



جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم الأغذية

تأثير محسنات الدقيق في الخصائص الريولوجية والتصنيعية لغلوتين دقيق القمح الطري السوري

**Effect of Flour Improvements on the Rheological and
Processing Properties of Syrian Soft Wheat Gluten**

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
قسم علوم الأغذية

إعداد المهندس
أحمد بسام العرموش

إشراف
د. جهاد سمعان

1436/2015

قائمة المحتويات:

I.....	قائمة المحتويات:
V.....	قائمة الجداول:
VIII.....	قائمة الأشكال:
X.....	الملخص
XI.....	Abstract
1.....	1- المقدمة Introduction:
4.....	2- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:
4.....	2-1- بروتينات القمح:
7.....	2-2- محسنات الدقيق:
8.....	2-2-1- غلوتين القمح الحيوي:
10.....	2-2-2- مولت الشعير:
12.....	2-2-3- حمض الأسكوربيك:
13.....	2-3- صناعة الخبز العربي منفصل الشطرين:
14.....	2-3-1- المواد الأساسية المستعملة في صناعة الخبز:
15.....	2-3-2- المحسنات والمواد الداعمة المستخدمة في صناعة الخبز:
15.....	2-3-3- مراحل صناعة الخبز:
18.....	3- المواد وطرائق البحث MATERIALS AND METHODS:

19	1-3- الإختبارات الفيزيائية للحبوب Grain physical characteristics
19	1-1-3- إختبار الوزن النوعي TEST WEIGHT
19	2-1-3- وزن الألف حبة 1000 KERNEL WEIGHT
19	3-1-3- درجة البلورية THE DEGREE OF VITREOUSNESS
20	2-3- الإختبارات الفيزيائية للدقيق Flour physical characteristics
20	1-2-3- درجة اللون COLOUR GRADE
20	2-2-3- إختبار التحبب GRANULATION
21	3-3- الإختبارات الكيميائية للدقيق Flour chemical characteristics
21	1-3-3- النسبة المئوية للرطوبة MOISTURE CONTENT
21	2-3-3- النسبة المئوية للرماد ASH CONTENT
22	3-3-3- النسبة المئوية للبروتين PROTEIN CONTENT
22	4-3-3- كمية ونوعية الغلوتين GLUTEN QUALITY AND QUANTITY
23	5-3-3- رقم السقوط FALLING NUMBER
24	4-3- الإختبارات الريولوجية للدقيق Dough Rheological Properties
24	1-4-3- إختبار الفارينوغراف FARINOGRAPH
25	2-4-3- إختبار الإكستنسوغراف EXTENSOGGRAPH
25	5-3- تصنيع الخبز Bread production
25	6-3- تقدير جودة الخبز Bread quality
26	7-3- التحليل الإحصائي Experimental Design and Statistical Methods

4-	النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION:	30
4-1-	الخصائص الفيزيوكيميائية لأنواع حبوب القمح المستخدمة في الدراسة:	30
4-2-	الخصائص الفيزيوكيميائية لأنواع دقيق القمح المستخدمة:	33
4-3-	الخصائص الريولوجية لأنواع دقيق القمح المستخدمة:	37
4-3-1-	نتائج الفارينوغراف لدقيق القمح:	37
4-3-2-	نتائج الإكستنسوغراف لدقيق القمح:	40
4-4-	تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص دقيق القمح الطري:	43
4-4-1-	الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعمة بالغلوتين الحيوي:	43
4-4-2-	الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعمة بالغلوتين الحيوي:	47
4-5-	تأثير حمض الأسكوربيك في خصائص دقيق القمح الطري:	57
4-5-1-	الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بحمض الأسكوربيك:	57
4-5-2-	الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بحمض الاسكوربيك:	60
4-6-	تأثير مولت الشعير في خصائص دقيق القمح الطري:	69
4-6-1-	الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بمولت الشعير:	69
4-6-2-	الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بمولت الشعير:	72
4-7-	مقارنة تأثير المحسنات في خصائص دقيق القمح الطري:	80
4-7-1-	الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح:	80
4-7-2-	الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح:	82
4-8-	خصائص الجودة لعينات الخبز المنتج من أنواع دقيق القمح المدروسة:	84

89.....	5- الاستنتاجات CONCLUSIONS
92.....	6- المقترحات والتوصيات RECOMMENDATIONS
93.....	7- المراجع العلمية REFERENCES

قائمة الجداول:

- الجدول-1. الخصائص الفيزيوكيميائية لحبوب أصناف القمح المستخدمة: 30
- الجدول-2. المقاييس الرسمية للقمح حسب وزن الهيكولتر: 31
- الجدول-3. الخصائص الفيزيوكيميائية لأنواع دقيق القمح: 36
- الجدول-4. نتائج الفارينوغراف لأنواع دقيق القمح: 38
- الجدول-5. المقاييس الرسمية لمؤشرات الفارينوغراف: 39
- الجدول-6. نتائج الإكستينسوغراف لأنواع دقيق القمح: 41
- الجدول-7. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بالغلوتين الحيوي: 44
- الجدول-8. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بالغلوتين الحيوي: 45
- الجدول-9. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بالغلوتين الحيوي: 46
- الجدول-10. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بالغلوتين الحيوي: 48
- الجدول-11. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بالغلوتين الحيوي: 50
- الجدول-12. اختبار مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم
بالغلوتين الحيوي: 51
- الجدول-13. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بالغلوتين
الحيوي: 53
- الجدول-14. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بالغلوتين الحيوي: 54

- الجدول-15. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بالغلوتين.....
- الحيوي: 55
- الجدول-16. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بحمض الأسكوربيك: 57
- الجدول-17. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بحمض الاسكوربيك: 58
- الجدول-18. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بحمض الاسكوربيك: 58
- الجدول-19. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بحمض.....
- الاسكوربيك: 61
- الجدول-20. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بحمض الاسكوربيك: 62
- الجدول-21. اختبار مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بحمض.....
- الاسكوربيك: 63
- الجدول-22. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بحمض.....
- الاسكوربيك: 65
- الجدول-23. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بحمض الاسكوربيك: ... 66
- الجدول-24. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بحمض.....
- الاسكوربيك: 67
- الجدول-25. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بمولت الشعير: 70
- الجدول-26. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القياسي والمدعم بمولت الشعير: 70
- الجدول-27. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بمولت الشعير: 71
- الجدول-28. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بمولت الشعير: 73

- الجدول-29. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بمولت الشعير:74
- الجدول-30. اختبار مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بمولت
الشعير:75
- الجدول-31. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بمولت الشعير:77
- الجدول-32. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بمولت الشعير:78
- الجدول-33. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل بمولت الشعير:79

قائمة الأشكال:

- الشكل-1. تصنيف بروتينات الغلوتين بتقنية SDS-PAGE: 6
- الشكل-2. مخطط البحث: 29
- الشكل-3. تأثير الغلوتين الحيوي في الخصائص الكمية لغلوتين أنواع الدقيق: 47
- الشكل-4. تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق: 52
- الشكل-5. تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق: 56
- الشكل-6. تأثير حمض الاسكوريك في الخصائص الكمية لغلوتين أنواع الدقيق: 59
- الشكل-7. تأثير حمض الاسكوريك في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق: 64
- الشكل-8. تأثير حمض الاسكوريك في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق: 68
- الشكل-9. تأثير مولت الشعير في الخصائص الكمية لغلوتين أنواع الدقيق: 72
- الشكل-10. تأثير مولت الشعير في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق: 76
- الشكل-11. تأثير مولت الشعير في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق: 80
- الشكل-12. مقارنة تأثير المحسنات في خصائص الغلوتين الكمية لأنواع الدقيق: 81
- الشكل-13. مقارنة تأثير المحسنات في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق: 83
- الشكل-14. مقارنة تأثير المحسنات في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق: 84
- الشكل-15. الخصائص الحسية لعينات الخبز المنتج من الدقيق عالي الجودة: 85
- الشكل-16. الخصائص الحسية لعينات الخبز المنتج من الدقيق القاسي: 86

الشكل-17. الخصائص الحسية لعينات الخبز المنتج من دقيق القمح الكامل:86

الشكل-18. مخطط مستوى التشابه بين عينات الخبز المدروسة:88

المخلص

إن خصائص غلوتين القمح الكمية والنوعية من أهم مؤشرات الجودة للدقيق، حيث تعد وإلى حد كبير العامل المحدد للاستخدام النهائي للدقيق. بناءً عليه، كان هدف البحث تحديد تأثير إضافة الغلوتين الحيوي، حمض الاسكوريك ومولت الشعير في الخصائص الكمية والنوعية لأنواع الدقيق المنتجة من بعض أصناف القمح الطري السوري.

أدى إضافة الغلوتين الحيوي بنسبة 4% إلى تحسن معنوي في جميع المؤشرات الكمية والنوعية لغلوتين أنواع دقيق الأصناف الطرية. لم تؤدي إضافة حمض الاسكوريك بنسبة 0.02% إلى أي تغير معنوي في مؤشرات الغلوتين الكمية، كما أنها رفعت من قيمة درجة ضعف العجينة. إن إضافة مولت الشعير بنسبة 2% أدت إلى زيادة معنوية في النسبة المئوية للبروتينات لتعطي قيم مشابهة لأنواع دقيق صنف القمح القاسي وخفضت من درجة ضعف العجينة لكنها مازالت أعلى من درجات ضعف عجينة لأنواع دقيق القمح القاسي. تميز الخبز المصنع من أنواع دقيق القمح الطري المدعم بخلطة من المحسنات المدروسة بارتفاع معنوي في الخصائص الحسية والتي قاربت في بعض الخصائص الحسية من عينات الخبز المصنع من دقيق القمح القاسي. كما أشارت النتائج إلى أن جميع المحسنات المستخدمة تملك تأثير معنوي وإيجابي في خصائص الخبز.

الكلمات المفتاحية: غلوتين حيوي، حمض الاسكوريك، مولت الشعير.

Abstract

Wheat gluten quality and quantity properties are considered vital indices in determining wheat quality, and hence, to large extent, in determining the end-use utilization of flour. Consequently, the aim of this research was to study the effect of vital gluten, ascorbic acid and barley malt on the gluten quality and quantity of some Syrian soft wheat flour.

The addition of 4% vital gluten resulted in significant improvements in the gluten quantity and quality of soft wheat flour. On the other hand, adding 0.02% ascorbic acid had insignificant changes in gluten quantity indicators, and increased dough softening values. Moreover, The addition of 2% barley malt significantly increased protein content to an extent similar to durum wheat flour, and reduced the dough softening but still higher than durum wheat flour. Bread samples, prossessed from soft wheat flour fortified by a mixture of the studied improvements, revealed a significant increase in the sensory characteristics, which approached to some sensory characteristics of bread samples made from durum wheat flour. The results also indicated that all the used improvements possessed a significant and positive impact on bread properties.

Keywords: vital gluten, ascorbic acid, barley malt.

1- المقدمة Introduction:

يعد القمح، الشعير، الرز والذرة الصفراء من أكثر الحبوب المزروعة في العالم حيث أن 70% من الأراضي المزروعة تخصص لهذه الحبوب. ويعود ذلك إلى أهميتها كغذاء لكثير من سكان العالم، سهولة زراعتها وتكيفها مع البيئات المختلفة. بالإضافة إلى استخدامها كغذاء للإنسان، تدخل الحبوب في العديد من الصناعات الأساسية حول العالم. لذلك أصبحت تجارة الحبوب تلعب دوراً أساسياً في المجتمع البشري. من هذه الحبوب، يعد القمح من المحاصيل الأساسية لكثير من سكان العالم حيث يتميز القمح عن بقية أنواع الحبوب بالخواص الفريدة للبروتينات التي تجعل منه مكون رئيسي، ولحد كبير، وحيد لكثير من الصناعات مثل الخبز، المعكرونة، المعجنات والنودلز.

يعتبر الخبز أحد أهم مصادر الطاقة والبروتين للعديد من شعوب آسيا وأفريقيا حيث يرتبط الخبز بالعادات الغذائية للشعوب فهو يشكل القاسم المشترك لمعظم الموائد العربية وتوجد أنواع عديدة من الخبز تختلف فيما بينها في طرق الصناعة ونوع المواد الأولية الداخلة في تركيبها.

ونتيجة وجود اختلاف في صفات الدقيق الخبزية بين وجبة إنتاج وأخرى ومن موسم لآخر بسبب تغير نوعيته فقد لجأ أصحاب المخازن الصغيرة و التقليدية إلى التكيف مع هذه الاختلافات بالاعتماد على الخبرة العملية الطويلة عبر أحداث تغيرات في نسب المواد المكونة للعجينة وطريقة تداولها وطريقة الخبز للحصول على منتج نهائي جيد الصفات. أما في المخازن الآلية الكبيرة التي تعتمد على الإنتاج الإقتصادي فمن الضروري توافر مواد أولية متجانسة الخواص، لذا يلجأ إلى استخدام المواد المحسنة

للدقيق لتحقيق هذا الغرض حيث تتفاعل هذه المحسنات مع المواد الأولية الداخلة في الخلطة ومكوناتها بهدف الوصول إلى منتج نهائي يطابق معايير الجودة المطلوبة.

فقد قامت مؤخراً بعض الشركات بإنتاج أصناف مختلفة من المواد المحسّنة للخبز وطرحها في الأسواق العالمية. وتحتوي هذه المحسّنات على واحد أو أكثر من المواد التي تضاف إلى خلطة الخبز لتحقيق الأهداف المذكورة أعلاه أو بعضها، فهي قد تحتوي على الأنزيمات والمستحلبات والعوامل المؤكسدة والغلوتين الحيوي ومغذيات الخميرة (Yeast Food) وأنواع من السكريات وغيرها.

وفي سوريا بدأ استعمال المحسّنات التجارية في صناعة خبز الصمون والخبز السياحي وذلك عندما أدخلت هذه الخطوط إلى المؤسسة العامة للمخابز، واتسع استعمال هذه المحسّنات حالياً فأخذت تباع في الاسواق المحلية وتستهلك من قبل أفران القطاع الخاص بصورة واسعة.

ولا توجد محاولات لإنتاج محسّن محلي بالرغم من وجود بعض الدراسات والبحوث حول موضوع تحسين إنتاج الخبز في الجمهورية العربية السورية، إضافة إلى جهود الكثير من المتخصصين في هذا المجال.

بناءً على ماسبق، ونظراً لعدم وجود دراسات توضح تأثير إضافة المحسنات في خصائص الغلوتين للقمح السوري وجودة الخبز المصنع الناتج، كانت أهداف البحث:

1. تأثير إضافة محسنات الدقيق في:

- الخصائص النوعية لغلوتين عدة أنواع من دقيق القمح الطري السوري مقاسةً بجهاز الفارينوغراف وجهاز الإكستنسوغراف.
- والخصائص الكمية مقاسةً بجهاز الغلوتوماتيك.

2. تقييم جودة الخبز المصنع من أنواع دقيق القمح الطري السوري المدعمة بمحسّنات الدقيق.

3. تحديد النسب المثلى من محسنات الدقيق لاعطاء دقيق ذات مواصفات ريولوجية وتصنيعية جيدة.

4. العمل على تشكيل خلطة من المحسنات المدروسة ومقارنتها مع بعض المحسنات التجارية المستوردة المستخدمة في صناعة الخبز ضمن المخابز السورية.

2- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:

2-1- بروتينات القمح:

تصنع بروتينات القمح خلال فترة النمو الثمري للنبات (Fruiting periods)، حيث تتأثر كميتها بالعوامل البيئية مثل كمية النتروجين المتوفرة خلال هذه الفترة وبالتالي فإن نقص هذه المغذيات تجعل النبات يخفض من عملية تصنيع البروتينات المخزنة لتصنيع البروتينات الاستقلابية (Lasztity, 1996). بالإضافة إلى تأثير العوامل البيئية، تتأثر بروتينات القمح بالعوامل الوراثية مثل الصنف (Mikhaylenko *et al.*, 2000; Pomeranz and Williams, 1990).

تصنف بروتينات القمح تبعاً لنظامين؛ النظام الأول تقليدي وقديم يعتمد على ذوبانية البروتينات في مجموعة من المحاليل والذي قدم من قبل العالم Osborne عام 1924 (Shewry *et al.*, 1999)، حيث تجزأ بروتينات القمح إلى 4 أجزاء هي:

- الألبومينات: ذوابة في الماء.
 - الغلوبولينات: ذوابة في المحاليل الملحية.
 - الغليادينات: ذوابة في الكحول 60-70%.
 - الغلوتينينات: غير ذوابة في المحاليل السابقة، لكن يذوب جزء منها في القلويات.
- وعموماً تجزأ البروتينات حسب هذا النظام إلى بروتينات غلوتينية (Gluten proteins) والتي تشكل 75% من البروتينات الكلية في القمح، والبروتينات غير الغلوتينية (proteins Nongluten) والتي

تشكل 25% من البروتينات الكلية في القمح (Eliasson and Larsson, 1993). يعد الألبومين والغلوبولين بروتينات غير غلوتينية، بينما الغليادين والغلوتينين بروتينات غلوتينية.

عند مزج الدقيق مع الماء يتحد الغليادين والغلوتينين مع مركبات أخرى مثل اللبيدات والكربوهيدرات وعناصر معدنية لتشكيل كتلة لزجة مطاطية تدعى الغلوتين (Feillet, 1980)، حيث يكون الغليادين مسؤول عن صفة اللزوجة والغلوتينين عن صفة المطاطية (Weegels *et al.*, 1996; Khatkar and Schofield, 1997).

يملك الغلوتين ذوبانية منخفضة في الماء والمحاليل الملحية ويعود ذلك إلى محتواه المنخفض من الأحماض الأمينية ذات الجذور القطبية ومحتوى عالي من الأحماض الأمينية ذات الجذور غير القطبية بالإضافة إلى محتوى عالي من الغلوتامين (Veraverbeke and Delcour, 2002). يعتمد النظام الثاني من تصنيف بروتينات القمح على مبدئين؛ الخصائص الوظيفية والعلاقة الجزيئية/الكيميائية، حيث تصنف البروتينات بالاعتماد على وظائفها الحيوية إلى:

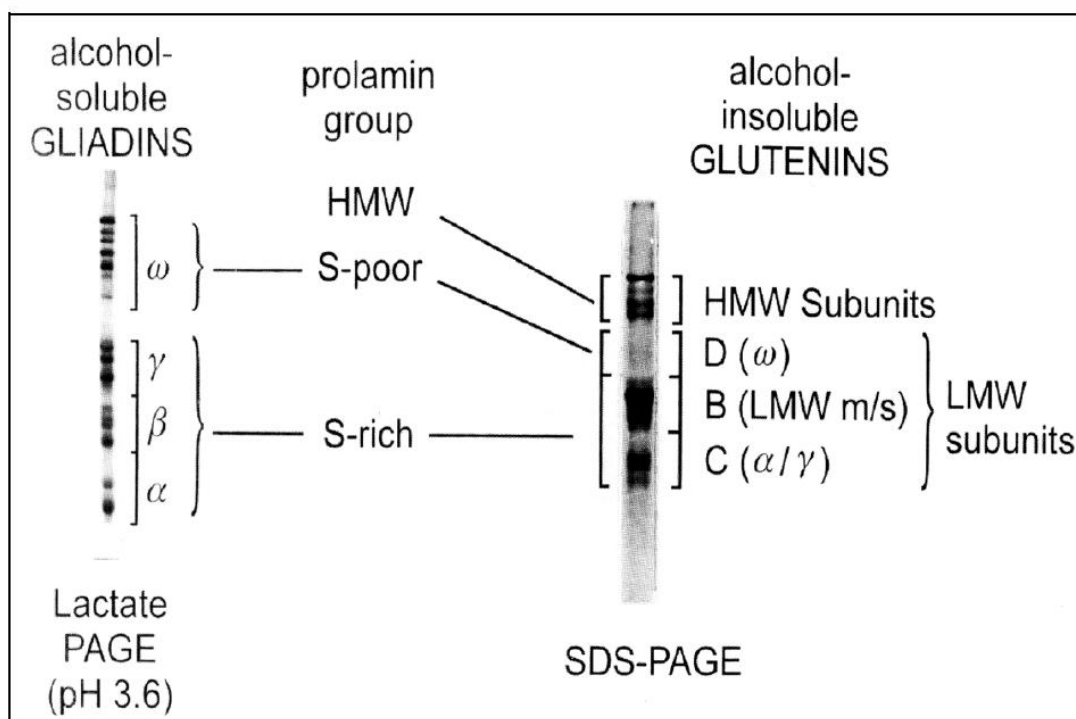
- بروتينات تخزين: وظيفتها الرئيسية كمخزن للنيتروجين، الكربون والكبريت.
- البروتينات البنيوية والاستقلابية: وهي أساسية للنمو وبنية البذور.
- البروتينات الوقائية: وتلعب دوراً رئيسياً لتأمين المقاومة من الأحياء الدقيقة والآفات.

تشكل البروتينات التخزينية حوالي 80% من البروتينات الكلية، وهي متوزعة بشكل رئيسي في الإندوسبيريم، ويعد بروتين الغلوتين الشكل الأساسي للبروتينات التخزينية في القمح.

تعود أهمية الغلوتين في جودة الخبز إلى قدرة الغلوتين على تشكيل الشبكة المرنة اللزجة (Gluten complex) والمسؤولة عن التمدد خلال عملية التخمر.

يقسم الغلوتين إلى غليادين ذات وزن جزيئي بين 30-80 kDa وغلوتينين يتراوح وزنه الجزيئي من 80 حتى عدة آلاف كيلودالتون (Kasarda, 1989).

يقسم الغليادين إلى 4 مجموعات بالاعتماد على حركته باستخدام تقنية الرحلان الكهربائي (SDSPAGE) وهي ألفا، بيتا، غاما وأوميغا. بينما يقسم الغلوتينين إلى تحت وحدات غلوتينين ذات وزن جزيئي مرتفع (HMW-GS) وتحت وحدات غلوتينين ذات وزن جزيئي منخفض (LMW-GS) كما هو واضح في الشكل (1).



الشكل-1. تصنيف بروتينات الغلوتين بتقنية SDS-PAGE:

كما يصنف الغليادين والغلوتينين مع بعضهما إلى 3 مجموعات; مجموعة غنية بالكبريت، مجموعة فقيرة بالكبريت و HMW (Tatham *et al.*, 1990).

أثبتت العديد من الدراسات اختلاف تركيب الغلوتين بين أصناف القمح (Gupta *et al.*, 1996; Kuktaite *et al.*, 2000; Lindsay and Skerit, 2000; Kuktaite *et al.*, 2004)، فقد وجد أن تحت وحدات الغلوتينين ذات الوزن الجزيئي المرتفع تؤثر إيجاباً على قوة العجينية ومطاطيتها (Gupta *et al.*, 1996) وسلباً على مرونتها (Schropp and Wieser, 1996)، بينما يؤثر الغليادين سلباً على الخواص الريولوجية للعجينة (MacRitchie *et al.*, 1991; Fido *et al.*, 1997). لذلك يعد التركيب الكمي والنوعي لغلوتين القمح من العوامل الأساسية التي تحدد الاستخدام النهائي للدقيق (Irvine *et al.*, 1971; Matsuo and Irvine, 1970; Walsh and Gilles, 1961). على الرغم من تأثير كمية الغلوتين في القمح بالعوامل البيئية (Benzian *et al.*, 1963; Sosulski *et al.*, 1983) إلا أن نوعية الغلوتين تخضع إلى تأثير العوامل الوراثية بشكل كامل (Johansson *et al.*, 1993).

2-2- محسنات الدقيق:

وهي عبارة عن مجموعة من المركبات النشطة المخصصة لتسهيل صناعة المخبوزات وزيادة انتظام عملية التصنيع مع زيادة جودة المنتج النهائي (Msagati, 2013; Smith, 1991). وتنقسم محسنات الدقيق تبعاً لتأثيرها على غلوتين الدقيق إلى مجموعتين أساسيتين: المجموعة الأولى: المحسنات ذات الفعل المحسن للغلوتين الضعيف كحمض الأسكوربيك والبرومات ودقيق الصويا والغلوتين الحيوي، حيث تعمل هذه المحسنات على زياد قابلية العجينة للتمدد وزيادة تحملها للخلط بالإضافة إلى مساهمتها في زيادة حجم الرغيف الناتج وتحسين قوامه.

المجموعة الثانية: المحسنات ذات الفعل المحسن للغوتين القوي وهي تقوم بفعل معاكس لمحسنات النوع الأول وتشمل الأنزيمات المحللة للبروتين والسيستئين حيث تساهم في زيادة ليونة الدقيق مما ينعكس إيجاباً على خفض الزمن اللازم لعملية العجن وغالباً ما تستخدم مع أصناف القمح القاسي. بالإضافة للنوعين السابقين توجد محسنات أخرى تضاف إلى الدقيق وتؤثر في الخواص الريولوجية للعجينة مما ينعكس إيجاباً على جودة المنتج النهائي، وتشمل عوامل الاستحلاب والمواد الدسمة وشراب الغلوكوز والحليب ومغذيات الخميرة والمستحضرات الأنزيمية (Belitz et al., 2009).

وسنقتصر في هذه الدراسة على ثلاثة أنواع من محسنات الدقيق وهي الغوتين الحيوي وحمض الأسكوربيك ومولت الشعير.

2-2-1 - غلوتين القمح الحيوي:

وهو مادة بروتينية تنتج كناتج ثانوي عن عملية تحضير نشاء القمح. يتميز الغوتين بخواص فريدة من حيث اللزوجة والمرونة، لذلك فهو يستخدم على نطاق واسع في العديد من المجالات على صعيد الصناعات الغذائية. ونخص بالذكر على سبيل المثال لا الحصر أنواع الخبز والكعك وحبوب الإفطار ومنتجات اللحوم أو بدائل اللحوم، بالإضافة إلى الأغذية النباتية (Manley, 2000).

يُستحصل على الغوتين الحيوي من القمح من خلال تقنية خاصة حيث يتم أولاً تحضير العجينة عن طريق خلط دقيق القمح مع كمية كافية من الماء بعد ذلك توضع العجينة الناتجة داخل مناخل اسطوانية دوارة ويتم إجراء عملية غسيل للعجينة من خلال إمرار تيار من الماء داخل هذه المناخل بحيث يتم التخلص من النشاء مع مياه الغسيل التي تمر عبر ثقوب المناخل في حين يبقى الغوتين داخل المناخل الإسطوانية على شكل كتلة لزجة مطاطية، تخضع هذه الكتلة لعملية طرد مركزي باستخدام مصافي

خاصة بهدف التخلص من بقايا مياه الغسيل المستخدمة. بعد ذلك تتم عملية تجفيد الكتلة المتبقية ثم تُطحن وتُخل لتصبح على شكل مسحوق جاف جاهز للاستخدام (Day et al., 2006).
بحسب ما ورد بالدستور الغذائي (Codex Stander, 2001) يجب أن لا تقل نسبة البروتين في مسحوق الغلوتين الجاف عن 80%، أما الرطوبة فيجب أن لا تزيد عن 10%، والرمد لا يزيد عن 2%، والدسم لا يزيد عن 2%، والألياف لا تزيد عن 1.5% (Day, 2011; Codex Standard, 2001).

شهد العالم مؤخراً زيادة ملحوظة في الطلب على البروتينات ذات المصدر النباتي الأمر الذي أدى إلى زيادة إنتاج غلوتين القمح الحيوي وذلك يعود إلى الخواص الفريدة التي يتمتع بها من ناحية اللزوجة والمطاطية والقدرة على امتصاص الماء والخصائص الحرارية.

بينت الأبحاث قدرة الغلوتين الحيوي على زيادة قوة الدقيق وثباتية العجينة ومدى تحملها للخلط كما ويساهم في زيادة قدرة الشبكة الغلوتينية على الاحتفاظ بالغاز مما ينعكس إيجاباً في زيادة حجم الرغيف.

اعتبرت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) الغلوتين الحيوي مادة مضافة آمنة وذلك لاستخدامه كمادة محسنة للدقيق كما ويتوافق الغلوتين الحيوي مع المعايير والمتطلبات الدولية التي نصت عليها لجنة الخبراء المشتركة المعنية بالمواد المضافة للأغذية والتابعة لمنظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة (Day, 2011).

بين Codina وزملائه (2008) أن إضافة غلوتين القمح الحيوي إلى دقيق القمح متوسط النوعية أدى إلى تحسن ملموس في صفات الخبز الناتج سواء من ناحية الخواص الفيزيائية (زيادة في حجم الرغيف) أو الخواص الحسية (القوام والنكهة) حيث أن هذا التحسن يشكل نتيجة ملموسة للتحسن الحاصل في الصفات الريولوجية للعجينة.

أكدت الدراسات على حدوث زيادة معنوية في مقاومة العجينة للشد وزيادة تحملها للخلط مع نقصان واضح في مؤشر المرونة وذلك عند تدعيم الدقيق بنسبة 3% غلوتين حيوي مع الأخذ بعين الاعتبار نوعية الدقيق المستخدم (Codina and Paslaru, 2008; Boz *et al.*, 2010).

2-2-2- مولت الشعير:

هو عبارة عن مسحوق الشعير بعد انباته تحت ظروف مناسبة من درجة حرارة ورطوبة ومن ثم تجفيفه تحت درجة حرارة منخفضة نسبياً (بحدود 40-50 م°) للحفاظ على النشاط الانزيمي.

وعلى اعتبار أن دقيق القمح يحتوي على كميات قليلة من أنزيمات الأميلاز، فقد تبين أن استخدام دقيق مولت الشعير الغني بالمالتوز، المعادن، البروتينات الذوابة والأنزيمات يساهم في تحسين عمل الخميرة (Finney, 1985)، حيث يعتبر المولت المصدر الأساسي لأنزيمات الأميلاز التي تضاف إلى المنتجات المخبوزة. يعد المولت الناتج من الشعير والشيلم أكثر استخداماً من المولت الناتج عن الحبوب الأخرى وذلك يعود إلى احتواء هذا المولت على مقادير كبيرة نسبياً من أنزيمات ألفا وبيتا أميلاز مقارنة بمولت الحبوب الأخرى كالشوفان والذرة الصفراء. ويعمل هذان الأنزيمان على حلمهة النشاء إلى سكريات قابلة للتخمر مع إعطاء لون قصرة مميز وطعم مرغوب للرغيف الناتج (Cauvain, 2015).

وقد أكدت الدراسات على مساهمة المولت في حدوث تحسن واضح في بعض المؤشرات الريولوجية للعجينة مقاسة بتقنية الفارينوغراف والإكستنسوغراف كالقدرة والامتصاصية ودرجة ضعف العجينة (Nechita *et al.*, 2009; Boz *et al.*, 2010).

كما يعمل أنزيم ألفا أميلاز على النشاء المهتك الموجود في الدقيق بهدف تعويض النقص في كمية السكر القابل للتخمر والضروري لعمل الخميرة وإنتاج الغاز (Potus *et al.*, 1994).

كما لوحظ حدوث انخفاض معنوي في رقم السقوط عند إضافة دقيق مولت الشعير إلى دقيق القمح وترافق ذلك مع نقصان معنوي لفترة تخمير العجينة.

وقد تبين أن تأثير إضافة مولت الشعير على سلوك العجينة المتخمرة يعتمد بشكل أساسي على مكونات الدقيق المستخدم، فكان هذا التأثير معنوياً في الدقيق الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الرماد (نسبة استخراج منخفضة) (Hruskova *et al.*, 2003).

ووجد بأن إضافة دقيق مولت الشعير وحمض الاسكوربيك إلى دقيق القمح قد ساهم في تحسين نوعية خمسة أرغفة من الخبز المسطح من أصل تسعة أرغفة.

ومن ناحية أخرى، أكد بعض الباحثين على أن إضافة مولت الشعير إلى دقيق ضعيف الغلوتين يعتبر غير مناسب وذلك لامتلاكه فعالية محللة للبروتين وبالتالي يمكن في هذه الحالة الاستعاضة عنه بمستحضرات ألفا أميلاز ميكروبية المنشأ خالية من النشاط المحلل للبروتين (Belitz *et al.*, 2009).

ودرس Boz and Karaoğlu (2001) إمكانية تحسين جودة الخبز المصنوع من دقيق القمح الكامل عن طريق إضافة مولت شعير بنسبة 2%، والغلوتين الحيوي بنسبة 2.5%، حيث أضيف المولت والغلوتين كلاً على حدى وبعد خلطهما معاً، وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن إضافة المولت والغلوتين معاً بالنسب السابقة أدت إلى تحسن واضح في جودة الخبز الناتج من حيث اللون وحجم الرغيف.

وفي دراسة أخرى لوحظ حدوث تحسن ملموس في المؤشرات الريولوجية للعجينة مع زيادة معنوية في امتصاصية الدقيق للماء عند تدعيم دقيق القمح القوي بمولت الشعير (Nechita *et al.*, 2009).

2-3- حمض الأسكوربيك:

حمض الأسكوربيك ($C_6H_8O_6$) ومعروف أيضاً باسم فيتامين C وهو منتشر في الطبيعة وموجود بكثرة في الحمضيات والفليفلة وقد عرف عنه أنه له أهمية فيزيولوجية وغذائية خاصة ولا يعمل حمض الأسكوربيك كفيتامين فحسب بل يضاف إلى المنتجات الغذائية كي يحسن نوعيتها. وقد استعمل لسنين عديدة في التصنيع الغذائي كمادة مضافة للأغذية، بالإضافة لخواصه المضادة للأكسدة يتميز حمض الأسكوربيك بفعله المحسن للدقيق مما جعله المحسن الأكثر أهمية في صناعة المخبوزات حيث يقوم بأكسدة مجموعات (-SH) في العجينة خلال فترة التخمر فتغدو العجينة الناتجة أقوى وأكثر جفافاً مع زيادة في حجم الرغيف (Shewry and Tatham, 2000). ويساهم في هذه الفعالية حمض دي هايدرو اسكوربيك (Dehydro-L-ascorbic acid (DHA الناتج عن أكسدة حمض الأسكوربيك والذي يعمل على تحويل الغلوتاثيون المرجع إلى مؤكسد مانعاً إياه من التفاعل مع الغلوتين ومحافظةً بذلك على قوة البروتين (Every et al., 1999).

وقد وضع Koehler (2003a,b) الألية التي يقوم فيها حمض الأسكوربيك بالفعل المحسن للدقيق على الشكل التالي:

أولاً: يؤكسد حمض الأسكوربيك إلى حمض دي هايدروأسكوربيك وذلك بوجود أنزيم أسكوربيك أسيدي أوكسيداز ويمكن أن تتم عملية التنشيط بواسطة شوارد معدنية كالنحاس والحديد.

ثانياً: تتم عملية إرجاع دي هايدرو حمض الأسكوربيك إلى حمض الأسكوربيك بصورة مترافقة مع أكسدة مجموعات السلفا هيدريل الموجودة في العجينة الأمر الذي يؤدي إلى حصول الفعل المحسن للدقيق وينشط هذا التفاعل بواسطة أنزيم آخر وهو أنزيم دي هايدرو حمض الأسكوربيك ريدكتاز.

ويمكن أن يوضح تسلسل التفاعل حسب المعادلتين التاليتين:



أشارت الأبحاث إلى وجود اختلافات بين المماكبات الفراغية لحمض الأسكوربيك في عملها كمحسن للدقيق فقد تبين أن المماكب L-Asc (فيتامين C) كان له التأثير الأعلى كمقوي للعجينة في حين لم يلاحظ وجود أي تأثير على الإطلاق بالنسبة للمماكب D-Asc (Belitz et al., 2009).

أكدت الدراسات أن تدعيم دقيق القمح بحمض الأسكوربيك ساهم بتحسين الصفات الحسية للخبز الناتج (زيادة حجم الرغيف، زيادة الطراوة وتحسن القوام) مع الأخذ بعين الاعتبار نوعية الدقيق المستخدم، حيث ظهر الفعل المحسن لحمض الأسكوربيك بشكل أكثر وضوحاً في أنواع الدقيق المنخفضة النوعية وذات المحتوى المنخفض من البروتين وذلك من خلال تحسن واضح في مؤشرات القدرة والمطاطية مع إنخفاض معنوي في مرونة العجينة (Aamodt, 2003). وفي سياق متصل وجد أن حمض الأسكوربيك يساهم في تحسين الدقيق ذو المحتوى المنخفض من الرماد (نسبة استخراج منخفضة) بشكل أكبر مقارنة بالدقيق الذي يحتوي على نسبة مرتفعة من الرماد (نسبة استخراج مرتفعة) (Hruskova and Novotna, 2003).

2-3- صناعة الخبز العربي منفصل الشطرين:

الخبز هو ذلك الغذاء الذي لا تخلو منه مائدة فهو يعتبر من أهم الوجبات الغذائية للأفراد على مر الأزمان. تختلف نوعية رغيف الخبز عند الشعوب حسب طبيعة استهلاكها للخبز في الوجبات الغذائية، ففي معظم الأقطار العربية وأقطار شرق ووسط آسيا يفضل الخبز المسطح أو المرقد بأشكاله المختلفة على الخبز الإفرنجي لكون الخبز المسطح يتناسب بصورة أكثر مع العادات الغذائية لشعوب هذه المناطق.

وفي مايلي لمحة عن صناعة الخبز العربي منفصل الشطرين والمواد الداخلة في تركيبه.

2-3-1- المواد الأساسية المستعملة في صناعة الخبز:

1. الدقيق: يجب أن تكون مواصفاته الفيزيائية والكيميائية وخاصة نوع البروتين وكميته ملائمة لنوع الخبز المزعم إنتاجه.

2. الماء: يجب أن يماثل ماء الشرب بمواصفاته المختلفة، ويتراوح معدل القساوة بين 50-100 ملغ/اللتر.

3. الملح: يجب أن يكون نظيفاً وطبيعياً، يضاف إلى عجينة الدقيق لتحسين ثبات الغلوتين واحتفاظه بالماء وتسهيل تداول العجينة وتقطيعها وضبط عمل الخميرة المضافة وتحسين طعم الخبز الناتج ولونه.

4. الخميرة: وتدعى خميرة الخباز *Saccharomyces cerevisiae*، ومن أنواعها:

- الخميرة الطازجة: رائحتها جيدة ورطوبتها نحو 57%، لونها كريمي ووسطها أملس تضاف إلى الدقيق بنسبة 0.5-2%.
- الخميرة الجافة النشطة: رطوبتها نحو 5-8%، مظهرها حبيبي تضاف بنسبة 0.4% بعد تنشيطها بالماء الفاتر.
- الخميرة الجافة الفورية: تضاف مباشرة إلى الدقيق بنسبة 0.35%.
- الخميرة الحامضية: تنتج بإضافة بكتريا حمضي اللبن والخل أو تؤخذ من قطعة عجينة مسبق التخمير، وتضاف بنسبة 10-15%.

2-3-2- المحسنات والمواد الداعمة المستخدمة في صناعة الخبز:

وتشمل السكر والزيوت النباتية المهدرجة ودقيق فول الصويا والغلوتين الحيوي والأنزيمات والأملاح المعدنية والفيتامينات والعوامل المؤكسدة والمستحلبات والمواد الحافظة وغيرها من المواد (Cauvain, 2015).

2-3-3- مراحل صناعة الخبز:

لقد تطورت صناعة الخبز مؤخراً لتصبح علماً مبنياً على أسس تطبيقية سطررتها موجة التقدم الهائل في مجالات علوم وتكنولوجيا الأغذية وهندسة التصنيع الغذائي التي تناولت دقيق القمح بما له من خصائص فريدة فجعلت منه أساساً وقاعدة لإنتاج العديد من منتجات الخبز عالية الجودة ولا يزال ركب التقدم في صناعات الخبز مستمراً بصورة مذهلة تتطلب من الخباز تفهم أساسيات هذه الصناعات التي تمكنه من ملاحقة هذا التقدم.

وفي مايلي عرض للعمليات الأساسية لصناعة الخبز العربي منفصل الشطرين:

1. العجن:

وذلك بخلط المواد الأساسية والمحسنات (في حال وجودها) مع الماء باستخدام العجانات الآلية بنوعيتها العمودية أو الأفقية، وعادة ما تستخدم العجانات العمودية كونها أكثر شيوعاً، وتستمر عملية العجن حتى الحصول على عجينة متجانسة وعادة ما تستغرق هذه المرحلة من 10 إلى 18 دقيقة تبعاً لسرعة العجانة وقوة الدقيق المستخدم.

تتفاوت كمية الماء المضافة للدقيق تبعاً لرطوبة الدقيق ونوعيته حيث تتم إضافته بصورة تدريجية حتى الوصول إلى الكمية المطلوبة. أما الملح فيفضل إضافته على شكل محلول ملحي بنسبة 1-2% من وزن الدقيق المستخدم.

2. تخمير العجينة:

وتتم هذه العملية في أحواض خاصة داخل غرفة التخمير ضمن شروط مناسبة من الحرارة والرطوبة، ولمدة تراوح بين 35-45 دقيقة. تحدث عملية التخمير في ظروف لا هوائية حيث تتغذى الخميرة على السكر الموجود بالعجينة وتحوله إلى غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض النواتج الثانوية التي تساعد على تكيف الغلوتين فتزداد طراوته ومطاطيته ويصبح أكثر ملائمة لاحتجاز غاز CO_2 الذي تزداد كميته مع تقدم عملية التخمير.

3. تقطيع العجينة وتكويرها:

تجزئ العجينة ألياً لقطع صغير مناسبة لوزن الرغيف المطلوب وتوضع على ألواح التخمير بعد تشكيلها على هيئة كرة مصمته بهدف تجانس سطح العجينة وبالتالي الحيلولة دون فقدان غازات التخمير، بعدها تترك القطع لفترة راحة مدتها 5 دقائق.

4. فرد الأرغفة أو تشكيلها:

وذلك من خلال مرور قطع العجين المكورة عبر زوج من الاسطوانتين الدوارة لتخرج على شكل رغيف قطره من 20-35 سم وسماكته 3 مم تقريباً، حيث تخضع الأرغفة لفترة تخمير نهائي أثناء مرورها على السير المتحرك لمدة 10-20 دقيقة حسب سرعة السير مع مراعاة عدم تعرضها لأي تيارات هوائية أثناء فترة التخمير النهائي منعاً لجفاف سطح الأرغفة.

5. الخبيز داخل الفرن:

تخبز الأرغفة داخل الفرن وتعد الأفران ذات الحصىرة المتحركة من أكثر الأفران شيوعاً وتجري عملية الخبيز على درجة حرارة 500-550 م ولمدة تتراوح من 0.5-1 دقيقة.

3- المواد وطرائق البحث :MATERIALS AND METHODS

تم اختيار ثلاثة أصناف من القمح الطري السوري (*Triticum aestivum*) هي الصنف Cham-6 والصنف Cham-10 والصنف Cham-8 وصنف من القمح القاسي السوري (*Triticum durum*) هو الصنف Cham-3 كعينة شاهد.

نظفت عينات القمح من الشوائب والأجرام باستخدام منخلين الأول قطر فتحاته 20×2 مم والثاني قطر فتحاته 20×1 مم.

رطببت الحبوب النظيفة إلى درجة رطوبة 15.5% لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة 19 م° ورطوبة جوية 70% حيث حسبت كمية الماء المضاف حسب طريقة AACC رقم 26-95 (AACC, 2000).

طحنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender حسب AACC رقم 26-50 (AACC, 2000) لإنتاج ثلاث أنواع من الدقيق: دقيق قمح كامل Whole meal flour بنسبة استخراج 100%، دقيق قياسي Standard flour (دقيق موحد) بنسبة إستخراج 80%، ودقيق ذات جودة عالية High quality flour (دقيق زيرو) بنسبة إستخراج 72%.

تم تدعيم أنواع دقيق القمح المنتجة بمحسنات الدقيق حسب النسب التالية:

- الغلوتين الحيوي: بنسبة 2%، 3% و 4%.
- حمض الاسكوربيك: بنسبة 0.005%، 0.01% و 0.02%.
- مولت الشعير: بنسبة 1%، 1.5% و 2%.

كما استخدم في هذا البحث أحد المحسنات التجارية المستوردة ماركة (Eka-pan)، والشائعة الاستخدام في السوق المحلية، لتدعم بعض عينات الدقيق المعدة لصناعة الخبز حيث أضيف بنسبة 0.8%، وذلك بهدف مقارنتها مع الخبز الناتج عن أنواع الدقيق المدعم بالمحسنات المدروسة. ويتكون المحسن التجاري المستخدم من مزيج من المواد المحسنة المختلفة والأنزيمات.

3-1-1- الإختبارات الفيزيائية للحبوب Grain physical characteristics:

3-1-1-1- إختبار الوزن النوعي TEST WEIGHT:

قدر الوزن النوعي للقمح المستخدم حسب الطريقة المتبعة في AACC رقم 10-55 (AACC, 2000) حيث يقاس وزن الحبوب باستخدام جهاز الهيكوليتير ذو الخلية ربع ليتر ثم تحويل الوزن إلى وزن وحدة حجم (كيلوغرام/هيكوليتير).

3-1-2- وزن الألف حبة 1000 KERNEL WEIGHT:

قدر وزن الألف حبة باستخدام عداد الحبوب الإلكتروني حيث تعد الحبوب في عينة عشرة غرام من القمح النظيف ثم تعديل النتيجة إلى وزن 1000 حبة من الحبوب.

3-1-3- درجة البلورية THE DEGREE OF VITREOUSNESS:

قدرت درجة البلورية لأنواع القمح المستخدمة بإتباع الطريقة اليدوية وذلك بأخذ عينة 50 غرام من حبوب القمح وفصلت عنها الحبوب القرنية (وهي الحبوب ذات المظهر القرني واللون العنبري وخالية تماماً من التقرحات) ثم وزنت الحبوب القرنية وحسبت درجة البلورية من المعادلة:

$$\text{درجة البلورية \%} = (\text{وزن الحبوب القرنية} / \text{وزن العينة}) \times 100$$

3-2- الإختبارات الفيزيائية للدقيق :Flour physical characteristics

3-2-1- درجة اللون COLOUR GRADE:

أجري اختبار تحديد درجة اللون للدقيق الذي يرتبط بشكل أساسي بكمية أصبغة الكاروتين (Carotenoid)
(Pigments) الموجودة في الحبوب، ويتعلق لون الدقيق أيضاً بظروف التخزين، ويحدد مدى احتواء
الدقيق على الأغلفة وتضرر الاندوسبرم بالفطور أو وجود بذور أعشاب مطحونة مغايرة في اللون.

قيست درجة لون الدقيق باستخدام جهاز Satake Colour Grader PCGA Series 4.

تم وضع عينة 30 غ من الدقيق في بيشر وأضيف 50 مل ماء مقطر مع المزج الجيد. وضع قسم من
المزيج في خلية خاصة حتى الإشارة المحددة، ثم وضعت الخلية في جهاز اللون، والذي تم تشغيله قبل
15 دقيقة تقريباً من بدء الاختبار لاستقرار كاشفه الضوئي، وسجلت قراءة الجهاز الذي يعتمد على
انعكاس الأشعة في مجال الطيف المرئي خلال 90 ثانية من بدء القياس.

تعتبر القيمة الظاهرة على شاشة الجهاز عن درجة لون عينة الدقيق.

3-2-2- اختبار التحبب GRANULATION:

يحدد الحجم الحبيبي للدقيق بكمية الحبيبات المتبقية فوق مناخل قياسية ذات فتحات محددة بعد اجراء
عملية النخل. ويؤثر الحجم الحبيبي على سرعة العمليات الحيوية والغروية التي تحدث في العجين.

تم قياس الحجم الحبيبي لعينات الدقيق المختبرة بإجراء عملية نخل لـ 100 غ دقيق باستخدام جهاز نموذج
HENRY SIMON الانكليزي الذي يحتوي على منخل علوي ذو فتحات قياس 265 μm ومنخل سفلي
ذو فتحات قياس 110 μm وكرات مطاطية توضع فوق المنخل العلوي تقوم بتوزيع الدقيق على كافة

سطح المنخل لمجانسة عملية النخل، عدد دورات مناخله بالدقيقة 180-200 دورة ومساحة نخله 625 سم² لكل منخل.

تم احكام الاغلاق بغطاء خاص وتشغيل المنخل الهزاز لمدة 5 دقائق. وبعد انتهاء المدة المحددة تم جمع الدقيق المتبقي فوق كل من المنخلين بحذر ووزن وحساب نسبة الدقيق النازل من كل منهما. وتحسب قيمة التحبب من المعادلة:

التحبب = وزن النازل من المنخل السفلي / وزن النازل من المنخل العلوي

3-3- الإختبارات الكيميائية للدقيق *Flour chemical characteristics*

3-3-1- النسبة المئوية للرطوبة :MOISTURE CONTENT

قدرت الرطوبة لعينات الدقيق حسب AACC رقم 44-A15 (AACC, 2000) حيث نضع عينة من الدقيق من 2-3 غرام في أطباق التجفيف وتجفف لمدة 60 دقيقة على درجة حرارة 103 م ثم تحسب النسبة المئوية للرطوبة من المعادلة:

$$\text{Moisture}\% = \frac{\text{loss in moisture (g)}}{\text{original weight of sample (g)}} \times 100$$

3-3-2- النسبة المئوية للرماد :ASH CONTENT

قيست النسبة المئوية للرماد حسب AACC رقم 08-01 (AACC, 2000) ويعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف.

نضع من 2-3 غرام من عينة الدقيق في أطباق الترميد وترمد العينة على درجة حرارة 575-590 م حتى الحصول على لون رمادي فاتح.

تحسب النسبة المئوية للرماد من المعادلة:

$$\text{Ash \% (as is)} = \frac{\text{weight of residue (g)}}{\text{sample weight (g)}} \times 100$$

$$\text{Ash \% (dmb)} = \frac{\text{Ash (as is)\%}}{100 - \text{moisture content \%}} \times 100$$

3-3-3- النسبة المئوية للبروتين :PROTEIN CONTENT

قدر النتروجين الكلي في الدقيق بطريقة كلاهال Crude Protein-Improved Kjeldahl حسب

AACC رقم 46-10 (AACC, 2000) ثم حسب البروتين الكلي باستخدام معامل التحويل $N \times 5.7$.

حولت النسبة المئوية للبروتين الرطب إلى الوزن الجاف من المعادلة:

$$\text{Protein \% (dmb)} = \frac{\text{protein (as is)\%}}{100 - \text{moisture content \%}} \times 100$$

3-3-4- كمية ونوعية الغلوتين :GLUTEN QUALITY AND QUANTITY

قدرت كمية الغلوتين (الرطب والجاف) ونوعيته (دليل الغلوتين) حسب AACC رقم A12 - 38

(AACC, 2000) باستخدام غسالة الغلوتين

(Perten Glutomatic 2200 with double washing chambers).

تغسل عينة الدقيق (10 غ) من النشاء والبروتينات الذوابة بواسطة محلول كلور الصوديوم 2%

تنقل كتلة البروتين المتبقية بعد عملية الغسيل لمدة دقيقة واحدة بسرعة 6000 د/د باستخدام (2015

bench-top centrifuge) ومنخل معدني قطر فتحاته 600 ميكرومتر. يجمع جزء الغلوتين المتبقي

فوق المنخل ويوزن. جزء الغلوتين المار من المنخل المعدني يجمع باستخدام سباتيولة ويضاف إلى جزء

الغلوتين العلوي ثم يوزن لحساب وزن الغلوتين الرطب.

يحسب الوزن الكلي للغلوتين الرطب كنسبة مئوية من 10 غ من عينة الدقيق حسب المعادلة:

$$\text{Wet gluten \%} = \frac{\text{Wet gluten (g)}}{\text{Flour (g)}} \times 100$$

بينما يحسب دليل الغلوتين من المعادلة:

$$\text{Gluten index} = \frac{\text{gluten remained on sieve (g)}}{\text{total gluten (g)}} \times 100$$

تجفف كتلة الغلوتين الرطب باستخدام مجفف Glutork 2020 على درجة حرارة 150م لمدة 4 دقائق ثم

توزن كتلة الغلوتين الجاف وتحسب النسبة المئوية للغلوتين الجاف من المعادلة التالية:

$$\text{Dry gluten \%} = \frac{\text{Dry gluten (g)}}{\text{Flour (g)}} \times 100$$

3-3-5- رقم السقوط FALLING NUMBER:

قدر رقم السقوط حسب الطريقة المعتمدة في AACC رقم 56-81B (AACC, 2000) باستخدام

جهاز Hagber Falling Number (Pertin Instruments AB, Sweden).

يقدر رقم السقوط لمعرفة نشاط أنزيم ألفا أميلاز في كل من القمح والدقيق والسميد.

يعكس هذا الاختبار الظروف التي تتعرض لها الحبوب أثناء الزراعة والتخزين من عوامل قد تؤدي إلى

إنبات الحبوب وبالتالي خفض درجة الجودة. ومن ناحية أخرى، إن إصابة الحبوب أو الدقيق بالتعفن تؤدي

إلى زيادة النشاط الأنزيمي بسبب نمو الفطور الناتج عن زيادة المحتوى الرطوبي.

يعرف رقم السقوط على أساسه بأنه:

الزمن اللازم بالثواني للتحريك والسماح لخلط اللزوجة أن يسقط إلى مسافة محددة في هلام الدقيق المائي

الساخن.

يرتبط رقم السقوط عكساً مع نشاط أنزيم ألفا أميلاز حيث أنه إذا كان:

رقم السقوط 250 ± 25 ثانية يدل على أن فاعلية أنزيم α -أميلاز طبيعية.

رقم السقوط أقل من 150 ثانية تكون فاعلية أنزيم α -أميلاز عالية.

رقم السقوط أكثر من 300 ثانية تكون فاعلية أنزيم α -أميلاز منخفضة.

3-4- الإختبارات الريولوجية للدقيق *Dough Rheological Properties*:

3-4-1- اختبار الفارينوغراف FARINOGRAPH:

يجرى اختبار الفارينوغراف حسب طريقة AACC رقم 54-21 (AACC, 2000) باستخدام جهاز

الفارينوغراف ذو الحوض سعة 300 غ. تؤخذ القراءات التالية من الإختبار:

1. الامتصاصية: وهي كمية الماء بالميليلتر اللازمة لجعل مركز قمة المنحني على الخط 500

برابندر. يعبر عن الامتصاصية كنسبة مئوية من وزن الدقيق على أساس رطوبة 14% حيث

تحسب باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{Absorption \%} = (X - Y + 300) / 3$$

X: كمية الماء بالميليلتر اللازمة لجعل مركز قمة المنحني على الخط 500 برابندر.

Y: وزن الدقيق (غ) المعادل ل 300 غ دقيق عند الرطوبة 14%.

2. زمن تطور العجينة: وهو الزمن بالدقائق من لحظة إضافة الماء حتى وصول المنحني إلى أقصى

ارتفاع.

3. مدة ثباتية العجينة: وهو الزمن بالدقائق الذي تبقى فيه قمة المنحني فوق خط 500 برابندر.

4. الضعف.

5. رقم الفالورميتر.

3-4-2- اختبار الإكستنسوغراف EXTENSOGRAF:

يجرى اختبار الإكستنسوغراف حسب طريقة AACC رقم 54-10 (AACC, 2000) باستخدام جهاز

الإكستنسوغراف. تؤخذ القراءات التالية من الاختبار:

1. مقاومة الشد: وهي ارتفاع المنحني بعد 5 سم من بدء المنحني على المخطط.

2. المقاومة العظمى للشد: وهي الارتفاع الأعظمي للمنحني على المخطط.

3. المرونة: وهي طول المنحني بال مم على المسقط الأفقي للمخطط.

4. النسبة $\frac{\text{المقاومة العظمى للشد}}{\text{المرونة}}$: وهي تشير إلى المطاطية.

5. القدرة.

3-5- تصنيع الخبز Bread production:

تم تصنيع الخبز حسب الطريقة المتبعة في (Qarooni et al., 1993) وفيها يضاف لكل 100 غ من

الدقيق 4 غ خميرة، و 1.7 غ ملح وتضاف كمية الماء المطلوبة للوصول إلى الخط 500 برابندر حسب

اختبار الفارينوغراف.

3-6- تقدير جودة الخبز Bread quality:

تم تقييم مؤشرات الخبز مثل الطعم والنكهة (Flavour)، درجة الالتصاق أو سهولة انفصال الشطرين

(Adhesiveness)، القوام (Texture)، اللون (Colour) ودرجة القبول العامة (Overall

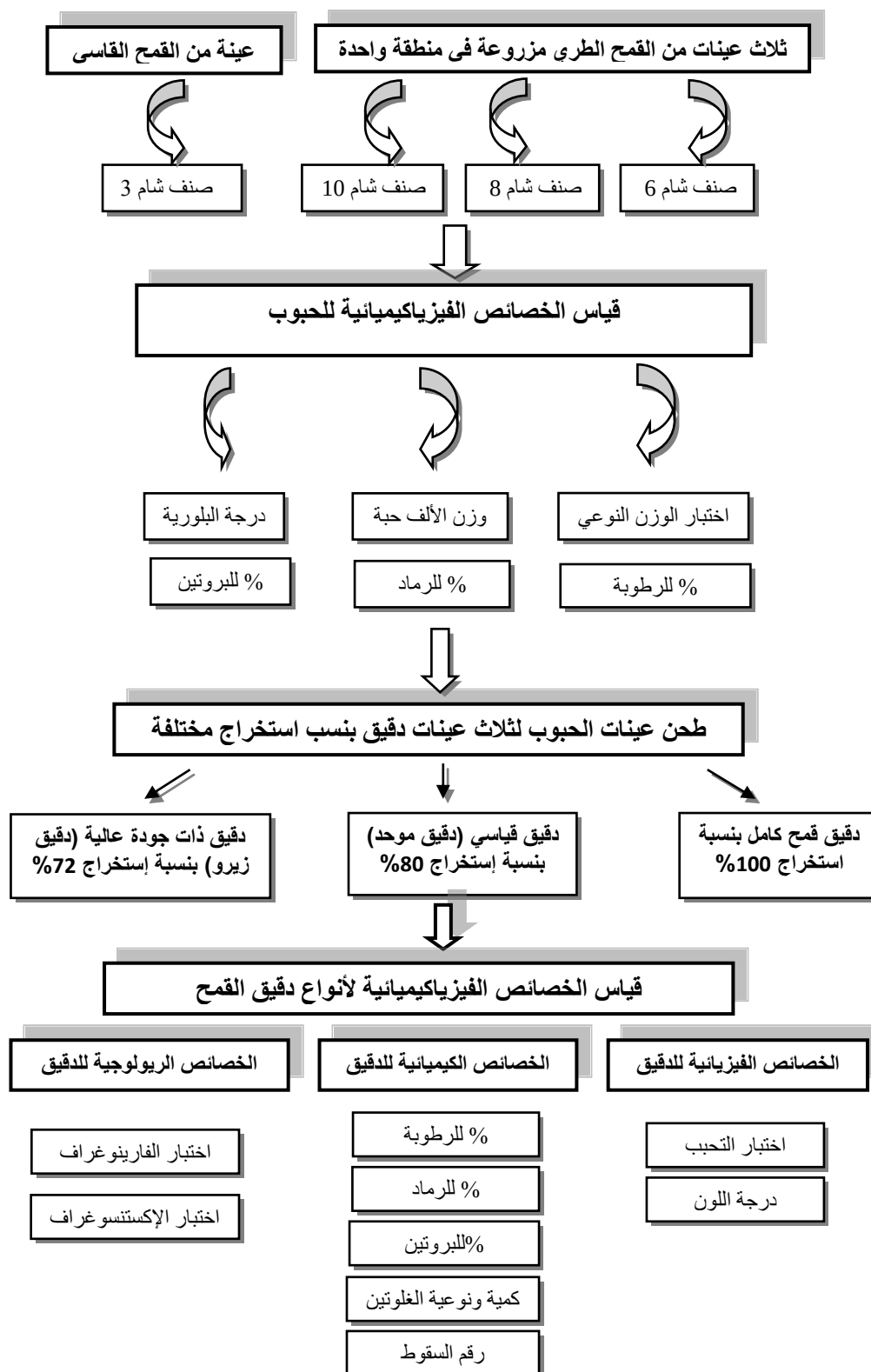
acceptability) بواسطة لجنة تقييم حسي باستخدام مقياس من 1 (ضعيف) إلى 5 (ممتاز).

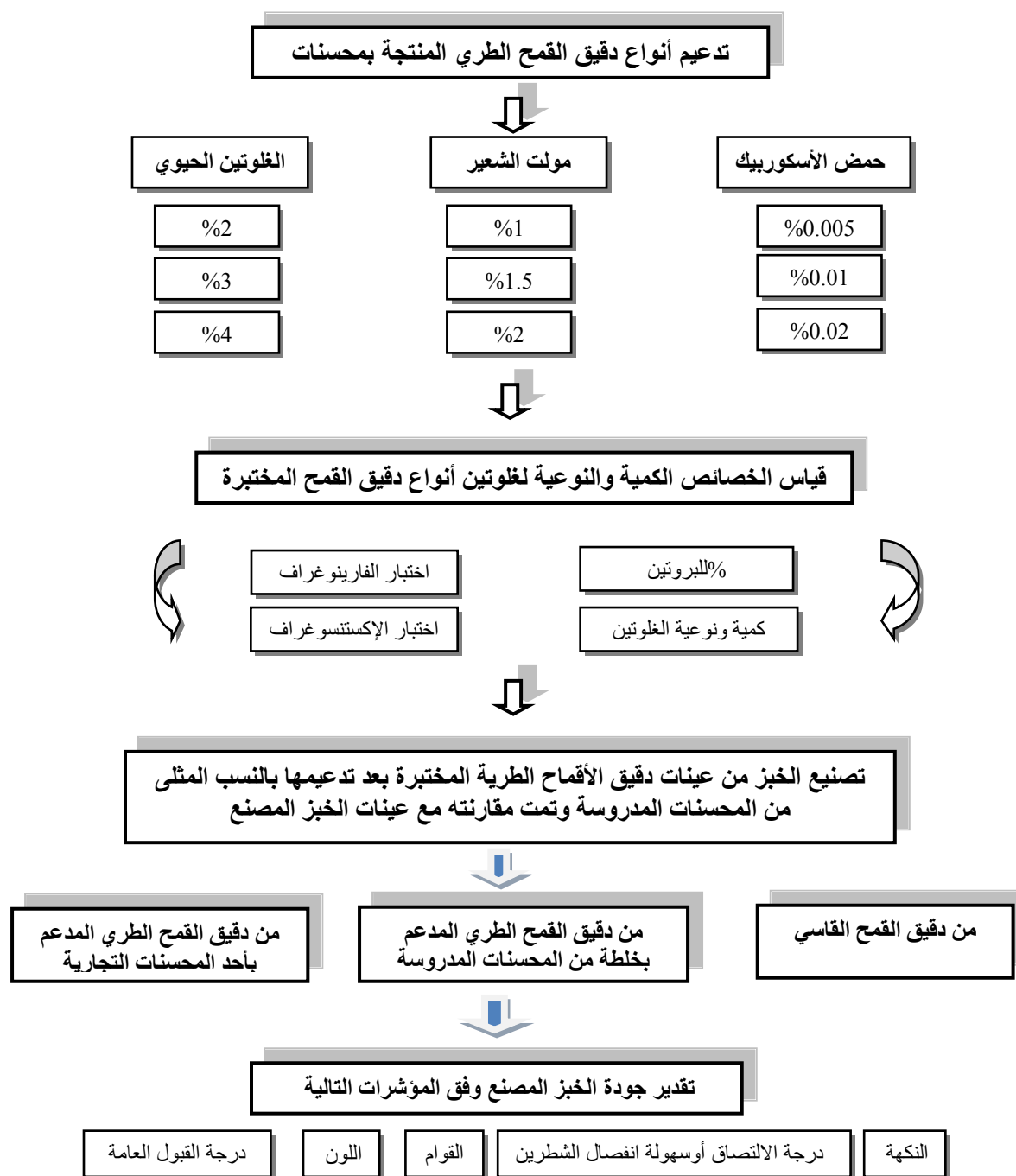
3-7- التحليل الإحصائي Experimental Design and Statistical Methods:

1. أجريت الاختبارات السابقة بثلاث مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات $\pm$ الانحراف المعياري.
2. أجري اختبار التوزيع الطبيعي Test for Normality باستخدام اختبار Anderson-Darling Test على مستوى ثقة 5%.
3. أجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) كتجربة عاملية بتصميم قطاعات عشوائية كاملة باستخدام طريقة General Linear Model (GLM) ثم تتبع باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% ($p \leq 0.05$).
4. أجري اختبار التحليل العنقودي Cluster Analysis على العينات المدروسة في هذا البحث وذلك بغرض تجميعها ضمن مجموعات لها خصائص متشابهة.
5. تم إجراء جميع التحاليل الإحصائية السابقة باستخدام برنامج Minitab 14 software package (Minitab Inc., USA)

ونفذ العمل تبعاً للخطوات التالية (الشكل 2):

1. تم اختيار ثلاثة أصناف من القمح الطري السوري وصنف من القمح القاسي السوري (عينة شاهد) مزروعة في منطقة واحدة.
2. قيسَت الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات حبوب القمح.
3. طحنت عينات الحبوب إلى ثلاث أنواع من الدقيق; دقيق قمح كامل بنسبة استخراج 100%، دقيق قياسي (دقيق موحد) بنسبة إستخراج 80% ودقيق ذات جودة عالية (دقيق زيرو) بنسبة إستخراج 72%.
4. قيسَت الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لعينات الدقيق.
5. تم اضافة محسنات الدقيق (حمض الاسكوريك، مولت الشعير، الغلوتين الحيوي) بنسب مختلفة إلى أنواع دقيق القمح الطري.
6. قيسَت الخواص الكمية والنوعية لغلوتين عينات دقيق القمح الطري
7. استخدام اختبار تحليل التباين ANOVA لتحديد تأثير المستويات المختلفة من محسنات الدقيق المدروسة في الخصائص الريولوجية والتصنيعية لأنواع دقيق القمح الطري.
8. تم تصنيع الخبز من عينات دقيق الأقماع الطرية المختبرة بعد تدعيمها بالنسب المثلى من المحسنات المدروسة.
9. قيسَت جودة الخبز المصنع وتمت مقارنته مع عينات الخبز المصنع من دقيق القمح القاسي، من دقيق القمح الطري المدعم بخلطة من المحسنات المدروسة، من دقيق القمح الطري المدعم بأحد المحسنات التجارية.





الشكل-2. مخطط البحث:

4- النتائج والمناقشة :RESULTS AND DISCUSSION

4-1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأنواع حبوب القمح المستخدمة في الدراسة:

يبين الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحبوب أصناف القمح الطري السورية Cham-6،

Cham-8 و Cham-10 وصنف القمح القاسي Cham-3 المستخدمة في هذه الدراسة.

تتأثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحبوب القمح بدرجة كبيرة بـكلاً من العوامل البيئية والوراثية

(Dexter and Edwards, 1998a; 1998b)، وتعد من العوامل الهامة جداً في عملية التقييم الكلي

لجودة الحبوب، عملية تدريج الحبوب، أداء عملية الطحن وفي تحديد الاستخدامات النهائية للحبوب.

الجدول-1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحبوب أصناف القمح المستخدمة:

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحبوب	قمح طري			قمح قاسي
	Cham-10	Cham-8	Cham-6	Cham-3
الوزن النوعي كغ/هـ ل	80.34	81.16	80.45	83.28
وزن الألف حبة / غ	41.56	41.36	40.60	50.10
البلورية %	80.15	85.20	81.55	92.22
الرطوبة %	9.11	9.35	9.16	9.60
الرماد %	1.34	1.42	1.55	1.72
البروتين %	12.15	12.10	12.30	13.85

تميزت حبوب أصناف القمح الطرية والقاسية بوزن نوعي مرتفع حيث تراوح بين 83.28 كغ/هل للصنف القاسي Cham-3 و 80.34 كغ/هل للصنف الطري Cham-10. لذلك تصنف حبوب القمح في هذه الدراسة إلى أصناف درجة أولى حسب المواصفة القياسية السورية (جدول 2)، والذي يعطي القيمة 78 كغ/هل و 76 كغ/هل لقمح الدرجة الأولى للأصناف القاسية والطرية على التوالي. وهذا مؤشر على امتلاء الحبوب وسلامتها، حيث يعكس الوزن النوعي المنخفض مؤشرات غير مرغوبة (Buntin et al., 1992) وتكون الحبوب ذات الوزن النوعي المنخفض ضامرة.

الجدول-2. المقاييس الرسمية للقمح حسب وزن الهيكولتر:

الدرجة	القمح القاسي (الديورم)	القمح الطري (الخبزي)
الأولى	78	76
الثانية	75	74
الثالثة	73	72
الرابعة	66	65

هيئة المقاييس والمواصفات السورية (2008).

تميزت حبوب صنف القمح القاسي بارتفاع وزن الألف حبة (50.10 غ) مقارنة بالأصناف الطرية (40.60 غ، 41.36 غ و 41.56 غ لكل من الأصناف Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي). تتميز حبوب قمح الديورم بكبر حجم الحبة وهذا ما يفسر ارتفاع وزن الألف حبة لحبوب قمح الديورم مقارنة مع حبوب القمح الطري.

تراوحت درجات البلورية لأصناف القمح المستخدمة في الدراسة بين 92.22% للصنف القاسي Cham-3 و80.15% للصنف الطري Cham-10. تعد درجة البلورية من عوامل الجودة الهامة وخصوصاً في قمح الديورم، حيث تؤثر درجة البلورية على نسبة استخراج السميد في عملية طحن قمح الديورم حيث تعطي الحبوب النشوية عند طحنها كمية دقيق أعلى (Sissons et al., 2000). تصنف حبوب القمح المدروسة إلى أصناف درجة أولى تبعاً لنظام التدرج السوري والذي يعطي القيمة الدنيا للبلورية 75% لحبوب الدرجة الأولى.

بالنسبة للخواص الكيميائية للحبوب، أظهرت حبوب أصناف القمح المدروسة انخفاض في النسبة المئوية للرطوبة حيث تراوحت بين 9.11% و9.60% للصنف Cham-10 والصنف Cham-3 على التوالي، وهذه صفة هامة تزيد من كفاءة التخزين ورفع نسبة الاستخراج.

أظهرت الأصناف الطرية نسبة رماد أقل من الصنف القاسي، حيث تراوحت نسبة الرماد على أساس الوزن الجاف لأصناف القمح بين 1.34% للصنف Cham-10 و1.72% للصنف Cham-3. أعطت حبوب صنف القمح القاسي نسبة بروتينات أعلى من الأصناف الطرية حيث كانت 13.85% للصنف Cham-3، 12.30% للصنف Cham-6، 12.10% للصنف Cham-8 و12.15% للصنف Cham-10، وهذا يتوافق مع أبحاث سابقة تشير إلى أن الأقماع الرباعية تحوي على نسبة بروتينات أعلى من الأقماع السداسية (Boyacioglu and D'Appolonia, 1994).

4-2- الخصائص الفيزيوكيميائية لأنواع دقيق القمح المستخدمة:

حددت الخواص الكيميائية والفيزيائية لأنواع الدقيق; الدقيق عالي الجودة (دقيق زيرو) بنسبة استخراج 72%، الدقيق الموحد القياسي (الدقيق التمويني) بنسبة استخراج 80% ودقيق القمح الكامل بنسبة استخراج 100%، المنتجة من الأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 وصنف القمح القاسي Cham-3 (الجدول 3).

نلاحظ من الجدول (3) أنه لم تظهر أي اختلافات معنوية في النسبة المئوية للرطوبة بين أصناف القمح لكل من دقيق الزيرو والدقيق الموحد ودقيق القمح الكامل حيث تراوحت بين 14.10-14.25%، 14.05-14.30% و 14.06-14.22% على التوالي، ويعود ذلك إلى تكييف حبوب جميع الأصناف إلى درجات رطوبة مثلى واحدة. من جهة أخرى، أظهرت عينات أنواع دقيق القمح القاسي نسب مرتفعة معنوياً عن عينات أنواع دقيق القمح الطري في النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف. كما ارتفعت نسبة الرماد معنوياً مع ارتفاع نسبة استخراج الدقيق، حيث تراوحت النسبة المئوية لرماد دقيق الزيرو بين 0.48-0.75% وللدقيق الموحد بين 0.73-0.92% ولدقيق القمح الكامل بين 1.26-1.66%، وهذا يتوافق مع أبحاث سابقة (Cornell, 2012). يعود الاختلاف بين الأصناف الطرية والقاسية في نسبة الرماد إلى اختلاف العوامل الوراثية (Borrelli et al., 1999).

ويشكل مماثل للنسبة المئوية للرماد، تميزت أنواع دقيق الصنف القاسي بدرجات لون أعلى من أنواع دقيق الأصناف الطرية ويعود ذلك لاحتواء قمح الديورم على ضعف كمية الأصبغة الموجودة في القمح السداسي (Tipples and Kilborn, 1974). تراوحت درجة لون الدقيق عالي الجودة للأصناف المدروسة بين 0.91 درجة للصنف الطري Cham-8 وبين 1.40 درجة لدقيق الصنف القاسي Cham-3. بينما للدقيق الموحد تراوحت بين 2.80 درجة لدقيق الصنف Cham-6 وبين 4.50 درجة لدقيق الصنف Cham-3،

ولدقيق القمح الكامل بين 4.58 درجة لدقيق الصنف Cham-8 وبين 6.10 درجة لدقيق الصنف Cham-3. ويعود ارتفاع درجة لون الدقيق مع ارتفاع نسبة الاستخراج إلى تركيز الأصبغة في طبقات الأغلفة (MacMasters et al., 1971).

أظهر قياس كمية الغلوتين (النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف) وقياس نوعية الغلوتين (دليل الغلوتين) باستخدام تقنية Glutomatic عدم وجود فروق معنوية بين كل نوع من أنواع عينات الدقيق لأصناف القمح الطرية المدروسة، لكن ازدادت جميع المؤشرات معنوياً لأنواع دقيق القمح القاسي، حيث تراوحت النسبة المئوية للغلوتين الرطب بين 25.22-30.35% للدقيق الزيرو، و-33.80% 29.12 للدقيق الموحد، و30.95-35.55% لدقيق القمح الكامل. بينما تراوحت النسبة المئوية للغلوتين الجاف بين 8.25-10.00%، و9.42-11.40%، و10.00-12.26% لدقيق الزيرو، الموحد والكامل على التوالي. كما أظهر دقيق الصنف القاسي دليل غلوتين أعلى منه معنوياً عن الأصناف الطرية وتراوح بين 62.46-72.10% لدقيق الزيرو، و63.65-75.50% للدقيق الموحد و61.95-73.10% لدقيق القمح الكامل. يؤثر محتوى الدقيق من الغلوتين ونوعية الغلوتين بشكل أساسي وإيجابي على الخواص الريولوجية للعجينة وخواص المنتج النهائي وتعد إلى حد كبير العامل المحدد لاستخدام الدقيق (Sapirstein and Fu, 1998).

يبين الجدول (3) ارتفاع النسبة المئوية للبروتينات على أساس الوزن الجاف مع ارتفاع نسبة استخراج الدقيق، كما يبين ازديادها معنوياً لأنواع الدقيق القاسي مقارنةً بأنواع الدقيق الطري. تراوحت النسبة المئوية للبروتينات بين 9.85-12.04% لدقيق الزيرو، وبين 11.01-12.90% للدقيق الموحد، وبين 12.05-13.93% للدقيق الكامل. أثبت العديد من الباحثين أن كمية ونوعية البروتين هي من أكثر

خصائص الجودة أهمية والتي تؤثر على الخواص الريولوجية والخبيزية للعجينة (Sissons *et al.*, 1994; Dexter *et al.*, 2005).

أعطت جميع عينات الدقيق المختبرة في هذا البحث أرقام سقوط أعلى من 350 ثانية حيث تراوحت بين 390-401 ثانية لعينات دقيق الزيرو، 391-405 ثانية لعينات الدقيق الموحد، و391-410 ثانية لعينات الدقيق الكامل، وهذا دليل على أن الحبوب المستخدمة في الدراسة سليمة وغير منبته، حيث أشارت أبحاث سابقة إلى أن حبوب القمح ذات رقم السقوط أقل من 120 ثانية دليل على تعرض الحبوب للإنبات (Donnelly, 1980). تحوي الحبوب المنبته على مستويات عالية من الأنزيم المحلل للنشاء ألفا أميلاز (Henry *et al.*, 1987). يقوم أنزيم ألفا أميلاز بتحليل نشاء الدقيق خلال عملية العجن والتخمير وبذلك يخفض قدرة النشاء على حجز الماء. ونتيجة لذلك ينخفض امتصاص الدقيق للماء وتكون العجينة الناتجة لزجة وصعبة المعاملة.

أجري اختبار تحبب الدقيق على العينات المختبرة في هذا البحث كمؤشر على أداء عملية الطحن، كما بينت دراسات سابقة أن تحبب الدقيق يؤثر بشكل رئيسي على تطور العجينة (Troccoli *et al.*, 2000). نلاحظ من الجدول (3) أن جميع عينات دقيق الزيرو، الدقيق الموحد ودقيق القمح الكامل أظهرت درجات تحبب متقاربة.

الجدول-3. الخصائص الفيزيائية الكيميائية لأنواع دقيق القمح:

الخصائص الفيزيائية الكيميائية للدقيق	قمح طري			قمح قاسي
	Cham-10	Cham-8	Cham-6	Cham-3
دقيق زينو 72%	14.20 ± 0.33 ^a	14.17 ± 0.10 ^a	14.25 ± 0.20 ^a	14.10 ± 0.15 ^b
	0.51 ± 0.15 ^a	0.50 ± 0.22 ^a	0.48 ± 0.17 ^a	0.75 ± 0.23 ^b
	0.93 ± 0.21 ^a	0.91 ± 0.15 ^a	0.91 ± 0.10 ^a	1.40 ± 0.10 ^b
	26.11 ± 0.10 ^a	25.22 ± 0.35 ^a	25.60 ± 0.15 ^a	30.35 ± 0.23 ^b
	8.88 ± 0.15 ^a	8.25 ± 0.25 ^a	8.57 ± 0.19 ^a	10.00 ± 0.20 ^b
	65.22 ± 0.12 ^a	62.46 ± 0.16 ^a	66.23 ± 0.11 ^a	72.10 ± 0.24 ^b
	10.20 ± 0.11 ^a	9.85 ± 0.45 ^a	10.11 ± 0.13 ^a	12.04 ± 0.15 ^b
	392 ± 0.10 ^a	390 ± 0.12 ^a	395 ± 0.25 ^a	401 ± 0.10 ^a
	100/66	100/66	100/65	100/58
دقيق مور 80%	14.10 ± 0.22 ^a	14.05 ± 0.16 ^a	14.23 ± 0.10 ^a	14.30 ± 0.19 ^a
	0.73 ± 0.85 ^a	0.74 ± 0.44 ^a	0.77 ± 0.15 ^a	0.92 ± 0.15 ^b
	2.88 ± 0.14 ^a	2.90 ± 0.20 ^a	2.80 ± 0.45 ^a	4.50 ± 0.34 ^b
	29.24 ± 0.21 ^a	29.12 ± 0.24 ^a	29.51 ± 0.25 ^a	33.80 ± 0.12 ^b
	9.51 ± 0.43 ^a	9.42 ± 0.15 ^a	9.77 ± 0.23 ^a	11.40 ± 0.43 ^b
	66.12 ± 0.52 ^a	63.65 ± 0.11 ^a	65.23 ± 0.10 ^a	75.50 ± 0.10 ^b
	11.10 ± 0.21 ^a	11.30 ± 0.22 ^a	11.01 ± 0.52 ^a	12.90 ± 0.35 ^b
	391 ± 0.40 ^a	392 ± 0.15 ^a	392 ± 0.45 ^a	405 ± 0.10 ^a
	98/60	99/58	99/58	98/55
دقيق كامل 100%	14.10 ± 0.11 ^a	14.06 ± 0.30 ^a	14.10 ± 0.15 ^a	14.22 ± 0.10 ^a
	1.26 ± 0.10 ^a	1.35 ± 0.15 ^a	1.49 ± 0.20 ^a	1.66 ± 0.10 ^b
	4.69 ± 0.22 ^b	4.58 ± 0.13 ^a	4.65 ± 0.12 ^a	6.10 ± 0.15 ^b
	31.66 ± 0.15 ^a	30.95 ± 0.10 ^a	31.32 ± 0.45 ^a	35.55 ± 0.12 ^b
	10.00 ± 0.11 ^a	10.05 ± 0.10 ^a	10.16 ± 0.15 ^a	12.26 ± 0.15 ^b
	65.00 ± 0.13 ^a	61.95 ± 0.23 ^a	64.10 ± 0.21 ^a	73.10 ± 0.22 ^b
	12.05 ± 0.31 ^a	12.15 ± 0.02 ^a	12.25 ± 0.14 ^a	13.93 ± 0.05 ^b
	400 ± 0.10 ^a	391 ± 0.14 ^a	392 ± 0.20 ^a	410 ± 0.30 ^a
	91/50	90/45	92/50	90/50

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

4-3- الخصائص الريولوجية لأنواع الدقيق المستخدمة:

4-3-1- نتائج الفارينوغراف لدقيق القمح:

قيست الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز الفارينوغراف، وهي الامتصاصية، زمن تطور العجينة، زمن ثبات العجينة، الضعف والرقم الفالويمتري لأنواع الدقيق (دقيق زيرو بنسبة استخراج 72%)، دقيق موحد بنسبة استخراج 80% ودقيق قمح كامل بنسبة استخراج 100%) والنااتجة عن طحن ثلاثة أصناف من القمح الطري السوري وصنف قمح قاسي (الجدول 4).

بينت نتائج عينات الدقيق المختبرة وجود اختلافات معنوية في امتصاص الدقيق للماء بين أنواع الدقيق وبين أنواع القمح (القاسي والطري)، حيث تراوحت بين 58.00-61.35%، وبين 59.15-63.650%، وبين 62.40-64.95% لكل من دقيق الزيرو، الدقيق الموحد ودقيق القمح الكامل على التوالي. تشير الامتصاصية إلى كمية الماء المطلوبة ليعطي الدقيق عجينة متجانسة، وهي ترتبط بكمية البروتين والنشاء بالإضافة إلى مكونات أخرى، وعلى اعتبار أن قمح الديورم من الأقماح القاسية جداً، لذلك عند طحنه إلى دقيق يتولد كمية أكبر من النشاء المهتك عنه في الأقماح السداسية وهذا يترافق مع كمية امتصاص ماء أعلى مقاسة بجهاز الفارينوغراف (Sapirstein et al., 2007; Boyacioglu and D'Appolonia, 1994).

الجدول-4. نتائج الفارينوغراف لأنواع دقيق القمح:

القمح القاسي	القمح الطري			مؤشرات الفارينوغراف	الصفة
	Cham-3	Cham-10	Cham-8	Cham-6	
	61.35 ± 0.15^b	58.70 ± 0.11^a	58.20 ± 0.21^a	58.00 ± 0.21^a	الامتصاصية %
	4.00 ± 0.10^b	2.00 ± 0.15^a	2.00 ± 0.25^a	2.00 ± 0.10^a	زمن التطور/ دقيقة
	3.45 ± 0.20^b	1.75 ± 0.35^a	2.00 ± 0.15^a	1.75 ± 0.15^a	زمن الثبات/ دقيقة
	85.95 ± 0.55^c	135.10 ± 0.22^a	135.25 ± 0.15^a	130.50 ± 0.16^a	الضعف / BU
	55.00 ± 0.10^a	40.00 ± 0.10^a	40.15 ± 0.12^a	39.00 ± 0.12^a	الرقم الفالوريمتري
	63.65 ± 0.20^b	59.30 ± 0.23^a	60.42 ± 0.10^a	59.15 ± 0.25^a	الامتصاصية %
	3.60 ± 0.12^b	2.20 ± 0.10^a	2.25 ± 0.15^a	2.25 ± 0.15^a	زمن التطور/ دقيقة
	3.35 ± 0.10^a	1.25 ± 0.15^a	1.50 ± 0.10^a	1.50 ± 0.20^a	زمن الثبات/ دقيقة
	80.20 ± 0.20^b	145.15 ± 0.02^a	150.00 ± 0.25^a	140.30 ± 0.15^a	الضعف / BU
	52.30 ± 0.25^b	40.15 ± 0.12^a	40.20 ± 0.42^a	41.20 ± 0.12^a	الرقم الفالوريمتري
	64.95 ± 0.55^b	62.22 ± 0.12^a	62.40 ± 0.10^a	62.55 ± 0.25^a	الامتصاصية %
	4.15 ± 0.44^b	3.40 ± 0.10^a	3.25 ± 0.30^a	3.25 ± 0.20^a	زمن التطور/ دقيقة
	2.10 ± 0.20^b	1.10 ± 0.10^a	1.45 ± 0.10^a	1.15 ± 0.50^a	زمن الثبات/ دقيقة
	100.00 ± 0.20^b	151.00 ± 0.45^a	154.55 ± 0.35^a	150.05 ± 0.20^a	الضعف / BU
	45.30 ± 0.25^b	35.85 ± 0.22^a	36.00 ± 0.15^a	36.25 ± 0.45^a	الرقم الفالوريمتري

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

زمن تطور العجينة هو الزمن اللازم من لحظة إضافة الماء حتى الحصول على عجينة متجانسة على الخط 500 برابندر. أظهرت النتائج في الجدول (4) وجود اختلافات معنوية بين أنواع عينات الدقيق تبعاً لنسبة استخراج الدقيق ونوع القمح. وتراوح زمن تطور العجينة بين 2.00 دقيقة للصنف Cham-6 و 4.00 دقيقة للصنف Cham-3 وذلك لعينات دقيق الزيرو. من جهة أخرى، تراوح زمن تطور العجينة لعينات الدقيق الموحد بين 2.20-3.60 دقيقة ولعينات دقيق القمح الكامل بين 3.25-4.15 دقيقة. تراوح زمن ثبات العجينة، والذي يدل على درجة تحمل العجينة للخلط وبالتالي قوة العجينة، بين 3.45-1.75 دقيقة لدقيق الزيرو، و 1.25-3.35 دقيقة للدقيق الموحد و 1.10-2.10 دقيقة للدقيق الكامل. وتبعاً لتصنيف الباحث (Williams, 1997) لقوة الدقيق حسب زمن تطور العجينة وزمن الثبات (الجدول 5)، نلاحظ أن عينات الدقيق المدروسة تصنف كدقيق متوسط القوة.

الجدول-5. المقاييس الرسمية لمؤشرات الفارينوغراف:

الدقيق	زمن التطور دقيقة	زمن الثبات دقيقة
ضعيف	1	1
متوسط القوة	2-4	4-7
قوي	3-5	8-14
قوي جداً	4-12	20-23

أبدت عينات الدقيق لصنف القمح القاسي Cham-3 درجة ضعف عجينة أقل معنوياً من أنواع دقيق أصناف القمح الطري وتراوح بين 85.95-135.25 BU لدقيق الزيرو، و 80.20-150.00 BU للدقيق الموحد و 100.00-154.55 BU للدقيق الكامل.

أبدت عينات الدقيق للصف القاسي رقم فالويمتري، وهو مؤشر عام على جودة الدقيق، أعلى منه لدقيق الأصناف الطرية حيث تراوح بين 39.00-55.00 لدقيق الزيرو، 40.15-52.30 للدقيق الموحد و-45.30 35.85 للدقيق الكامل.

4-3-2- نتائج الإكستنسوغراف لدقيق القمح:

تم قياس الخواص الريولوجية للدقيق باستخدام جهاز الإكستنسوغراف وهي القدرة، مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد، المرونة والمطاطية (الجدول 6).

نلاحظ من الجدول وجود فروق معنوية بين أنواع دقيق الأصناف المدروسة في القدرة، وهي المساحة تحت المنحني، حيث ارتفعت معنوياً للصف القاسي Cham-3 وبلغت 40.20 cm^2 ، 48.10 cm^2 و 40.00 لدقيق الزيرو، الدقيق الموحد والدقيق الكامل.

ظهرت فروقات معنوية بين أنواع دقيق الأصناف المدروسة بالنسبة لمقاومة الشد والتي تعبر عن طول المنحني بوحدات البرابندر بعد 5 سم من بدء الاختبار. أيضاً تميز الصف Cham-3 بأعلى قيمة مقاومة شد حيث كانت BU 235.40 لدقيق الزيرو، BU 250.10 للدقيق الموحد، و BU 200.20 للدقيق الكامل.

الجدول-6. نتائج الإكستينسوغراف لأنواع دقيق القمح:

نوع الدقيق	مؤشرات الإكستينسوغراف	القمح الطري			القمح القاسي
		Cham-10	Cham-8	Cham-6	Cham-3
دقيق زير 72%	القدرة/ سم ²	33.10 ± 0.20 ^a	34.15 ± 0.11 ^a	35.25 ± 0.10 ^a	40.20 ± 0.25 ^b
	مقاومة الشد/ BU	220.15 ± 0.15 ^a	222.65 ± 0.10 ^a	220.50 ± 0.10 ^a	235.40 ± 0.45 ^b
	المقاومة العظمى/ BU	230.20 ± 0.10 ^a	235.17 ± 0.22 ^a	230.10 ± 0.31 ^a	255.00 ± 0.12 ^b
	المرونة/ مم	142.22 ± 0.15 ^a	139.00 ± 0.15 ^a	140.11 ± 0.10 ^a	120.50 ± 0.20 ^b
	المطاطية	1.62 ± 0.12 ^a	1.69 ± 0.15 ^a	1.64 ± 0.22 ^a	2.12 ± 0.12 ^b
دقيق موحد 80%	القدرة/ سم ²	37.17 ± 0.35 ^a	37.00 ± 0.15 ^a	38.75 ± 0.42 ^a	48.10 ± 0.12 ^b
	مقاومة الشد/ BU	232.55 ± 0.29 ^a	231.21 ± 0.25 ^a	230.23 ± 0.35 ^a	250.10 ± 0.11 ^b
	المقاومة العظمى/ BU	240.40 ± 0.35 ^a	240.26 ± 0.15 ^a	241.18 ± 0.11 ^a	255.10 ± 0.10 ^b
	المرونة/ مم	131.16 ± 0.42 ^a	131.65 ± 0.12 ^a	130.68 ± 0.22 ^a	115.80 ± 0.10 ^b
	المطاطية	1.83 ± 0.08 ^a	1.82 ± 0.43 ^a	1.85 ± 0.10 ^a	2.20 ± 0.24 ^b
دقيق كامل 100%	القدرة/ سم ²	30.00 ± 0.20 ^a	31.50 ± 0.15 ^a	31.25 ± 0.33 ^a	40.00 ± 0.10 ^b
	مقاومة الشد/ BU	155.00 ± 0.20 ^b	140.50 ± 0.12 ^a	140.10 ± 0.10 ^a	200.20 ± 0.25 ^b
	المقاومة العظمى/ BU	165.00 ± 0.52 ^b	155.10 ± 0.25 ^a	160.20 ± 0.15 ^a	200.35 ± 0.10 ^b
	المرونة/ مم	125.24 ± 0.20 ^a	130.20 ± 0.25 ^a	135.10 ± 0.21 ^a	100.50 ± 0.10 ^b
	المطاطية	1.32 ± 0.10 ^a	1.19 ± 0.51 ^a	1.19 ± 0.25 ^a	1.99 ± 0.12 ^b

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

نلاحظ من الجدول (6) تميز الصنف القاسي Cham-3 بأعلى قيمة مقاومة عظمى للشد، وهي الطول الأعظمي للمنحني والذي تعبر عن قوة الدقيق، وكانت BU 255.00 لدقيق الزيرو، BU 250.10 للدقيق الموحد، وBU 200.35 للدقيق الكامل. أشار Williams (1997) إلى أن المقاومة العظمى للشد للدقيق الضعيف، متوسط القوة، القوي والقوي جداً تأخذ القيم التالية: 120, 350, 450, 630 BU على التوالي. وبناءً عليه، تصنف جميع الأصناف المدروسة في هذا البحث كأصناف متوسطة القوة، وهذا يتوافق مع أبحاث سابقة عن القمح السوري (Samaan, 2007).

بالنسبة للمرونة، والتي تشير إلى طول المنحني بالمليمتر، نلاحظ من الجدول (6) أن أنواع دقيق الصنف القاسي Cham-3 انخفضت معنوياً في قيمة المرونة مقارنة بأنواع دقيق الأقماع الطرية. تراوحت المرونة بين 120.50-142.22 ملم، 115.80-131.65 ملم و 100.50-135.10 ملم لدقيق الزيرو، الدقيق الموحد ودقيق القمح الكامل على التوالي.

أما المطاطية، وهي حاصل نسبة المقاومة العظمى للشد على المرونة، ازدادت معنوياً للصنف القاسي وتراوحت بين 1.62-2.12 لدقيق الزيرو، 1.82-2.20 للدقيق الموحد و 1.19-1.99 للدقيق الكامل.

4-4- تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص دقيق القمح الطري:

4-4-1- الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعمة بالغلوتين الحيوي:

أجري في هذا البحث دراسة لتأثير تدعيم أنواع دقيق أصناف القمح الطري منخفض الغلوتين كماً ونوعاً بالغلوتين الحيوي، حيث أضيف بنسبة 0%، 2%، 3% و 4%، ثم حلت خصائص الغلوتين الكمية (النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف والنسبة المئوية للبروتينات) لأنواع الدقيق الثلاثة، الدقيق عالي الجودة (الجدول 7)، الدقيق القياسي (الجدول 8) ودقيق القمح الكامل (الجدول 9).

نلاحظ من الجدول (7) عدم وجود اختلافات معنوية بين أصناف القمح الطري المستخدمة في الدراسة في الخصائص الكمية للغلوتين (عند النسبة 0% من الغلوتين الحيوي)، وهذا يعود إلى التشابه الوراثي بين الأصناف (Shoaib and Arabi, 2006).

أهم ما يميز الجدول (7) ظهور التأثير المعنوي لإضافة الغلوتين الحيوي في الخواص الكمية لغلوتين القمح الطري عند رفع نسبة الإضافة إلى 2%. ازدادت جميع مؤشرات الغلوتين عند النسبة 4% واختلفت معنوياً عن باقي النسب، حيث بلغت النسبة المئوية للغلوتين الرطب 31.23%، 31.65% و 31.90%، والنسبة المئوية للغلوتين الجاف 11.21%، 11.98% و 11.65%، والنسبة المئوية للبروتينات 13.25%، 13.42% و 13.37% لكل من الأصناف Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-7. الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصفة	الاختبارات الكمية	0%	2%	3%	4%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	25.60 ± 0.15 ^a	29.85 ± 0.11 ^b	30.04 ± 0.16 ^b	31.23 ± 0.12 ^c
	الغلوتين الجاف%	8.57 ± 0.19 ^a	9.70 ± 0.22 ^{b,c}	10.12 ± 0.11 ^c	11.21 ± 0.14 ^d
	البروتين%	10.11 ± 0.13 ^a	11.60 ± 0.10 ^b	12.10 ± 0.16 ^b	13.25 ± 0.16 ^c
Cham-8	الغلوتين الرطب%	25.22 ± 0.35 ^a	29.24 ± 0.22 ^b	30.35 ± 0.15 ^c	31.65 ± 0.19 ^c
	الغلوتين الجاف%	8.25 ± 0.25 ^a	9.52 ± 0.13 ^b	10.86 ± 0.25 ^c	11.98 ± 0.17 ^d
	البروتين%	9.85 ± 0.45 ^a	11.64 ± 0.11 ^b	12.55 ± 0.51 ^b	13.42 ± 0.11 ^c
Cham-10	الغلوتين الرطب%	26.11 ± 0.10 ^a	29.44 ± 0.31 ^b	31.22 ± 0.12 ^c	31.90 ± 0.10 ^c
	الغلوتين الجاف%	8.88 ± 0.15 ^a	9.40 ± 0.02 ^b	10.55 ± 0.34 ^c	11.65 ± 0.12 ^d
	البروتين%	10.20 ± 0.11 ^a	11.75 ± 0.12 ^b	12.33 ± 0.13 ^b	13.37 ± 0.15 ^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

يبين الجدول (8) الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق القياسي (نسبة الاستخراج 80%) والتي ازدادت معنوياً مقارنةً بالخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة (نسبة الاستخراج 72%)، حيث بينت الدراسات أن نسبة البروتينات تزداد من مركز حبة القمح باتجاه الأغلفة وبالتالي ترتبط نسبة البروتينات إيجاباً مع نسبة استخراج الدقيق (Greffeuille et al., 2007; Sapirstein et al., 2007). بالإضافة إلى ذلك، سلك الدقيق القياسي سلوك مشابه للدقيق عالي الجودة من تأثره بإضافة الغلوتين الحيوي، حيث ظهر التأثير المعنوي لإضافة الغلوتين الحيوي في الخصائص الكمية للغلوتين عند النسبة 2%، وبلغت أعلى قيم لها عند النسبة 4% وكانت النسبة المئوية للغلوتين الرطب 35.16%، 35.54% و 34.95%، والنسبة المئوية للغلوتين الجاف 14.21%، 13.97% و 14.15%، والنسبة المئوية للبروتينات 15.15%، 14.80% و 15.14% لكل من الأصناف Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-8. الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصفة	الاختبارات الكمية	0%	2%	3%	4%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	29.51 ± 0.25 ^a	32.22 ± 0.21 ^b	33.56 ± 0.12 ^b	35.16 ± 0.33 ^c
	الغلوتين الجاف%	9.77 ± 0.23 ^a	11.75 ± 0.22 ^b	12.90 ± 0.31 ^c	14.21 ± 0.32 ^d
	البروتين%	11.01 ± 0.52 ^a	12.93 ± 0.20 ^b	13.84 ± 0.12 ^c	15.15 ± 0.15 ^c
Cham-8	الغلوتين الرطب%	29.12 ± 0.24 ^a	32.77 ± 0.26 ^b	33.86 ± 0.23 ^c	35.54 ± 0.31 ^c
	الغلوتين الجاف%	9.42 ± 0.15 ^a	11.07 ± 0.14 ^b	12.55 ± 0.21 ^c	13.97 ± 0.12 ^d
	البروتين%	11.30 ± 0.22 ^a	12.82 ± 0.21 ^b	13.79 ± 0.11 ^c	14.80 ± 0.32 ^d
Cham-10	الغلوتين الرطب%	29.24 ± 0.21 ^a	32.15 ± 0.32 ^b	33.85 ± 0.18 ^c	34.95 ± 0.13 ^c
	الغلوتين الجاف%	9.51 ± 0.43 ^a	11.65 ± 0.35 ^b	12.78 ± 0.14 ^c	14.15 ± 0.11 ^d
	البروتين%	11.10 ± 0.21 ^a	12.92 ± 0.16 ^b	13.98 ± 0.10 ^b	15.14 ± 0.25 ^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

قدّرت الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل بنسبة الاستخراج 100% (الجدول 9)، حيث لوحظ

ازدياد جميع المؤشرات الكمية معنوياً مقارنةً بنوعي الدقيق عالي الجودة والقياسي.

ظهر التأثير المعنوي لإضافة الغلوتين الحيوي في الخصائص الكمية للغوتين عند كل نسبة، وبلغت أعلى

قيم لها عند النسبة 4%، وكانت النسبة المئوية للغوتين الرطب 35.77%، و35.88% و35.93%،

والنسبة المئوية للغوتين الجاف 14.55%، و14.91% و14.66%، والنسبة المئوية للبروتينات

15.92%، و15.86% و15.99% لكل من الأصناف Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-9. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصنف	الاختبارات الكمية	0%	2%	3%	4%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	31.32 ± 0.45 ^a	32.98 ± 0.01 ^b	34.25 ± 0.10 ^c	35.77 ± 0.45 ^c
	الغلوتين الجاف%	10.16 ± 0.15 ^a	11.89 ± 0.32 ^b	13.11 ± 0.05 ^c	14.55 ± 0.14 ^d
	البروتين%	12.25 ± 0.14 ^a	14.00 ± 0.50 ^b	15.06 ± 0.10 ^c	15.92 ± 0.22 ^d
Cham-8	الغلوتين الرطب%	30.95 ± 0.10 ^a	33.04 ± 0.12 ^b	34.35 ± 0.65 ^c	35.88 ± 0.11 ^d
	الغلوتين الجاف%	10.05 ± 0.10 ^a	12.00 ± 0.10 ^b	13.25 ± 0.11 ^c	14.91 ± 0.62 ^d
	البروتين%	12.15 ± 0.02 ^a	13.97 ± 0.01 ^b	14.74 ± 0.75 ^c	15.86 ± 0.12 ^d
Cham-10	الغلوتين الرطب%	31.66 ± 0.15 ^a	33.80 ± 0.22 ^b	34.89 ± 0.10 ^c	35.93 ± 0.44 ^d
	الغلوتين الجاف%	10.00 ± 0.11 ^a	11.87 ± 0.22 ^b	13.19 ± 0.10 ^c	14.66 ± 0.12 ^d
	البروتين%	12.05 ± 0.31 ^a	13.90 ± 0.24 ^b	14.95 ± 0.15 ^c	15.99 ± 0.20 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

قورنت الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة

بنسبة 4% غلوتين حيوي للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10

مع الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي

Cham-3 (الشكل 3)، وذلك بهدف تحديد درجة التحسن في خصائص الغلوتين الكمية للأصناف الطرية

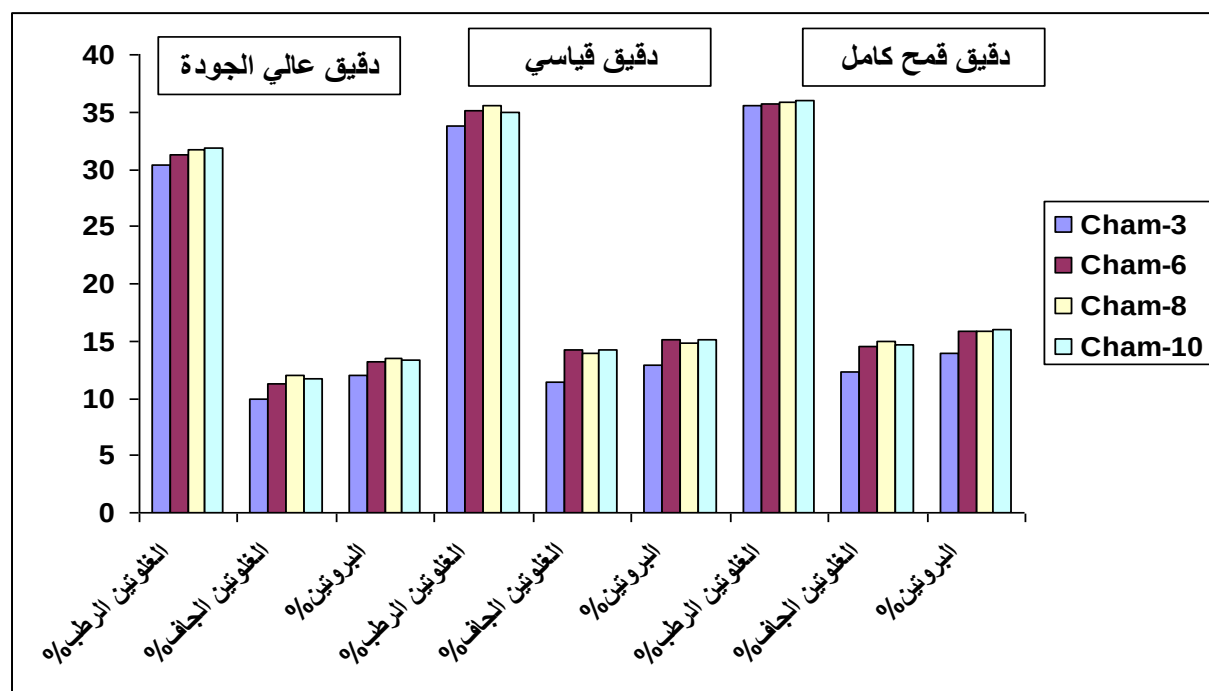
المدرسة.

لوحظ من الشكل (3) تحسن معنوي في جميع المؤشرات الكمية لغلوتين أنواع دقيق الأصناف الطرية

المدرسة مقارنةً بدقيق القمح القاسي، وهنا تظهر أهمية الغلوتين الحيوي في رفع القيمة الكمية لغلوتين

الأقماع الطرية عند إضافته بنسبة 4%، وهذا يتوافق مع ما أكدت عليه معظم الدراسات السابقة (Day,

(Manley, 2000; 2011)



الشكل-3. تأثير الغلوتين الحيوي في الخصائص الكمية لغلوتين أنواع الدقيق:

4-4-2- الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعمة بالغلوتين الحيوي:

دُرس تأثير إضافة الغلوتين الحيوي في الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري السوري باستخدام كلاً من تقنية الفارينوغراف والأكستينسوغراف.

يبين الجدول (10) مؤشرات الفارينوغراف للدقيق عالي الجودة (دقيق الزير)، والتي تضم النسبة المئوية لامتصاص الدقيق للماء، زمن تشكل العجينة، زمن ثبات العجينة، ضعف العجينة والرقم الفالوريمتري، لأصناف القمح الطري المستخدمة في هذه الدراسة والمدعمة بالغلوتين الحيوي بنسبة 0%، 2%، 3% و4%. لم تظهر الأصناف المدروسة أيضاً اختلافات معنوية فيما بينها بقراءات الفارينوغراف حيث تخضع الخصائص النوعية لبروتينات القمح بشكل كلي لتأثير العوامل الوراثية (Johansson *et al.*, 1993).

اختلف تأثير إضافة الغلوتين الحيوي إلى دقيق القمح الطري في المؤشرات النوعية للغلوتين مقاسة بجهاز الفارينوغراف، حيث نلاحظ من الجدول (10) ازدياد المؤشرات؛ امتصاصية الدقيق للماء (62.45%)، 63.75% و 63.00%)، زمن تشكل العجينة (3.25، 3.50 و 3.50 دقيقة)، زمن ثبات العجينة (3.50، 3.70 و 3.50 دقيقة) والرقم الفالوريمتري (46.00، 46.10 و 46.15)، وانخفضت درجة ضعف العجينة (100.65، 100.15 و 105.35 BU) عند إضافة 4% غلوتين حيوي إلى الدقيق عالي الجودة لأصناف القمح الطري Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-10 . مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	2%	3%	4%
Cham-6	امتصاصية الماء%	58.00 ± 0.21 ^a	59.65 ± 0.11 ^b	61.80 ± 0.32 ^c	62.45 ± 0.11 ^d
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.10 ^a	3.00 ± 0.10 ^{a,b}	3.25 ± 0.25 ^b	3.25 ± 0.10 ^b
	زمن ثبات العجين / د	1.75 ± 0.15 ^a	2.75 ± 0.10 ^b	3.25 ± 0.20 ^c	3.50 ± 0.15 ^d
	ضعف العجين /BU	130.50 ± 0.16 ^a	110.40 ± 0.25 ^b	100.60 ± 0.45 ^c	100.65 ± 0.10 ^c
	الرقم الفالوريمتري	39.00 ± 0.12 ^a	43.20 ± 0.15 ^b	45.50 ± 0.10 ^{b,c}	46.00 ± 0.15 ^c
Cham-8	امتصاصية الماء%	58.20 ± 0.21 ^a	61.50 ± 0.21 ^b	62.85 ± 0.42 ^c	63.75 ± 0.15 ^d
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.25 ^a	3.00 ± 0.22 ^b	3.20 ± 0.10 ^b	3.50 ± 0.15 ^b
	زمن ثبات العجين / د	2.00 ± 0.15 ^a	3.10 ± 0.10 ^b	3.50 ± 0.24 ^b	3.70 ± 0.10 ^c
	ضعف العجين /BU	135.25 ± 0.15 ^a	115.15 ± 0.34 ^b	105.10 ± 0.20 ^c	100.15 ± 0.25 ^c
	الرقم الفالوريمتري	40.15 ± 0.12 ^a	43.15 ± 0.20 ^b	45.80 ± 0.12 ^c	46.10 ± 0.25 ^c
Cham-10	امتصاصية الماء%	58.70 ± 0.11 ^a	61.30 ± 0.25 ^b	62.55 ± 0.22 ^c	63.00 ± 0.10 ^d
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.15 ^a	3.00 ± 0.40 ^b	3.40 ± 0.15 ^b	3.50 ± 0.35 ^b
	زمن ثبات العجين / د	1.75 ± 0.35 ^a	3.00 ± 0.15 ^b	3.25 ± 0.25 ^b	3.50 ± 0.20 ^d
	ضعف العجين /BU	135.10 ± 0.22 ^a	110.10 ± 0.25 ^b	100.20 ± 0.15 ^c	105.35 ± 0.24 ^c
	الرقم الفالوريمتري	40.00 ± 0.10 ^a	44.10 ± 0.11 ^b	45.20 ± 0.15 ^b	46.15 ± 0.12 ^b

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

من جهة أخرى، اختلفت الخصائص النوعية لغلوتين الدقيق القياسي (الدقيق التمويني) مقاسةً بجهاز الفارينوغراف (الجدول 11) مقارنةً بالخصائص النوعية لغلوتين الدقيق عالي الجودة.

تميز الدقيق التمويني عن دقيق الزيرو بارتفاع النسبة المئوية لامتصاص الدقيق للماء، زمن تشكل العجينة ودرجة ضعف العجينة، بينما انخفض زمن ثبات العجينة وهذا يعود إلى ارتفاع نسبة البروتينات ونسبة الألياف في الدقيق القياسي مقارنةً بالدقيق عالي الجودة (Kuktaite et al., 2004)، بينما لوحظ أن الرقم الفالوريمتري لم يختلف معنوياً بين نوعي الدقيق.

وبشكل عام، أدى إضافة الغلوتين الحيوي بنسبة 4% إلى الدقيق القياسي لأصناف القمح الطري المدروسة (Cham-6، Cham-8 و Cham-10) لتحسن الخصائص النوعية للغلوتين مقاسةً بجهاز الفارينوغراف حيث ازدادت النسبة المئوية لامتصاصية الدقيق للماء (64.10%، 64.10% و 64.15%)، زمن تشكل العجينة (4.20، 4.10 و 4.00 دقيقة)، زمن ثبات العجينة (3.25، 3.50 و 3.25 دقيقة) والرقم الفالوريمتري (46.95، 46.85 و 46.35)، وانخفضت درجة ضعف العجينة (105.25، 110.28 و 110.15 BU).

الجدول-11. مؤشرات الفارينوغراف لغوتين الدقيق القياسي والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	2%	3%	4%
Cham-6	امتصاصية الماء%	59.15 ± 0.25^a	61.50 ± 0.15^b	62.90 ± 0.12^c	64.10 ± 0.25^d
	زمن تشكل العجين/ د	2.25 ± 0.15^a	3.10 ± 0.15^b	3.75 ± 0.15^c	4.20 ± 0.12^d
	زمن ثبات العجين/ د	1.50 ± 0.20^a	2.60 ± 0.15^b	3.15 ± 0.25^c	3.25 ± 0.12^c
	ضعف العجين/ BU	140.30 ± 0.15^a	115.50 ± 0.14^b	110.20 ± 0.15^c	105.25 ± 0.17^c
	الرقم الفالوريمتري	41.20 ± 0.12^a	43.45 ± 0.15^b	45.48 ± 0.10^c	46.95 ± 0.15^d
Cham-8	امتصاصية الماء%	60.42 ± 0.10^a	61.90 ± 0.26^b	63.05 ± 0.12^c	64.10 ± 0.10^d
	زمن تشكل العجين/ د	2.25 ± 0.15^a	3.25 ± 0.25^b	3.50 ± 0.35^b	4.10 ± 0.25^c
	زمن ثبات العجين/ د	1.50 ± 0.10^a	3.00 ± 0.24^b	3.20 ± 0.17^b	3.50 ± 0.14^c
	ضعف العجين/ BU	150.00 ± 0.25^a	120.10 ± 0.25^b	115.24 ± 0.10^b	110.28 ± 0.15^c
	الرقم الفالوريمتري	40.20 ± 0.42^a	43.26 ± 0.10^b	45.60 ± 0.22^c	46.85 ± 0.20^d
Cham-10	امتصاصية الماء%	59.30 ± 0.23^a	61.85 ± 0.21^b	63.10 ± 0.14^c	64.15 ± 0.15^d
	زمن تشكل العجين/ د	2.20 ± 0.10^a	3.00 ± 0.11^b	3.40 ± 0.10^b	4.00 ± 0.15^c
	زمن ثبات العجين/ د	1.25 ± 0.15^a	2.75 ± 0.10^b	3.10 ± 0.21^c	3.25 ± 0.10^d
	ضعف العجين/ BU	145.15 ± 0.02^a	128.15 ± 0.45^b	110.35 ± 0.11^c	110.15 ± 0.21^c
	الرقم الفالوريمتري	40.15 ± 0.12^a	43.50 ± 0.15^b	45.25 ± 0.10^c	46.35 ± 0.22^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

يبين الجدول (12) مؤشرات الفارينوغراف لغوتين دقيق القمح الكامل والتي اختلفت مقارنةً بالخصائص النوعية لغوتين للدقيق عالي الجودة والدقيق القياسي، حيث لوحظ ارتفاع النسبة المئوية لامتصاص الدقيق للماء، زمن تشكل العجينة، درجة ضعف العجينة والرقم الفالوريمتري، بينما لم يختلف زمن ثبات العجينة مقارنةً بالدقيق القياسي.

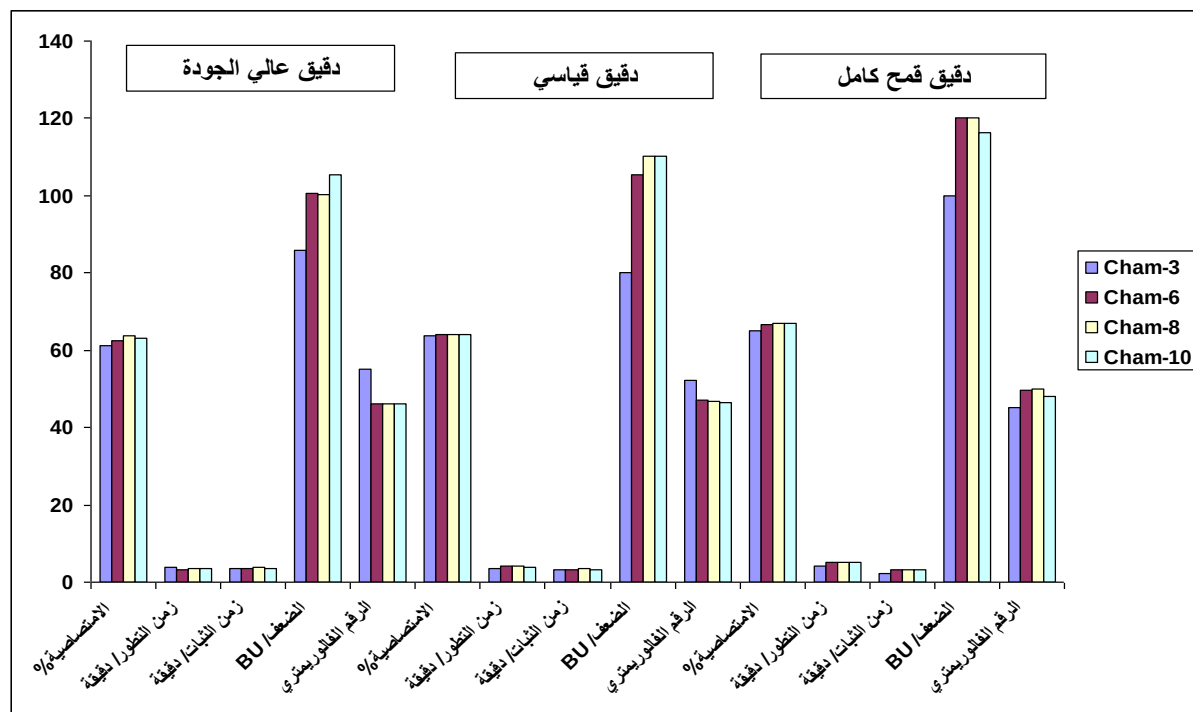
إن إضافة الغلوتين الحيوي بنسبة 4% إلى دقيق القمح الكامل أدت إلى ازدياد النسبة المئوية لامتصاصية الدقيق للماء (66.60%، 67.00% و 67.02%)، زمن تشكل العجينة (5.25، 5.10 و 5.10 دقيقة)، زمن ثبات العجينة (3.20، 3.10 و 3.25 دقيقة) والرقم الفالوريمتري (49.55، 50.05 و 48.15)، وانخفضت درجة ضعف العجينة (120.28، 120.20 و 116.45 BU).

الجدول-12. اختبار مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	2%	3%	4%
Cham-6	امتصاصية الماء%	62.55 ± 0.25 ^a	64.20 ± 0.10 ^b	65.45 ± 0.33 ^c	66.60 ± 0.21 ^d
	زمن تشكل العجين/ د	3.25 ± 0.20 ^a	4.15 ± 0.14 ^b	4.55 ± 0.10 ^b	5.25 ± 0.50 ^c
	زمن ثبات العجين/ د	1.15 ± 0.50 ^a	1.90 ± 0.10 ^b	2.25 ± 0.20 ^b	3.20 ± 0.14 ^c
	ضعف العجين/ BU	150.05 ± 0.20 ^a	135.66 ± 0.12 ^b	126.10 ± 0.12 ^c	120.28 ± 0.15 ^c
	الرقم الفالوريمتري	36.25 ± 0.45 ^a	42.15 ± 0.16 ^b	46.40 ± 0.13 ^c	49.55 ± 0.14 ^d
Cham-8	امتصاصية الماء%	62.40 ± 0.10 ^a	64.50 ± 0.21 ^b	65.95 ± 0.10 ^c	67.00 ± 0.17 ^d
	زمن تشكل العجين/ د	3.25 ± 0.30 ^a	4.15 ± 0.20 ^b	4.50 ± 0.25 ^b	5.10 ± 0.30 ^c
	زمن ثبات العجين/ د	1.45 ± 0.10 ^a	2.25 ± 0.20 ^b	2.50 ± 0.45 ^b	3.10 ± 0.12 ^c
	ضعف العجين/ BU	154.55 ± 0.35 ^a	140.88 ± 0.26 ^b	131.20 ± 0.17 ^c	120.20 ± 0.10 ^d
	الرقم الفالوريمتري	36.00 ± 0.15 ^a	41.25 ± 0.14 ^b	45.95 ± 0.25 ^c	50.05 ± 0.28 ^d
Cham-10	امتصاصية الماء%	62.22 ± 0.12 ^a	64.95 ± 0.56 ^b	65.90 ± 0.19 ^c	67.02 ± 0.12 ^d
	زمن تشكل العجين/ د	3.40 ± 0.10 ^a	4.20 ± 0.10 ^b	4.50 ± 0.15 ^b	5.10 ± 0.10 ^c
	زمن ثبات العجين/ د	1.10 ± 0.10 ^a	2.50 ± 0.10 ^b	3.00 ± 0.15 ^c	3.25 ± 0.45 ^d
	ضعف العجين/ BU	151.00 ± 0.45 ^a	136.76 ± 0.25 ^b	125.15 ± 0.10 ^c	116.45 ± 0.28 ^d
	الرقم الفالوريمتري	35.85 ± 0.22 ^a	43.20 ± 0.14 ^b	44.28 ± 0.16 ^b	48.15 ± 0.25 ^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

عند مقارنة الخصائص النوعية، مقاسةً بتقنية الفارينوغراف، لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 4% غلوتين حيوي للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8، وCham-10 مع خصائص الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3 (الشكل 4) بهدف تحديد درجة التحسن في خصائص الغلوتين النوعية للأصناف الطرية المدروسة، لوحظ ازدياد معنوي في مؤشرات امتصاصية الدقيق للماء، زمن تطور العجينة وزمن ثبات العجينة مقارنةً بدقيق القمح القاسي، لكن ابدت أنواع دقيق الأصناف الطرية والمدعمة بالغلوتين الحيوي درجة ضعف عجينة أعلى ورقم فالوريمتري أقل من دقيق القمح القاسي.



الشكل-4. تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق:

يبين الجدول (13) نتائج قيم الإكستنسوغراف لدقيق الزيرو لأصناف القمح الطري السوري المدروسة والتي تشمل القدرة، مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد، المرونة والمطاطية.

على النقيض من مؤشرات الفارينوغراف، أبدت مؤشرات نوعية الغلوتين مقاسة بجهاز الإكستنسوغراف تأثيراً معنوياً عند كل نسبة اضافة من الغلوتين الحيوي. ازدادت القدرة (55.15، 54.10 و 54.12 سم²)، مقاومة الشد (280.25، 275.20 و 285.10 BU)، المقاومة العظمى للشد (320.25، 325.20 و 315.25 BU) والمطاطية (2.12، 2.10 و 2.15) وانخفضت المرونة (132.16، 130.10 و 130.10 مم) عند اضافة 4% غلوتين حيوي إلى الدقيق عالي الجودة لأصناف القمح الطري المدروسة Cham-6،

Cham-8 و Cham-10 على التوالي وهذا يتوافق مع مذكره (Codina and Paslaru, 2008; Boz)
(et al., 2010).

الجدول-13. مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصنف	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	2%	3%	4%
Cham-6	القدرة/ سم ²	35.25 ± 0.10 ^a	44.10 ± 0.15 ^b	50.25 ± 0.18 ^c	55.15 ± 0.21 ^d
	مقاومة الشد/ BU	220.50 ± 0.10 ^a	250.10 ± 0.15 ^b	270.11 ± 0.32 ^c	280.25 ± 0.16 ^d
	المقاومة العظمى/BU	230.10 ± 0.31 ^a	280.12 ± 0.10 ^b	310.00 ± 0.05 ^c	320.25 ± 0.21 ^d
	المرونة/ مم	140.11 ± 0.10 ^a	137.10 ± 0.07 ^b	134.22 ± 0.14 ^c	132.16 ± 0.12 ^c
	المطاطية	1.64 ± 0.22 ^a	1.81 ± 0.10 ^b	2.01 ± 0.12 ^c	2.12 ± 0.35 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	34.15 ± 0.11 ^a	42.15 ± 0.34 ^b	49.95 ± 0.10 ^c	54.10 ± 0.22 ^d
	مقاومة الشد/ BU	222.65 ± 0.10 ^a	245.82 ± 0.10 ^b	265.15 ± 0.12 ^c	275.20 ± 0.15 ^d
	المقاومة العظمى/BU	235.17 ± 0.22 ^a	275.14 ± 0.15 ^b	315.25 ± 0.24 ^c	325.20 ± 0.20 ^d
	المرونة/ مم	139.00 ± 0.15 ^a	137.95 ± 0.22 ^b	132.65 ± 0.35 ^c	130.10 ± 0.15 ^c
	المطاطية	1.69 ± 0.15 ^a	1.82 ± 0.12 ^b	2.05 ± 0.10 ^c	2.10 ± 0.13 ^c
Cham-10	القدرة/ سم ²	33.10 ± 0.20 ^a	42.15 ± 0.15 ^b	49.10 ± 0.10 ^c	54.12 ± 0.25 ^d
	مقاومة الشد/ BU	220.15 ± 0.15 ^a	246.30 ± 0.25 ^b	275.22 ± 0.12 ^c	285.10 ± 0.10 ^d
	المقاومة العظمى/BU	230.20 ± 0.10 ^a	280.25 ± 0.14 ^b	300.14 ± 0.20 ^c	315.25 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	142.22 ± 0.15 ^a	137.60 ± 0.25 ^b	134.00 ± 0.14 ^c	130.10 ± 0.12 ^d
	المطاطية	1.63 ± 0.12 ^a	1.80 ± 0.25 ^b	2.00 ± 0.10 ^c	2.15 ± 0.11 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

تميزت الخصائص النوعية للدقيق القياسي (نسبة الاستخراج 80%) لأصناف القمح الطري المدروسة
مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف (الجدول 14) في الارتفاع المعنوي في القدرة، مقاومة الشد، المقاومة
العظمى للشد والمطاطية وانخفاض المرونة مقارنةً بالدقيق عالي الجودة (نسبة الاستخراج 72%). عند
إضافة الغلوتين الحيوي ظهرت فروق معنوية عند كل نسبة إضافة، حيث أدى إضافة 4% غلوتين حيوي
إلى ارتفاع القدرة (58.45، 58.12 و 58.10 سم²)، مقاومة الشد (290.50، 285.15 و 288.65 BU)،

المقاومة العظمى للشد (325.15، 322.08 و 320.33 BU) والمطاطية (2.68، 2.65 و 2.60) وانخفاض المرونة (105.45، 101.02 و 100.90) لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-14. مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بالغلوتين الحيوي:

الصنف	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	2%	3%	4%
Cham-6	القدرة/ سم ²	38.75 ± 0.42 ^a	46.38 ± 0.30 ^b	52.80 ± 0.12 ^c	58.45 ± 0.14 ^d
	مقاومة الشد/ BU	230.23 ± 0.35 ^a	255.45 ± 0.45 ^b	275.65 ± 0.15 ^c	290.50 ± 0.10 ^d
	المقاومة العظمى/ BU	241.18 ± 0.11 ^a	285.10 ± 0.25 ^b	315.55 ± 0.15 ^c	325.15 ± 0.05 ^d
	المرونة/ مم	130.68 ± 0.22 ^a	120.44 ± 0.12 ^b	115.78 ± 0.26 ^c	105.45 ± 0.41 ^d
	المطاطية	1.85 ± 0.10 ^a	2.25 ± 0.16 ^b	2.44 ± 0.32 ^c	2.68 ± 0.18 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	37.00 ± 0.15 ^a	45.91 ± 0.20 ^b	50.79 ± 0.32 ^c	58.12 ± 0.10 ^d
	مقاومة الشد/ BU	231.21 ± 0.25 ^a	255.20 ± 0.20 ^b	271.45 ± 0.26 ^c	285.15 ± 0.10 ^d
	المقاومة العظمى/ BU	240.26 ± 0.15 ^a	286.23 ± 0.15 ^b	310.75 ± 0.12 ^c	322.08 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	131.65 ± 0.12 ^a	120.37 ± 0.41 ^b	109.85 ± 0.05 ^c	101.02 ± 0.20 ^d
	المطاطية	1.82 ± 0.43 ^a	2.12 ± 0.25 ^b	2.30 ± 0.02 ^c	2.65 ± 0.22 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	37.17 ± 0.35 ^a	45.85 ± 0.27 ^b	51.45 ± 0.42 ^c	58.10 ± 0.17 ^d
	مقاومة الشد/ BU	232.55 ± 0.29 ^a	257.28 ± 0.22 ^b	273.00 ± 0.31 ^c	288.65 ± 0.15 ^d
	المقاومة العظمى/ BU	240.40 ± 0.35 ^a	289.05 ± 0.10 ^b	310.15 ± 0.17 ^c	320.33 ± 0.10 ^d
	المرونة/ مم	131.16 ± 0.42 ^a	119.45 ± 0.20 ^b	110.06 ± 0.25 ^c	100.90 ± 0.23 ^d
	المطاطية	1.83 ± 0.08 ^a	2.05 ± 0.20 ^b	2.35 ± 0.32 ^c	2.60 ± 0.46 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

من جهة أخرى، انخفضت الخصائص النوعية لدقيق القمح الكامل (نسبة الاستخراج 100%) لأصناف القمح الطري المدروسة مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف (الجدول 15) في القدرة، مقاومة الشد والمقاومة العظمى للشد مقارنةً بالدقيق القياسي، بينما لم تختلف معنوياً كلاً من المرونة والمطاطية بين نوعي الدقيق. وبشكل مشابه للدقيق عالي الجودة والدقيق القياسي، أدى إضافة 4% غلوتين حيوي إلى دقيق القمح الكامل إلى ارتفاع القدرة (48.21، 48.75 و 49.20 سم²)، مقاومة الشد (190.15، 191.22 و 193.15 BU)، المقاومة العظمى للشد (220.14، 215.50 و 225.15 BU) والمطاطية (2.58،

2.55 و 2.65) وانخفاض المرونة (100.16، 100.10 و 100.35) لأصناف القمح Cham-6،

Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

أشارت دراسة سابقة إلى أن إضافة الغلوتين الحيوي إلى دقيق القمح الكامل أدت إلى تحسن معنوي في

مطاطية العجينة (Li et al., 2013).

الجدول-15. مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بالغلوتين الحيوي:

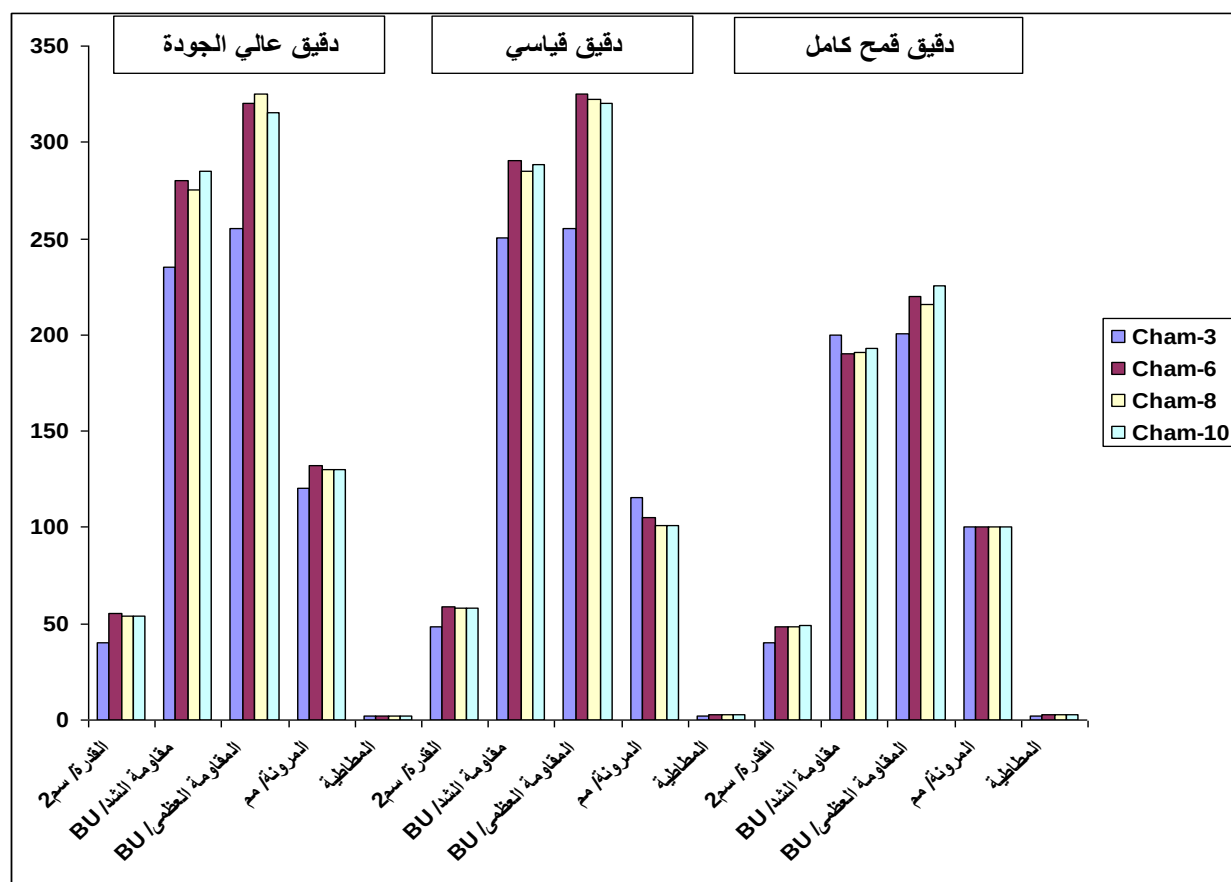
الصفة	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	2%	3%	4%
Cham-6	القدرة/ سم ²	31.25 ± 0.33 ^a	37.15 ± 0.11 ^b	42.19 ± 0.16 ^c	48.21 ± 0.14 ^d
	مقاومة الشد/ BU	140.10 ± 0.10 ^a	163.15 ± 0.25 ^b	175.50 ± 0.34 ^c	190.15 ± 0.12 ^d
	المقاومة العظمى/BU	160.20 ± 0.15 ^a	191.14 ± 0.20 ^b	206.21 ± 0.12 ^c	220.14 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	135.10 ± 0.21 ^a	118.99 ± 0.12 ^b	110.45 ± 0.56 ^c	100.16 ± 0.35 ^d
	المطاطية	1.19 ± 0.25 ^a	1.85 ± 0.10 ^b	2.20 ± 0.11 ^c	2.58 ± 0.20 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	31.50 ± 0.15 ^a	38.66 ± 0.25 ^b	43.15 ± 0.15 ^c	48.75 ± 0.14 ^d
	مقاومة الشد/ BU	140.50 ± 0.12 ^a	164.96 ± 0.36 ^b	180.50 ± 0.11 ^c	191.22 ± 0.23 ^d
	المقاومة العظمى/BU	155.10 ± 0.25 ^a	185.15 ± 0.21 ^b	200.66 ± 0.36 ^c	215.50 ± 0.71 ^d
	المرونة/ مم	130.20 ± 0.25 ^a	117.76 ± 0.15 ^b	111.00 ± 0.12 ^c	100.10 ± 0.10 ^d
	المطاطية	1.19 ± 0.51 ^a	1.85 ± 0.55 ^b	2.20 ± 0.10 ^c	2.55 ± 0.15 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	30.00 ± 0.20 ^a	38.25 ± 0.10 ^b	43.95 ± 0.11 ^c	49.20 ± 0.10 ^d
	مقاومة الشد/ BU	155.00 ± 0.20 ^a	176.18 ± 0.20 ^b	189.14 ± 0.51 ^c	193.15 ± 0.06 ^d
	المقاومة العظمى/BU	165.00 ± 0.52 ^a	196.13 ± 0.22 ^b	211.26 ± 0.55 ^c	225.15 ± 0.10 ^d
	المرونة/ مم	125.24 ± 0.20 ^a	114.68 ± 0.12 ^b	106.11 ± 0.14 ^c	100.35 ± 0.25 ^d
	المطاطية	1.32 ± 0.10 ^a	1.85 ± 0.65 ^b	2.20 ± 0.15 ^c	2.65 ± 0.45 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

أُجري أيضاً مقارنة للخصائص النوعية، مقاسةً بتقنية الإكستنسوغراف، لغلوتين دقيق عالي الجودة،

الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 4% غلوتين حيوي للأصناف الطرية Cham-6،

Cham-8 و Cham-10 مع خصائص الإكستنسوغراف لغوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3 (الشكل 5) بهدف تحديد درجة تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص الغلوتين النوعية للأصناف الطرية المدروسة. لوحظ من الشكل (5) تفوق معنوي في مؤشرات القدرة، مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد والمرونة لدقيق الأصناف الطرية والمدعمة بالغلوتين الحيوي مقارنةً بدقيق القمح القاسي.



الشكل-5 . تأثير الغلوتين الحيوي في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق:

4-5- تأثير حمض الأسكوربيك في خصائص دقيق القمح الطري:

4-5-1- الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بحمض الأسكوربيك:

درس في البحث عملية تحسين خصائص الغلوتين الكمية بإضافة حمض الاسكوربيك بنسبة 0%، 0.005%، 0.01% و 0.02% للدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل لثلاثة أصناف من القمح الطري السوري (جدول 16، 17 و 18).

لم تؤثر إضافة حمض الاسكوربيك على خواص الغلوتين الكمية (النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف والنسبة المئوية للبروتينات) لأنواع الدقيق المدروسة، وذلك لعدم احتواء حمض الاسكوربيك على بروتينات (جدول 16، 17 و 18).

في بحث سابق أجري على 43 عينة دقيق مختلفة في خصائص الغلوتين الكمية والنوعية، ودعمت بحمض الاسكوربيك، تبين أن تأثير إضافة حمض الاسكوربيك تعتمد وبالدرجة الأولى على تركيب الدقيق (Hrušková and Novotná, 2003).

الجدول-16. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بحمض الأسكوربيك:

الصف	الاختبارات الكمية	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	25.60 ± 0.15 ^a	25.55 ± 0.35 ^a	25.30 ± 0.12 ^a	25.25 ± 0.16 ^a
	الغلوتين الجاف%	8.57 ± 0.19 ^a	8.45 ± 0.10 ^a	8.52 ± 0.15 ^a	8.55 ± 0.13 ^a
	البروتين%	10.11 ± 0.13 ^a	10.01 ± 0.65 ^a	10.45 ± 0.10 ^a	10.24 ± 0.10 ^a
Cham-8	الغلوتين الرطب%	25.22 ± 0.35 ^a	25.33 ± 0.24 ^a	25.15 ± 0.55 ^a	25.21 ± 0.15 ^a
	الغلوتين الجاف%	8.25 ± 0.25 ^a	8.44 ± 0.05 ^a	8.56 ± 0.15 ^a	8.45 ± 0.20 ^a
	البروتين%	9.85 ± 0.45 ^a	9.81 ± 0.25 ^a	9.99 ± 0.22 ^a	9.75 ± 0.15 ^a
Cham-10	الغلوتين الرطب%	26.11 ± 0.10 ^a	26.43 ± 0.15 ^a	26.15 ± 0.16 ^a	26.22 ± 0.13 ^a
	الغلوتين الجاف%	8.88 ± 0.15 ^a	8.85 ± 0.12 ^a	8.91 ± 0.45 ^a	8.75 ± 0.25 ^a
	البروتين%	10.20 ± 0.11 ^a	10.42 ± 0.35 ^a	10.40 ± 0.21 ^a	10.17 ± 0.10 ^a

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول-17. الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بحمض الاسكوريك:

الصنف	الاختبارات الكمية	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	29.51 ± 0.25^a	30.01 ± 0.15^a	29.25 ± 0.12^a	29.31 ± 0.05^a
	الغلوتين الجاف%	9.77 ± 0.23^a	9.75 ± 0.25^a	9.81 ± 0.13^a	9.70 ± 0.22^a
	البروتين%	11.01 ± 0.52^a	11.10 ± 0.44^a	11.09 ± 0.12^a	11.11 ± 0.15^a
Cham-8	الغلوتين الرطب%	29.12 ± 0.24^a	29.22 ± 0.20^a	29.45 ± 0.04^a	29.00 ± 0.35^a
	الغلوتين الجاف%	9.42 ± 0.15^a	9.22 ± 0.10^a	9.35 ± 0.33^a	9.40 ± 0.42^a
	البروتين%	11.30 ± 0.22^a	11.35 ± 0.25^a	11.20 ± 0.12^a	11.31 ± 0.24^a
Cham-10	الغلوتين الرطب%	29.24 ± 0.21^a	29.35 ± 0.22^a	29.25 ± 0.01^a	29.44 ± 0.51^a
	الغلوتين الجاف%	9.51 ± 0.43^a	9.55 ± 0.22^a	9.45 ± 0.12^a	9.54 ± 0.22^a
	البروتين%	11.10 ± 0.21^a	11.06 ± 0.33^a	11.11 ± 0.15^a	11.15 ± 0.65^a

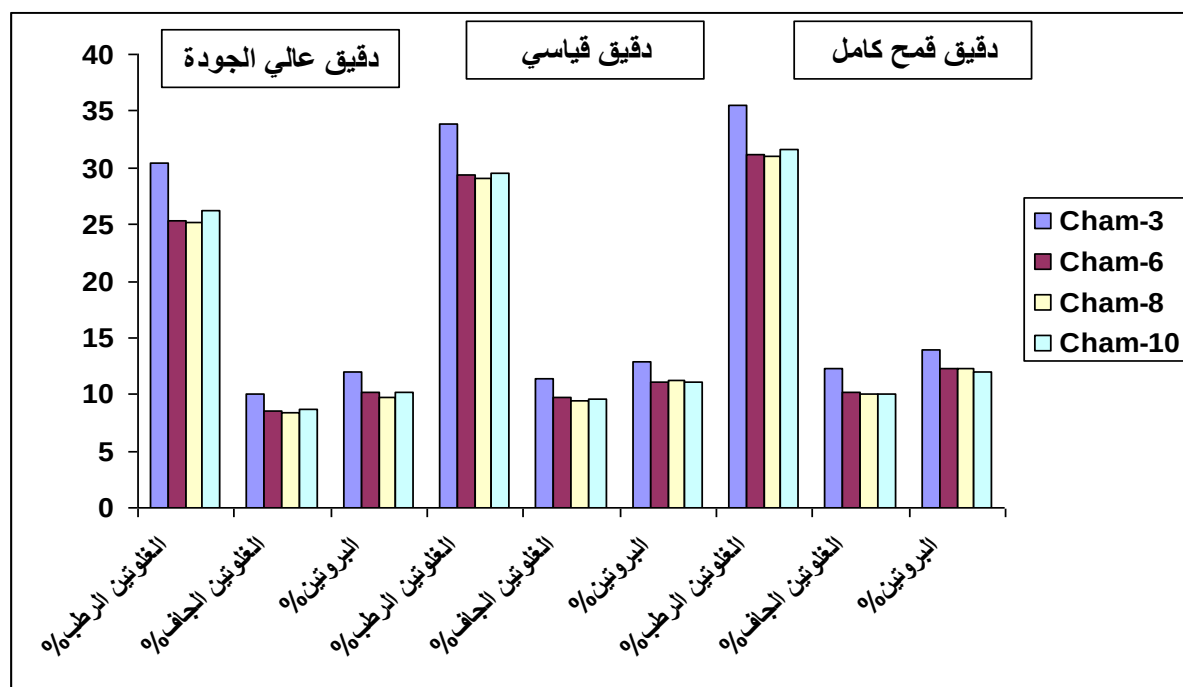
الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول-18. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بحمض الاسكوريك:

الصنف	الاختبارات الكمية	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	31.32 ± 0.45^a	31.30 ± 0.01^a	31.65 ± 0.15^a	31.10 ± 0.12^a
	الغلوتين الجاف%	10.16 ± 0.15^a	10.22 ± 0.25^a	10.10 ± 0.30^a	10.25 ± 0.33^a
	البروتين%	12.25 ± 0.14^a	12.36 ± 0.42^a	12.30 ± 0.98^a	12.32 ± 0.45^a
Cham-8	الغلوتين الرطب%	30.95 ± 0.10^a	30.85 ± 0.44^a	30.90 ± 0.26^a	31.01 ± 0.15^a
	الغلوتين الجاف%	10.05 ± 0.10^a	10.10 ± 0.23^a	10.09 ± 0.55^a	10.11 ± 0.54^a
	البروتين%	12.15 ± 0.02^a	12.10 ± 0.16^a	12.12 ± 0.44^a	12.21 ± 0.65^a
Cham-10	الغلوتين الرطب%	31.66 ± 0.15^a	31.60 ± 0.12^a	31.25 ± 0.62^a	31.55 ± 0.10^a
	الغلوتين الجاف%	10.00 ± 0.11^a	10.10 ± 0.31^a	10.05 ± 0.16^a	10.01 ± 0.33^a
	البروتين%	12.05 ± 0.31^a	12.11 ± 0.12^a	12.21 ± 0.22^a	12.00 ± 0.12^a

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

قورنت الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 0.02% حمض اسكوربيك للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 مع الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3 (الشكل 6)، ولوحظ انخفاض معنوي في جميع المؤشرات الكمية لغلوتين أنواع دقيق الأصناف الطرية المدروسة مقارنةً بدقيق القمح القاسي، وهذا يتوافق مع نتائج الجداول (16، 17 و 18) حيث لم تؤثر إضافة حمض الاسكوربيك في خصائص الغلوتين الكمية.



الشكل-6 . تأثير حمض الاسكوربيك في الخصائص الكمية لغلوتين أنواع الدقيق

4-5-2- الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بحمض الاسكوربيك:

من جهة أخرى، لم تؤثر أيضاً إضافة حمض الاسكوربيك في خصائص الفارينوغراف لأنواع دقيق القمح الطري كمؤشر على خصائص الخلط وإضافة الماء للعجينة، لكن ازداد ضعف العجينة معنوياً وعند كل نسبة إضافة، حيث تراوحت درجة ضعف العجينة بين BU 192.44-130.50، BU 188.95-135.25 و BU 191.24-135.10 للدقيق عالي الجودة، (الجدول 19)، وبين BU 202.10-140.30، BU 199.42-150.00 و BU 205.40-145.15 للدقيق القياسي (الجدول 20) وبين 150.05-200.15، BU 199.25-154.55 و BU 201.10-151.00 لدقيق القمح الكامل (الجدول 21) لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي، وهذا يتوافق مع Shewry Tatham and (2000) حيث أثبتا التأثير المضعف لإضافة حمض الاسكوربيك للعجينة مباشرة بعد العجن. بينت العديد من الدراسات أن عوامل الأكسدة، والتي تضاف لتحسين خصائص الدقيق، تملك تأثير ضعيف في الخصائص النوعية للغلوتين مقاسةً بتقنية الفارينوغراف والميكسوغراف (Morita *et al.*, 1996; Hrušková and Novotná, 2003; Lagrain *et al.*, 2006)، وهذا يتوافق مع نتائجنا.

الجدول-19. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بحمض الاسكوربيك:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	امتصاصية الماء%	58.00 ± 0.21^a	58.10 ± 0.11^a	58.01 ± 0.32^a	58.20 ± 0.51^a
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.10^a	2.15 ± 0.15^a	2.05 ± 0.22^a	2.20 ± 0.14^a
	زمن ثبات العجين / د	1.75 ± 0.15^a	1.70 ± 0.05^a	1.65 ± 0.20^a	1.70 ± 0.25^a
	ضعف العجين /BU	130.50 ± 0.16^a	156.45 ± 0.21^b	169.24 ± 0.31^c	192.44 ± 0.25^d
	الرقم الفالوريمتري	39.00 ± 0.12^a	39.96 ± 0.25^a	39.53 ± 0.46^a	39.06 ± 0.72^a
Cham-8	امتصاصية الماء%	58.20 ± 0.21^a	58.17 ± 0.43^a	58.35 ± 0.61^a	58.10 ± 0.25^a
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.25^a	2.05 ± 0.10^a	1.95 ± 0.22^a	2.10 ± 0.35^a
	زمن ثبات العجين / د	2.00 ± 0.15^a	2.05 ± 0.10^a	2.00 ± 0.05^a	2.10 ± 0.25^a
	ضعف العجين /BU	135.25 ± 0.15^a	161.40 ± 0.12^b	175.20 ± 0.14^c	188.95 ± 0.05^d
	الرقم الفالوريمتري	40.15 ± 0.12^a	40.10 ± 0.35^a	42.19 ± 0.22^a	41.66 ± 0.45^a
Cham-10	امتصاصية الماء%	58.70 ± 0.11^a	58.96 ± 0.55^a	58.45 ± 0.21^a	58.72 ± 0.15^a
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.15^a	2.00 ± 0.35^a	2.05 ± 0.15^a	2.10 ± 0.25^a
	زمن ثبات العجين / د	1.75 ± 0.35^a	1.55 ± 0.20^a	1.80 ± 0.05^a	1.80 ± 0.12^a
	ضعف العجين /BU	135.10 ± 0.22^a	159.15 ± 0.76^b	175.18 ± 0.44^c	191.24 ± 0.55^d
	الرقم الفالوريمتري	40.00 ± 0.10^a	40.12 ± 0.20^a	41.05 ± 0.36^a	41.20 ± 0.15^a

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول-20. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بحمض الاسكوربيك:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	امتصاصية الماء%	59.15 ± 0.25^a	60.25 ± 0.35^a	59.40 ± 0.22^a	59.10 ± 0.50^a
	زمن تشكل العجين/د	2.25 ± 0.15^a	2.25 ± 0.20^a	2.15 ± 0.30^a	2.00 ± 0.10^a
	زمن ثبات العجين/د	1.50 ± 0.20^a	1.25 ± 0.10^a	1.50 ± 0.45^a	1.50 ± 0.50^a
	ضعف العجين / BU	140.30 ± 0.15^a	166.22 ± 0.54^b	181.30 ± 0.25^c	202.10 ± 0.20^d
	الرقم الفالوريمتري	41.20 ± 0.12^a	41.55 ± 0.45^a	41.00 ± 0.62^a	41.76 ± 0.40^a
Cham-8	امتصاصية الماء%	60.42 ± 0.10^a	60.10 ± 0.20^a	60.75 ± 0.50^a	60.40 ± 0.33^a
	زمن تشكل العجين/د	2.25 ± 0.15^a	2.15 ± 0.25^a	2.25 ± 0.10^a	2.10 ± 0.35^a
	زمن ثبات العجين/د	1.50 ± 0.10^a	1.25 ± 0.12^a	1.50 ± 0.11^a	1.50 ± 0.35^a
	ضعف العجين / BU	150.00 ± 0.25^a	169.05 ± 0.20^b	185.90 ± 0.15^c	199.42 ± 0.30^d
	الرقم الفالوريمتري	40.20 ± 0.42^a	40.25 ± 0.12^a	40.44 ± 0.26^a	40.10 ± 0.45^a
Cham-10	امتصاصية الماء%	59.30 ± 0.23^a	59.35 ± 0.20^a	59.66 ± 0.51^a	59.10 ± 0.08^a
	زمن تشكل العجين/د	2.20 ± 0.10^a	2.25 ± 0.12^a	2.10 ± 0.15^a	2.15 ± 0.20^a
	زمن ثبات العجين/د	1.25 ± 0.15^a	1.20 ± 0.35^a	1.25 ± 0.10^a	1.15 ± 0.30^a
	ضعف العجين / BU	145.15 ± 0.02^a	165.45 ± 0.12^b	182.25 ± 0.22^c	205.40 ± 0.15^d
	الرقم الفالوريمتري	40.15 ± 0.12^a	40.55 ± 0.11^a	40.35 ± 0.65^a	40.65 ± 0.32^a

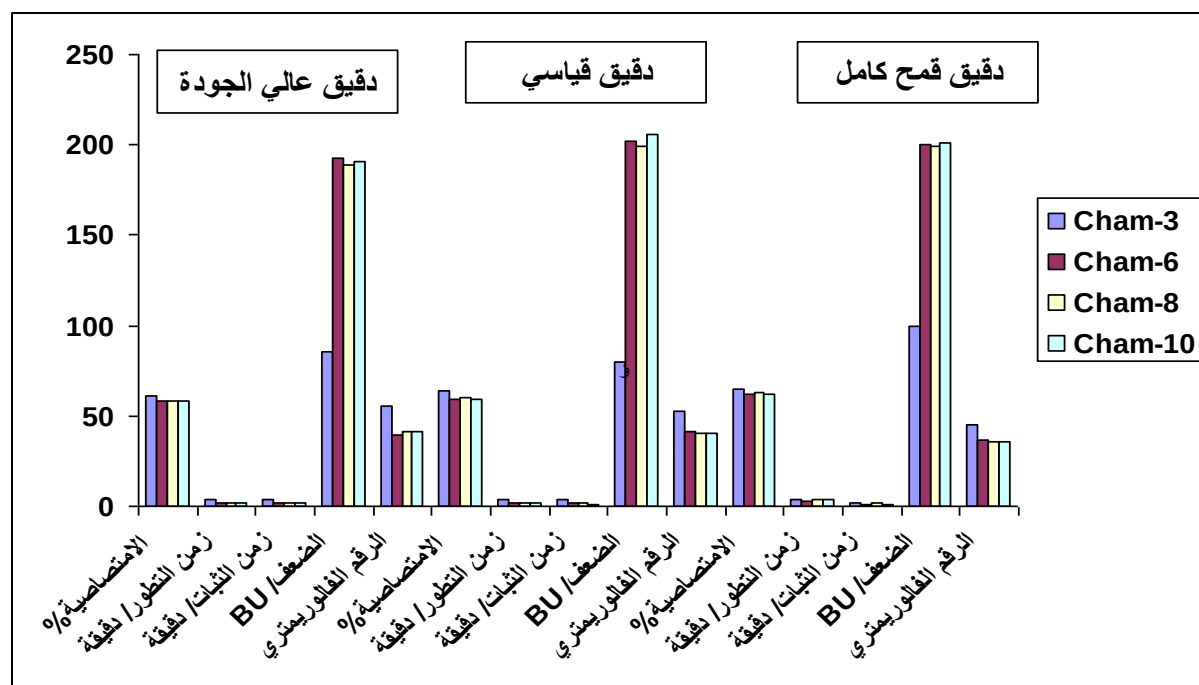
الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$)

الجدول-21. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بحمض الاسكوريك:

الصف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	امتصاصية الماء%	62.55 ± 0.25 ^a	62.70 ± 0.20 ^a	62.44 ± 0.35 ^a	62.30 ± 0.76 ^a
	زمن تشكل العجين/د	3.25 ± 0.20 ^a	3.15 ± 0.35 ^a	3.25 ± 0.10 ^a	3.20 ± 0.25 ^a
	زمن ثبات العجين/د	1.15 ± 0.50 ^a	1.10 ± 0.25 ^a	1.20 ± 0.20 ^a	1.25 ± 0.45 ^a
	ضعف العجين/BU	150.05 ± 0.20 ^a	172.35 ± 0.22 ^b	186.42 ± 0.10 ^c	200.15 ± 0.11 ^d
	الرقم الفالوريمتري	36.25 ± 0.45 ^a	36.75 ± 0.25 ^a	36.05 ± 0.22 ^a	36.50 ± 0.15 ^a
Cham-8	امتصاصية الماء%	62.40 ± 0.10 ^a	62.43 ± 0.15 ^a	62.65 ± 0.24 ^a	62.66 ± 0.20 ^a
	زمن تشكل العجين/د	3.25 ± 0.30 ^a	3.05 ± 0.10 ^a	3.25 ± 0.45 ^a	3.30 ± 0.20 ^a
	زمن ثبات العجين/د	1.45 ± 0.10 ^a	1.40 ± 0.15 ^a	1.45 ± 0.25 ^a	1.45 ± 0.50 ^a
	ضعف العجين/BU	154.55 ± 0.35 ^a	171.33 ± 0.15 ^b	184.44 ± 0.76 ^c	199.25 ± 0.15 ^d
	الرقم الفالوريمتري	36.00 ± 0.15 ^a	36.20 ± 0.07 ^a	36.22 ± 0.35 ^a	36.10 ± 0.45 ^a
Cham-10	امتصاصية الماء%	62.22 ± 0.12 ^a	62.17 ± 0.42 ^a	62.20 ± 0.16 ^a	62.34 ± 0.35 ^a
	زمن تشكل العجين/د	3.40 ± 0.10 ^a	3.45 ± 0.20 ^a	3.20 ± 0.15 ^a	3.35 ± 0.65 ^a
	زمن ثبات العجين/د	1.10 ± 0.10 ^a	1.15 ± 0.15 ^a	1.05 ± 0.25 ^a	1.10 ± 0.20 ^a
	ضعف العجين/BU	151.00 ± 0.45 ^a	172.75 ± 0.15 ^b	188.09 ± 0.40 ^c	201.10 ± 0.22 ^d
	الرقم الفالوريمتري	35.85 ± 0.22 ^a	36.10 ± 0.20 ^a	35.80 ± 0.17 ^a	36.00 ± 0.20 ^a

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

عند مقارنة خصائص الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 0.02% حمض اسكوريك للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 مع خصائص الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصف القاسي Cham-3 (الشكل 7)، لوحظ أن أنواع دقيق الأصناف الطرية والمدعمة بحمض الاسكوريك أعطت درجات ضعف عجينة أعلى من أنواع دقيق القمح القاسي، بينما كانت بقية المؤشرات (امتصاصية الدقيق للماء، زمن تطور العجينة، زمن ثبات العجينة والرقم الفالوريمتري) أقل، وهذا يدل على أن إضافة حمض الاسكوريك إلى الدقيق يؤدي لزيادة ضعف العجينة.



الشكل-7. تأثير حمض الاسكوربيك في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق:

على النقيض من ذلك، ظهر تأثير إضافة حمض الاسكوربيك بشكل واضح على خصائص الريولوجية لأنواع دقيق القمح الطري مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف كمؤشر على مرونة ومطاطية العجينة.

يبين الجدول (22) مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة والمدعم بحمض الاسكوربيك لأنصاف القمح المدروسة. لوحظ من الجدول حدوث تغير معنوي في جميع المؤشرات عند كل نسبة إضافة من حمض الأسكوربيك، حيث ازدادت القدرة ($60.15-35.25$ سم²، $60.24-34.15$ سم² و $60.33-33.10$ سم²)، مقاومة الشد ($279.10-220.50$ BU، $275.65-222.65$ BU و $220.15-$ 280.40 BU)، المقاومة العظمى للشد ($305.72-230.10$ BU، $310.12-235.17$ BU

و (BU 300.64-230.20) والمطاطية (4.11-1.64، 4.08-1.69 و 4.10-1.62) وانخفضت المرونة (100.52-140.11 ملم، 100.20-139.00 ملم و 100.05-142.22 ملم) عند إضافة 0.02% حمض الأسكوربيك لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي. وهذا يتوافق مع ما أشار إليه (Aamodt et al., 2003).

أظهر Horvat et al., (2009) أن محسنات الدقيق تعطي تغيرات أكبر في مؤشرات الإكستنسوغراف مقارنةً بمؤشرات الفارينوغراف.

الجدول-22. مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بحمض الاسكوربيك:

الصفة	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	القدرة/ سم ²	35.25 ± 0.10 ^a	44.05 ± 0.12 ^b	52.33 ± 0.40 ^c	60.15 ± 0.20 ^d
	مقاومة الشد/ BU	220.50 ± 0.10 ^a	242.23 ± 0.34 ^b	260.22 ± 0.24 ^c	279.10 ± 0.75 ^d
	المقاومة العظمى/BU	230.10 ± 0.31 ^a	255.45 ± 0.51 ^b	282.15 ± 0.11 ^c	305.72 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	140.11 ± 0.10 ^a	128.09 ± 0.86 ^b	111.25 ± 0.30 ^c	100.52 ± 0.24 ^d
	المطاطية	1.64 ± 0.22 ^a	2.25 ± 0.12 ^b	2.91 ± 0.03 ^c	4.11 ± 0.52 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	34.15 ± 0.11 ^a	45.21 ± 0.22 ^b	54.63 ± 0.55 ^c	60.24 ± 0.13 ^d
	مقاومة الشد/ BU	222.65 ± 0.10 ^a	241.20 ± 0.12 ^b	260.50 ± 0.11 ^c	275.65 ± 0.15 ^d
	المقاومة العظمى/BU	235.17 ± 0.22 ^a	258.24 ± 0.30 ^b	281.20 ± 0.21 ^c	310.12 ± 0.32 ^d
	المرونة/ مم	139.00 ± 0.15 ^a	128.55 ± 0.14 ^b	110.15 ± 0.22 ^c	100.20 ± 0.54 ^d
	المطاطية	1.69 ± 0.15 ^a	2.20 ± 0.60 ^b	2.95 ± 0.54 ^c	4.08 ± 0.12 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	33.10 ± 0.20 ^a	45.16 ± 0.10 ^b	55.40 ± 0.25 ^c	60.33 ± 0.10 ^d
	مقاومة الشد/ BU	220.15 ± 0.15 ^a	241.20 ± 0.22 ^b	262.50 ± 0.20 ^c	280.40 ± 0.15 ^d
	المقاومة العظمى/BU	230.20 ± 0.10 ^a	251.07 ± 0.11 ^b	283.10 ± 0.45 ^c	300.64 ± 0.32 ^d
	المرونة/ مم	142.22 ± 0.15 ^a	140.47 ± 0.12 ^b	115.35 ± 0.25 ^c	100.05 ± 0.35 ^d
	المطاطية	1.62 ± 0.12 ^a	2.21 ± 0.44 ^b	2.90 ± 0.67 ^c	4.10 ± 0.12 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

وبشكل مشابه للنتائج السابقة، لوحظ حدوث تغير معنوي في جميع مؤشرات الإكستنسوغراف عند كل نسبة إضافة من حمض الأسكوربيك للدقيق القياسي لأصناف القمح المدروسة (الجدول 23)، حيث ازدادت القدرة (65.25-38.75 سم²، 65.75-37.00 سم² و 64.41-37.17 سم²)، مقاومة الشد (230.23-282.20 BU، 280.44-231.21 BU و 280.95-232.55 BU)، المقاومة العظمى للشد (241.18-310.12 BU، 311.16-240.26 BU و 310.77-240.40 BU) والمطاطية (1.82-4.10 و 1.83-4.12) وانخفضت المرونة (92.30-130.68 ملم، 91.14-131.65 ملم و 91.66-131.16 ملم) عند إضافة 0.02% حمض الأسكوربيك لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-23. مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بحمض الاسكوربيك:

الصفة	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	القدرة/ سم ²	38.75 ± 0.42 ^a	48.10 ± 0.15 ^b	56.40 ± 0.22 ^c	65.25 ± 0.35 ^d
	مقاومة الشد/ BU	230.23 ± 0.35 ^a	251.20 ± 0.21 ^b	265.17 ± 0.55 ^c	282.20 ± 0.15 ^d
	المقاومة العظمى/BU	241.18 ± 0.11 ^a	262.25 ± 0.11 ^b	285.34 ± 0.22 ^c	310.12 ± 0.65 ^d
	المرونة/ مم	130.68 ± 0.22 ^a	121.24 ± 0.28 ^b	105.15 ± 0.10 ^c	92.30 ± 0.21 ^d
	المطاطية	1.85 ± 0.10 ^a	2.32 ± 0.54 ^b	2.95 ± 0.72 ^c	4.15 ± 0.12 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	37.00 ± 0.15 ^a	45.62 ± 0.25 ^b	55.10 ± 0.12 ^c	65.75 ± 0.15 ^d
	مقاومة الشد/ BU	231.21 ± 0.25 ^a	250.85 ± 0.11 ^b	266.12 ± 0.15 ^c	280.44 ± 0.12 ^d
	المقاومة العظمى/BU	240.26 ± 0.15 ^a	260.90 ± 0.33 ^b	285.50 ± 0.41 ^c	311.16 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	131.65 ± 0.12 ^a	120.20 ± 0.35 ^b	105.10 ± 0.22 ^c	91.14 ± 0.51 ^d
	المطاطية	1.82 ± 0.43 ^a	2.26 ± 0.20 ^b	2.92 ± 0.12 ^c	4.10 ± 0.61 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	37.17 ± 0.35 ^a	47.32 ± 0.45 ^b	55.10 ± 0.21 ^c	64.41 ± 0.15 ^d
	مقاومة الشد/ BU	232.55 ± 0.29 ^a	254.10 ± 0.11 ^b	262.10 ± 0.24 ^c	280.95 ± 0.25 ^d
	المقاومة العظمى/BU	240.40 ± 0.35 ^a	261.85 ± 0.31 ^b	286.50 ± 0.25 ^c	310.77 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	131.16 ± 0.42 ^a	122.52 ± 0.33 ^b	105.82 ± 0.65 ^c	91.66 ± 0.41 ^d
	المطاطية	1.83 ± 0.08 ^a	2.30 ± 0.15 ^b	2.93 ± 0.22 ^c	4.12 ± 0.42 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

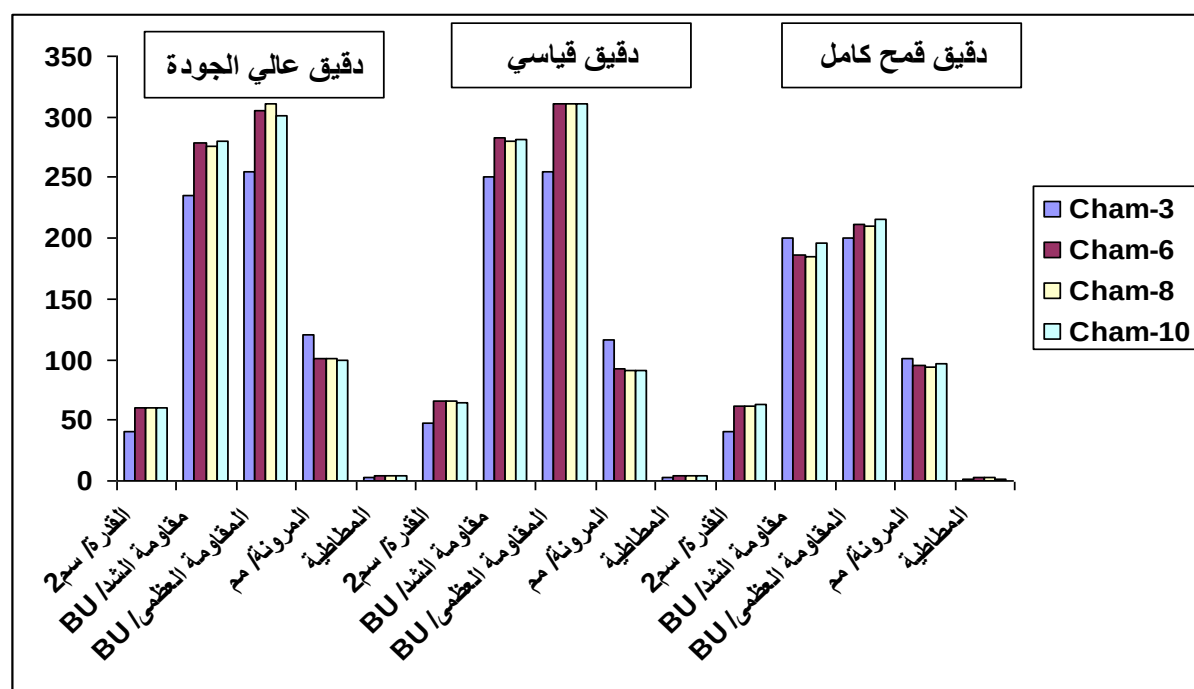
انطبقت النتائج السابقة أيضاً على مؤشرات الإكستينسوغراف لدقيق القمح الكامل والمدعم بحمض الاسكوربيك (الجدول 24)، حيث ازدادت القدرة ($61.23-31.25$ سم²، $61.40-31.50$ سم² و $30.00-62.60$ سم²)، مقاومة الشد ($186.44-140.10$ BU، $185.50-140.50$ BU و $195.50-155.00$ BU)، المقاومة العظمى للشد ($212.10-160.20$ BU، $210.14-155.10$ BU و $165.00-215.18$ BU) والمطاطية ($2.25-1.19$ ، $2.25-1.19$ و $2.05-1.32$) وانخفضت المرونة ($95.52-135.10$ ملم، $94.12-130.20$ ملم و $97.12-125.24$ ملم) عند إضافة 0.02% حمض الأسكوربيك لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-24. مؤشرات الإكستينسوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بحمض الاسكوربيك:

الصفة	مؤشرات الإكستينسوغراف	0%	0.005%	0.01%	0.02%
Cham-6	القدرة/ سم ²	31.25 ± 0.33^a	42.65 ± 0.10^b	50.20 ± 0.08^c	61.23 ± 0.42^d
	مقاومة الشد/ BU	140.10 ± 0.10^a	156.11 ± 0.53^b	171.12 ± 0.15^c	186.44 ± 0.16^d
	المقاومة العظمى/ BU	160.20 ± 0.15^a	182.20 ± 0.65^b	201.14 ± 0.20^c	212.10 ± 0.25^d
	المرونة/ مم	135.10 ± 0.21^a	122.45 ± 0.21^b	111.13 ± 0.14^c	95.52 ± 0.22^d
	المطاطية	1.19 ± 0.25^a	1.52 ± 0.26^b	1.98 ± 0.12^c	2.25 ± 0.35^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	31.50 ± 0.15^a	41.24 ± 0.15^b	50.62 ± 0.11^c	61.40 ± 0.21^d
	مقاومة الشد/ BU	140.50 ± 0.12^a	155.44 ± 0.15^b	172.18 ± 0.45^c	185.50 ± 0.10^d
	المقاومة العظمى/ BU	155.10 ± 0.25^a	178.34 ± 0.25^b	191.10 ± 0.42^c	210.14 ± 0.15^d
	المرونة/ مم	130.20 ± 0.25^a	120.25 ± 0.11^b	109.15 ± 0.44^c	94.12 ± 0.20^d
	المطاطية	1.19 ± 0.51^a	1.51 ± 0.34^b	1.95 ± 0.15^c	2.25 ± 0.22^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	30.00 ± 0.20^a	41.24 ± 0.92^b	50.15 ± 0.55^c	62.60 ± 0.12^d
	مقاومة الشد/ BU	155.00 ± 0.20^a	168.45 ± 0.12^b	181.10 ± 0.25^c	195.50 ± 0.15^d
	المقاومة العظمى/ BU	165.00 ± 0.52^a	185.10 ± 0.24^b	200.85 ± 0.25^c	215.18 ± 0.44^d
	المرونة/ مم	125.24 ± 0.20^a	118.15 ± 0.40^b	105.10 ± 0.11^c	97.12 ± 0.20^d
	المطاطية	1.32 ± 0.10^a	1.50 ± 0.55^b	1.85 ± 0.15^c	2.05 ± 0.15^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

تم مقارنة خصائص الإكستنسوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 0.02% حمض اسكوربيك للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 مع خصائص الإكستنسوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3 (الشكل 8) بهدف تحديد درجة تأثير حمض الاسكوربيك في خصائص الغلوتين النوعية للأصناف الطرية المدروسة. لوحظ من الشكل (8) أن إضافة حمض اسكوربيك إلى أنواع دقيق أصناف القمح الطري أدى إلى تفوق معنوي في مؤشرات القدرة، مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد والمطاطية لدقيق الأصناف الطرية مقارنةً بدقيق القمح القاسي، بينما كانت قيم المرونة أقل. وهنا تظهر أهمية حمض اسكوربيك عند إضافته بنسبة 0.02% كمحسن لخصائص الدقيق النوعية مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف.



الشكل-8. تأثير حمض الاسكوربيك في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق:

4-6- تأثير مولت الشعير في خصائص دقيق القمح الطري:

4-6-1- الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بمولت الشعير:

في التجربة الأخيرة من البحث تم دراسة تأثير تدعيم أنواع دقيق أصناف القمح الطري المدروسة بمولت الشعير، حيث أضيف بنسبة 0%، 1%، 1.5% و 2%، ثم حلت خصائص الغلوتين الكمية (النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف والنسبة المئوية للبروتينات) لثلاثة أنواع من الدقيق، الدقيق عالي الجودة (الجدول 25)، الدقيق القياسي (الجدول 26) ودقيق القمح الكامل (الجدول 27).

لوحظ أن إضافة مولت الشعير إلى أنواع دقيق أصناف القمح الطري لم تؤثر معنوياً في خصائص الغلوتين الكمية مقاسةً بجهاز الغلوتوماتيك (النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف). على النقيض من ذلك، ازدادت معنوياً النسبة المئوية للبروتينات حيث بلغت 11.85%، 11.25% و 11.95% للدقيق عالي الجودة (الجدول 25)، 12.34%، 12.92% و 12.33% للدقيق القياسي (الجدول 26) و 13.55%، 13.61% و 13.44% لدقيق القمح الكامل (الجدول 27) للأصناف Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي عند إضافة 2% مولت الشعير، حيث أن احتواء مولت الشعير على نسبة جيدة من البروتينات كان السبب وراء الزيادة الحاصلة في النسبة المئوية للبروتينات الكلية في الدقيق الناتج (Finney, 1985).

الجدول-25. الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بمولت الشعير:

الصفة	الاختبارات الكمية	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	25.60 ± 0.15^a	25.51 ± 0.10^a	25.65 ± 0.22^a	25.45 ± 1.05^a
	الغلوتين الجاف%	8.57 ± 0.19^a	8.55 ± 0.21^a	8.61 ± 0.25^a	8.52 ± 0.45^a
	البروتين%	10.11 ± 0.13^a	$10.55 \pm 0.20^{a,b}$	11.10 ± 0.10^b	11.85 ± 0.22^c
Cham-8	الغلوتين الرطب%	25.22 ± 0.35^a	25.20 ± 0.15^a	25.23 ± 0.65^a	25.31 ± 0.50^a
	الغلوتين الجاف%	8.25 ± 0.25^a	8.23 ± 0.15^a	8.25 ± 0.20^a	8.20 ± 0.21^a
	البروتين%	9.85 ± 0.45^a	$10.05 \pm 0.15^{a,b}$	10.80 ± 0.22^b	$11.25 \pm 0.25^{c,b}$
Cham-10	الغلوتين الرطب%	26.11 ± 0.10^a	26.10 ± 0.12^a	26.24 ± 0.14^a	26.10 ± 0.20^a
	الغلوتين الجاف%	8.88 ± 0.15^a	8.85 ± 0.25^a	8.91 ± 0.16^a	8.81 ± 0.44^a
	البروتين%	10.20 ± 0.11^a	$10.65 \pm 0.25^{a,b}$	11.12 ± 0.10^b	11.95 ± 0.20^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول-26. الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بمولت الشعير:

الصفة	الاختبارات الكمية	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	29.51 ± 0.25^a	29.44 ± 0.10^a	29.35 ± 0.22^a	29.33 ± 0.15^a
	الغلوتين الجاف%	9.77 ± 0.23^a	9.65 ± 0.15^a	9.85 ± 0.12^a	9.71 ± 0.25^a
	البروتين%	11.01 ± 0.52^a	$11.51 \pm 0.21^{a,b}$	$11.94 \pm 0.10^{b,c}$	12.34 ± 0.25^c
Cham-8	الغلوتين الرطب%	29.12 ± 0.24^a	29.20 ± 0.10^a	29.15 ± 0.11^a	29.22 ± 0.15^a
	الغلوتين الجاف%	9.42 ± 0.15^a	9.33 ± 0.12^a	9.25 ± 0.16^a	9.45 ± 0.65^a
	البروتين%	11.30 ± 0.22^a	$11.88 \pm 0.15^{a,b}$	$12.50 \pm 0.44^{b,c}$	12.92 ± 0.20^c
Cham-10	الغلوتين الرطب%	29.24 ± 0.21^a	29.20 ± 0.51^a	29.15 ± 0.11^a	29.24 ± 0.16^a
	الغلوتين الجاف%	9.51 ± 0.43^a	9.42 ± 0.20^a	9.52 ± 0.15^a	9.50 ± 0.05^a
	البروتين%	11.10 ± 0.21^a	$11.65 \pm 0.33^{a,b}$	$12.06 \pm 0.22^{b,c}$	12.33 ± 0.15^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول-27. الخصائص الكمية لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بمولت الشعير:

الصفة	الاختبارات الكمية	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	الغلوتين الرطب%	31.32 ± 0.45^a	31.35 ± 0.11^a	31.24 ± 0.10^a	31.42 ± 0.76^a
	الغلوتين الجاف%	10.16 ± 0.15^a	10.20 ± 0.15^a	10.15 ± 0.23^a	10.21 ± 0.09^a
	البروتين%	12.25 ± 0.14^a	$12.75 \pm 0.51^{a,b}$	$13.12 \pm 0.44^{b,c}$	13.55 ± 0.15^c
Cham-8	الغلوتين الرطب%	30.95 ± 0.10^a	30.91 ± 0.12^a	30.88 ± 0.25^a	30.91 ± 0.18^a
	الغلوتين الجاف%	10.05 ± 0.10^a	10.04 ± 0.21^a	10.11 ± 0.15^a	10.12 ± 0.14^a
	البروتين%	12.15 ± 0.02^a	$12.66 \pm 0.12^{a,b}$	$13.05 \pm 0.25^{b,c}$	13.61 ± 0.15^c
Cham-10	الغلوتين الرطب%	31.66 ± 0.15^a	31.64 ± 0.22^a	31.45 ± 0.42^a	31.51 ± 0.16^a
	الغلوتين الجاف%	10.00 ± 0.11^a	10.06 ± 0.11^a	10.21 ± 0.33^a	10.01 ± 0.21^a
	البروتين%	12.05 ± 0.31^a	$12.58 \pm 0.14^{a,b}$	$12.95 \pm 0.20^{b,c}$	13.44 ± 0.10^c

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

يبين الشكل (9) مقارنة بين الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 2% مولت الشعير للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 مع الخصائص الكمية لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصفة القاسي Cham-3. ولوحظ انخفاض معنوي في مؤشرات الغلوتين الكمية مقاسةً بجهاز الغلوتوماتيك (النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف) لأنواع دقيق الأصناف الطرية المدروسة مقارنةً بدقيق القمح القاسي، بينما أظهرت النسبة المئوية للبروتينات لأنواع دقيق الأصناف الطرية قيم مشابهة لأنواع دقيق الصنف القاسي.



الشكل-9. تأثير مولت الشعير في الخصائص الكمية لغلوتين أنواع الدقيق:

4-6-2- الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري والمدعم بمولت الشعير:

دُرس تأثير إضافة مولت الشعير بنسبة 1%، 1.5% و 2% في الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح الطري السوري باستخدام تقنية الفارينوغراف (الجدول 28).

لوحظ أن إضافة مولت الشعير بنسبة 2% إلى دقيق القمح الطري أدى لزيادة معنوية في المؤشرات؛ امتصاصية الدقيق للماء (60.55%، 61.00% و 61.10%) والرقم الفالوريمتري (42.25، 44.50 و 44.24)، وانخفاض في درجة ضعف العجينة (115.44، 120.35 و 122.20 BU) لأصناف القمح

الطري Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي، بينما لم يتأثر معنوياً زمن تشكل العجينة وزمن ثبات العجينة. وهذا يتوافق مع نتائج (Hruskova et al., 2003; Boz et al., 2010).

الجدول-28. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بمولت الشعير:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	امتصاصية الماء%	58.00 ± 0.21 ^a	58.21 ± 0.10 ^a	58.15 ± 0.65 ^a	60.55 ± 0.11 ^b
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.10 ^a	2.10 ± 0.12 ^a	2.15 ± 0.20 ^a	2.00 ± 0.10 ^a
	زمن ثبات العجين / د	1.75 ± 0.15 ^a	1.75 ± 0.15 ^a	1.60 ± 0.61 ^a	1.65 ± 0.15 ^a
	ضعف العجين /BU	130.50 ± 0.16 ^a	131.15 ± 0.11 ^a	121.21 ± 0.26 ^b	115.44 ± 0.25 ^b
	الرقم الفالوريمتري	39.00 ± 0.12 ^a	39.10 ± 0.20 ^a	39.12 ± 0.24 ^a	42.25 ± 0.15 ^b
Cham-8	امتصاصية الماء%	58.20 ± 0.21 ^a	58.34 ± 0.22 ^a	58.15 ± 0.11 ^a	61.00 ± 0.33 ^b
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.25 ^a	2.10 ± 0.15 ^a	2.00 ± 0.20 ^a	2.05 ± 0.15 ^a
	زمن ثبات العجين / د	2.00 ± 0.15 ^a	2.00 ± 0.15 ^a	2.05 ± 0.10 ^a	2.10 ± 0.20 ^a
	ضعف العجين /BU	135.25 ± 0.15 ^a	133.24 ± 0.10 ^a	124.22 ± 0.16 ^b	120.35 ± 0.15 ^b
	الرقم الفالوريمتري	40.15 ± 0.12 ^a	40.65 ± 0.15 ^a	41.40 ± 0.20 ^a	44.50 ± 0.74 ^b
Cham-10	امتصاصية الماء%	58.70 ± 0.11 ^a	58.55 ± 0.15 ^a	58.72 ± 0.11 ^a	61.10 ± 0.20 ^a
	زمن تشكل العجين/د	2.00 ± 0.15 ^a	2.05 ± 0.20 ^a	2.15 ± 0.10 ^a	2.10 ± 0.30 ^a
	زمن ثبات العجين / د	1.75 ± 0.35 ^a	1.50 ± 0.10 ^a	1.70 ± 0.15 ^a	1.70 ± 0.25 ^a
	ضعف العجين /BU	135.10 ± 0.22 ^a	135.65 ± 0.11 ^a	125.55 ± 0.15 ^b	122.20 ± 0.15 ^b
	الرقم الفالوريمتري	40.00 ± 0.10 ^a	40.65 ± 0.41 ^a	41.70 ± 0.22 ^a	44.24 ± 0.10 ^b

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

وبشكل مشابه، ازدادت امتصاصية الدقيق للماء (62.45%، 62.15% و 62.34%) والرقم الفالوريمتري (45.92، 44.20 و 43.95)، وانخفضت درجة ضعف العجينة (126.40، 134.12 و 120.20 BU) للدقيق القياسي (الجدول 29)، وازدادت امتصاصية الدقيق للماء (64.55%، 65.06% و 65.00%) والرقم الفالوريمتري (40.10، 40.15 و 39.96)، وانخفضت درجة ضعف العجينة (124.45، 138.20 و 136.95 BU) لدقيق القمح الكامل (الجدول 30) لأصناف القمح الطري Cham-6، Cham-8

و Cham-10 على التوالي، ولم يتأثر معنوياً كلاً من زمن تشكل العجينة وزمن ثبات العجينة عند إضافة 2% مولت الشعير.

الجدول-29. مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين الدقيق القياسي والمدعم بمولت الشعير:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	امتصاصية الماء%	59.15 ± 0.25^a	59.50 ± 0.15^a	59.66 ± 0.14^a	62.45 ± 0.10^b
	زمن تشكل العجين/د	2.25 ± 0.15^a	2.20 ± 0.25^a	2.10 ± 0.10^a	2.20 ± 0.50^a
	زمن ثبات العجين/د	1.50 ± 0.20^a	1.55 ± 0.15^a	1.75 ± 0.15^a	1.50 ± 0.30^a
	ضعف العجين/BU	140.30 ± 0.15^a	140.51 ± 0.21^a	132.10 ± 0.74^b	126.40 ± 0.33^b
	الرقم الفالوريمتري	41.20 ± 0.12^a	41.15 ± 0.20^a	41.60 ± 0.12^a	45.92 ± 0.10^b
Cham-8	امتصاصية الماء%	60.42 ± 0.10^a	60.50 ± 0.28^a	60.88 ± 0.20^a	62.15 ± 0.41^b
	زمن تشكل العجين/د	2.25 ± 0.15^a	2.10 ± 0.20^a	2.05 ± 0.30^a	2.10 ± 0.15^a
	زمن ثبات العجين/د	1.50 ± 0.10^a	1.50 ± 0.15^a	1.55 ± 0.10^a	1.45 ± 0.05^a
	ضعف العجين/BU	150.00 ± 0.25^a	150.15 ± 0.22^a	141.55 ± 0.65^b	134.12 ± 0.10^b
	الرقم الفالوريمتري	40.20 ± 0.42^a	40.55 ± 0.18^a	40.75 ± 0.20^a	44.20 ± 0.15^b
Cham-10	امتصاصية الماء%	59.30 ± 0.23^a	59.50 ± 0.45^a	59.60 ± 0.21^a	62.34 ± 0.14^b
	زمن تشكل العجين/د	2.20 ± 0.10^a	2.25 ± 0.10^a	2.15 ± 0.60^a	2.25 ± 0.45^a
	زمن ثبات العجين/د	1.25 ± 0.15^a	1.10 ± 0.15^a	1.25 ± 0.35^a	1.15 ± 0.25^a
	ضعف العجين/BU	145.15 ± 0.02^a	145.15 ± 0.10^a	125.76 ± 0.20^b	120.20 ± 0.65^b
	الرقم الفالوريمتري	40.15 ± 0.12^a	40.50 ± 0.10^a	40.74 ± 0.15^a	43.95 ± 0.12^b

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

الجدول-30. اختبار مؤشرات الفارينوغراف لغلوتين دقيق القمح الكامل والمدعم بمولت الشعير:

الصنف	مؤشرات الفارينوغراف	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	امتصاصية الماء%	62.55 ± 0.25^a	62.75 ± 0.30^a	62.70 ± 0.15^a	64.55 ± 0.13^b
	زمن تشكل العجين/ د	3.25 ± 0.20^a	3.10 ± 0.15^a	3.20 ± 0.15^a	3.20 ± 0.40^a
	زمن ثبات العجين/ د	1.15 ± 0.50^a	1.15 ± 0.15^a	1.25 ± 0.40^a	1.20 ± 0.15^a
	ضعف العجين/ BU	150.05 ± 0.20^a	150.55 ± 0.20^a	136.75 ± 0.52^b	124.45 ± 0.10^d
	الرقم الفالوريمتري	36.25 ± 0.45^a	36.55 ± 0.35^a	37.11 ± 0.20^a	40.10 ± 0.44^b
Cham-8	امتصاصية الماء%	62.40 ± 0.10^a	62.65 ± 0.10^a	62.82 ± 0.21^a	65.06 ± 0.34^b
	زمن تشكل العجين/ د	3.25 ± 0.30^a	3.15 ± 0.55^a	3.20 ± 0.15^a	3.10 ± 0.25^a
	زمن ثبات العجين/ د	1.45 ± 0.10^a	1.45 ± 0.35^a	1.40 ± 0.20^a	1.40 ± 0.10^a
	ضعف العجين/ BU	154.55 ± 0.35^a	154.26 ± 0.55^a	142.60 ± 0.11^b	138.20 ± 0.16^b
	الرقم الفالوريمتري	36.00 ± 0.15^a	36.30 ± 0.22^a	36.45 ± 0.15^a	40.15 ± 0.35^b
Cham-10	امتصاصية الماء%	62.22 ± 0.12^a	62.50 ± 0.60^a	62.85 ± 0.33^a	65.00 ± 0.15^b
	زمن تشكل العجين/ د	3.40 ± 0.10^a	3.40 ± 0.25^a	3.25 ± 0.10^a	3.45 ± 0.15^a
	زمن ثبات العجين/ د	1.10 ± 0.10^a	1.05 ± 0.25^a	1.10 ± 0.45^a	1.15 ± 0.10^a
	ضعف العجين/ BU	151.00 ± 0.45^a	150.22 ± 0.35^a	141.66 ± 0.10^b	136.95 ± 0.20^b
	الرقم الفالوريمتري	35.85 ± 0.22^a	35.80 ± 0.65^a	35.91 ± 0.15^a	39.96 ± 0.10^b

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

يبين الشكل (10) مقارنة خصائص الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 2% مولت الشعير للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 مع خصائص الفارينوغراف لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3. لوحظ من الشكل (3) أن إضافة مولت الشعير إلى أنواع دقيق الأصناف الطرية رفع من نسبة امتصاص الدقيق للماء لتصبح موازية للدقيق القاسي. وعلى الرغم من أن إضافة مولت الشعير إلى دقيق القمح الطري خفض من درجة ضعف العجينة (الجدول 28، 29 و 30)، لكنها مازالت أعلى من درجات ضعف عجينة أنواع دقيق القمح القاسي. بالإضافة إلى ذلك، بقيت المؤشرات (زمن تطور العجينة، زمن ثبات العجينة والرقم الفالوريمتري) لأنواع دقيق القمح الطري أقل من مثيلاتها للقمح القاسي.



76

الجدول-31. مؤشرات الإكستنسوغراف لغلوتين الدقيق عالي الجودة والمدعم بمولت الشعير:

الصفة	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	القدرة/ سم ²	35.25 ± 0.10 ^a	38.26 ± 0.15 ^b	43.64 ± 0.34 ^c	47.58 ± 0.33 ^d
	مقاومة الشد/ BU	220.50 ± 0.10 ^a	208.20 ± 0.11 ^b	186.20 ± 0.35 ^c	161.19 ± 0.15 ^d
	المقاومة العظمى/BU	230.10 ± 0.31 ^a	224.20 ± 0.11 ^b	215.50 ± 0.10 ^c	200.14 ± 0.25 ^d
	المرونة/ مم	140.11 ± 0.10 ^a	144.16 ± 0.25 ^b	156.21 ± 0.25 ^c	166.22 ± 0.20 ^d
	المطاطية	1.64 ± 0.22 ^a	1.56 ± 0.25 ^b	1.38 ± 0.65 ^c	1.20 ± 0.12 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	34.15 ± 0.11 ^a	39.02 ± 0.20 ^b	44.52 ± 0.21 ^c	47.91 ± 0.10 ^d
	مقاومة الشد/ BU	222.65 ± 0.10 ^a	210.32 ± 0.10 ^b	192.45 ± 0.51 ^c	165.15 ± 0.12 ^d
	المقاومة العظمى/BU	235.17 ± 0.22 ^a	226.21 ± 0.24 ^b	215.36 ± 0.11 ^c	203.22 ± 0.12 ^d
	المرونة/ مم	139.00 ± 0.15 ^a	144.15 ± 0.12 ^b	154.66 ± 0.20 ^c	165.42 ± 0.64 ^d
	المطاطية	1.69 ± 0.15 ^a	1.57 ± 0.44 ^b	1.39 ± 0.21 ^c	1.23 ± 0.10 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	33.10 ± 0.20 ^a	39.12 ± 0.14 ^b	43.90 ± 0.22 ^c	48.00 ± 0.15 ^d
	مقاومة الشد/ BU	220.15 ± 0.15 ^a	209.10 ± 0.28 ^b	195.40 ± 0.10 ^c	168.33 ± 0.71 ^d
	المقاومة العظمى/BU	230.20 ± 0.10 ^a	222.41 ± 0.14 ^b	210.16 ± 0.15 ^c	199.85 ± 0.12 ^d
	المرونة/ مم	142.22 ± 0.15 ^a	146.55 ± 0.18 ^b	158.26 ± 0.20 ^c	170.10 ± 0.15 ^d
	المطاطية	1.62 ± 0.12 ^a	1.52 ± 0.25 ^b	1.33 ± 0.14 ^c	1.17 ± 0.10 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

أدى إضافة 2% مولت الشعير إلى الدقيق القياسي لأصناف القمح الطري المدروسة لظهور فروق معنوية في الخصائص النوعية مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف عند كل نسبة إضافة (الجدول 32)، حيث ارتفعت القدرة (50.75، 49.86 و 48.65 سم²) والمرونة (146.55، 146.07 و 146.71)، وانخفضت مقاومة الشد (192.44، 191.25 و 195.44 BU)، المقاومة العظمى للشد (200.16، 200.75 و 202.65 BU) والمطاطية (1.37، 1.37 و 1.38) لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-32. مؤشرات الإكستنسوغراف لغوتين الدقيق القياسي والمدعم بمولت الشعير:

الصفة	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	القدرة/ سم ²	38.75 ± 0.42 ^a	42.66 ± 0.12 ^b	47.10 ± 0.20 ^c	50.75 ± 0.15 ^d
	مقاومة الشد/ BU	230.23 ± 0.35 ^a	221.40 ± 0.11 ^b	210.15 ± 0.33 ^c	192.44 ± 0.10 ^d
	المقاومة العظمى/BU	241.18 ± 0.11 ^a	230.21 ± 0.12 ^b	215.09 ± 0.20 ^c	200.16 ± 0.15 ^d
	المرونة/ مم	130.68 ± 0.22 ^a	136.21 ± 0.22 ^b	141.19 ± 0.12 ^c	146.55 ± 0.65 ^d
	المطاطية	1.85 ± 0.10 ^a	1.69 ± 0.34 ^b	1.52 ± 0.12 ^c	1.37 ± 0.10 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	37.00 ± 0.15 ^a	42.10 ± 0.11 ^b	46.90 ± 0.10 ^c	49.86 ± 0.25 ^d
	مقاومة الشد/ BU	231.21 ± 0.25 ^a	220.25 ± 0.01 ^b	209.68 ± 0.32 ^c	191.25 ± 0.42 ^d
	المقاومة العظمى/BU	240.26 ± 0.15 ^a	230.45 ± 0.12 ^b	214.20 ± 0.33 ^c	200.75 ± 0.45 ^d
	المرونة/ مم	131.65 ± 0.12 ^a	136.91 ± 0.25 ^b	140.87 ± 0.12 ^c	146.07 ± 0.21 ^d
	المطاطية	1.82 ± 0.43 ^a	1.68 ± 0.24 ^b	1.52 ± 0.10 ^c	1.37 ± 0.26 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	37.17 ± 0.35 ^a	42.55 ± 0.15 ^b	45.90 ± 0.27 ^c	48.65 ± 0.10 ^d
	مقاومة الشد/ BU	232.55 ± 0.29 ^a	222.55 ± 0.08 ^b	212.22 ± 0.20 ^c	195.44 ± 0.25 ^d
	المقاومة العظمى/BU	240.40 ± 0.35 ^a	231.05 ± 0.11 ^b	215.52 ± 0.22 ^c	202.65 ± 0.12 ^d
	المرونة/ مم	131.16 ± 0.42 ^a	135.91 ± 0.42 ^b	141.04 ± 0.15 ^c	146.71 ± 0.21 ^d
	المطاطية	1.83 ± 0.08 ^a	1.70 ± 0.12 ^b	1.53 ± 0.44 ^c	1.38 ± 0.22 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

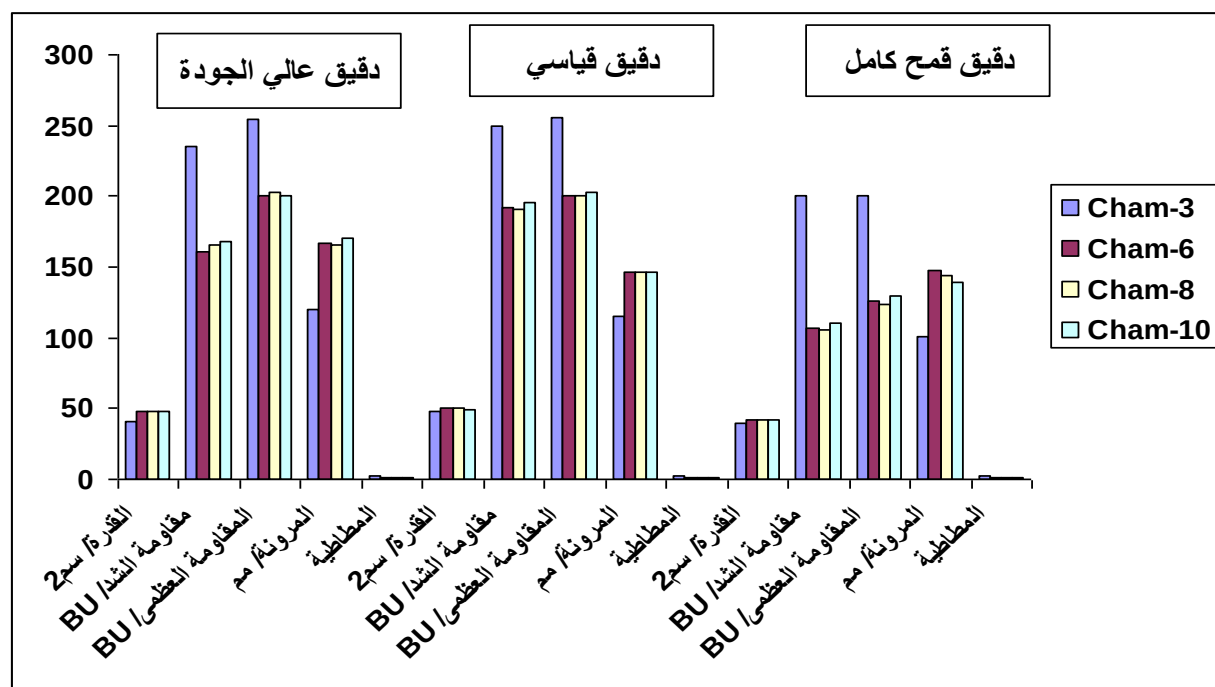
سلك دقيق القمح الكامل سلوكاً مشابهاً للدقيق عالي الجودة والدقيق القياسي عند إضافة 2% مولت الشعير، حيث ارتفعت القدرة (41.92، 42.01 و 42.22 سم²) والمرونة (143.42، 147.40 و 139.65)، وانخفضت مقاومة الشد (106.23، 105.20 و 110.10 BU)، المقاومة العظمى للشد (125.45، 123.15 و 130.20 BU) والمطاطية (0.85، 0.86 و 0.93) لأصناف القمح Cham-6، Cham-8 و Cham-10 على التوالي.

الجدول-33. مؤشرات الإكستنسوغراف لغوتين دقيق القمح الكامل بمولت الشعير:

الصفة	مؤشرات الإكستنسوغراف	0%	1%	1.5%	2%
Cham-6	القدرة/ سم ²	31.25 ± 0.33 ^a	35.15 ± 0.12 ^b	38.11 ± 0.24 ^c	41.92 ± 0.42 ^d
	مقاومة الشد/ BU	140.10 ± 0.10 ^a	128.66 ± 0.50 ^b	119.55 ± 0.10 ^c	106.23 ± 0.12 ^d
	المقاومة العظمى/BU	160.20 ± 0.15 ^a	149.33 ± 0.25 ^b	137.15 ± 0.21 ^c	125.45 ± 0.20 ^d
	المرونة/ مم	135.10 ± 0.21 ^a	138.15 ± 0.11 ^b	143.16 ± 0.15 ^c	147.40 ± 0.12 ^d
	المطاطية	1.19 ± 0.25 ^a	1.08 ± 0.25 ^b	0.96 ± 0.10 ^c	0.85 ± 0.15 ^d
Cham-8	القدرة/ سم ²	31.50 ± 0.15 ^a	35.66 ± 0.10 ^b	38.12 ± 0.18 ^c	42.01 ± 0.11 ^d
	مقاومة الشد/ BU	140.50 ± 0.12 ^a	130.24 ± 0.10 ^b	119.60 ± 0.15 ^c	105.20 ± 0.44 ^d
	المقاومة العظمى/BU	155.10 ± 0.25 ^a	145.09 ± 0.15 ^b	133.95 ± 0.12 ^c	123.15 ± 0.65 ^d
	المرونة/ مم	130.20 ± 0.25 ^a	134.55 ± 0.15 ^b	139.10 ± 0.08 ^c	143.42 ± 0.30 ^d
	المطاطية	1.19 ± 0.51 ^a	1.08 ± 0.22 ^b	0.96 ± 0.10 ^c	0.86 ± 0.20 ^d
Cham-10	القدرة/ سم ²	30.00 ± 0.20 ^a	34.05 ± 0.12 ^b	39.10 ± 0.50 ^c	42.22 ± 0.15 ^d
	مقاومة الشد/ BU	155.00 ± 0.20 ^a	144.15 ± 0.14 ^b	132.45 ± 0.15 ^c	110.10 ± 0.12 ^d
	المقاومة العظمى/BU	165.00 ± 0.52 ^a	154.33 ± 0.20 ^b	142.15 ± 0.55 ^c	130.20 ± 0.16 ^d
	المرونة/ مم	125.24 ± 0.20 ^a	129.10 ± 0.21 ^b	134.18 ± 0.05 ^c	139.65 ± 0.21 ^d
	المطاطية	1.32 ± 0.10 ^a	1.20 ± 0.25 ^b	1.06 ± 0.10 ^c	0.93 ± 0.34 ^d

الأحرف المتشابهة في الصف الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$).

أجريت مقارنة للخصائص النوعية، مقياساً بتقنية الإكستنسوغراف، لغوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 2% مولت الشعير للأصناف الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10 مع خصائص الإكستنسوغراف لغوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصفة القاسي Cham-3 (الشكل 11). لوحظ أن إضافة مولت الشعير أعطت دقيق قمح طري أعلى وبشكل معنوي في مؤشرات القدرة والمرونة، ولكن أقل في مؤشرات مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد والمطاطية مقارنةً بدقيق القمح القاسي.



الشكل-11. تأثير مولت الشعير في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق:

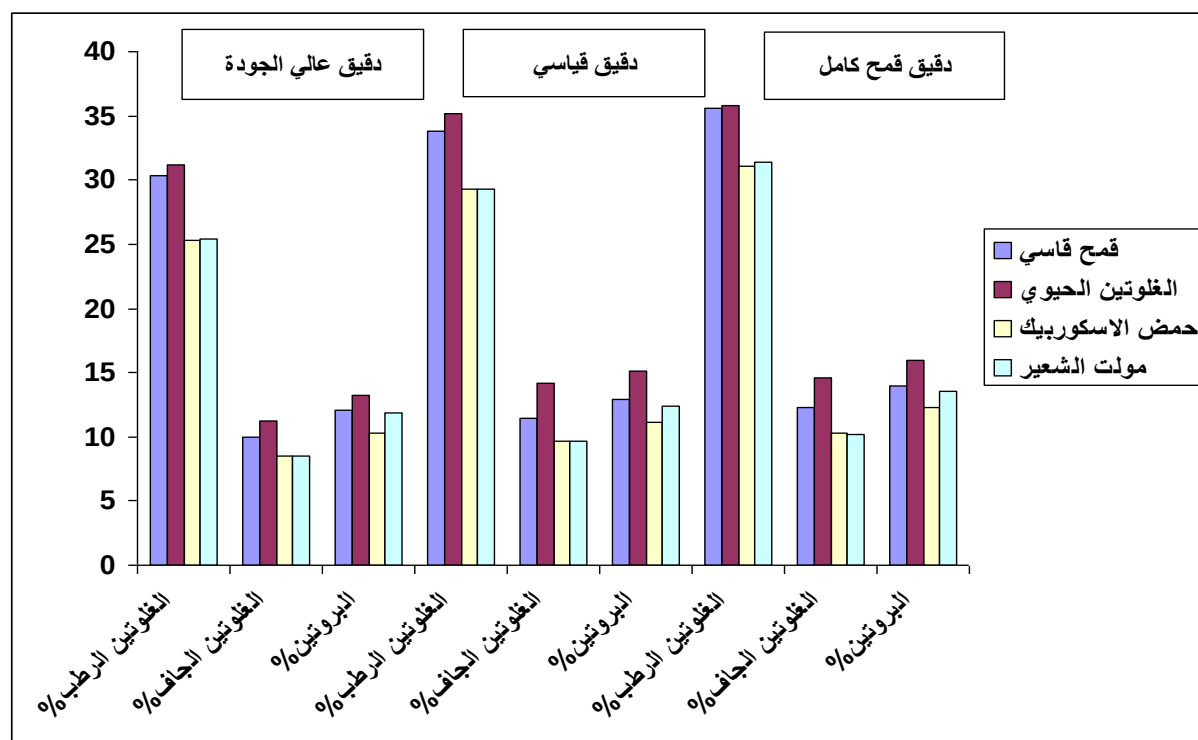
4-7-7- مقارنة تأثير المحسنات في خصائص دقيق القمح الطري:

4-7-7-1- الخصائص الكمية لغلوتين أنواع دقيق القمح:

يبين الشكل (12) مقارنة بين الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 4% غلوتين حيوي، 0.02% حمض اسكوربيك و2% مولت الشعير للصنف الطري Cham-6 مع الخصائص الكمية لغلوتين الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3، وذلك بهدف تحديد أفضل نوع من المحسنات.

أهم ما يميز الشكل (12) التفوق المعنوي في مؤشرات الغلوتين الكمية (النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف والنسبة المئوية للبروتينات) لأنواع دقيق الصنف الطري Cham-6 المدعمة بالغلوتين الحيوي مقارنةً بأنواع الدقيق المدعمة بحمض الاسكوربيك ومولت الشعير لنفس الصنف

وأنواع دقيق القمح القاسي. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت عينات أنواع دقيق الصنف الطري والمدعمة سواء بحمض الاسكوربيك أو بمولت الشعير إنخفاض معنوي في المؤشرات النسبة المئوية للغوتين الرطب والنسبة المئوية للغوتين الجاف عن عينات أنواع دقيق الصنف القاسي. بينما ازدادت قيمة النسبة المئوية لبروتينات عينات أنواع دقيق الصنف الطري المدعمة بمولت الشعير لتقارب قيمة النسبة المئوية لبروتينات عينات أنواع دقيق الصنف القاسي.



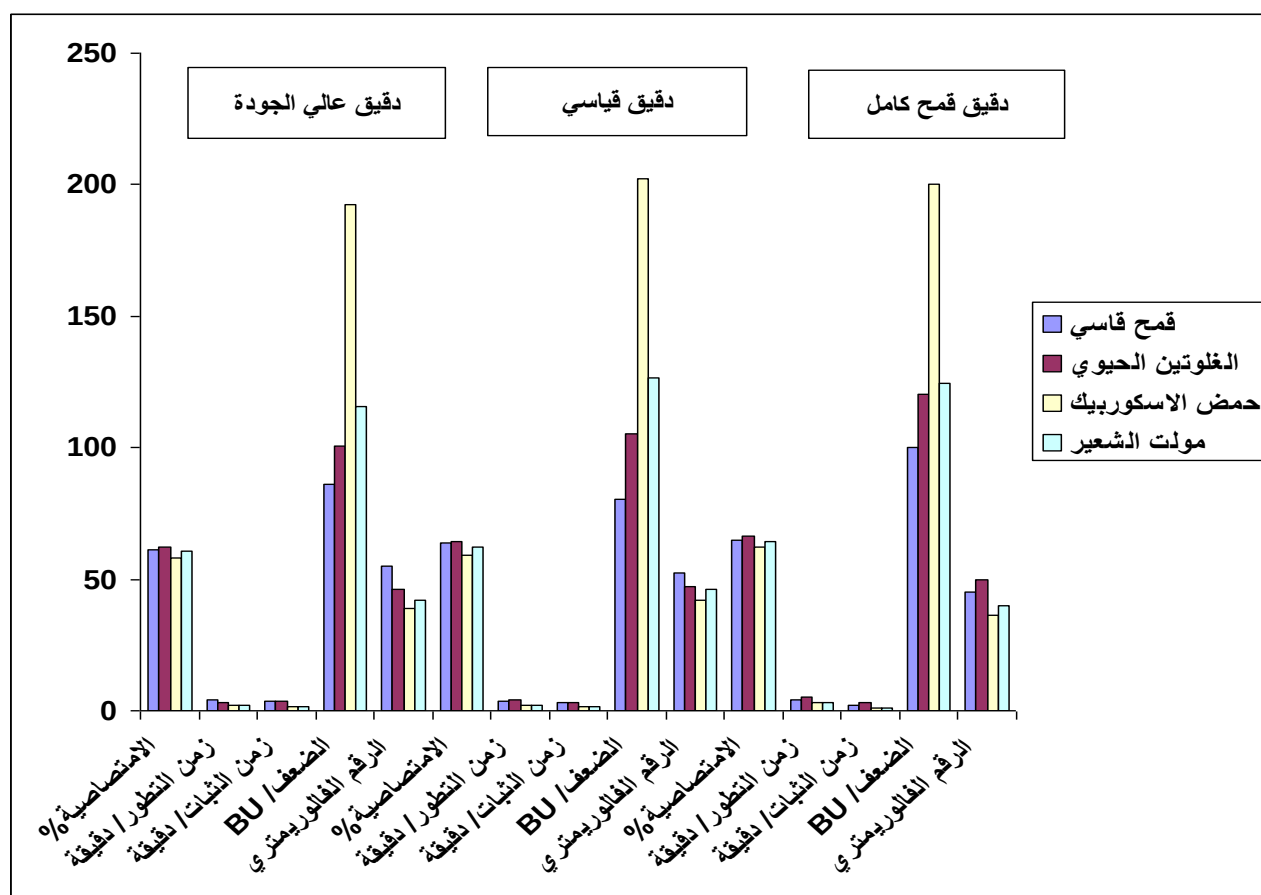
الشكل-12. مقارنة تأثير المحسنات في خصائص الغلوتين الكمية لأنواع الدقيق:

4-7-2- الخصائص النوعية لغلوتين أنواع دقيق القمح:

قورنت الخصائص النوعية، مقاسةً بجهاز الفارينوغراف، لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 4% غلوتين حيوي، 0.02% حمض اسكوربيك و2% مولت الشعير للصنف الطري Cham-6 مع الخصائص النوعية لغلوتين دقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3 (الشكل 13).

أهم ما يميز الشكل (13) أنه على الرغم من التأثيرات الايجابية للمحسنات المدروسة في خصائص الفارينوغراف لأنواع دقيق الصنف الطري، إلا أنها لم تستطع من خفض درجة ضعف العجينة لأنواع دقيق الصنف الطري لتقارب درجة ضعف العجينة لأنواع دقيق الصنف القاسي.

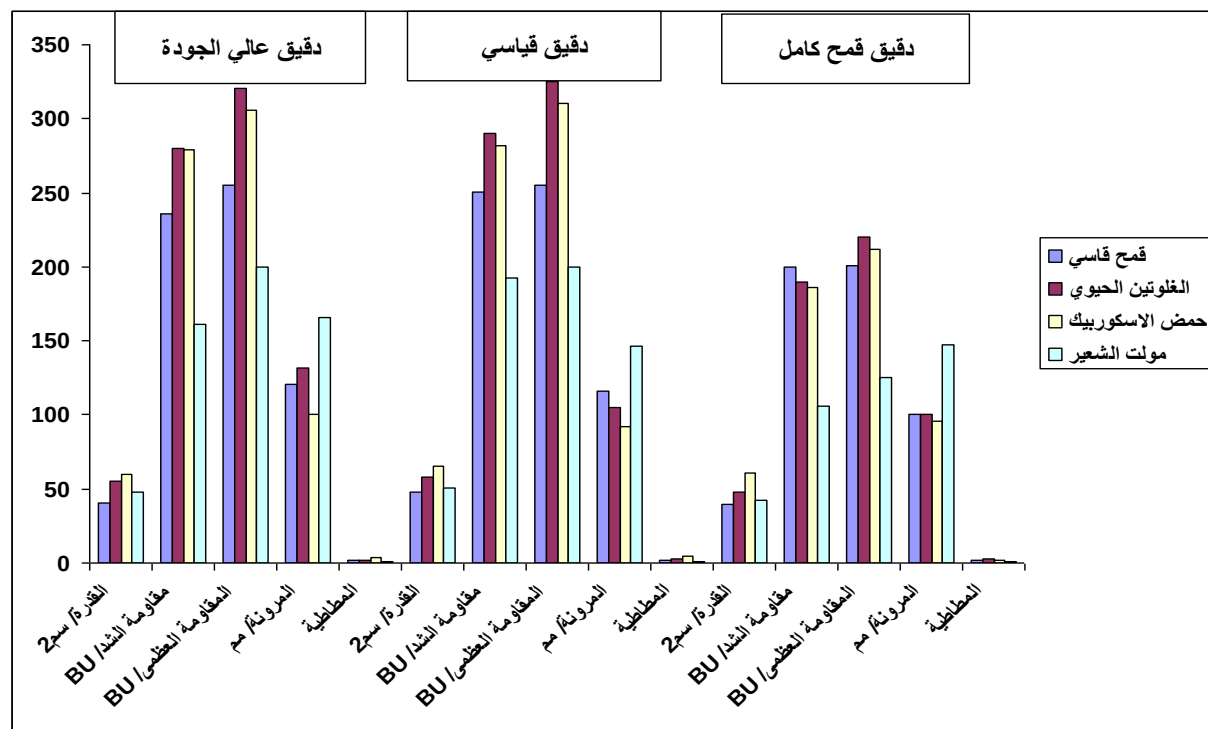
إن إرتفاع درجة ضعف العجينة هي من عيوب دقيق القمح الطري لذلك لا يعطي دقيق القمح الطري خبز عالي الجودة مقارنةً بالخبز الناتج عن دقيق القمح القاسي، وبناءً عليه يفضل استخدام دقيق القمح الطري في صناعة المعجنات التي لا تتطلب عجينة قوية (Manley, 2000).



الشكل-13. مقارنة تأثير المحسنات في خصائص الفارينوغراف لأنواع الدقيق:

تم مقارنة الخصائص النوعية، مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف، لغلوتين الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 4% غلوتين حيوي، 0.02% حمض اسكوريك و2% مولت الشعير للصنف الطري Cham-6 مع الخصائص النوعية لغلوتين الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصنف القاسي Cham-3 (الشكل 14).

يبين الشكل (14) التأثير الايجابي والمعنوي للمحسنات المدروسة في جميع مؤشرات الإكستنسوغراف لأنواع دقيق القمح الطري والتي تفوقت على مؤشرات الإكستنسوغراف لأنواع دقيق القمح القاسي.



الشكل-14. مقارنة تأثير المحسنات في خصائص الإكستنسوغراف لأنواع الدقيق:

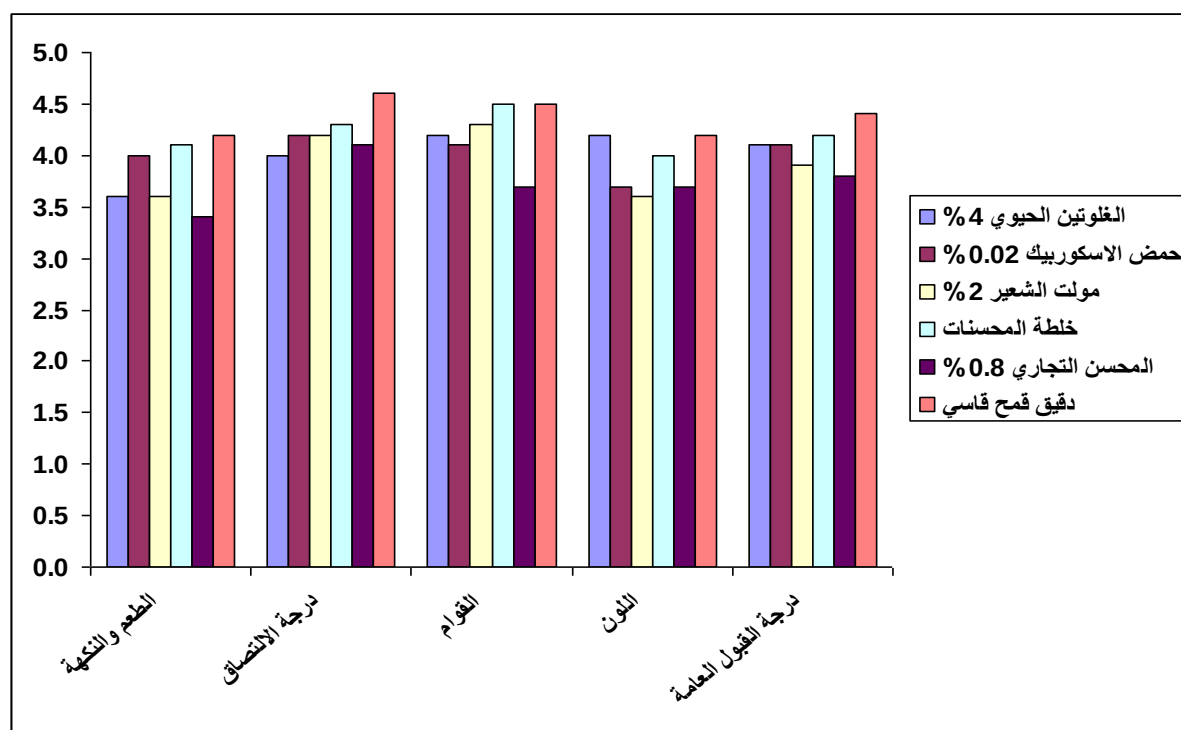
4-8- خصائص الجودة لعينات الخبز المنتج من أنواع دقيق القمح المدروسة:

صنعت عينات الخبز من عينات الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل والمدعمة بنسبة 4% غلوتين حيوي، 0.02% حمض اسكوربيك، 2% مولت الشعير، خلطة من المحسنات المدروسة و 0.8% محسن تجاري لأصناف القمح الطرية Cham-6، Cham-8 و Cham-10، وعينات الدقيق عالي الجودة، الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل للصف القاسي Cham-3.

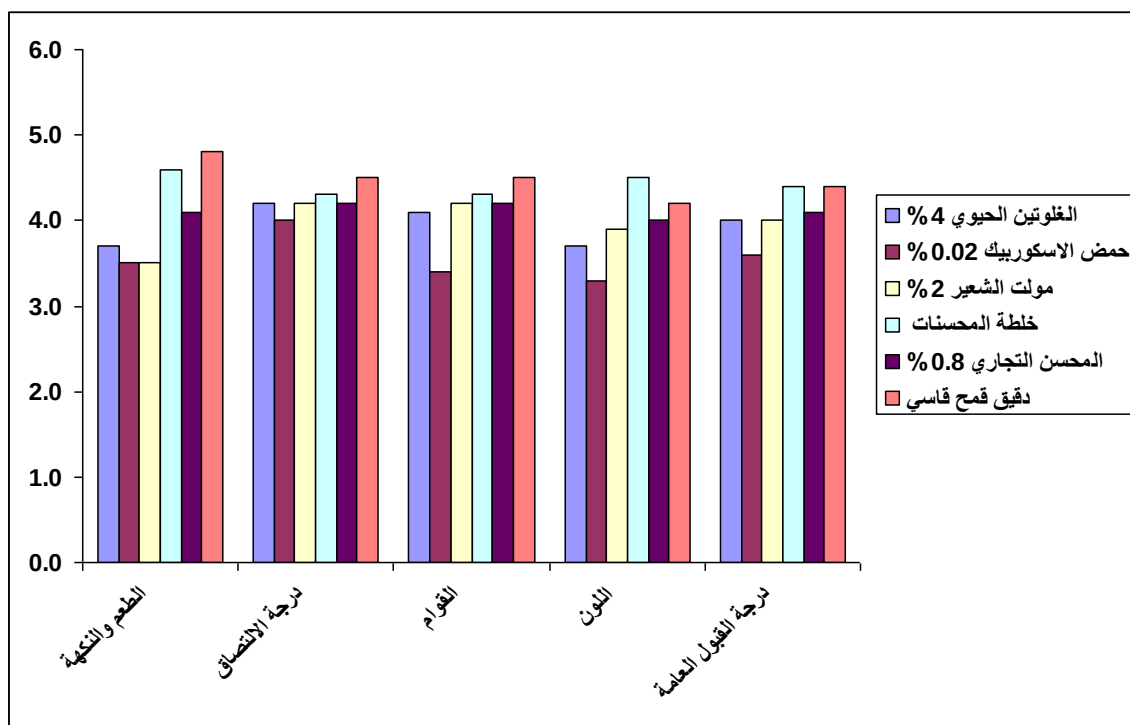
قدرت الخصائص الحسية لعينات الخبز المصنعة والتي تضم الطعم والنكهة، درجة الالتصاق أو سهولة انفصال الشطرين، القوام، اللون ودرجة القبول العامة (الشكل 15، 16 و 17).

أبدت عينات الخبز المصنعة من الدقيق عالي الجودة (الشكل 15) قيم حسية أعلى من مثيلاتها لعينات الخبز المصنعة من الدقيق القياسي (الشكل 16) وعينات الخبز المصنعة من دقيق القمح الكامل (الشكل

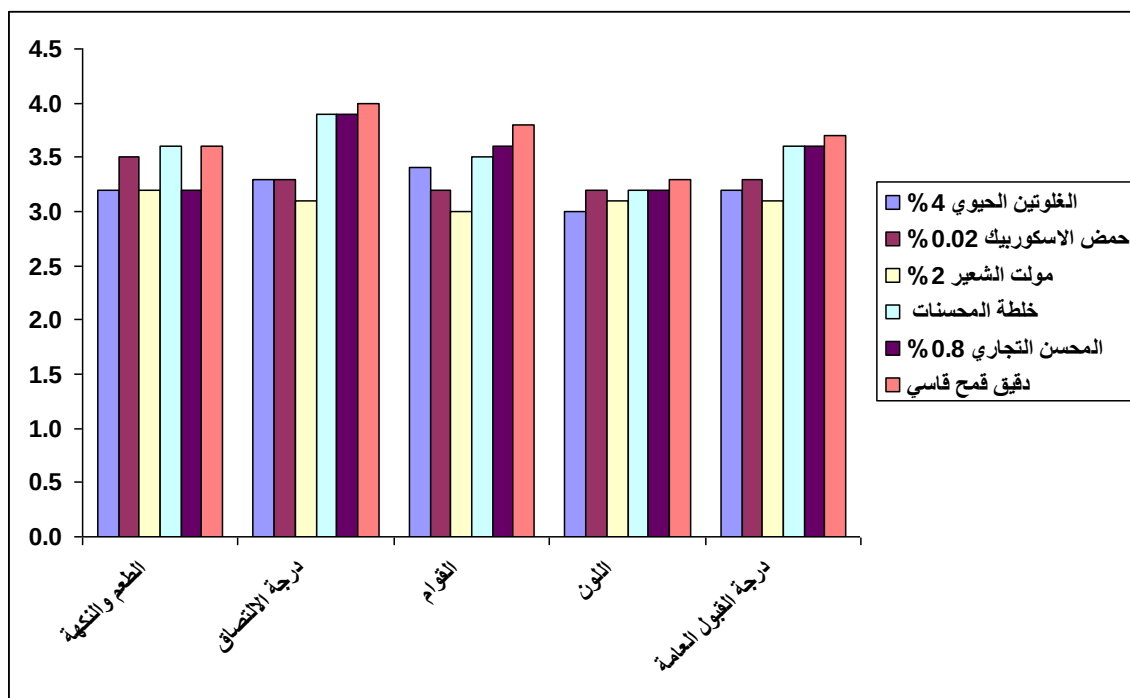
17). بالإضافة إلى ذلك، أظهرت عينات الخبز المصنعة من الخلطات المختلفة ضمن كل نوع دقيق اختلافات معنوية فيما بينها، حيث أبدت عينات الخبز المصنع من أنواع دقيق القمح القاسي أفضل الخصائص الحسية مقارنة ببقية عينات الخبز المصنعة من دقيق القمح الطري المدعم بالمحسنات. أهم ما يميز الأشكال (15، 16 و 17) هو الارتفاع المعنوي في الخصائص الحسية لعينات الخبز المصنعة من أنواع دقيق القمح الطري المدعم بخلاطة من المحسنات المدروسة (4% غلوتين حيوي، 0.02% حمض اسكوربيك، 2% مولت الشعير) مقارنة بعينات الخبز المصنعة من أنواع دقيق القمح الطري المدعم بنسبة 4% غلوتين حيوي، 0.02% حمض اسكوربيك، 2% مولت الشعير و 0.8% محسن تجاري، والتي قاربت في بعض الخصائص الحسية من عينات الخبز المصنع من دقيق القمح القاسي.



الشكل-15. الخصائص الحسية لعينات الخبز المنتج من الدقيق عالي الجودة:



الشكل-16. الخصائص الحسية لعينات الخبز المنتج من الدقيق القاسي:



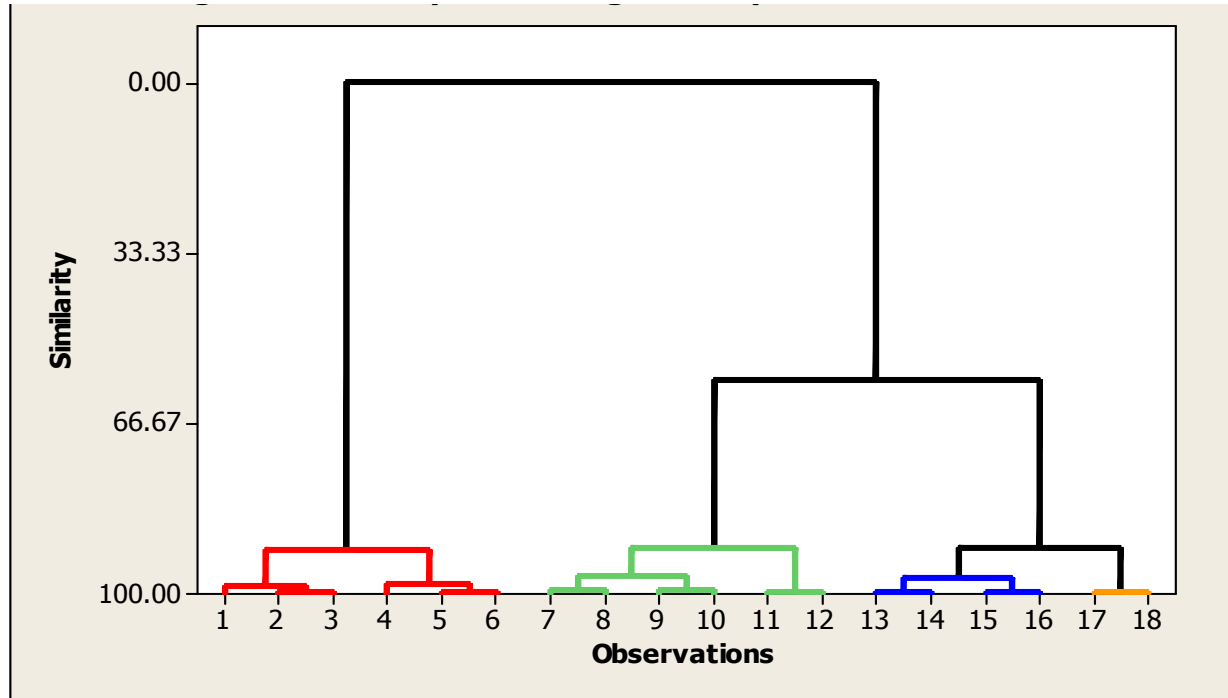
الشكل-17. الخصائص الحسية لعينات الخبز المنتج من دقيق القمح الكامل:

بناءً على نتائج التحليل الحسي السابقة (الشكل 15، 16 و 17) وبسبب تقارب وتداخل النتائج، أُجري اختبار التحليل العنقودي Cluster Analysis نوع Cluster Observations على عينات الخبز المنتجة بهدف تجميع الخصائص المدروسة لهذه العينات (الطعم والنكهة، درجة الالتصاق أو سهولة انفصال الشطرين، القوام، اللون ودرجة القبول العامة) ضمن مجموعات مقارنة، لتحديد درجة التشابه بين عينات الخبز (18 عينة خبز).

يعطي الاختبار النتيجة على شكل مخطط Dendogram كما في الشكل (18). يعرض هذا المخطط العينات المقارنة في خصائصها بالإضافة إلى مستوى التشابه.

يبين المخطط أنه يمكن تقسيم عينات الخبز المختبرة في هذا البحث إلى 3 مجموعات تبعاً لنوع الدقيق، حيث تشابهت عينات الخبز المصنعة من الدقيق عالي الجودة (العينات 1، 2، 3، 4، 5 و 6) بنسبة 91.21%، تشابهت عينات الخبز المصنعة من الدقيق القياسي (العينات 7، 8، 9، 10، 11 و 12) بنسبة 91.08%، و تشابهت عينات الخبز المصنعة من دقيق القمح الكامل (العينات 13، 14، 15، 16، 17 و 18) بنسبة 91.00%.

إن نتائج التشابه العالية (أكبر من 90%) لهذا الاختبار، تدل على أن جميع المحسنات المستخدمة تملك تأثير معنوي وإيجابي في خصائص الخبز المنتج وهذا يتوافق مع ما ذكر في الأبحاث السابقة التي أجريت على هذه المحسنات. (Codina and Paslaru, 2008; Cauvain, 2015; Aamodt *et al.*, 2003)



الشكل-18. مخطط مستوى التشابه بين عينات الخبز المدروسة:

5- الاستنتاجات CONCLUSIONS:

أظهرت دراسة تأثير إضافة المحسنات (الغلوتين الحيوي، حمض الاسكوربيك ومولت الشعير) في خصائص الغلوتين الكمية والنوعية لأنواع دقيق (دقيق زيرو بنسبة استخراج 72%، ودقيق موحد بنسبة استخراج 80% ودقيق قمح كامل بنسبة استخراج 100%) ثلاثة أصناف من القمح الطري السوري وجودة الخبز المصنع منها ومقارنتها مع خصائص أنواع دقيق صنف قمح قاسي سوري مايلي:

1. أبدت حبوب أصناف القمح المدروسة (الطرية والقاسية) خصائص فيزيوكيميائية عالية متمثلة بارتفاع الوزن النوعي ووزن الـ 1000 حبة وانخفاض النسبة المئوية للرطوبة، وهي صفات طحنية هامة.

2. تميزت أنواع دقيق صنف القمح القاسي بارتفاع مؤشرات الغلوتين الكمية (النسبة المئوية للغلوتين الرطب، النسبة المئوية للغلوتين الجاف والنسبة المئوية للبروتينات) والنوعية (الخصائص الريولوجية مقاسةً بجهاز الفارينوغراف والاكسيتنسوغراف) مقارنةً بأنواع دقيق أصناف القمح الطرية.

3. أدى إضافة الغلوتين الحيوي بنسبة 4% إلى تحسن معنوي في جميع المؤشرات الكمية لغلوتين أنواع دقيق الأصناف الطرية المدروسة مقارنةً بدقيق القمح القاسي، ترافق مع ازدياد معنوي في مؤشرات الفارينوغراف والإكسيتنسوغراف، لكن كانت درجة ضعف العجينة أعلى والرقم الفالوريمتري أقل من دقيق القمح القاسي.

4. بينت النتائج أن إضافة حمض الاسكوربيك بنسبة 0.02% لم تؤدي إلى أي تغير معنوي في مؤشرات الغلوتين الكمية لأنواع دقيق الأصناف الطرية، كما أنها رفعت من قيمة درجة ضعف

العجينة مقاسةً بجهاز الفارينوغراف. على النقيض من ذلك، ازدادت مؤشرات مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد والمطاطية مقاسةً بجهاز الإكستنسوغراف.

5. أن إضافة مولت الشعير بنسبة 2% إلى أنواع دقيق أصناف القمح الطري لم تؤثر معنوياً في خصائص الغلوتين الكمية (النسبة المئوية للغلوتين الرطب والنسبة المئوية للغلوتين الجاف)، ولكن ازدادت معنوياً النسبة المئوية للبروتينات لتعطي قيم مشابهة لأنواع دقيق صنف القمح القاسي. بالإضافة إلى ذلك، ازدادت امتصاصية الدقيق للماء وانخفضت درجة ضعف العجينة لكنها مازالت أعلى من درجات ضعف عجينة أنواع دقيق القمح القاسي. من جهة أخرى، ازدادت جميع مؤشرات الإكستنسوغراف معنوياً عند كل نسبة اضافة من مولت الشعير، واعطت دقيق أعلى وبشكل معنوي في مؤشرات القدرة والمرونة، ولكن أقل في مؤشرات مقاومة الشد، المقاومة العظمى للشد والمطاطية مقارنةً بدقيق القمح القاسي.

6. أظهرت مقارنة تأثير المحسنات المستخدمة الزيادة المعنوية في مؤشرات الغلوتين الكمية لأنواع دقيق القمح الطري المدعمة بالغلوتين الحيوي مقارنةً بأنواع الدقيق المدعمة بحمض الاسكوربيك ومولت الشعير وأنواع دقيق القمح القاسي. بالإضافة إلى ذلك، وعلى الرغم من التأثيرات الايجابية للمحسنات المدروسة في خصائص الفارينوغراف لأنواع دقيق القمح الطري، إلا أنها لم تستطع من خفض درجة ضعف العجينة لتقارب درجة ضعف العجينة لأنواع دقيق الصنف القاسي. وعلى النقيض من ذلك، ظهر التأثير الايجابي والمعنوي للمحسنات المدروسة في جميع مؤشرات الإكستنسوغراف لأنواع دقيق القمح الطري والتي تفوقت على مؤشرات الإكستنسوغراف لأنواع دقيق القمح القاسي.

7. أبدت عينات الخبز المصنعة من الدقيق عالي الجودة قيم حسية أعلى من عينات الخبز المصنعة من الدقيق القياسي ودقيق القمح الكامل. كما اختلفت الخصائص الحسية لعينات الخبز المصنعة من المحسنات المختلفة ضمن كل نوع دقيق معنوياً فيما بينها، حيث أبدت عينات الخبز المصنع من أنواع دقيق القمح القاسي أفضل الخصائص الحسية مقارنةً ببقيّة عينات الخبز المصنعة من دقيق القمح الطري المدعم بالمحسنات. من جهة أخرى، تميز الخبز المصنع من أنواع دقيق القمح الطري المدعم بخلطة من المحسنات المدروسة بارتفاع معنوي في الخصائص الحسية والتي قاربت في بعض الخصائص الحسية من عينات الخبز المصنع من دقيق القمح القاسي.

8. تشابهت عينات الخبز المصنعة من كل نوع من الدقيق في خصائصها الحسية، مما يدل على أن جميع المحسنات المستخدمة تملك تأثير معنوي وإيجابي في خصائص الخبز.

6- المقترحات والتوصيات :RECOMMENDATIONS

استناداً إلى نتائج التحليل الكمي والنوعي لغلوتين أنواع الدقيق المنتج من أصناف القمح الطرية والمدعم بالمحسنات وتأثيرها على جودة الخبز، تستخلص مجموعة من المقترحات والتوصيات لإجرائها في الأبحاث القادمة:

1. دراسة تأثير إضافة خلطات أخرى من المحسنات في خصائص غلوتين الدقيق الكمية والنوعية وجودة الخبز المنتج.
2. دراسة تأثير الفعل المتبادل للعوامل البيئية والوراثية في عمل محسنات الدقيق.
3. العمل على استنباط محسنات محلية تنافس المحسنات المستوردة.

:REFERENCES المراجع العلمية 7-

- AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 55-10, 38-A 12, 08-01, 44-A 15, 46-10, 56-81B. St Paul, MN. AACC.
- Aamodt, A., Magnus, E. M. and Færgestad, E. M. 2003. Effect of flour quality, ascorbic acid, and DATEM on dough rheological parameters and hearth loaves characteristics. *Journal Of Food Science*, **68**, 2201-2210.
- Belitz, H. D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. *Food Chemistry. 4th revised and extended edition*. Springer-Verlag, Berlin.
- Benzian, B., Barby, R. L., Lane, P., Widdowson, F. V. and Verstraeten, L. M. J. 1983. Relationship between N concentration of grain and grain yield in recent winter-wheat experiments in England and Belgium, some with large yields. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **34**, 685-695.
- Borrelli, G. M., Troccoli, A., Di Fanzo, N. and Fares, C. 1999. Durum wheat lipoxygenase activity and other quality parameters that affect pasta color. *Cereal Chemistry*, **76**, 335-340.
- Boyacioglu, M. H. and D'Appolonia, B. L. 1994. Characterization and utilization of durum wheat for breadmaking. I. Comparison of chemical, rheological, and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal Chemistry*, **71**, 21-28.

- Boz, H. and Karaoglu, M. M. 2013. Improving the quality of whole wheat bread by using various plant origin materials. *Czech Journal of Food Sciences*, **31**, 457–466.
- Boz, H., Karaog, M. M., Kotancilar, H. G. and Gercekaslan, K. E. 2010. The effects of different materials as dough improvers for organic whole wheat bread. *International Journal of Food Science and Technology*, **45**, 1472–1477.
- Buntin, G. D., Ott, S. L. and Johnson, J. W. 1992. Integration of plant resistance, insecticides and planting date for management of the Hessian fly (*Dyptera: Cecidomyiidae*) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, **85**, 530-538.
- Cauvain, S. 2015. *Technology of Breadmaking*. Springer International Publishing, London. Third Edition, ed.
- CODEX STANDARD. 2001. Codex standard for wheat protein products including wheat gluten. 1-4.
- Codina, G. G., Bordei, D. and Paslaru, V. 2008. The effects of different doses of gluten on Rheological behaviour of dough and bread quality. *Roumanian Biotechnological Letters*, **13**, 37-42.

- Condia, G. G. and Paslaru, V. 2008. Effect of gluten vital on the alveograph charactersitics and bread quality of flour wheat dough with a weaker potential for bread making. *Revista Lucrari Stiintifice Seria Agronomie*, **51**, 106 - 111.
- Cornell, H. J. 2012. The chemistry and biochemistry of wheat. In: Cauvain, S. *Breadmaking Improving Quality*. Woodhead Publishing, Oxford, UK. 35-72.
- Day, L. 2011. Wheat gluten: production, properties and application. *Food and Nutritional Sciences, Australia*, 267-280.
- Day, L., Augustin, M. A., Batey, I. L. and Wrigley, C. W. 2006. Wheat-gluten uses and industry needs. *Food Science and Technology*, **17**, 82-90.
- Dexter, E. J. and Edwards, N. M. 1998a. The implications of frequently encountered grading factors on the processing quality of common wheat. *Association of Operative Millers Bulletin*, **June**, 7115-7122.
- Dexter, E. J. and Edwards, N. M. 1998b. The implications of frequently encountered grading factors on the processing quality of durum wheat. *Association of Operative Millers Bulletin*, **October**, 7165-7171.
- Dexter, E. J., Preston, K. R., Martin, D. G. and Garden, E. J. 1994. The effect of protein content and starch damage on the physical dough properties and breadmaking quality of Canadian durum. *Journal of Cereal Science*, **20**, 139-151.

- Donnelly, B. J. 1980. Effect of sprout damage on durum wheat quality. *Macaroni Journal*, **62**, 8-10.
- Eliasson, A. C. and Larsson, K. 1993. *Cereals in breadmaking: A molecular colloidal approach*. Marcel Dekker,
- Every, D., Simmons, L., Sutton, K. H. and Ross, M. 1999. Studies on the Mechanism of the Ascorbic Acid Improver Effect on Bread using Flour Fractionation and Reconstitution Methods. *Journal of Cereal Science*, **30**, 147–158.
- Feillet, P. 1980. Wheat proteins. Evaluation and measurements of wheat quality. In: Inglett, G.E. and Munck, L. *Cereals for Foods and Beverages*. Academic Press, New York, USA. 183.
- Fido, R. J., Bekes, F., Gras, P. W. and Tatham, A. S. 1997. Effects of a-, B-, Y- and w-gliadins on the dough mixing properties of wheat flour. *Journal of Cereal Science*, **26**, 271-277.
- Finney, P. L. 1985. Effect of wheat variety on the relationship between Falling Number and alpha-amylase activity. *Cereal Chemistry*, **62**, 258-262.
- Grefeuille, V., Abecassis, J., Barouh, N., Villeneuve, P., Mabilie, F., Bar L'Helgouac'h, C. and Lullien-Pellerin, V. 2007. Analysis of the milling reduction of bread wheat farina: Physical and biochemical characterisation. *Journal of Cereal Science*, **45**, 97-105.

- Gupta, R. B., Masci, S., Lafiandra, D., Bariana, H. S. and MacRitchie, F. 1996. Accumulation of protein subunits and their polymers in developing grains of hexaploid wheats. *Journal of Experimental Botany*, **47**, 1377-1385.
- Henry, R. J., Martin, D. G. and Balkeney, A. B. 1987. Reduction of alpha-amylase content of sprouted wheat by pearling and milling. *Journal of Cereal Science*, **5**, 155-166.
- Horvat, D., Drezner, G., Magdic, D., Simic, G., Dvojkovic, K. and Lukinac, J. 2009. Effect of an oxidizing improver on dough rheological properties and bread crumb structure in winter wheat cultivars (*triticum aestivum* L.) with different gluten strength. *Romanian Agricultural Research*, **26**, 35-40.
- Hruskova, M. and Novotna, D. 2003. Effect of ascorbic acid on the rheological properties of wheat fermented dough. *Czech Journal of Food Sciences*, **21**, 137-144.
- Hruskova, M., Svec, I. and Kucerovala, I. 2003. Effect of malt flour addition on the rheological properties of wheat fermented dough *Czech Journal of Food Sciences*, **21**, 210-218
- Irvine, G. N., Bradley, J. W. and Martin, G. C. 1961. A farinograph technique for macaroni doughs. *Cereal Chemistry*, **38**, 153-164.

- Johansson, E., Henriksson, P., Svensson, G. and Heneen, W. Y. 1993. Detection, chromosomal location and evaluation of the functional value of a novel high Mr glutenin subunit found in Swedish wheats. *Journal of Cereal Science*, **17**, 237-245.
- Kasarda, D. D. 1989. Glutenin structure in relation to wheat quality. In: Pomeranz Y., *Wheat is Unique*. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, pp. 277–302.
- Khatkar, B. S. and Schofield, J. D. 1997. Molecular and physico-chemical basis of breadmaking-properties of wheat gluten proteins: A critical appraisal. *Journal of Food Science and Technology*, **34**, 85-102.
- Koehler, P. 2003a. Concentrations of low and high molecular weight thiols in wheat dough as affected by different concentrations of ascorbic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**, 4948-4953.
- Koehler, P. 2003b. Effect of ascorbic acid in dough: Reaction of oxidized glutathione with reactive thiol groups of wheat glutelin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**, 4954-4959.
- Kuktaite, R., Johansson, E. and Juodeikiene, G. 2000. Composition and concentration of proteins in Lithuanian wheat cultivars: Relationships with bread-making quality. *Cereal Research Communication*, **28**, 195-202.

- Kuktaite, R., Larsson, H. and Johansson, E. 2004. Variation in protein composition of wheat flour and its relationship to dough mixing behaviour. *Journal of Cereal Science*, **40**, 31-39.
- Lagrain, B., Brijs, K. and Delcour, J. A. 2006. Impact of redox agents on the physico-chemistry of wheat gluten proteins during hydrothermal treatment. *Journal of Cereal Science*, **44**, 49-53.
- Lasztity, R. 1996. *The Chemistry of Cereal Proteins*. CRC Press, Boca Raton.
- Li, J., Hou, G. G., Chen, Z. and Gehring, K. 2013. Effects of endoxylanases, vital wheat gluten, and gum Arabic on the rheological properties, water mobility, and baking quality of whole-wheat saltine cracker dough. *Journal of Cereal Science*, **58**, 437–445.
- Lindsay, M. P. and Skeritt, J. H. 2000. Immunocytochemical location of gluten proteins uncovers structural organization of glutenin macropolymer. *Cereal Chemistry*, **77**, 360-369.
- MacMasters, M. M., Hinton, J. J. C. and Bradbury, D. 1971. Microscopic structure and composition of wheat kernel. In: Pomeranz, Y. *Wheat chemistry and technology*. St. Paul, AACC, MN, USA. 51-113.
- MacRitchie, F., Kasarda, D. D. and Kuzmicky, D. D. 1991. Characterisation of wheat protein fractions differing in contributions to breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, **68**, 122-130.

- Manley, D. 2000. *Wheat flour and vital wheat gluten*. Woodhead Publishing, Stamford. 81-103 pp.
- Matsuo, R. R. and Irvine, G. N. 1970. Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti. *Cereal Chemistry*, **47**, 173-180.
- Mikhaylenko, G. G., Czuchajowska, Z., Baik, B. K. and Kidwell, K. K. 2000. Environmental influences on flour composition, dough rheology, and baking quality of spring wheat. *Cereal Chemistry*, **77**, 507-511.
- Morita, N. K., Nakata, Z. H. and Toyosawa, L. 1996. Effect of α -glucosyl rutin as improvers for wheat dough and breadmaking. *Cereal Chemistry*, **73**, 99-104.
- Msagati, T. A. 2013. *Chemistry of Food Additives and Preservatives*. Wiley-Blackwell, UK. 148-154 pp.
- Nechita, V., Niculita, I., Arghire, C. and Izella, I. G. 2009. Strong flour improvement using malt flour *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* **15**, 242-244.
- Pomeranz, Y. and Williams, P. C. 1990. Wheat hardness: Its genetic, structure and biochemical background, measurement and significance. In: Pomeranz, Y. *Advances in Cereal Science and Technology*. AACC, St. Paul, Minnesota, USA. 471-557.

- Potus, J., Poiffait, A. and Drapron, R. 1994. Influence of dough-making conditions on the concentration of individualsugars and their utilization fermentation. *Cereal Chemistry*, **71**, 505-508.
- Qarooni, J., Posner, E. S. and Ponte Jr, J. G. 1993. Production of Pita Bread with Hard White and Other U.S. Wheats. *LWT - Food Science and Technology*, **26**, 93-99.
- Samaan, J. 2007. *Characterisation of grain quality of Syrian durum wheat genotypes affecting milling performance and end-use quality*. PhD Thesis, School of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Plymouth, UK.
- Sapirstein, H. D., David, P., Preston, K. R. and Dexter, E. J. 2007. Durum wheat breadmaking quality: Effects of gluten strength, protein composition, semolina particle size and fermentation time. *Journal of Cereal Science*, **45**, 150-161.
- Sapirstein, H. D. and Fu, B. X. 1998. Intercultivar variation in the quantity of monomeric proteins, soluble and insoluble glutenin, and residue protein in wheat flour and relationships to breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, **75**, 500-507.
- Schropp, P. and Wieser, H. 1996. Effects of high molecular weight subunits of glutenin on the rheological properties of wheat gluten. *Cereal Chemistry*, **73**, 410-413.

- Shewry, P. R. and Tatham, A. S. 2000. *Wheat Gluten*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Shewry, P. R., Tatham, A. S. and Halford, V. G. 1999. Seed Proteins. In: Shewry, P.R. Kluwer Academic & Publishers, Dordrecht.
- Shoaib, A. and Arabi, M. I. E. 2006. Genetic diversity among Syrian cultivated and landraces wheat revealed by AFLP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **53**, 901-906.
- Sissons, M. J., Egan, N. E. and Gianibelli, M. C. 2005. New insights into the role of gluten on durum pasta quality using reconstitution method. *Cereal Chemistry*, **82**, 601-608.
- Sissons, M. J., Osborne, B. G., Hare, R., A., Sissons, S. A. and Jackson, R. 2000. Application of the single-kernel characterization system to durum wheat testing and quality prediction. *Cereal Chemistry*, **77**, 4-10.
- Smith, J. 1991. *Flour improvers and raising agents*. Springer Science+Business Media, New York. 242-256 pp.
- Sosulski, F. W., Paul, E. A. and Hutcheon, W. L. 1963. The influence of soil moisture, nitrogen fertilization, and temperature on quality and amino acid composition of Thatcher wheat. *Canadian Journal of Soil Science*, **43**, 219-228.

- Stoenescu, G. and Ionescu, V. S. 2011. Rheological properties of the wheat flour supplemented with different additives. *Food Technology*, **35**, 54-62.
- Tatham, A. S., Shewry, P. R. and Belton, P. S. 1990. Structural studies of cereal prolamins, including wheat gluten. **1**,
- Tipples, K. H. and Kilborn, R. H. 1974. Baking strength index and the relation of protein content to loaf volume. *Canadian Journal of Plant Science*, **54**, 231-234.
- Troccoli, A., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C. and Di Fanzo, N. 2000. Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*, **32**, 99-113.
- Veraverbeke, W. S. and Delcour, J. A. 2002. Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **42**, 179.
- Walsh, D. E. and Gilles, K. A. 1971. The influence of protein composition on spaghetti quality. *Cereal Chemistry*, **48**, 544-554.
- Weegels, P. L., Hamer, R. J. and Schofield, J. D. 1996. Critical review. Functional properties of wheat glutenin. *Journal of Cereal Science*, **23**, 1-18.

Williams, P. 1997. *Variety development and quality control of wheat in Canada*.
International Japanese Conference on Near-Infrared Reflectance,CGC.
<http://www.grainscanada.gc.ca/Cdngrain/VarietyDev/variety1-e.htm>.