensory characteristics of gluten-free biscuits produced from malted finger millet (Eleusine coracana) flours*. Discover Food Switzerland, Vol.5, No.1, 120.

15. Rawiningtyas, S.; Harsandi, T. M.; Sari, A. R.; Ekaputri, D.; Hasanah, I. N.; Khaedar, M.; 2024, *Evaluation of Nutrition and Acceptability of Cookies Substituted with Millet Flour and Butterfly Pea Flower Extract (Clitoria ternatea)*. Helium: Journal of Science and Applied Chemistry Indonesia, Vol.4, No.2, 67-71.

16. Sullivan, P.; O'Flaherty, J.; Brunton, N.; Arendt, E.; Gallagher, E.; 2010, *Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour*. Eur. Food Res. Technol. Germany, Vol.231, No.3, 441-453.

17. Tarancon, P.; Fiszman, S.; Salvador, A.; Tarrega, A.; 2013, *Formulating biscuits with healthier fats. Consumer profiling of textural and flavor sensations during consumption*. Food Research International U.K., Vol.53, 134-140.

18. Vinay, G. M.; Srilatha, P.; Prakasha, R.; 2025, *Effect of variation in baking powder level on the quality characteristics of biscuits containing pearl millet flour*. Biochemical Journal India, Vol.9, No.1E, 3521.