



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم الأغذية

تحسين الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية لدقيق القمح الطري

المصاب بحشرة السونة بإضافة حمض الأسكوربيك

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
(علوم الأغذية)

إعداد المهندس

عمار عبدالرزاق المرعي الحسن

المشرف المشارك

د. محمد الدعيمس

باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية
وزارة الزراعة

المشرف العلمي

د. جهاد سمعان

أستاذ مساعد - قسم علوم الأغذية
كلية الزراعة - جامعة دمشق

2023 م

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه عمار المرعي الحسن

أصرح بعلمي الكامل وقبولي:

1. أن كل ما ينتج عن البحث والرسالة هو ملكية فكرية ومالية شريكة فيه جامعة دمشق، وإنني ألتزم بأخذ

موافقة الجامعة في حال رغبتني بنشر البحث أو الرسالة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار

الجامعة (من دور نشر أو مكنتبات أو مواقع إلكترونية وغيرها من وسائل النشر).

2. أنه لا يوجد أي جزء من هذه الرسالة أقتبس من عمل علمي آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى

في جامعة دمشق أو أية جامعة أو معهد تعليمي داخل الجمهورية العربية السورية أو خارجها.

عمار عبدالرزاق المرعي الحسن

فهرس المحتويات

ii	تصريح خطي
I	فهرس المحتويات
IV	قائمة الجداول
VI	قائمة الأشكال
VII.....	الملخص
1	المقدمة INTRODUCTION:
3.....	تساؤلات البحث
3.....	فرضيات البحث
4.....	مشكلات البحث
4.....	مبررات البحث
5.....	أهداف البحث
8	1- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:
8.....	1-1- لمحة عن القمح:
10	1-2- التركيب الفيزيوكيميائي للقمح:
11	1-3- دقيق القمح:
12	1-4- المواد المضافة إلى دقيق القمح:
16	1-5- آفات القمح:

17	1-5-1- البق الدقيقي:
18	2-5-1- دبابير الحنطة المنشارية:
19	3-5-1- دودة الزرع:
20	4-5-1- المن:
21	5-5-1- حشرة السونة:
26	6-1- محاولات تحسين دقيق القمح المصاب بحشرة السونة:
29	2- مواد البحث وطرائقه MATERIALS AND METHODS:
29	1-2- مواد البحث:
30	2-2- الاختبارات الفيزيائية للحبوب:
30	1-2-2- اختبار الوزن النوعي:
30	2-2-2- وزن الألف حبة:
30	3-2-2- درجة البلورية:
31	3-2- الاختبارات الفيزيوكيميائية للدقيق:
31	1-3-2- النسبة المئوية للرطوبة:
31	2-3-2- النسبة المئوية للرماد:
31	3-3-2- النسبة المئوية للبروتين:
32	4-3-2- درجة لون الدقيق:
32	5-3-2- كمية الغلوتين ونوعيته:
33	4-2- الاختبارات الريولوجية للدقيق:
33	1-4-2- اختبار الفارينوغراف:

34	2-4-2- اختبار الاكستنسوغراف:.....
34	2-5- التحليل الإحصائي:.....
37	3- النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION:.....
37	3-1- الخصائص الفيزيائية لحبوب القمح:.....
38	3-2- الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق عالي الجودة (دقيق الزيرو) الناتج عن عينات القمح المدروسة: .
44	3-3- الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق القياسي (الدقيق الموحد) الناتج عن عينات القمح المدروسة:
48	3-4- خصائص الفارينوغراف للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة:.....
54	3-5- خصائص الاكستنسوغراف للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة:.....
58	3-6- توزيع التباين لتأثير العوامل المدروسة في خصائص الدقيق:
60	3-7- تحديد العلاقة الرياضية بين نسبة الإصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف:
63	4- الاستنتاجات CONCLUSIONS:.....
65	5- المقترحات والتوصيات RECOMMENDATIONS:.....
67	6- المراجع العلمية REFERENCES:.....
67	6-1- المراجع العربية:
68	6-2- المراجع الأجنبية:
78	Abstract

قائمة الجداول

- الجدول-1. أهم الدول المنتجة للقمح للعام 2020. 9
- الجدول-2. الخصائص الفيزيائية لحبوب عينات القمح المدروسة. 38
- الجدول-3. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح السليمة (0% الحبوب المصابة بالسونة) والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 41
- الجدول-4. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 2% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 41
- الجدول-5. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 4% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 42
- الجدول-6. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 6% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 42
- الجدول-7. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 8% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 43
- الجدول-8. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 10% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 43
- الجدول-9. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح السليمة (0% الحبوب المصابة بالسونة) والمدعمة بحمض الأسكوربيك. 45

- الجدول-10. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 2% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.45
- الجدول-11. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 4% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.46
- الجدول-12. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 6% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.46
- الجدول-13. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 8% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.47
- الجدول-14. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 10% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.47
- الجدول-15. امتصاصية الماء (%) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.50
- الجدول-16. امتصاصية الماء (%) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.50
- الجدول-17. زمن تطور العجينة (دقيقة) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.51
- الجدول-18. زمن تطور العجينة (دقيقة) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.51
- الجدول-19. زمن ثباتية العجينة (دقيقة) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.52
- الجدول-20. زمن ثباتية العجينة (دقيقة) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.52
- الجدول-21. درجة ضعف العجينة (BU) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.53
- الجدول-22. درجة ضعف العجينة (BU) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.53

قائمة الأشكال

- الشكل-1. حشرة البق الدقيقي..... 17
- الشكل-2. حشرة *Cephus pygmaeus* 18
- الشكل-3. حشرة *Diuraphis noxia* 21
- الشكل-4. حشرة السونة..... 22
- الشكل-5. المقاومة العظمى للشد (BU) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة..... 55
- الشكل-6. المقاومة العظمى للشد (BU) لدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة..... 56
- الشكل-7. مرونة العجينة (مم) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة..... 56
- الشكل-8. مرونة العجينة (مم) لدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة..... 57
- الشكل-9. مطاطية العجينة لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة..... 57
- الشكل-10. مطاطية العجينة لدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة..... 58
- الشكل-11. توزع التباين لتأثير العوامل المدروسة في خصائص الدقيق..... 59
- الشكل-12. العلاقة بين نسبة الإصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف..... 61

الملخص

أُجري هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ومخبر الحبوب المركزي، وزارة التجارة الداخلية وحماية المستهلك، بهدف دراسة تأثير درجة إصابة حبوب القمح الطري بحشرة السونة (كنسبة مئوية) في الخصائص الفيزيائية للحبوب والخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية للدقيق عالي الجودة والدقيق القياسي الناتج عن هذه الحبوب، والعمل على تحسين خصائص الجودة للدقيق بإضافة نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك.

بينت نتائج اختبار الخصائص الفيزيائية لحبوب القمح المصابة بنسب مختلفة من حشرة السونة انخفاض قيم الوزن النوعي ووزن الألف حبة بشكل حاد نتيجة لزيادة ضرر درجة الإصابة الناجم عن حشرة السونة. من جهة أخرى، أظهرت نتائج تقييم المؤشرات الفيزيوكيميائية لنوعي الدقيق الناتج عن عينات القمح المصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة تدني هذه المؤشرات مع ارتفاع نسبة الحبوب المصابة بالسونة. إضافة إلى ذلك، أثرت الإصابة بحشرة السونة تأثيراً كبيراً في جميع قيم الفارينوغراف والاكستينوغراف المدروسة، فقد تدهورت خصائص الدقيق بوضوح مع زيادة النسبة المئوية للحبوب المصابة في كتلة القمح، إذ انخفضت امتصاصية الدقيق للماء، وزمن تطور العجينة، وزمن ثباتية العجينة، والمقاومة العظمى للشد ومطاطية العجينة، في حين ازدادت درجة ضعف العجينة ومرونتها، ومن ثم أشارت النتائج في هذا البحث إلى أن إصابة حبوب القمح بحشرة السونة من شأنه أن يخفض من قوة الدقيق ويصبح غير صالح للطحن والعمليات التصنيعية اللاحقة، إذ إن أكثر من (50%) من التغيرات في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية كانت تعود إلى نسبة الإصابة بحشرة السونة. من جهة أخرى، أدت إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق الناتج عن طحن عينات حبوب القمح المدروسة والمصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة إلى تحسن في الخصائص النوعية للبروتينات، كما ترافق ذلك أيضاً بتحسن في خصائص الدقيق الريولوجية، لكن تبقى غير كافية عند نسب الإصابة العالية وتحتاج إلى معاملات إضافية. وأشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن اختبار دليل الغلوتين والفارينوغراف والاكستينوغراف يمكن أن تكون وسائل مفيدة للغاية للكشف عن القمح التالف بوساطة حشرة السونة. عموماً، يمكن ربط نسبة إصابة حبوب القمح بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف بعلاقة رياضية من الدرجة الثانية، وقد تبين من خلالها أن نسبة حمض الأسكوربيك المضاف تزداد مع زيادة نسبة الإصابة بحشرة السونة حتى مستوى 250 ppm حمض الأسكوربيك عند نسبة إصابة 5% بحشرة السونة، إذ عند مستوى الإصابة هذا يمكن لكمية حمض الأسكوربيك المضافة أن تحسن من خصائص الدقيق لتصبح مشابهة إلى حد ما لخصائص الدقيق الناتج عن حبوب قمح سليمة، وفي حالة ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة أكثر من 6% تصبح إضافة حمض

الأسكوربيك غير مجدية في تحسين خصائص الدقيق حتى لو رُفعت نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm.

الكلمات المفتاحية: دقيق الزيرو عالي الجودة، الدقيق القياسي الموحد، حشرة السونة، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص الريولوجية، حمض الأسكوربيك.

المقدمة :INTRODUCTION

تسبب هجوم الحشرات (Heteropterous) قبل الحصاد عام 1991 في شرق أوروبا وشمال إفريقيا ودول الشرق الأوسط ونيوزيلندا بزيادة في نشاط أنزيم البروتياز في دقيق القمح المصاب، إذ تقوم الحشرات (Eurygaster spp، Aelia spp و Nysius huttoni) بحقن إفرازاتها اللعابية المحتوية على أنزيم البروتياز داخل حبوب القمح في السنابل الناضجة. مايزيد من صعوبة الأمر تماثل الخصائص الفيزيائية لحبوب القمح التالفة (الشكل والحجم وما إلى ذلك) مع حبوب القمح العادية باستثناء علامة ثقب مميزة محاطة بمنطقة شاحبة، لذلك لا يمكن فصل الحبوب التالفة في أثناء عمليات الغرلة قبل الطحن ويبقى البروتياز في الدقيق. يحطم البروتياز بنية الغلوتين في أثناء العجن والتخمير وهذا يؤدي إلى ضعف الخصائص الريولوجية بسبب ضعف قوة الغلوتين وتدني خصائص الخبز، إذ ينخفض الحجم ويصبح سطح القشرة خشناً وحواف الرغيف حادة والقوام غير مرضٍ.

بينت دراسات مختلفة في الأدبيات حول النسبة المئوية للحبوب التالفة في القمح اللازمة للتأثير بشكل خطير في المنتج وجودة الخبز، وأبلغ باحثون مختلفون عن نسب ضرر مختلفة جداً لآفة السونة (SPDR) في حدود 0.3 إلى 10%، وهذا يؤدي إلى تدمير الجودة التكنولوجية (صناعة الخبز والمعكرونة) للقمح. يمكن تفسير هذه الاختلافات بين الدراسات من خلال أنواع الحشرات المختلفة التي وُجد أنها تصيب أصناف القمح، ودرجة الإصابة بالحشرات، والظروف الجوية، وتوافر المياه، ومدة نمو المحصول، ومرحلة حدوث تلف الحشرات وخصائص صنف القمح. هذا الموضوع، جرى توثيقه جيداً وذكر أنه مع زيادة نسبة الحبوب التالفة في كتلة القمح تنخفض خصائص جودة القمح. يمكن إثبات تدهور جودة دقيق القمح المتضرر من الإصابة بحشرة السونة من خلال التحليل الفيزيائي والكيميائي والتكنولوجي والريولوجي، ومع ذلك، فإن

تطبيق تجارب صنع الخبز باستخدام طريقة قياسية وتحديد خصائص الخبز الذي تم الحصول عليه هي أفضل طريقة.

بما أن تأثيرات بروتياز الحشرات في بروتينات الغلوتين وخصائص الخبز قد وثقت جيداً، فإنه تم ابتكار العديد من المعالجات لمقاومة تأثير أنزيم الحشرات في القمح وحالياً الطريقة الأكثر استخداماً لتقليل الخسائر هي فصل الحبوب التالفة عن الحبوب السليمة. إن إدخال الروابط المتقاطعة وروابط -S-S- الجديدة هي طرائق مستخدمة على نطاق واسع لتثبيت البروتينات، نظراً لأن فقدان وظيفة البروتين يرتبط ارتباطاً وثيقاً بفقدان الاستقرار الديناميكي الحراري. ومن ثم ، يمكن أن يكون تكوين الروابط المتقاطعة بين بروتينات القمح في دقيق القمح المتضرر من الحشرات طريقة لاستعادة نقاط القوة في شبكة الغلوتين، وذلك، من خلال استخدام حمض ديهيدروسكوربيك المشتق من حمض الأسكوربيك بخصائص مؤكسدة، وأكسدة مجموعات الثيول لثاني روابط الكبريتيد، وتقوية شبكة الغلوتين، وتحسين مرونة العجين وجودة الخبز.

دُرس في هذا البحث تأثير إضافة حمض الأسكوربيك بنسب مختلفة في الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية للدقيق الناتج عن حبوب قمح مصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة، وقد تناول كلاً من الفصول الآتية:

تضمن **الفصل الأول** الدراسات المرجعية المتعلقة بالتركيب الفيزيوكيميائي لدقيق القمح، والآفات التي تصيب القمح، إضافة إلى الآليات المستخدمة في الحد من تأثير الحبوب المصابة في خصائص الدقيق.

وفي **الفصل الثاني** ذكرت مواد البحث وطرائقه من حيث مكان تنفيذ البحث وطريقة تحضير خلطات الحبوب، كما ذكر أهم المؤشرات المدروسة التي تضمنت الاختبارات الفيزيوكيميائية للدقيق (النسبة المئوية للرطوبة، النسبة المئوية للرماد، النسبة المئوية للبروتين، كمية الغلوتين ونوعيته ودرجة لون الدقيق) والاختبارات الريولوجية للدقيق (اختبار الفارينوغراف والاكستينوغراف)، كما بين هذا الفصل نوع التحليل الإحصائي المستخدم.

بيّن **الفصل الثالث** النتائج والمناقشة التي حُصل عليها لتأثير إضافة حمض السكوربيك في الخصائص

الفيزيوكيميائية والريولوجية لنوعين من الدقيق المنتج محلياً.

أوضح **الفصل الرابع** أهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلنا إليها في هذه الدراسة من حيث آلية تأثير

حمض الأسكوربيك، والنسبة المثلى الواجب إضافتها بما يتناسب مع نسبة الإصابة بحشرة السونة.

ذكر في **الفصل الخامس** المراجع التي استخدمت في البحث.

تساؤلات البحث

1. هل ستؤدي إضافة حمض الأسكوربيك إلى تحسين الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية لدقيق القمح

الطري المصاب بحشرة السونة.

2. ماهي النسبة المئوية الحرجة لحبوب القمح المصابة بحشرة السونة بالمقارنة مع عينات من الحبوب

نفسها خالية تماماً من الإصابة.

3. ماهي أفضل نسبة مضافة من حمض الأسكوربيك إلى دقيق القمح لتحسين الخواص التكنولوجية

والريولوجية للحبوب المصابة.

فرضيات البحث

يُعد القمح الطري المصدر الرئيسي للدقيق المستخدم في صناعة الخبز والذي هو الغذاء الأساسي لمعظم

شعوب العالم، كما أنه أيضاً من المحاصيل الاستراتيجية في الجمهورية العربية السورية، لكن نتيجة إصابة

هذا المحصول بحشرة السونة التي تؤدي إلى تدني المواصفات التكنولوجية للقمح ومن ثم كمية الدقيق

المستخرج منه ونوعيته، وهذا يؤدي إلى تدهور مواصفات الرغيف الناتج وقيّمته الغذائية، وكذلك تسبب تدني

الإنتاجية بشكل كبير إذ قد تصل الخسارة إلى 90% من المحصول في ظروف الإصابة الشديدة، وهذه

الإصابة تؤدي إلى نقص في كمية القمح المنتجة في القطر، وهذا يؤدي إلى استيراد هذا المحصول في ظل

ظروف أزمة غذائية عالمية خانقة وارتفاع في أسعار القمح عالمياً. ونتيجة لذلك تفترض الدراسة أن إضافة حمض الأسكوربيك تؤدي إلى تحسين جودة المنتجات الناتجة ونوعيتها من القمح المصاب بحشرة السونة والتي منها الدقيق المستخدم في صناعة رغيف الخبز وهذا يؤدي إلى تحسين جودة الخبز الناتج، ومنه الاستفادة من القمح المصاب بالسونة الذي يخفف بدوره من أعباء الاستيراد.

مشكلات البحث

تتمثل مشكلة البحث بتدهور الخصائص الريولوجية والفيزيوكيميائية لدقيق القمح المصاب بحشرة السونة، إذ سببت حشرة السونة أضراراً اقتصادية على محاصيل الحبوب في الجمهورية العربية السورية وخصوصاً على محصول القمح، إذ تنتشر في المناطق الشمالية والشرقية من الجمهورية العربية السورية، وقد لوحظ انتشارها انتشاراً كبيراً في موسم 2017، وازدادت الإصابة بحشرة السونة لتصبح آفة زراعية، إذ تراوحت درجة الإصابة بين 3-10% لمتوسط موسم عام 2017، وتدنت نوعية حبوب القمح المسلمة إلى المؤسسة العامة لتجارة وتصنيع الحبوب إلى الدرجة الرابعة بحسب جدول المقاييس الرسمية المعتمد بالقرار رقم 939/ تاريخ 2017/04/26، كما تدنت القيمة السعرية لهذه الحبوب المصابة بحشرة السونة كثيراً ووصل إلى أكثر من 50% من السعر الأساسي للقمح في موسم 2017، وهذا سبب خسائر اقتصادية كبيرة للفلاحين.

مبررات البحث

يُعد القمح أهم غذاء أساسي على مستوى العالم، إذ يعتمد ما يصل إلى 55% من سكان العالم على هذا المحصول في 20% من استهلاك السعرات الحرارية، وينتشر المحصول في المناطق المعتدلة، وهو مصدر دخل مهم لملايين المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة والمتوسطة، إن القيمة الغذائية العالية للقمح وكمية ونوعية الغلوتين الذي يحتوي على الطاقة ويبني الأنسجة العضلية، بالإضافة إلى طول فترة التخزين، كل ذلك جعل من القمح الحبوب الأساسية لإنتاج الخبز في جميع أنحاء العالم، ويعتبر محصول القمح أهم

المحاصيل الاستراتيجية المدعومة في سورية وذلك لاستخدامه في إنتاج طحين الخبز المادة الغذائية الأساسية للسكان.

أهداف البحث

1. دراسة تأثير درجة الإصابة بحشرة السونة على حبوب القمح الطري (كنسبة مئوية) في الخصائص الفيزيائية لهذه الحبوب، بالمقارنة مع عينات من الحبوب نفسها الخالية تماماً من الإصابة (عينة الشاهد).
2. العمل على تحسين خصائص الجودة لدقيق حبوب القمح المصابة بحشرة السونة، وذلك بإضافة نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك.
3. تحديد النسبة المثلى من حمض الأسكوربيك المضاف إلى دقيق القمح المصاب لتحسين الخصائص المدروسة.
4. وضع معادلة رياضية تربط بين درجة الإصابة بحشرة السونة وكمية حمض الأسكوربيك الواجب إضافتها لتحسين خصائص الدقيق.

خطوات العمل:

نُفذ البحث بإتباع الخطوات الآتية:

1. اختيار منطقة الدراسة، وهي محافظة حماة.
2. جمع عينات حبوب من القمح الطري من مراكز استلام حبوب عدة في المحافظة.
3. تحضير عينات تجريبية بدرجات مختلفة من الإصابة بحشرة السونة (0، 2، 4، 6، 8 و10%) عن طريق المزج وزناً للحبوب السليمة مع حبوب مصابة بالسونة.

4. قياس الخصائص الفيزيائية لعينات الحبوب (الوزن النوعي، وزن الألف حبة ودرجة البلورية).
5. طحن عينات الحبوب إلى نوعين من الدقيق، دقيق عالي الجودة (دقيق زيرو) بنسبة استخراج 72%، ودقيق قياسي (دقيق موحد) بنسبة استخراج 80%.
6. إضافة حمض الأسكوربيك بنسبة (0، 100، 200 و 300 ppm) لكل عينة من عينات الدقيق السابقة.
7. قياس الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات الدقيق (الرطوبة، الرماد، البروتين، كمية الغلوتين ونوعيته، اللون ورقم السقوط) والخصائص الريولوجية (الفارينوغراف والاكستينوغراف).
8. قياس الخصائص الريولوجية لعينات الدقيق المضاف إليها حمض الأسكوربيك باستخدام تقنية الفارينوغراف والاكستينوغراف.
9. استخدام اختبار ANOVA لتحديد تأثير عملية إضافة حمض الأسكوربيك في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية.
10. استخدام اختبار (F) وتوزع التباين لتحديد تأثير كل من المتغيرات المدروسة (نوع الدقيق، درجة الإصابة بالسونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف) في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية.
11. استخدام اختبار الارتباط المتعدد PLSR لوضع معادلة رياضية تربط بين درجة الإصابة بحشرة السونة وكمية حمض الأسكوربيك المثلى الواجب إضافتها لتحسين خصائص الدقيق.

الفصل الأول

الدراسة المرجعية

Literature Review

1- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:

1-1- لمحة عن القمح:

يُعد القمح مصدر الغذاء الرئيسي لأكثر من نصف سكان العالم، وبلغ إجمالي إنتاج القمح في العالم ما يقارب 732 مليون طن عام 2016 بحسب (FAO, 2017)، ويوفر القمح في المتوسط 20% من مجموع السعرات الحرارية اللازمة لسكان العالم (FAO, 2017)، ورغم التطورات الزراعية الحديثة وتنوع محاصيل الغذاء وتغيير العادات الغذائية إلا أن ذلك لم يقلل من أهمية القمح كمحصول رئيس في التغذية في هذه المناطق، وكثفت الجهود لتحسين الإنتاج كماً ونوعاً لتأمين الغذاء للأعداد المتزايدة من السكان. ويعد محصول القمح من أهم المحاصيل الاستراتيجية في القطر العربي السوري لما يؤديه من دور هام في دعم الاقتصاد الوطني وتأمين الغذاء وتوفير القطع الأجنبي وتأمين المادة الخام لبعض الصناعات الوطنية في تحقيق شعار الاكتفاء الذاتي (سيد عيسى، 2003).

يعتبر القمح (Triticum) من أكثر المحاصيل الزراعية انتشاراً في العالم باختلاف أصنافه القاسية والطرية ونصف القاسية، وهو نبات عشبي من فصيلة النجيليات، موطنه الأصلي بلاد الشام ومصر، ثم انتقلت زراعته بعد ذلك إلى كل من إيران والهند والصين وباقي مناطق القارة الآسيوية شرقاً، وأوروبا غرباً، ومن ثم إلى باقي أنحاء العالم (الجندي، 1961)، ويبين الجدول رقم (1) أهم الدول المنتجة للقمح للعام 2020.

الجدول-1. أهم الدول المنتجة للقمح للعام 2020.

الترتيب	الدولة	الإنتاج (مليون طن)
1	الصين	125
2	الهند	86
3	الولايات المتحدة الأمريكية	61
4	روسيا	56
5	فرنسا	38
6	أوكرانيا	27.3
7	استراليا	24.2
8	كازاخستان	13.7
9	الأرجنتين	11.3

(International Grain Council, 2020)

يُعد محصول القمح من أهم محاصيل الحبوب نظراً للنمط الاستهلاكي في المنطقة العربية، إذ يأتي دقيق القمح ومنتجاته في صدارة قائمة السلع الغذائية الاستهلاكية في الوطن العربي، واحتل محصول القمح نحو (30.1%) من محاصيل الحبوب في الوطن العربي في عام 2021، وساهم حجم إنتاجه بنحو (47%) من إنتاج الحبوب في الوطن العربي لعام 2021، إذ يتركز نحو (94%) من إنتاج القمح في الوطن العربي في ست دول، تصدرها مصر في عام 2021 بإنتاج قدر بنحو (9.02) مليون طن، بمساهمة بلغت تقريباً (33.1%) من جملة إنتاج القمح في الوطن العربي، ثم المغرب بما يقارب (27.4%)، والعراق بنحو (15.4%)، والجزائر وتونس وسورية بنسب (9.8%) و(4.16%) و(3.84%) على الترتيب (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، أوضاع الأمن الغذائي العربي 2021، ص 15). كما بلغ إنتاج الوطن العربي من القمح (26125 ألف طن) في العام 2019 (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية، المجلد 40)، ويبين الجدول رقم (2) أهم الدول العربية المنتجة للقمح خلال 2019.

إن القمح القاسي (*Triticum durum*) والقمح الطري (*Triticum aestivum*) من أهم المحاصيل الحقلية والأكثر زراعة في سورية، ويعد القمح الطري (Bread wheat) المحصول الغذائي الأوسع زراعة في العالم لتمييزه بنوعية عجين جيدة وبخصائص مميزة لصناعة الخبز (Peterson *et al.*, 1998). تتأثر الخصائص التكنولوجية والريولوجية لحبوب القمح بالخصائص الوراثية للصفة والظروف البيئية والأمراض والحشرات الضارة التي تصيب الحبوب في أثناء نموها وتخزينها.

1-2- التركيب الفيزيوكيميائي للقمح:

تتألف حبة القمح مورفولوجياً من أربعة أقسام رئيسة: الغلاف الثمري، والطبقة الأليرونية، والاندوسبرم، والجنين، وتتركب حبوب القمح كيميائياً من الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات (Dexter *et al.*, 1989). تتراوح نسبة البروتينات بين (8-20%) بحسب الصنف والنوع والبيئة التي ينمو فيها النبات، وتوفر نسب النترجين ومعدل الري ودرجات الحرارة في مراحل نمو النبات (Torbica *et al.*, 2007). تتكون بروتينات القمح بشكل أساسي من أربعة أنواع، وهي الألبومين Albomin ذوابة بالماء العادي، الغلوبولين Globulin ذوابة بالماء الملحي، الغليادين Gliadins ذوابة بالكحول 70%، مسؤولة عن لزوجة العجين نسبتها (15-20%) من إجمالي بروتينات القمح (Johansson *et al.*, 2001)، تتركب من وحدات ببتيدية ترتبط مع بعضها في سلاسل فردية Monomers chain، وترتبط هذه الببتيدات مع بعضها بروابط ثنائية الكبريت في داخل السلسلة، والغلوتينين Glutenin، الذي يشكل (80-85%) من إجمالي بروتين القمح وهي بروتينات غير ذوابة بالمحاليل المائية والملحية والكحولية، وهي سلاسل ببتيدية مرتبطة مع بعضها بروابط الكبريت الثنائية لتشكل بوليمرات ذات وزن جزيئي مرتفع، وهي مسؤولة عن مقاومة العجين للشد والمطاطية (Torbica *et al.*, 2007).

يُعد النشاء المكون الرئيس في حبة القمح ويشكل تقريباً 70% من الاندوسبرم، ويوجد بنوعين (A) حبيبات كبيرة عدسية الشكل و (B) حبيبات صغيرة كروية الشكل وهما المسؤولان عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنشاء في حبة القمح، إذ تسبب زيادة نسبة النوع A تدنياً في مواصفات الحبة وضعفاً في ارتباط النشاء مع البروتينات، في حين تؤدي زيادة نسبة النوع B إلى تحسين لزوجة العجين وجودة الطبخ للمعكرونة (Edwards *et al.*, 2002)، يتكون النشاء في حبة القمح من بوليمرات أميلوز وأميلوبكتين، ونسبة الأميلوز/الأميلوبكتين عادةً 3/1، ويؤدي محتوى الأميلوز في النشاء الدقيق (22-30%) دوراً فعالاً في جلتة النشاء وإعادة تميجه عند التسخين (Sasaki *et al.*, 2002).

1-3- دقيق القمح:

ينتج دقيق القمح من طحن حبوب القمح وتهدف عملية الطحن إلى فصل السويداء (endosperm) عن باقي أجزاء الحبة (نخالة وجنين) وتنعيمها، والسويداء هي الجزء النشوي في حبة القمح الذي يحتوي على بروتينات الغليادين (gliadin) والغلوتينين (glutenin). (Sugden, 2000)، تجارياً يطحن القمح الصلب والطري إلى طحين بحجم حبيبات صغيرة (ناعم) وينسب استخلاص مختلفة تتراوح بين 72% للطحين الأبيض إلى 100% للطحين الأسمر المنتج من كامل حبة القمح. (Cornel and Hoveling, 1998) وبسبب اختلاف التركيب الكيميائي لأجزاء حبة القمح فإن التركيب الكيميائي للطحين الناتج سيختلف بحسب نسبة الاستخلاص، إن زيادة نسبة الاستخلاص تزيد من نسب البروتين والدهن والألياف وتقلل النشا (Orth and Mander, 1975).

تواجه الصناعات التي تستخدم دقيق القمح كمادة أولية هي جودته وثباتية هذه الجودة، وإن تغير خصائص الدقيق من شحنة إلى أخرى يسبب كثيراً من الخسائر والارتباك في خطوط تصنيع منتجات الدقيق، إذ يتم التغلب على التغير في مواصفات الدقيق من خلال تعديل الوصفات التي تناسب الخصائص الجديدة (Atwell, 2001).

ثباتية الدقيق ونوعيته هي أكثر ما يرغب به المستهلك في الدقيق حتى لو كان ذا خصائص سيئة (Stewart, 2003)، وإن أكثر خصائص الدقيق التي تؤخذ بالحسبان عند تداول دقيق القمح هي نسبة الرطوبة ونسبة الرماد ونسبة البروتين، ولكن هذه الخصائص لا تفي بالغرض لوصف ثباتية خصائص الدقيق، فلا بد من تحديد خصائص أخرى مثل الخصائص الريولوجية والأنزيمية (Bohni, 2013).

ثباتية خصائص الدقيق هي استقرار إنتاجيته وتزويد المستهلك بدقيق خال من العيوب ومن تغيرات مواصفاته، ومن الصعب في معظم الأحيان الحصول على دقيق خال من تغيرات مواصفاته، ولكن من خلال الانتباه الشديد للعوامل المؤثرة يمكن زيادة المحافظة على المواصفات المهمة للدقيق (Sugden, 1997).

1-4- المواد المضافة إلى الدقيق القمح:

تهدف إضافة المحسنات إلى الدقيق إلى تصحيح مواصفات الدقيق، وتحسين الصفات الريولوجية للعجين، والصفات الخبزية كزيادة حجم الخبز ونعومته وطراوته وتأخير فترة البياض. وعلى خلاف المحسنات الكيميائية فإن الأنزيمات تبدأ بتأثيرها عند إضافة الماء وإضافة إلى ذلك فإن الأنزيم يؤثر في مواد محددة معطياً مركبات معينة. وتعد الخصائص الريولوجية للعجين من أهم الخصائص التقنية المعبرة عن جودة العجين للمعاملة الميكانيكية في أثناء التصنيع وكذلك جودة المنتج النهائي. ويحتوي الدقيق على النشاء والسكريات المتعددة والبروتين الذي يشكل الشبكة الغلوتينية، والمواد الدسمة والقليل من المعادن، ويسهم أنزيم ألفا أميلاز بتفكيك النشاء إلى وحدات سكرية أصغر تعتمد عليها الأنزيمات والخميرة، ويؤثر أنزيم ألفا أميلاز في الخصائص الريولوجية لتشكيل غاز ثاني أكسيد الكربون. إن تأثير الأنزيم يتضح بزيادة امتصاص الدقيق للماء نتيجة تشكل السكريات القادرة على امتصاص الماء بشكل أكبر من النشاء (Hui, 2006).

استعملت المحسنات الكيميائية، عقوداً طويلة في صناعة الخبز لغرض توحيد صفات المنتج والتغلب على الاختلافات في صفات الطحين وظروف عمليات الخبز. وفي الوقت الحالي فإن مصانع الخبز تهتم كثيراً

بالدراسات والبحوث التي تتناول استخدام بدائل عن المركبات الكيميائية، وذلك بسبب المحاذير والمخاطر الكامنة لاستخدامها. فعلى سبيل المثال أثبتت بعض الدراسات وجود علاقة ما بين تناول برومات البوتاسيوم ومرض السرطان، فضلاً عن أن استعمال الكلورين وأوكسيده يقلل من امتصاص بعض الفيتامينات مثل B6 و A و E في منتجات القمح المدعمة بهذه الفيتامينات، وكذلك فإن إضافة مركب Azodicarbonamide تسبب تكوين مادة Semicarbazide في المنتج النهائي، وتتركز هذه المادة الناتجة في قشرة الخبز ويعتقد أن لها تأثيراً مسرطناً (Ognean, 2011). تعد المعاملة الأنزيمية لدقيق القمح بديلاً مهماً للحصول على التغيرات المطلوبة في تركيب العجينة، ومن ثم تحسين خواصها الوظيفية، وعدت هذه الأنزيمات عالمياً أنها مأمونة الاستخدام (Generally Recognized As Safe; GRAS) وهي تفقد فاعليتها في المنتج النهائي بعد عملية الخبز، ولهذا يلاحظ وجود أسماء الأنزيمات على غلاف المنتج (Label)، وتعد هذه فائدة تجارية إضافية (Wolf *et al.*, 1998).

يعود تاريخ أول استخدام للأنزيمات في عمليات الخبز إلى أكثر من قرن، وفي الوقت الحاضر هناك كثير من الأنزيمات تم أنتجت خصيصاً للاستخدام في صناعة الخبز. قد تضاف الأنزيمات لأهداف متنوعة مثل الوصول إلى تحلل جزئي للغوتين لتحسين قابلية تداول العجينة أو للحصول على سكريات قابلة للتخمر بإجراء تحلل للنشاء أو للوصول إلى حد معين من أكسدة الدهون لغرض تقوية العجينة أو تقليل تدهور اللب وتصلبه في أثناء تحلل النشاء المتهلم. كما تؤدي أنزيمات الربط التقاطعي للغوتين دوراً مهماً في عمليات تصنيع الخبز ومن خلال آليات كيميائية مختلفة (مثل أكسدة مجاميع الثايول وربط مجاميع التايروسين تقاطعياً بفعل مركبات وسطية فعالة مثل بيروكسيد الهيدروجين وتفاعل نقل مجموعة الأسيل بين وحدات الأحماض الأمينية) وهذا يؤدي إلى تحسين السلوك الوظيفي للعجينة في أثناء عملية الخبز (Gerrard, 2002)، كما يمكن لبعض الأنزيمات المؤكسدة مثل الغلوكوز أوكسيداز والبيروكسيداز توليد تأثيرات مفيدة في أثناء صناعة الخبز والتي تنعكس إيجابياً على الصفات الريولوجية للعجينة وعلى جودة المنتج النهائي. وتعمل أنزيمات البروتياز على

أجزاء بروتينية مختلفة (Protein fractions) مثل الغلوتين والغلبيادين والألبومين والغلوبيولين وبحسب تخصصها الدقيق، لذلك فهي تؤثر في خواص العجينة بطرائق مختلفة (Caballero *et al.*, 2005).

يؤدي حمض الأسكوربيك (ASA) والمركبات المرتبطة به دوراً مهماً كمحسنات في إنتاج الخبز، وصنف ASA في فئة المواد غير الخطرة وعادةً ما يكون موجوداً في تكوين الغذاء الطبيعي. مزايا استخدام حمض الأسكوربيك هي مقاومة الغليان المفرط للمعكرونة ذات البنية الضعيفة، وانخفاض فقدان المواد الصلبة، وانخفاض درجة تكتل المعكرونة. يقوي ASA بنية العجين من خلال أكسدة مجموعات SH- إلى جسور S-S، ويكون تأثيرها أكثر وضوحاً في مخطط الإكستنسوغرام والألفيوغرام من خلال زيادة مقاومة العجين وتقليل قابلية التمدد. تؤثر إضافة حمض الأسكوربيك والمركبات المرتبطة به مثل DeHydro-LASA (DHA) and 2,3-DiKeto- L-Gulonic acid (DKG في الخواص الريولوجية لعجينة الدقيق والماء في أثناء الخلط، وخاصة الصلابة، إذ أدت إضافة ASA إلى زيادة صلابة العينات (Olanca *et al.*, 2009).

يعد دقيق الترمس متعدد الاستخدامات، فهو يستخدم في منتجات الخبز، إذ يزيد من توزيع الماء في العجائن ويعمل على تحسين المقاومة في أثناء عمليات تجميد العجين وانصهار، ويعد عامل استحلاب وملوناً جيداً، وهذا يحسن من الصفات الريولوجية للعجين مثل المقاومة والظراوة. وعموماً أدت إضافة 10% من دقيق الترمس إلى تحسين القدرة على ربط القوام وتحسينه وزيادة مدة صلاحية المنتج وتحسين رائحته (Fudiyansyah *et al.*, 1995).

تستخدم المستحلبات (Emulsifiers) في الخبز لتنعيم اللبابة وذلك من خلال التوزيع المتجانس لجزيئات الدهن، كما تؤثر المستحلبات في شكل الفراغات البينية لخلايا الغاز المحتجز داخل العجينة (Pourzafar *et al.*, 2013). تقوم المستحلبات بتوزيع خلايا الغاز الناتجة في أثناء خلط العجين أو الغاز الناتج من عملية التخمير بشكل مناسب وتحافظ على تقسيم خلايا الغاز الكبيرة إلى خلايا صغيرة متجانسة في طور العجين. تستخدم المستحلبات لتقوية العجينة وذلك من خلال ربط سلاسل البروتينات مع المواد الدهنية لعمل جسور تساعد على

زيادة مطاطية العجينة، كذلك زيادة تحملها في أثناء العجن والتداول والتشكيل. توجد أنواع عديدة من المستحلبات المستخدمة في صناعة الخبز، منها ما يعمل على تنعيم اللب مثل الغلiserيدات الأحادية والثنائية، ومنها ما يعمل على تقوية العجينة مثل أسترات حمض الطرطريك ثنائي الاسيتيل للغلiserيدات الأحادية والثنائية (DATEM) أو لاكتات إسترويل الصوديوم Sodium Stearoyl Lactylate (SSL) وغيرها (Rolf and Adams, 2004).

حلت المستحضرات الأنزيمية مكان المواد المحسنة الكيميائية المستخدمة في الصناعات الغذائية، ومن هذه الصناعات تحسين الدقيق ومن ثم نوعية العجين والخبز المنتج منه، وذلك بسبب عدم سميتها وكونها تنتج من مصادر طبيعية (Dobraszczyk *et al.*, 2003). استخدم في تسعينيات القرن الماضي الجيل الأول من أنزيم الليباز، ويعمل هذا الأنزيم على حلمه ثلاثي الغلiserيد في الموقع 1 والموقع 3 ويحوّله إلى غلiserيد أحادي وحموض دسمة حرة معظمها قطبية، وتبين نتيجة دراسة تأثير الجيل الأول وهو Lipopan 50-BG من هذا المستحضر أنه زاد من قوة الشبكة الغلوتينية، ولكن الليباز عند استخدامه بنسب كبيرة أدى إلى إنتاج عجينة قاسية، وهذا أدى إلى نقصان في حجم الصمون. يعمل الجيل الثاني من الليباز على الليبيدات القطبية واللاقطبية في دقيق القمح منتجاً كمية من المركبات القطبية، مثل ليزوليسيتين lysolecithin ودي غالاكتوسيل أحادي اسيل الغلiserول (DGMD) أكثر من التي ينتجها أنزيم الجيل الأول، وتبين دراسة تأثير المستحضر Lipopan F-BG وهو من الجيل الثاني، في الليبيدات القطبية مثل الفوسفوليبيدات وغلiserيد غالاكتوسيل أن هذا الأنزيم ينتج كمية من الليبيدات القطبية أكثر من أنزيمات الجيل الأول (Spendler *et al.*, 2001).

اهتم الباحثون في شؤون التغذية مؤخراً بالمواد المضادة للأكسدة (Antioxidants) وأهمية تناولها ومدى توافرها في المواد الغذائية المختلفة. إن مضادات الأكسدة هي عبارة عن مواد تحمي خلايا جسم الإنسان من التلف الذي قد ينجم عن جزيئات تعرف بالشوارد الحرة أو الجذور الحرة (Free Radicals)، إذ من المعروف أن هذه الجذور تهاجم في الغالب المادة الوراثية، ومن نتائج هذا الهجوم زيادة معدل التطفير الخلوي كونها تسبب تلف

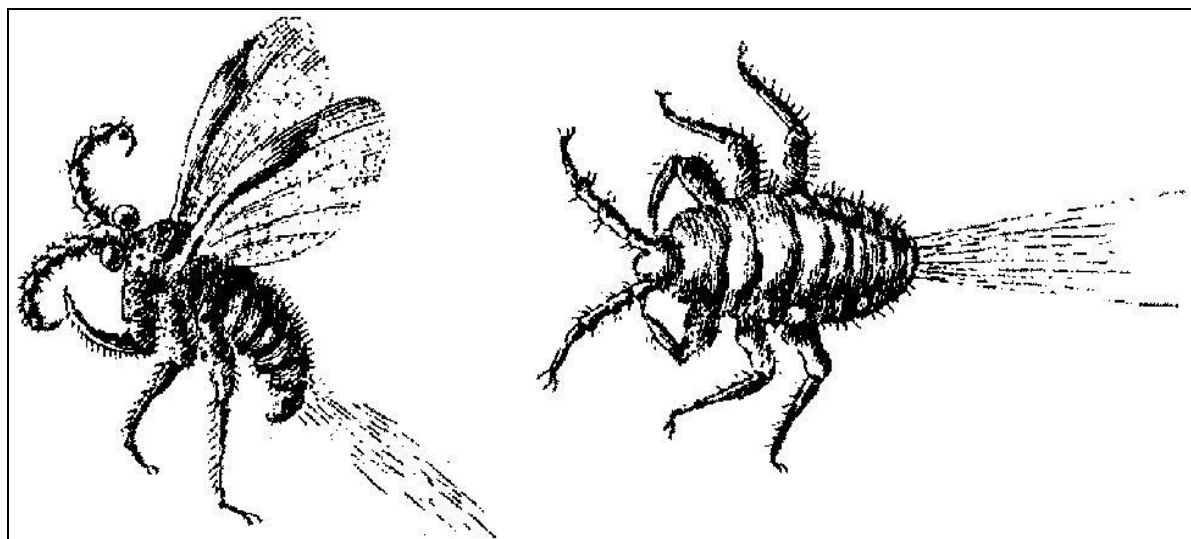
DNA، وبمرور الوقت يصبح هذا الضرر غير رجعي وهذا يؤدي إلى حدوث أمراض منها السرطان، ويزداد معدل التطفير الخلوي في الأشخاص المتقدمين في السن بنحو 6 أضعاف مقارنةً بالأطفال، وهذه الطفرات تزيد من خطورة حدوث السرطان، وفضلاً عن ذلك فإن الأغشية الخلوية والبروتينات والدهون تتعرض أيضاً للهجوم بواسطة الجذور الحرة وعلى مدى سبعين سنة من عمر الإنسان، لذلك فإن جسم الإنسان بحاجة دائمة إلى وسائل دفاع منها مضادات الأكسدة. تعمل مضادات الأكسدة على منع تكوين الأوكسجين والنيتروجين الفعالين أو منع تأثيرهما الذي يظهر داخل الجسم ويؤدي إلى الإضرار بالأحماض النووية والدهون والبروتينات، وتصنف المواد المضادة للأكسدة على أنها مواد مانحة لإلكترونات إذ يتحد هذا الإلكترون مع الجذر الحر النشط ليحوله غير حر وغير نشيط وبذلك يكسر سلسلة التفاعلات ويوقف عمليات الأكسدة. إن إزالة الجذور الحرة بواسطة مضادات الأكسدة مهمة لصحة الإنسان لأن معظم الناس يتعرضون لكميات كبيرة من الجذور الحرة التي تنتج من مصادر عدة منها استهلاك الدهون والسكريات التي تحفز أو تزيد من إنتاجها، أو تنتج نتيجة للتفاعلات الجانبية التي تحدث في الجسم نتيجة للاستعمال الاعتيادي للأوكسجين لحرق الطعام لإنتاج الطاقة، وكذلك نتيجة عوامل بيئية (التدخين أو التعرض للإشعاع)، لذلك تقوم مضادات الأكسدة الغذائية في المساعدة على إعادة التوازن، وقد وجدت الأبحاث الأولية أن مضادات الأكسدة تقي الإنسان من الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية و السرطان (قمصاني وزملاؤه، 2002).

1-5- آفات القمح:

تتأثر محاصيل الحبوب بالعديد من العوامل، كالظروف البيئية والعوامل الحيوية المختلفة، وتُعد الآفات الزراعية وبخاصة الحشرية منها من أهم العوامل الحيوية التي تتعرض لها هذه المحاصيل ومنها القمح والشعير، والتي يمكن أن تسبب أضراراً كبيرة لهذين المحصولين عند اشتداد الإصابة بها.

1-5-1- البق الدقيقي:

تُعد حشرات البق الدقيقي (الشكل 1) التابعة للجنس (*Porphyrophora*) من الحشرات الاقتصادية المهمة على محاصيل الحبوب (Vahedi *et al.*, 2007)، ومن أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس: البق الدقيقي الجذري (لألى الأرض) *P. tritici* Bod، والباق الدقيقي الورقي *P. polonica* L، وهي تتبع لفصيلة Margarodidae ورتبة Hargarodidae (Vahedi, 2002). تنتشر حشرات البق الدقيقي *spp. Porphyrophora* في العديد من مناطق زراعة القمح والشعير في العالم، وبخاصة في شمال أفريقيا وغرب ووسط آسيا (Vahedi, 2010)، وفي سورية وُجد النوع *P. tritici* في محافظات الحسكة والرقة وحلب وحماه ودمشق والسويداء، واختلفت نسب الإصابة من عام لآخر (شيخموس، 2013).



الشكل-1. حشرة البق الدقيقي.

1-5-2- دبابير الحنطة المنشارية:

تعد دبابير الحنطة المنشارية (*Hymenoptera cephidae*) من الآفات المهمة التي تصيب العديد من محاصيل الحبوب في أوروبا وأمريكا الشمالية ومنطقة البحر المتوسط (الشكل 2). سجلت ثلاثة أنواع من دبابير الحنطة المنشارية *Trachelus judaicus Konow*، *T. libanensis Andre* و *Cephus pygmaeus L* في سورية (Miller, 1991). ويعد دبور الحنطة المنشاري الأوروبي *Cephus pygmaeus L*. (Hymenoptera Cephidae) الأخطر بين الأنواع سابقة الذكر (El-Bouhssini *et al.*, 1987). تسبب هذه الحشرة إصابات شديدة في المحافظات الشمالية من سورية كإدلب وحماة وحلب (Rashwani, 1983)، وقد تراوحت نسبة الإصابة في حدود (25-61%) في الفترة 2000-2002 (غنوم، 2004).



الشكل-2. حشرة *Cephus pygmaeus*.

1-5-3 دودة الزرع:

تتبع دودة الزرع (*Syringopais temperatella* L) رتبة حرشفية الأجنحة (Lepidoptera) وعائلة Scythrididae (Jemsi *et al.*, 2002)، وتنتشر الحشرة في كل من سورية ولبنان وتركيا والعراق والأردن وإيران وقبرص (Daamen *et al.*, 1989). وتعد دودة الزرع إحدى الآفات الحشرية المهمة التي تصيب القمح والشعير في محافظة الحسكة في السنوات الأخيرة، ففي عام 2006 حدث فوران لحشرة دودة الزرع في الجزء الشمالي الشرقي من سورية مسببةً ضرراً شديداً للقمح (ICARDA Annual Report, 2006). الطور الضار للحشرة هو الطور اليرقي داخل أنسجة أوراق النبات إذ تتغذى على الطبقة البرانشيمية فلا تبقى سوى البشريتين العليا والسفلى التي يمكن ملاحظة اليرقة وفضلاتها من خلالهما (عثمان وآخرون، 2007). وتعد صانعة الأنفاق (*S. temperatella*) من الآفات المهمة التي تصيب محاصيل الحبوب خاصة القمح والشعير في بعض البلدان مثل قبرص وتركيا وإيران وباكستان وسورية ومصر وغيرها من بلدان البحر المتوسط، كما تنتشر الآفة في العراق وقد تسبب خسارة بالحاصل تصل إلى 20% عندما تزداد نسبة الإصابة إلى أكثر من 50% (Parker *et al.*, 2001). وعادةً تكون الإصابة ثابتة لكل سنة لأن للحشرة جيلاً واحداً وأن مصدر الإصابة واحد (Miller, 1991). ينتج الضرر عن تغذية اليرقات داخلياً على النسيج تحت سطح الورقة وتبدأ التغذية من قمة الورقة وتبدو الإصابة على هيئة شقوق أو أنفاق متوازية شفافة اللون تزداد مع زيادة حجم الورقة وزيادة عدد اليرقات فيها، وقد تغطي الأنفاق معظم سطح الورقة وتؤدي إلى إصفرارها وجفافها ومن ثم ضعف النبات وقلة الإنتاج. يمكن أن تؤدي الإصابة إلى موت النبات عندما تتزامن مع فترة جفاف (Miller, 1991). تشير الدراسات إلى أن الظروف المناسبة لانتشار هذه الآفة أن يكون الخريف والشتاء ممطرين يتبعهما ربيع جاف نسبياً، إذ لوحظ أن البيض واليرقات التي توجد بكبسولات داخل حبيبات التربة تكون متحملة للجفاف

وحساسية للرطوبة المرتفعة وبذلك تستطيع البقاء وإعادة الإصابة في الموسم اللاحق إذا توفر لها الظروف المناسب (Miller, 1991).

1-5-4- المن:

تعد حشرة المن (الشكل 3) من الآفات المهمة اقتصادياً على محصول القمح في معظم مناطق زراعته في العالم (Dixon, 2008). وقد عرفت خمسة أنواع من حشرات المن على مستوى العالم آفات رئيسة تصيب محصول القمح، من الذرة *R. maids* (Fitch)، المن الروسي *Diuraphis noxia* (Mordw)، المن الإنكليزي *Sitobion avenae* (Fab.) (Hein et al., 1996). ينتج الضرر من خلال تغذي وامتصاص حوريات وبالغات هذه الأنواع مباشرة على محتوى النسيج النباتي للسيقان والأوراق والسنابل والجذور (Reidell et al., 1995)، كما أن لبعض هذه الأنواع في لعابها أنزيمات ذات فاعلية في إيقاف عمل جدار الخلية أو تثبيط مسببة اصفرار النبات وموته (Al-Mousawi et al., 1983).

تسبب الحشرات فقداً في الوزن ناتجاً عن نشاطها على المدخرات الأساسية للحبة وتخريبها للاندوسبرم، وتسبب انخفاضاً بالجودة إذ تتحول الحبوب المصابة إلى شوائب، وتسبب ارتفاعاً بدرجة الحرارة والرطوبة نتيجة لتنفسها ونشاطها داخل مكان التخزين، وعندما ترتفع الحرارة داخل البؤرة الساخنة لأكثر من 40 °م، تغادر الحشرات هذه البؤرة لارتفاع حرارتها، ومن ثم تعمل على نقل البؤرة الساخنة إلى مكان آخر، ومن ثم يحدث تكثيف لبخار الماء على سطح الحبوب داخل المخزن وتنتشر الإصابة (Freeman, 1980).



الشكل-3. حشرة *Diuraphis noxia*.

1-5-5 - حشرة السونة:

تتبع حشرة السونة (*Eurygaster integriceps*) عائلة البق النتن (Pentatomidae) ورتبة نصفية الأجنحة (Hemiptera) (الشكل 4)، وهي تنتشر في بلدان أوروبا الجنوبية وفي بعض بلدان حوض البحر المتوسط. تضع حشرة السونة بيضها في أواخر شهر آذار وتستمر حتى نهاية شهر نيسان، ويوضع البيض على شكل مجموعات تتكون من (8-15 بيضة). يوضع البيض على السطح السفلي لأوراق النباتات البرية، ويبلغ متوسط ما تضعه الأنثى الواحدة (150-180 بيضة)، يفقس البيض في أثناء (7-10 أيام) عن حوريات تتغذى على النباتات البرية أولاً، ثم تنتقل إلى نباتات القمح والشعير، وعند اكتمال نموها تتحول إلى حشرة بالغة تتغذى على سنابل النباتات وقت الضحى من النهار، ثم تتزاوج وتضع بيضها وتنتقل من نبات إلى آخر. تُعد حشرة السونة من أخطر الحشرات على محصول القمح في مرحلة النمو الخضري للنبات، لأنها تسبب تدنياً بالمواسفات التكنولوجية للحبوب بحسب شدة الإصابة عليها، وكذلك تسبب تدنياً بالإنتاج بشكل كبير، وتصل الخسارة في

ظروف الإصابة الشديدة إلى 90% من المحصول. تختلف شدة إصابة الحبوب بحسب طور النمو الذي تكون فيه الحبوب، وأخطر هذه المراحل الطور اللبني، إذ قسمت شدة إصابة حبوب القمح الكاملة بحشرة السونة إلى أربع درجات بدءاً من الإصابة التي لا تزيد عن حجم رأس الدبوس على الحبة إلى درجة الحبة التالفة تماماً التي أصبحت عديمة النفع (TAGEM, 1997).

الشكل-4. حشرة السونة.



تؤثر الإصابة بحشرة السونة في تكون النشاء في حبة القمح وخواصه الفيزيائية بعد الطحن، وتأثير شدة الإصابة بحشرة السونة (*Eurygaster spp* and *Aelia spp*) في حبة القمح باختلاف مراحل نمو الحبة، ولابد من فهم آلية عمل هذه الحشرة، فهي تقوم بإدخال أجزاء الفم في الحبوب غير الناضجة وفي أثناء حقن لعابها تمتص مكونات الحبة. يظهر التأثير لهذا الهجوم على الحبة بشكل بقع داكنة مع منطقة شاحبة محيطة (Aja et al., 2004; Vatanparast et al., 2011). الدقيق الناتج من حبوب القمح المصابة يشكل عجيناً لزجاً وضعيفاً

والأرغفة ذات حجم صغير وغير مقبول. إن تدهور الجودة يرجع إلى حقن الأنزيمات المحللة للبروتين في، الحبوب بوساطة الحشرات عن طريق لعابها الذي يبقى في الدقيق بعد الطحن ويسبب ضعف الشبكة الغلوتينية في العجين. والتأثير الضار في جودة الخبز واضح في حال وجود 3-5% حبات مصابة ويزداد بشكل كبير عند حد أعلى من 10% (Vaccino *et al.*, 2001). تؤثر الإصابة بحشرة السونة على نسبة تركيب الغلوتينين والجليادين في بروتينات القمح، مع زيادة النوعية نحو وحدات فرعية عالية الوزن الجزيئي من الغلوتينين، ومن ثم زيادة تخرب التركيب الكيميائي في بروتينات القمح المصاب (Aja *et al.*, 2004). تؤثر شدة الإصابة بحشرة السونة في نسبة النشويات إلى البروتينات لمكونات الحبة ومن ثم في إجمالي مكونات العجينة ونشاط أنزيم الأميلاز (Gómez *et al.*, 2011)، كذلك تؤثر إصابة السونة في تكوين بروتينات الغلوتين في القمح وتأثيرها في جودة الدقيق (Torbica *et al.*, 2014)، ويتأثر نشاط الخميرة وزمن تخمر العجين في العجين الناتج من دقيق حبوب القمح المصابة بحشرة السونة التي تحوي أنزيمات البروتياز بانخفاض إنتاج المستقبلات الأساسية (ثاني أكسيد الكربون والإيثانول) وكذلك المستقبلات الثانوية (الجليسرين، حمض الخليك وحمض السكسينيك) (Rezaei *et al.*, 2016). كما تؤثر الإصابة بحشرة السونة في بنية الشبكة البروتينية المحيطة بحبيبات النشاء، إذ تتخرب هذه الشبكة بسبب نشاط أنزيمات البروتياز الناتجة من الإصابة الحشرية، وتعطي عجينة لزجاً ذا شبكة غلوتينية ضعيفة وغير متجانسة ومن ثم مواصفات تكنولوجية سيئة (Dizlek, 2017). بحسب دراسة Baratto وآخرين (2015) يمكن التحكم بهذه المواصفات من خلال التحكم بنشاط أنزيم البروتياز وكذلك بإضافة حمض الأسكوربيك، وبعبارة أخرى يجب إضافة حمض الأسكوربيك للسميد أو الدقيق لتحسين جودة المنتجات ونوعيتها الناتجة من قمح مصاب بحشرة السونة، وقد تمّ إضافة حمض الأسكوربيك بمستويات (100، 200 و 300 ppm) وكانت فاعلية هذه الإضافات جيدة في تحسين جودة المنتج النهائي وذلك من خلال تغير النشاط الهغروسكوبي للعجينة وتحرر مجموعات الكربوكسيل (Shokraie *et al.*, 2018). إضافة إلى ذلك، درس تخفيف أثر الإصابة بحشرة السونة في الخصائص التكنولوجية والريولوجية والوزن النوعي لحبوب القمح بخلطها بحبوب سليمة (Dizlek and Ozer,)

(2016a). إن وجود نسبة إصابة بحشرة السونة أكثر من 5% في الطحين أدى الى إنتاج عجائن ذات قوام منخفض ومقاومة قليلة للخلط وصعوبة النقل، وقوام غير مناسب وشكل غير عادي وخصائص حسية منخفضة (Del Nobil *et al.*, 2005).

تعد حشرة السونة من الآفات التي تسبب أضراراً اقتصادية على محاصيل الحبوب في الجمهورية العربية السورية، فهي تنتشر في المناطق الشمالية والشرقية (Jaby El-Haramein *et al.*, 2007)، وكذلك في محافظة حماة، وقد لوحظ انتشارها بشكل كبير في موسم 2017، وازدادت الإصابة بحشرة السونة لتصبح آفة زراعية، وتراوح درجة الإصابة بين 3-10% لمتوسط موسم عام 2017، وتدنّت نوعية حبوب القمح المسلمة إلى المؤسسة العامة لتجارة وتصنيع الحبوب إلى الدرجة الرابعة بحسب جدول المقاييس الرسمية المعتمد بالقرار رقم 939/ تاريخ 2017/4/26، كما تدنّت القيمة السعرية لهذه الحبوب المصابة بحشرة السونة بشكل كبير ووصل إلى أكثر من 50% من السعر الأساسي للقمح /140000/ ل.س للطن في موسم 2017، وهذا سبب خسائر اقتصادية كبيرة للفلاحين رغم المكافحة والمتابعة من قبل مديرية زراعة حماة لمحصول القمح في موسم 2018، إذ رُشت مبيدات حشرية لمكافحة هذه الآفة لـ 4000 هكتار تقريباً، إلا أنه لم يكن أفضل حال من موسم 2017 في مناطق مختلفة من المحافظة.

هدفت دراسات سابقة إلى تحديد تأثير شدة الإصابة بحشرة السونة في حبة القمح في نوعين من القمح الطري (*Triticum astiveum*) من خلال فصل حبات القمح المصابة إلى أربع فئات هي 4/1، 4/2، 4/3، و4/4 حسب درجة الإصابة، جرى تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيوكيميائية والتكنولوجية لكل مجموعة على حدة، وأظهرت كل مجموعة خصائص جودة مختلفة، وتسببت زيادة شدة الإصابة بحشرة السونة من 4/1 إلى 4/4 في انخفاض الخصائص الفيزيائية والكيميائية الحيوية والتكنولوجية لحبوب القمح، إذ ازدادت أنشطة البروتيناز والأميلاز والألياف الخام ومحتوى الرماد في العينات زيادة كبيرة، وانخفض محتوى البروتين الخام والنشاء جزئياً، وتناقص وزن الألف حبة والوزن النوعي، ورقم السقوط، وقيم الترسيب تبعاً لزيادة شدة الإصابة

في كتلة الحبوب، ومن ثم استنتج الباحثون أن شدة الإصابة في الحبة تؤدي دوراً كبيراً في خصائص جودة القمح وهي عامل مهم لتقييم كتلة القمح المتضررة من الحشرات بشكل صحيح، لذلك يجب ألا تأخذ صناعة الحبوب بالحسابان نسبة الحبوب التالفة فحسب، بل يجب أيضاً مراعاة شدة الإصابة في كتلة القمح المتضررة (Koksel and Sivri, 2002; Torbica *et al.*, 2007).

إن استخدام محسنات مثل برومات البوتاسيوم وحمض الأسكوربيك التي تسبب أكسدة مجموعات الثيول إلى روابط ثاني كبريتيد هو حل مناسب لتحسين خصائص المنتجات المصنوعة من دقيق القمح المصاب (Askari, 1998). كما تُعد الأنزيمات بديلاً آمناً (GRAS) للمُحسِّنات الكيميائية والمواد المضافة، ولا تظل نشطة في المنتج بعد عملية الخبز، يحفز أنزيم (EC.2.3.2.13) Transglutaminase (TG) تفاعل نقل الأسيل بين مجموعة car-carboxyamide من بقايا الغلوتامين برابطة الببتيد (مانحون الأسيل) ومجموعة متنوعة من الأمينات الأولية (مستقبلات الأسيل) بما في ذلك المجموعة الأمينية بيتا من بقايا lysil في بعض البروتينات (Gerrard, 2002). أستخدم أنزيم TG على نطاق واسع في معالجات تحسين خصائص عجين القمح وجودة الخبز، إذ ينتج عن نشاطه تكوين تلقائي لجسور ثاني كبريتيد عن طريق الأكسدة بسبب قرب الكبريت المحتوي على الأحماض الأمينية (Gujral and Rosell, 2004). إن النشاط التفاعلي العالي لأنزيم TG على وحدات الغلوتين ذات الوزن الجزيئي العالي (HMW-GS) مقارنةً ببروتينات الغلوتين الأخرى بسبب محتواها العالي من بقايا lysil أدت إلى زيادة عدد الروابط الكبريتية التساهمية المتقاطعة بين أجزاء البروتين الناتجة عن نشاط أنزيم TG ومن ثم تحسين خصائص مرونة الغلوتين التي كان لها تداعيات سلبية على السلوك الريولوجي للعجين. يؤدي نشاط أنزيم TG إلى تقوية العجين، وزيادة زمن نمو العجين، وتقليل الماء الممتص والالتصاق (Basman *et al.*, 2002; Gerrard *et al.*, 1998, 2000; Rosell *et al.*, 2003; Tseng and Lai, 2002). يؤدي نشاط أنزيم TG إلى زيادة بحجم عجين الفطير والكرواسون، ويمنح المخبوزات قوة تجاه تلف البياض (Gerrard *et al.*, 2000)، وزيادة كبيرة بحجم الرغبة ومرونة وقوة الفتات (Basman *et al.*,)

(2002; Gerrard *et al.*, 1998)، ويؤدي نشاط أنزيم TG أيضاً إلى إنتاج خبز الأرز، وهذا يوفر شبكة بروتين قادرة على الاحتفاظ بالغاز المنتج في أثناء التخمر، فينتج عنه خبز أرز بحجم جيد ومقبول (Gujral and Rosell, 2004).

1-6- محاولات تحسين دقيق القمح المصاب بحشرة السونة:

دُرس تأثير دقيق الزيوان السوري (*Cephalaria Syriaca*) على جودة القمح المتضرر من آفة السونة، خلط القمح المتضرر من السونة مع قمح سليم بمستويات مختلفة (5، 10 و 15%)، ثم أضيف دقيق الزيوان عند مستويات 0.5 و 1.0 و 1.5%، حُسنت الخصائص الانسيابية لدقيق القمح المتضرر من آفات السونة مع إضافة دقيق الزيوان بشكل كبير، لا سيما فيما يتعلق بخصائص الفارينوغراف (ثبات العجين، مؤشر تحمل الخلط ودرجة التليين) والخصائص التركيبية (المساحة والمقاومة القصوى) مقارنة بالشاهد، فزادت قيمة ثبات العجين بشكل ملحوظ ($P < 0.01$) (Basar *et al.*, 2015).

كما قام Dizlek و Özer (2016a) بدراسة مزج سلالة قمح (Sagittario) التي تعرضت لمستوى عالٍ (20.6%) من أضرار السونة (SP) مع نظيراتها غير التالفة وذات النوعية الجيدة على مستويات مختلفة (100% + 0%، 90% + 10%، 80% + 20%، 70% + 30%، 60% + 40%، 50% + 50% و 0% + 100%)، الغرض من هذه الدراسة هو تحسين جودة الخبز للقمح المتضرر من آفة السونة عن طريق مزج واستخدام مواد مضافة مختلفة (استرات حمض الطرطريك ثنائي الأسيتيل من الغلوسيدات الأحادية والثنائية، الترانس غلوتاميناز، حمض الستريك والأسكوربيك)، واستخدام المزيج في صناعة الخبز، وُحددت المساهمة الاقتصادية من خلال نسب المزج المثلى، ودُرس تأثير تطبيقات المزج في الخصائص المهمة للخبز (الخبز والحجم، فقدان الوزن، الارتفاع، العرض، الارتفاع / العرض، الحجم النوعي، بنية الحبوب المفتتة، وقيم الاختراق). عندما خلطت الحبوب المتضررة بالقمح السليم انخفض ضرر الحبوب المصابة بالسونة نسبياً. وفي

مقياس البحث هذا، وجد أن نسبة المزج المثلى هي 90% + 10% للخبز المنتج من دون إضافات وكلاهما 90% + 10% و 80% + 20% للخبز المنتج باستخدام الإضافات. وكما هو متوقع، أدى استخدام الإضافات في صنع الخبز إلى تحسين جميع خصائص جودة الخبز المقاسة، وخاصة بنية الحبوب وقيم الاختراق، وأدى تضمين الإضافات في صنع الخبز إلى جعل إنتاج الخبز بجودة أفضل.

الفصل الثاني

مواد البحث وطرائقه

Materials and Methods

2- مواد البحث وطرائقه MATERIALS AND METHODS:

2-1- مواد البحث:

حضرت عينات الدراسة كما يلي:

1. عينات من حبوب القمح الطري المسوق في (9) مراكز شراء في محافظة حماة تابعة للمؤسسة العامة لتجارة وتصنيع الحبوب من موسم 2020، وضعت بأكياس نايلون بوزن (5-10 كغ).
2. حبوب مصابة بحشرة السونة عزلت يدوياً (مهما كانت درجة الإصابة) اعتماداً على التشخيص البصري لمنطقة الإصابة.
3. قسمت عينات القمح الطرية السليمة الناتجة إلى 6 عينات وزن كل عينة (5 كغ).
4. حضرت عينات تجريبية بنسب مختلفة من الإصابة بحشرة السونة عن طريق المزج وزناً للحبوب السليمة مع الحبوب المصابة بالسونة بنسبة (0، 2، 4، 6، 8 و10%).
5. رطبت حبوب عينات القمح الطري إلى درجة رطوبة 16.5% مدة 16 ساعة، بدرجة حرارة الغرفة 19 م° ورطوبة جوية 70%، إذ حُسِبَت كمية الماء المضاف بحسب طريقة AACC رقم 26-95 (AACC, 2000).
6. طحنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender بحسب AACC رقم 26-50 (AACC, 2000) لإنتاج دقيق عالي الجودة (دقيق زيرو) بنسبة استخراج 72%، ودقيق قياسي (دقيق موحد) بنسبة استخراج 80%.
7. أضيف حمض الأسكوربيك إلى عينات الدقيق بنسبة (0، 100، 200 و300 ppm).

2-2- الاختبارات الفيزيائية للحبوب:

2-2-1- اختبار الوزن النوعي:

قدر الوزن النوعي لعينات القمح المدروسة بحسب الطريقة المتبعة في AACC رقم 10-55 (AACC, 2000)، إذ يُقاس وزن الحبوب باستخدام جهاز الهيكنتوليتير ذي الخلية ربع ليتر، ثم تحويل الوزن إلى وزن بوحدة حجم (كيلوغرام/هيكنتوليتير).

2-2-2- وزن الألف حبة:

قُدِّر وزن الألف حبة بحسب (Samaan, 2007) باستخدام عدّاد الحبوب الإلكتروني، وتعد الحبوب في عينة عشرة غرامات من القمح النظيف، ثم تعديل النتيجة إلى وزن 1000 حبة من الحبوب.

2-2-3- درجة البلورية:

قُدِّرَت درجة البلورية لأنواع القمح المستخدمة باتتباع الطريقة اليدوية بحسب (Samaan, 2007)، وذلك بأخذ عينة 50 غرامات من حبوب القمح فُصلت عنها الحبوب القرنية (الحبوب ذات المظهر القرني واللون العنبري الخالية تماماً من التقراحت)، ثم وُزنت الحبوب القرنية وحُسبت درجة البلورية من المعادلة:

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

3-2- الاختبارات الفيزيوكيميائية للدقيق:

1-3-2- النسبة المئوية للرطوبة:

قُدرت النسبة المئوية للرطوبة في عينات الدقيق بحسب AACC رقم 44-A15 (AACC, 2000)، إذ وضعت عينة من الدقيق (3-2 غ) في أطباق التجفيف، وجُففت لمدة (60 دقيقة) على درجة حرارة (103 م) ثم حُسبت النسبة المئوية للرطوبة من المعادلة:

$$\text{الرطوبة (\%)} = (\text{الفقد في الرطوبة (غ)} / \text{الوزن الأولي للعينة}) \times 100$$

2-3-2- النسبة المئوية للرماد:

قيست النسبة المئوية للرماد بحسب AACC رقم 08-01 (AACC, 2000)، ويُعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف، حيث وضع (3-2 غ) من عينة الدقيق في أطباق الترميد ورُمِدت العينة على درجة حرارة (575-590 م) حتَّى الحصول على لون رمادي فاتح.

تُحسب النسبة المئوية للرماد من المعادلة:

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

$$\text{الرماد (\%)} = \text{على أساس المادة الجافة} = (\text{\% للرماد} / 100 - \text{\% للرطوبة}) \times 100$$

3-3-2- النسبة المئوية للبروتين:

قدر النيتروجين الكلي في الدقيق بطريقة كلداهل Crude Protein-Improved Kjeldahl بحسب AACC

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

حولت النسبة المئوية للبروتين الرطب إلى الوزن الجاف من المعادلة:

$$\text{البروتين (\%)} = \text{على أساس المادة الجافة} = (\text{\% للبروتين} / 100 - \text{\% للرطوبة}) \times 100$$

2-3-4- درجة لون الدقيق:

أجري اختبار تحديد درجة اللون للدقيق التي ترتبط بشكل أساسي بكمية أصبغة الكاروتين (Pigments Carotenoid) الموجودة في الحبوب، ويتعلق لون الدقيق أيضاً بظروف التخزين، ويحدد لون الدقيق مدى احتواء الدقيق على الأغلفة ومدى تضرر الأندوسبرم بالفطور ويكشف عن وجود بذور أعشاب مطحونة مغايرة في اللون.

قيست درجة اللون باستخدام جهاز Satake Colour Grader PCGA Series4. وضعت عينة (30 غ) من الدقيق في بيشر وأضيف 50 مل ماء مقطراً مع المزج الجيد، ووضع قسم من المزيج في خلية خاصة بجهاز تقدير اللون حتى الإشارة المحددة، ثم وضعت الخلية في جهاز اللون، (تم تشغيله قبل 15 دقيقة تقريباً من بدء الاختبار لاستقرار كاشفه الضوئي)، وسجلت قراءة الجهاز الذي يعتمد على انعكاس الأشعة في مجال الطيف المرئي أثناء 90 ثانية من بدء القياس. تعبر القيمة الظاهرة على شاشة الجهاز عن درجة لون عينة الدقيق.

2-3-5- كمية ونوعية الغلوتين:

قدرت كمية الغلوتين (الرطب والجاف) ونوعيته (دليل الغلوتين) بحسب AACC رقم 38-A12 (AACC, 2000) باستخدام غسالة الغلوتين (Perten Glutomatic 2200 with double washing chambers).

غسلت عينة الدقيق (10 غ) من النشاء والبروتينات الذوابة بوساطة محلول كلور الصوديوم 2%، ثم ثقلت كتلة البروتين المتبقية بعد عملية الغسيل مدة دقيقة واحدة بسرعة 6000 دورة/الدقيقة باستخدام المثقلة (2015 bench-top centrifuge) ومنخل معدني قطر فتحاته 600 ميكرومتر. ثم جُمع جزء الغلوتين

المتبقي فوق المنخل ووزن. أما جزء الغلوتين المار من المنخل المعدني فُجِّع باستخدام سباتيولة وأُضيف إلى جزء الغلوتين العلوي ثم وُوزن لحساب وزن الغلوتين الرطب.

حُسب الوزن الكلي للغلوتين الرطب كنسبة مئوية من 10 غ من عينة الدقيق بحسب المعادلة:

$$\% \text{ للغلوتين الرطب} = (\text{وزن الغلوتين الرطب} / \text{وزن الدقيق}) \times 100$$

في حين حُسب دليل الغلوتين من المعادلة:

$$\text{دليل الغلوتين} = (\text{وزن الغلوتين المتبقي فوق المنخل} / \text{وزن الغلوتين الكلي}) \times 100$$

جُففت كتلة الغلوتين الرطب بإستخدام مجفف Glutork 2020 على درجة حرارة 150م لمدة 4 دقائق ثم

وزنت كتلة الغلوتين الجاف، وتحسب النسبة المئوية للغلوتين الجاف من المعادلة التالية:

$$\% \text{ للغلوتين الجاف} = (\text{وزن الغلوتين الجاف} / \text{وزن الدقيق}) \times 100$$

2-4- الاختبارات الريولوجية للدقيق:

2-4-1- اختبار الفارينوغراف:

أُجري اختبار الفارينوغراف بحسب طريقة AACC رقم 21-54 (AACC, 2000) باستخدام جهاز

الفارينوغراف ذي الحوض سعة (300غ)، ويتم الحصول على القراءات الآتية من هذا الاختبار:

1. الامتصاصية (%): هي كمية الماء بالميلتر اللازمة لجعل مركز قمة المنحني على الخط 500

برابندر، ويُعبّر عن الامتصاصية كنسبة مئوية من وزن الدقيق على أساس رطوبة 14%، إذ تحسب

باستخدام المعادلة الآتية:

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

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

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

2. زمن تطور العجينة (دقيقة): هو الزمن بالدقائق من لحظة إضافة الماء حتى وصول المنحنى إلى أقصى ارتفاع.

3. زمن ثباتية العجينة (دقيقة): هو الزمن بالدقائق الذي تبقى فيه قمة المنحنى فوق خط 500 برايندر.

4. درجة ضعف العجينة (BU): يقاس على أنه الفرق في وحدات برايندر بين قمة المنحنى عند المستوى الأمثل والنقطة على المنحنى بعد 5 دقائق، ويشير إلى مدى سرعة انهيار بنية الغلوتين بعد الوصول إلى تطورها الكامل.

2-4-2- اختبار الإكستنسوغراف:

أُجري اختبار الإكستنسوغراف بحسب طريقة AACC رقم 10-54 (AACC، 2000) باستخدام جهاز الإكستنسوغراف، وأُخذت القراءات الآتية من الاختبار:

1. المقاومة العظمى للشد (BU): وهي الارتفاع الأعظمي للمنحنى على المخطط.

2. المرونة (مم): وهي طول المنحنى المقدر بالميلتر على المسقط الأفقي للمخطط.

3. المطاطية: وتشير إلى نسبة المقاومة العظمى للشد إلى المرونة.

2-5- التحليل الإحصائي:

1. أُجريت الاختبارات السابقة بثلاثة مكررات، وسجلت النتائج كمتوسطات $\pm$ الانحراف المعياري.

2. أُجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) باستخدام تحليل (GLM) General Linear Model،

ك تجربة عاملية $(3 \times 2 \times 6 \times 4)$ ، ثم تُبع باختبار (Tukey) لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات

على مستوى ثقة 5% ($P \leq 0.05$).

3. استخدام اختبار F (F test) وتوزع التباين (Variance distribution) لتحديد الأهمية النسبية

لتأثير المتغيرات الأساسية على مستوى ثقة 5% ($p \leq 0.05$).

4. إجراء تحليل Partial Least Squares Regression (PLSR) لوضع معادلة رياضية تربط بين

درجة الإصابة بحشرة السونة وكمية حمض الأسكوربيك المثلى الواجب إضافتها.

5. أُجريت جميع التحاليل الإحصائية السابقة باستخدام برنامج Minitab 14.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

3- النتائج والمناقشة :RESULTS AND DISCUSSION

3-1- الخصائص الفيزيائية لحبوب القمح:

وُضحت تأثيرات نسبة الإصابة المختلفة بحشرة السونة في الخصائص الفيزيائية (الوزن النوعي، وزن الألف حبة ودرجة البلورية) لحبوب القمح الطري في الجدول (3).

يتضح من الجدول (3) انخفاض قيم الوزن النوعي ووزن الألف حبة بشكل حاد نتيجة لزيادة ضرر درجة الإصابة الناجم عن حشرة السونة، إذ وصل الوزن النوعي للحبوب إلى (62.10 كغ/هل) في العينة المصابة بنسبة 10% بعد أن كان في عينة الشاهد (76.55 كغ/هل)، كما انخفض وزن الألف حبة من (55.10 غ) في عينة الشاهد إلى (39.83 غ) في العينة المصابة بنسبة 10%. تشير هذه النتائج إلى أن حشرة السونة، عند ثقبها لحبة القمح، تستخرج جزءاً من بعض المكونات (مثل النشاء والبروتين) ويؤدي إلى تقليل وزن الحبة (Ozberk *et al.*, 2005). على النقيض من ذلك، لم تؤثر درجات الإصابة المختلفة بحشرة السونة معنوياً في درجة بلورية الحبوب، إذ تشير درجة البلورية إلى درجة الشفافية للحبوب، كما تشير إلى مظهر الحبوب وتتعلق بالفراغات الهوائية بين حبيبات النشاء (Yamazaki and Denlson, 1983). وتتوافق نتائج هذا البحث مع نتائج سابقة حول تأثير درجات الإصابة المختلفة بحشرة السونة في خصائص حبوب القمح (Dizlek, 2017).

الجدول-2. الخصائص الفيزيائية لحبوب عينات القمح المدروسة.

الخصائص الفيزيائية للحبوب			عينات القمح المدروسة
درجة البلورية (%)	وزن 1000 حبة (غ)	الوزن النوعي (كغ/هل)	
65.50 ± 1.15^a	55.10 ± 0.45^a	76.55 ± 1.12^a	حبوب قمح سليمة
65.66 ± 0.63^a	52.12 ± 0.21^b	76.50 ± 0.88^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
64.90 ± 0.45^a	50.55 ± 0.10^c	75.30 ± 0.71^b	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
65.61 ± 1.20^a	46.51 ± 0.65^d	71.25 ± 0.55^c	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
65.35 ± 0.11^a	42.44 ± 0.15^e	67.15 ± 0.42^d	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
65.10 ± 1.05^a	39.83 ± 0.77^f	62.10 ± 1.05^e	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

تتناقص الوزن النوعي مع ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة، كذلك ينطبق الأمر على وزن الألف حبة في حين لم تتأثر درجة البلورية في ذلك.

3-2- الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق عالي الجودة (دقيق الزيرو) الناتج عن عينات القمح

المدروسة:

قُيِّمت الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات دقيق القمح عالي الجودة (24 عينة) والمضاف إليها نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك (0، 100، 200 و 300 ppm) الناتجة عن طحن العينات التجريبية لحبوب القمح الطري (6 عينات) والممزوجة بنسب مختلفة من الحبوب المصابة بحشرة السونة (0، 2، 4، 6، 8 و 10%) وسُجِّلَت النتائج في الجداول (2، 3، 4، 5، 6 و 7).

أهم ما يميز نتائج هذه الجداول هو تدني المؤشرات الفيزيوكيميائية للدقيق مع ارتفاع نسبة الحبوب المصابة بالسونة. من جهة أخرى، أدت عملية إضافة حمض الأسكوربيك إلى تحسن معنوي في المؤشرات النوعية للبروتينات فقط دون المؤشرات الكمية.

لوحظ من جداول تقييم المؤشرات الفيزيوكيميائية، عند مقارنة عينات الشاهد (0 ppm حمض الأسكوربيك)، أن رفع نسبة استبدال حبوب القمح السليمة بالحبوب المصابة بالسونة قد أدت إلى انخفاض في النسبة المئوية للرطوبة (10.74-14.66%)، النسبة المئوية للبروتينات الكلية على أساس الوزن الجاف (8.01-9.85%)، النسبة المئوية للغوتين الرطب (20.12-27.38%)، النسبة المئوية للغوتين الجاف (5.05-7.10%)، دليل الغوتين (40.50-62.60%) ورقم السقوط (245.00-355.00 ثانية)، في حين ازدادت النسبة المئوية للرماد على أساس الوزن الجاف (0.61-1.92%) ودرجة لون الدقيق (1.55-5.10 درجة)، وتتوافق نتائج هذا البحث مع أبحاث سابقة بينت أن إصابة محصول القمح بحشرة السونة ينتج عنه تغيرات سلبية في مؤشرات جودة الدقيق، وتشير هذه التغيرات السلبية في خصائص بروتينات الدقيق مع مستويات الإصابة الأعلى إلى التحلل المائي للروابط الببتيدية عن طريق النشاط التحليلي المفرط الناتج عن حقن البروتياز بوساطة حشرة السونة في أثناء مرحلة ملء الحبوب (Diraman, 2009)، إذ يعمل أنزيم البروتياز على تكسير شبكة الغوتين في أثناء الخلط والتخمير وهذا يؤدي إلى ضعف الخصائص الريولوجية والخبزية مع انخفاض حجم الرغيف والقوام غير المقبول (Sivri *et al.*, 1999).

كما أظهرت الدراسات الريولوجية ودراسات الخبز أن القمح الذي يحتوي على 5% حبات تالفة من حشرة السونة لا يمكن استخدامه لإنتاج خبز عالي الجودة (Harriri *et al.*, 2000). إضافة إلى ذلك، أثبتت دراسة سابقة أن أنزيم الحشرات يؤثر في الخصائص النوعية لبروتينات دقيق القمح أكثر من الخصائص الكمية (Burcu *et al.*, 2009)، إذ بينت نتائج البحث أن نسبة الانخفاض في المؤشرات الكمية والنوعية للبروتينات عند نسبة الإصابة 10% كانت (18.68%، 26.52%، 28.87% و 35.30%) لكل من النسبة المئوية للبروتينات الكلية، والنسبة المئوية للغوتين الرطب، والنسبة المئوية للغوتين الجاف ودليل الغوتين على التوالي، كما أشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن اختبار دليل الغوتين يمكن أن يكون وسيلة مفيدة للغاية للكشف عن القمح التالف بوساطة حشرة السونة. على النقيض من ذلك، بينت دراسة سابقة أن

قيم أرقام السقوط لم تكن مرتبطة بمستوى الضرر بحشرة السونة، وكانت أنشطة الأميلاز لعينات القمح المصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة منخفضة جداً (Koksel *et al.*, 2009)، وفيما يخص نتائج بحثنا، وعلى الرغم من انخفاض أرقام السقوط مع ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة، لكنها بقيت ضمن المجال المقبول تكنولوجياً، إذ يجب أن لا يقل رقم السقوط للدقيق المعد لصناعة منتجات المخازن عن 250 ثانية (Kiszonas *et al.*, 2018). من جهة أخرى، أدت إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق الناتج عن طحن عينات حبوب القمح المدروسة والمصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة إلى تحسن في الخصائص النوعية للبروتينات، فقد ازداد دليل الغلوتين بنسب تتراوح تقريباً بين 4% و 14% عند رفع نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm، ويعود ذلك إلى فعل حمض الأسكوربيك المؤكسد، فهو يعمل على أكسدة الروابط SH- إلى -S-S-، ومن ثم يزداد الوزن الجزيئي للبروتينات (Hrušková and Novotna, 2003). يعد دليل الغلوتين (GI) مقياساً لبروتين القمح فهو يوفر تحديداً متزامناً لنوعية الغلوتين وكميته، وتعتبر قيمة GI عن النسبة المئوية للوزن من الغلوتين الرطب المتبقي على منخل بعد الغسيل الأوتوماتيكي بالمحلول الملحي والطررد المركزي، وقد جرى مؤخراً تقديم اختبار دليل الغلوتين كطريقة أسرع لقياس جودة القمح مقارنةً بالطرائق الآلية التقليدية، مثل الميكسوغراف والفارينوغراف، وهو أيضاً معياراً يحدد ما إذا كانت نوعية الغلوتين ضعيفة أم طبيعية أم قوية، واكتسب اختبار دليل الغلوتين قبولاً واسعاً كوسيلة لتحديد قوة الغلوتين وأصبح يستخدم في مواصفات التجارة الدولية (Oikonomou *et al.*, 2015).

الجدول-3. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح السليمة (0% الحبوب المصابة بالسونة) والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.68 ± 0.12^a	14.65 ± 0.22^a	14.61 ± 0.10^a	14.66 ± 0.41^a	الرطوبة (%)
0.59 ± 0.01^a	0.62 ± 0.02^a	0.60 ± 0.05^a	0.61 ± 0.01^a	الرماد (%)
9.88 ± 0.05^a	9.80 ± 0.24^a	9.82 ± 0.11^a	9.85 ± 0.10^a	البروتين (%)
27.44 ± 0.42^a	27.42 ± 0.31^a	27.38 ± 0.10^a	27.40 ± 0.14^a	الغلوتين الرطب (%)
7.15 ± 0.05^a	7.12 ± 0.10^a	7.13 ± 0.06^a	7.10 ± 0.11^a	الغلوتين الجاف (%)
65.22 ± 3.12^c	65.15 ± 1.20^c	64.10 ± 2.55^b	62.60 ± 1.35^a	دليل الغلوتين (%)
1.55 ± 0.10^a	1.54 ± 0.01^a	1.50 ± 0.05^a	1.55 ± 0.02^a	اللون (درجة)
350.00 ± 4.20^a	352.00 ± 3.22^a	350.00 ± 5.35^a	355.00 ± 6.50^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-4. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 2% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.56 ± 0.10^a	14.55 ± 0.34^a	14.52 ± 0.21^a	14.54 ± 0.22^a	الرطوبة (%)
0.86 ± 0.02^a	0.89 ± 0.04^a	0.86 ± 0.02^a	0.88 ± 0.05^a	الرماد (%)
9.56 ± 0.12^a	9.50 ± 0.32^a	9.55 ± 0.10^a	9.52 ± 0.15^a	البروتين (%)
25.64 ± 0.31^a	25.62 ± 0.12^a	25.66 ± 0.15^a	25.65 ± 0.10^a	الغلوتين الرطب (%)
6.65 ± 0.02^a	6.66 ± 0.15^a	6.61 ± 0.11^a	6.64 ± 0.10^a	الغلوتين الجاف (%)
62.60 ± 1.15^c	61.50 ± 3.40^c	60.88 ± 5.42^b	60.20 ± 2.15^a	دليل الغلوتين (%)
1.85 ± 0.05^a	1.86 ± 0.05^a	1.88 ± 0.15^a	1.85 ± 0.01^a	اللون (درجة)
310.00 ± 5.10^a	305.00 ± 6.20^a	312.00 ± 2.40^a	310.00 ± 5.20^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-5. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 4% بالسونة والمدعمة بـحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
13.64 ± 0.15^a	13.65 ± 0.42^a	13.62 ± 0.31^a	13.66 ± 0.15^a	الرطوبة (%)
0.95 ± 0.05^a	0.98 ± 0.01^a	0.99 ± 0.05^a	0.96 ± 0.02^a	الرماد (%)
9.11 ± 0.10^a	9.12 ± 0.15^a	9.15 ± 0.20^a	9.10 ± 0.11^a	البروتين (%)
25.11 ± 0.24^a	25.10 ± 0.22^a	25.12 ± 0.32^a	25.15 ± 0.11^a	الغلوتين الرطب (%)
6.25 ± 0.10^a	6.21 ± 0.01^a	6.20 ± 0.05^a	6.22 ± 0.15^a	الغلوتين الجاف (%)
60.10 ± 2.35^d	59.90 ± 5.10^c	58.40 ± 3.55^b	56.50 ± 1.45^a	دليل الغلوتين (%)
2.10 ± 0.01^a	2.12 ± 0.10^a	2.10 ± 0.12^a	2.15 ± 0.02^a	اللون (درجة)
292.00 ± 2.65^a	288.00 ± 5.00^a	290.00 ± 1.35^a	290.00 ± 6.10^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-6. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 6% بالسونة والمدعمة بـحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
12.52 ± 0.10^a	12.56 ± 0.05^a	12.54 ± 0.14^a	12.55 ± 0.34^a	الرطوبة (%)
1.24 ± 0.02^a	1.25 ± 0.02^a	1.20 ± 0.10^a	1.22 ± 0.04^a	الرماد (%)
8.91 ± 0.05^a	8.94 ± 0.10^a	8.92 ± 0.12^a	8.95 ± 0.10^a	البروتين (%)
24.71 ± 0.11^a	24.70 ± 0.15^a	24.76 ± 0.22^a	24.75 ± 0.10^a	الغلوتين الرطب (%)
6.05 ± 0.02^a	6.02 ± 0.06^a	6.00 ± 0.01^a	6.05 ± 0.05^a	الغلوتين الجاف (%)
56.40 ± 1.25^d	55.10 ± 4.20^c	52.80 ± 1.65^b	51.30 ± 2.15^a	دليل الغلوتين (%)
2.45 ± 0.04^a	2.44 ± 0.02^a	2.40 ± 0.10^a	2.45 ± 0.05^a	اللون (درجة)
275.00 ± 3.35^a	274.00 ± 2.30^a	277.00 ± 5.15^a	275.00 ± 3.20^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-7. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 8% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
11.26 ± 0.12^a	11.26 ± 0.15^a	11.22 ± 0.10^a	11.25 ± 0.16^a	الرطوبة (%)
1.66 ± 0.01^a	1.65 ± 0.05^a	1.65 ± 0.02^a	1.66 ± 0.11^a	الرماد (%)
8.20 ± 0.25^a	8.25 ± 0.05^a	8.21 ± 0.10^a	8.22 ± 0.31^a	البروتين (%)
24.21 ± 0.10^a	24.24 ± 0.24^a	24.12 ± 0.20^a	24.15 ± 0.12^a	الغلوتين الرطب (%)
5.55 ± 0.01^a	5.54 ± 0.05^a	5.52 ± 0.11^a	5.55 ± 0.01^a	الغلوتين الجاف (%)
50.90 ± 2.35^d	49.60 ± 2.10^c	48.20 ± 4.15^b	46.60 ± 3.25^a	دليل الغلوتين (%)
4.35 ± 0.05^a	4.31 ± 0.15^a	4.32 ± 0.12^a	4.30 ± 0.10^a	اللون (درجة)
255.00 ± 2.15^a	252.00 ± 1.25^a	250.00 ± 4.25^a	255.00 ± 6.10^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-8. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق الزيرو الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 10% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
10.71 ± 0.33^a	10.75 ± 0.10^a	10.72 ± 0.05^a	10.74 ± 0.21^a	الرطوبة (%)
1.92 ± 0.05^a	1.94 ± 0.10^a	1.95 ± 0.04^a	1.92 ± 0.02^a	الرماد (%)
8.02 ± 0.05^a	8.00 ± 0.15^a	8.05 ± 0.11^a	8.01 ± 0.02^a	البروتين (%)
20.11 ± 0.15^a	20.15 ± 0.11^a	20.10 ± 0.21^a	20.12 ± 0.10^a	الغلوتين الرطب (%)
5.05 ± 0.02^a	5.02 ± 0.01^a	5.01 ± 0.10^a	5.05 ± 0.02^a	الغلوتين الجاف (%)
46.50 ± 4.22^c	44.10 ± 3.15^b	42.70 ± 1.10^b	40.50 ± 1.05^a	دليل الغلوتين (%)
5.15 ± 0.04^a	5.12 ± 0.22^a	5.15 ± 0.10^a	5.10 ± 0.02^a	اللون (درجة)
245.00 ± 1.10^a	241.00 ± 2.35^a	244.00 ± 2.05^a	245.00 ± 5.11^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

3-3- الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق القياسي (الدقيق الموحد) الناتج عن عينات القمح

المدرسة:

قُيِّمت الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات دقيق القمح القياسي (24 عينة) والمضاف إليها نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك (0، 100، 200 و 300 ppm) الناتجة عن طحن العينات التجريبية لحبوب القمح الطري (6 عينات) والممزوجة بنسب مختلفة من الحبوب المصابة بحشرة السونة (0، 2، 4، 6، 8 و 10%)، وسُجِّلَت النتائج في الجداول (10، 11، 12، 13، 14 و 15).

لوحظ تشابه تأثير العاملين المدروسين في هذا البحث (نسبة الحبوب المصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف) في الدقيق الموحد مع دقيق الزيرو، فقد أدت عملية استبدال حبوب القمح السليمة بحبوب القمح المصابة بحشرة السونة إلى انخفاض النسبة المئوية للبروتينات الكلية (9.22-10.55%)، النسبة المئوية للغوتين الرطب (28.10-29.33%)، النسبة المئوية للغوتين الجاف (7.10-8.54%) ودليل الغوتين (41.10-60.44%)، في حين ازدادت النسبة المئوية للرماد (0.85-5.51%) ودرجة لون الدقيق (2.45-3.82 درجة)، ولم يتأثر كلا النسبة المئوية للرطوبة ورقم السقوط بنسبة الإصابة بحشرة السونة. من جهة أخرى، أدت عملية إضافة حمض الأسكوربيك بالنسب المذكورة إلى تحسن في الخصائص النوعية للبروتينات (دليل الغوتين) دون الخصائص الكمية (النسبة المئوية للبروتينات الكلية، النسبة المئوية للغوتين الرطب، والنسبة المئوية للغوتين الجاف). وقد توافقت نتائج البحث هذا مع نتائج الأبحاث السابقة بما يخص تأثير إصابة حبوب القمح بحشرة السونة في الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الناتج (Ozberk *et al.*, 2005) وتأثير إضافة حمض الأسكوربيك في خصائص الدقيق (Hruskova and Novotna, 2003).

الجدول-9. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح السليمة (0% الحبوب المصابة بالسونة) والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.30 ± 0.10^a	14.29 ± 0.34^a	14.35 ± 0.14^a	14.31 ± 0.11^a	الرطوبة (%)
0.85 ± 0.01^a	0.82 ± 0.05^a	0.84 ± 0.01^a	0.85 ± 0.02^a	الرماد (%)
10.56 ± 0.35^a	10.55 ± 0.41^a	10.54 ± 0.22^a	10.55 ± 0.22^a	البروتين (%)
29.35 ± 0.15^a	29.35 ± 0.34^a	29.32 ± 0.25^a	29.33 ± 0.15^a	الغلوتين الرطب (%)
8.57 ± 0.15^a	8.55 ± 0.12^a	8.52 ± 0.05^a	8.54 ± 0.05^a	الغلوتين الجاف (%)
66.75 ± 0.56^d	65.25 ± 2.10^c	62.50 ± 1.24^b	60.44 ± 0.85^a	دليل الغلوتين (%)
2.58 ± 0.15^a	2.54 ± 0.05^a	2.55 ± 0.11^a	2.45 ± 0.05^a	اللون (درجة)
351.00 ± 3.12^a	354.00 ± 1.11^a	355.00 ± 5.20^a	350.00 ± 4.10^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-10. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 2% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.12 ± 0.15^a	14.08 ± 0.16^a	14.11 ± 0.23^a	14.10 ± 0.12^a	الرطوبة (%)
0.95 ± 0.05^a	0.92 ± 0.01^a	0.90 ± 0.02^a	0.91 ± 0.05^a	الرماد (%)
10.34 ± 0.15^a	10.35 ± 0.33^a	10.31 ± 0.20^a	10.32 ± 0.11^a	البروتين (%)
29.15 ± 0.10^a	29.15 ± 0.18^a	29.11 ± 0.21^a	29.12 ± 0.10^a	الغلوتين الرطب (%)
8.30 ± 0.05^a	8.35 ± 0.10^a	8.33 ± 0.15^a	8.31 ± 0.01^a	الغلوتين الجاف (%)
62.05 ± 2.44^c	61.83 ± 1.15^c	59.30 ± 0.85^b	56.10 ± 1.25^a	دليل الغلوتين (%)
2.86 ± 0.10^a	2.85 ± 0.02^a	2.85 ± 0.10^a	2.88 ± 0.15^a	اللون (درجة)
354.00 ± 1.44^a	355.00 ± 0.85^a	350.00 ± 3.11^a	352.00 ± 1.20^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-11. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 4% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.22 ± 0.10^a	14.25 ± 0.32^a	14.21 ± 0.11^a	14.22 ± 0.05^a	الرطوبة (%)
1.05 ± 0.10^a	1.02 ± 0.05^a	1.05 ± 0.12^a	1.02 ± 0.01^a	الرماد (%)
10.14 ± 0.05^a	10.12 ± 0.21^a	10.11 ± 0.19^a	10.15 ± 0.25^a	البروتين (%)
28.95 ± 0.42^a	28.95 ± 0.10^a	28.96 ± 0.55^a	28.98 ± 0.31^a	الغلوتين الرطب (%)
8.11 ± 0.15^a	8.15 ± 0.22^a	8.15 ± 0.10^a	8.14 ± 0.12^a	الغلوتين الجاف (%)
59.85 ± 3.12^d	56.44 ± 1.10^c	53.10 ± 1.15^b	51.50 ± 2.05^a	دليل الغلوتين (%)
3.10 ± 0.01^a	3.11 ± 0.15^a	3.05 ± 0.11^a	3.10 ± 0.05^a	اللون (درجة)
355.00 ± 2.30^a	352.00 ± 1.55^a	355.00 ± 5.05^a	351.00 ± 4.10^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-12. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 6% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.31 ± 0.20^a	14.35 ± 0.11^a	14.32 ± 0.15^a	14.30 ± 0.65^a	الرطوبة (%)
1.15 ± 0.12^a	1.18 ± 0.02^a	1.15 ± 0.02^a	1.16 ± 0.11^a	الرماد (%)
9.95 ± 0.35^a	9.92 ± 0.31^a	9.96 ± 0.15^a	9.91 ± 0.02^a	البروتين (%)
28.65 ± 0.10^a	28.65 ± 0.12^a	28.66 ± 0.21^a	28.65 ± 0.44^a	الغلوتين الرطب (%)
7.92 ± 0.11^a	7.95 ± 0.05^a	7.96 ± 0.11^a	7.95 ± 0.01^a	الغلوتين الجاف (%)
53.75 ± 1.10^d	52.50 ± 0.50^c	49.90 ± 3.05^b	48.10 ± 0.45^a	دليل الغلوتين (%)
3.20 ± 0.16^a	3.25 ± 0.05^a	3.22 ± 0.10^a	3.25 ± 0.12^a	اللون (درجة)
351.00 ± 5.11^a	355.00 ± 4.25^a	351.00 ± 4.00^a	352.00 ± 3.20^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-13. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 8% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.24 ± 0.15^a	14.25 ± 0.10^a	14.22 ± 0.05^a	14.25 ± 0.34^a	الرطوبة (%)
1.25 ± 0.04^a	1.24 ± 0.11^a	1.22 ± 0.05^a	1.25 ± 0.02^a	الرماد (%)
9.63 ± 0.01^a	9.68 ± 0.22^a	9.64 ± 0.02^a	9.66 ± 0.15^a	البروتين (%)
28.45 ± 0.14^a	28.42 ± 0.15^a	28.45 ± 0.26^a	28.41 ± 0.10^a	الغلوتين الرطب (%)
7.65 ± 0.10^a	7.64 ± 0.01^a	7.60 ± 0.10^a	7.62 ± 0.06^a	الغلوتين الجاف (%)
50.55 ± 0.46^d	49.60 ± 1.20^c	46.82 ± 0.22^b	45.33 ± 1.11^a	دليل الغلوتين (%)
3.52 ± 0.10^a	3.55 ± 0.11^a	3.56 ± 0.12^a	3.55 ± 0.01^a	اللون (درجة)
354.00 ± 2.10^a	352.00 ± 1.21^a	354.00 ± 2.66^a	351.00 ± 5.30^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-14. الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق الموحد الناتج عن عينة القمح المصابة بنسبة 10% بالسونة والمدعمة بحمض الأسكوربيك.

تركيز حمض الأسكوربيك				المؤشرات المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
14.31 ± 0.10^a	14.35 ± 0.01^a	14.30 ± 0.23^a	14.33 ± 0.21^a	الرطوبة (%)
1.55 ± 0.11^a	1.50 ± 0.02^a	1.55 ± 0.01^a	1.51 ± 0.04^a	الرماد (%)
9.20 ± 0.15^a	9.25 ± 0.01^a	9.21 ± 0.21^a	9.22 ± 0.16^a	البروتين (%)
28.05 ± 0.33^a	28.11 ± 0.10^a	28.06 ± 0.12^a	28.10 ± 0.04^a	الغلوتين الرطب (%)
7.08 ± 0.01^a	7.05 ± 0.02^a	7.12 ± 0.01^a	7.10 ± 0.05^a	الغلوتين الجاف (%)
50.20 ± 1.14^d	48.45 ± 0.31^c	44.55 ± 0.15^b	41.10 ± 0.76^a	دليل الغلوتين (%)
3.80 ± 0.04^a	3.85 ± 0.10^a	3.88 ± 0.01^a	3.82 ± 0.02^a	اللون (درجة)
346.00 ± 0.55^a	344.00 ± 5.10^a	345.00 ± 1.42^a	345.00 ± 2.20^a	رقم السقوط (ثانية)

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

3-4- خصائص الفارينوغراف للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة:

دُرس تأثير نسب ضرر آفة السونة (*Eurygaster Integriceps*) في خصائص دقيق القمح الريولوجية باستخدام تقنية الفارينوغراف، إذ حُللت عينات الدقيق التي تم الحصول عليها من عينات الشاهد (0%)، والعينات متوسطة الضرر (2% و 4%)، والعينات عالية الضرر (6%، 8% و 10%) والمضاف إليها نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك لكل من الدقيق عالي الجودة والدقيق القياسي.

لوحظ من نتائج التحليل الإحصائي أن الإصابة بحشرة السونة قد أثرت تأثيراً كبيراً في جميع قيم الفارينوغراف المدروسة، إذ تدهورت خصائص الدقيق بصورة واضحة مع زيادة النسبة المئوية للحبوب المصابة بحشرة السونة في كتلة القمح (الجدول 16، 17، 18، 19، 20، 21، 22 و 23).

حدث انخفاض في قيمة امتصاصية الدقيق للماء في مجموعات الدقيق (62.25% و 64.30%) للشاهد إلى (55.80% و 56.80%) للعينة المصاوية بنسبة 10% لدقيق الزيرو والدقيق الموحد على التوالي، ويعود هذا الانخفاض في امتصاصية الدقيق للماء إلى تحلل البروتينات والنشاء، وهذا ينتج عنه انخفاض قدرة هذه المكونات على الاحتفاظ بالماء (Olanca et al., 2009). إضافة إلى ذلك، ترافقت زيادة نسبة الإصابة بانخفاض زمن تطور العجينة (1.20-2.15 دقيقة و 2.00-3.10 دقيقة) وزمن ثباتية العجينة (1.00-2.00 دقيقة و 1.00-1.75 دقيقة) وارتفاع درجة ضعف العجينة (90.00-120.00 BU 110.50-130.50 BU)، ويعود ذلك إلى انخفاض الوزن الجزيئي للغلوتين (Dizlek and Ozer, 2016b)، ومن ثم تشير هذه النتائج إلى أن إصابة حبوب القمح بحشرة السونة من شأنه أن يخفض من قوة الدقيق ويصبح غير صالح للطحن والعمليات التصنيعية اللاحقة.

عموماً، توفر الخصائص الريولوجية معلومات أولية كبيرة حول تصنيع الخبز، فهي اختبارات مهمة جداً لصناعات الحبوب والطحن (Diraman et al., 2013)، وعادةً تُقيم الخصائص الريولوجية لعجين دقيق القمح بطرائق مختلفة، منها اختبار الفارينوغراف الذي يستخدم لتحديد السلوك الريولوجي في أثناء خلط

العجين ومقاومة العجين للخلط (Basar *et al.*, 2015). ويعد مؤشر ثباتية العجينة مؤشراً جيداً على جودة بروتين الدقيق، إذ تعطي أنواع الدقيق الأقوى عموماً قيمةً لمؤشر ثباتية العجينة أطول من الدقيق الأضعف (Karababa and Ozan, 1998). فيما يخص الدراسات السابقة حول تأثير إصابة حبوب القمح بحشرة السونة في مؤشرات الفارينوغراف، أفاد Karababa و Ozan (1998) أن الفروق المعنوية ($P \leq 0.05$) قد لوحظت بين عينات الدقيق السليمة والتالفة من حيث معايير الفارينوغراف باستثناء امتصاصية الدقيق للماء التي لم تتأثر بدرجة الإصابة، في حين أظهر Basar وآخرون (2015) أن إصابة القمح بحشرة السونة قد أثرت معنوياً في جميع خصائص الفارينوغراف ($P \leq 0.01$)، وأفادوا، عموماً، بأنه مع زيادة نسبة الحبوب التالفة من القمح في كتلة القمح تتخفض خطياً قيم امتصاصية الدقيق للماء، وزمن تطور العجينة وزمن ثباتية العجينة وتزداد قيم درجة ضعف العجينة، وبالنسبة للجزء الأكبر من النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة الحالية فقد كانت متوافقة مع التفسيرات المذكورة أعلاه، ولكن كانت هناك اختلافات طفيفة بين الدراسات، ويمكن تفسير هذه الاختلافات من خلال اختلاف مستويات الإصابة المستخدمة في التجارب، واختلافات عائدة إلى الاختلافات الجينية بين أصناف القمح (خصائص صنف القمح)، ومدة فترة نمو المحصول، ومرحلة حدوث الإصابة بالحشرات (Dizlek and Islamoglu, 2009). من جهة أخرى، أدت إضافة حمض الأسكوربيك بالنسب المذكورة إلى تحسن في خصائص الدقيق الريولوجية، ففي العينة ذات درجة الإصابة العالية بحشرة السونة (10%) لوحظ ازدياد في امتصاصية الدقيق للماء (56.55-55.80% و 56.55-58.40%)، وزمن تطور العجينة (1.20-1.50 دقيقة و 2.00-2.50 دقيقة) وزمن ثباتية العجينة (1.00-1.25 دقيقة و 1.00-1.25 دقيقة) وانخفاض في درجة ضعف العجينة (100.00-120.00 BU و 120.00-130.50 BU)، وتتوافق هذه النتائج مع أبحاث سابقة أفادت بأن الإضافات مثل حمض الأسكوربيك و DATEM والغلوتين الحيوي كان لها تأثير محسّن في جودة الخبز المصنوع من الدقيق الناتج عن القمح المصاب بحشرة السونة، وهذا التحسن في

جودة الخبز ناتج عن التحسن في خصائص الدقيق الريولوجية نتيجة هذه الإضافات، ومع ذلك، لم يكن

لهذه الإضافات أي تأثير في جودة الخبز عندما تضرر القمح عند مستويات عالية (Sivri and Koksel, 2002).

الجدول-15. امتصاصية الماء (%) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
63.72 ± 0.10^c	63.55 ± 0.15^c	62.84 ± 0.21^b	62.25 ± 0.33^a	حبوب قمح سليمة
62.51 ± 0.42^b	62.42 ± 0.12^b	$62.35 \pm 0.24^{a,b}$	62.10 ± 0.14^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
61.65 ± 0.45^c	61.10 ± 0.12^b	$60.95 \pm 0.30^{a,b}$	60.77 ± 0.32^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
58.86 ± 0.12^c	58.66 ± 0.10^b	58.56 ± 0.11^b	58.35 ± 0.64^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
57.95 ± 0.51^c	$57.75 \pm 0.41^{b,c}$	57.59 ± 0.44^b	57.25 ± 0.66^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
56.55 ± 0.42^c	56.20 ± 0.25^b	55.94 ± 0.15^a	55.80 ± 0.35^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-16. امتصاصية الماء (%) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
65.10 ± 1.22^b	64.95 ± 1.44^b	64.33 ± 0.54^a	64.30 ± 0.88^a	حبوب قمح سليمة
64.55 ± 2.05^c	$64.30 \pm 2.15^{b,c}$	64.25 ± 0.65^b	64.05 ± 1.23^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
63.95 ± 1.11^c	$63.82 \pm 1.15^{b,c}$	$63.65 \pm 1.25^{a,b}$	63.80 ± 0.44^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
61.91 ± 0.45^b	61.80 ± 0.55^b	61.33 ± 1.11^a	61.25 ± 0.51^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
61.20 ± 1.23^d	60.55 ± 2.01^c	60.20 ± 1.22^b	59.72 ± 0.15^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
58.40 ± 2.65^c	57.50 ± 1.05^b	56.60 ± 1.45^a	56.55 ± 1.12^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-17. زمن تطور العجينة (دقيقة) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
2.50 ± 0.02^b	2.25 ± 0.05^a	2.25 ± 0.01^a	2.15 ± 0.04^a	حبوب قمح سليمة
2.25 ± 0.01^b	2.20 ± 0.02^a	2.15 ± 0.04^a	2.10 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
2.05 ± 0.05^b	2.00 ± 0.02^b	1.75 ± 0.01^a	1.75 ± 0.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
2.25 ± 0.02^c	$2.10 \pm 0.02^{b,c}$	2.00 ± 0.01^b	1.75 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
1.55 ± 0.01^b	1.55 ± 0.01^b	1.50 ± 0.05^b	1.25 ± 0.08^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
1.50 ± 0.02^b	1.50 ± 0.05^b	1.25 ± 0.04^a	1.20 ± 0.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-18. زمن تطور العجينة (دقيقة) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
2.55 ± 0.01^b	3.50 ± 0.01^b	3.10 ± 0.05^a	3.10 ± 0.01^a	حبوب قمح سليمة
3.25 ± 0.01^b	3.20 ± 0.05^b	3.25 ± 0.01^b	3.00 ± 0.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
5.01 ± 0.02^c	3.00 ± 0.08^c	2.75 ± 0.04^b	2.50 ± 0.06^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
2.50 ± 0.08^b	2.50 ± 0.05^b	2.25 ± 0.02^a	2.25 ± 0.03^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
2.55 ± 0.03^b	2.50 ± 0.06^b	2.40 ± 0.01^b	2.05 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
2.50 ± 0.01^c	2.25 ± 0.10^b	2.25 ± 0.01^b	2.00 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-19. زمن ثباتية العجينة (دقيقة) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
2.50 ± 0.06^b	2.55 ± 0.04^b	2.50 ± 0.02^b	2.00 ± 0.01^a	حبوب قمح سليمة
2.50 ± 0.02^b	2.50 ± 0.05^a	2.55 ± 0.01^b	2.00 ± 0.04^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
2.25 ± 0.02^b	2.20 ± 0.01^b	2.05 ± 0.08^b	1.75 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
1.55 ± 0.05^b	1.50 ± 0.01^b	1.50 ± 0.04^b	1.20 ± 0.02^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
1.25 ± 0.02^b	1.25 ± 0.04^b	1.20 ± 0.05^b	1.00 ± 0.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
1.25 ± 0.01^b	$1.10 \pm 0.04^{a,b}$	$1.10 \pm 0.02^{a,b}$	1.00 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-20. زمن ثباتية العجينة (دقيقة) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
2.25 ± 0.02^c	2.00 ± 0.03^b	1.80 ± 0.01^a	1.75 ± 0.04^a	حبوب قمح سليمة
1.70 ± 0.01^b	1.75 ± 0.06^b	1.50 ± 0.02^a	1.50 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
1.75 ± 0.01^b	1.75 ± 0.05^b	1.75 ± 0.04^b	1.50 ± 0.03^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
1.75 ± 0.06^c	1.50 ± 0.04^b	1.40 ± 0.02^b	1.25 ± 0.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
1.50 ± 0.01^b	$1.35 \pm 0.02^{a,b}$	1.25 ± 0.04^a	1.20 ± 0.01^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
1.25 ± 0.01^b	1.25 ± 0.02^b	1.20 ± 0.01^b	1.00 ± 0.03^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-21. درجة ضعف العجينة (BU) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
80.50 ± 2.10^c	85.20 ± 0.65^b	85.50 ± 5.45^b	90.00 ± 3.20^a	حبوب قمح سليمة
90.00 ± 5.00^b	92.10 ± 5.15^b	95.00 ± 4.25^a	95.00 ± 6.20^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
90.00 ± 3.35^b	90.20 ± 4.05^b	90.00 ± 6.45^b	95.50 ± 1.44^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
92.50 ± 1.04^c	95.00 ± 5.42^b	95.20 ± 3.21^b	98.10 ± 2.42^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
100.00 ± 3.86^b	100.50 ± 3.02^b	100.50 ± 5.01^b	110.00 ± 6.25^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
100.00 ± 5.44^c	115.00 ± 4.25^b	115.00 ± 2.30^b	120.00 ± 5.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

الجدول-22. درجة ضعف العجينة (BU) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.

تركيز حمض الأسكوربيك				عينات القمح المدروسة
ppm 300	ppm 200	ppm 100	ppm 0	
95.00 ± 0.55^c	95.50 ± 1.22^c	100.10 ± 2.25^b	110.50 ± 4.10^a	حبوب قمح سليمة
104.50 ± 2.21^b	110.50 ± 4.35^b	115.00 ± 5.32^a	115.20 ± 3.10^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 2%
105.50 ± 5.11^c	110.10 ± 2.10^b	115.40 ± 5.31^a	118.30 ± 4.56^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 4%
110.00 ± 0.66^b	115.50 ± 2.85^b	122.00 ± 2.34^a	125.30 ± 5.22^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 6%
118.00 ± 2.44^b	120.10 ± 1.45^b	125.00 ± 2.33^a	128.00 ± 5.05^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 8%
120.00 ± 3.12^c	122.00 ± 2.05^c	125.20 ± 1.10^b	130.50 ± 1.25^a	حبوب قمح مصابة بنسبة 10%

* تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد على عدم وجود فروق معنوية على مستوى ثقة $P \leq 0.05$.

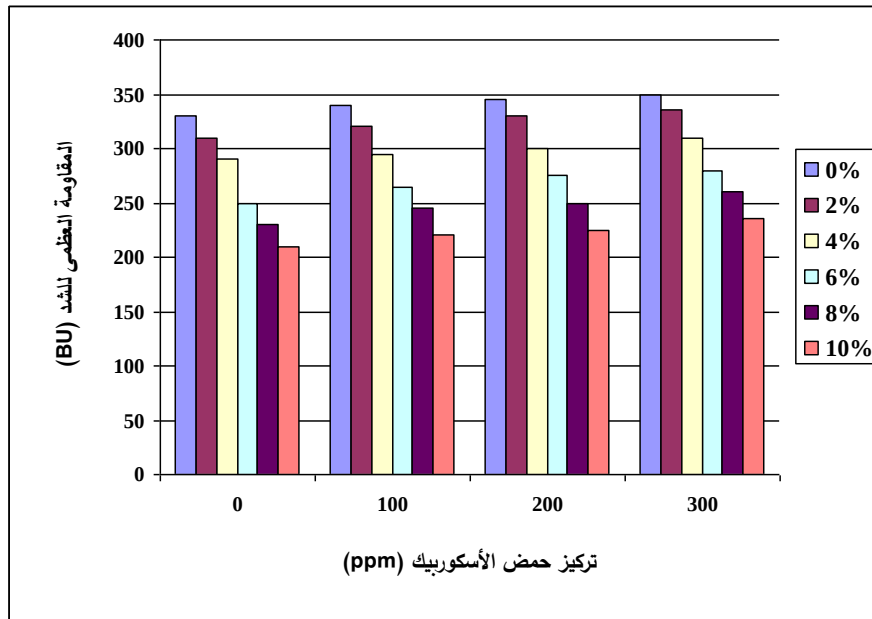
3-5- خصائص الاكستينوسوغراف للدقيق الناتج عن عينات القمح المدروسة:

أُختبرت الخصائص الريولوجية بتقنية الاكستينوسوغراف لعينات دقيق القمح عالي الجودة (دقيق الزيرو) والدقيق القياسي (الدقيق الموحد) والمستبدلة جزئياً بحبوب القمح المصابة بحشرة السونة بنسبة (0، 2، 4، 6، 8 و 10%) والمضاف إليها نسب مختلفة من حمض الأسكوربيك (0، 100، 200 و 300ppm)، وعرضت نتائج المقاومة العظمى للشد (الشكل 5 و 6)، ومرونة العجينة (الشكل 7 و 8) ومطاطية العجينة (الشكل 9 و 10).

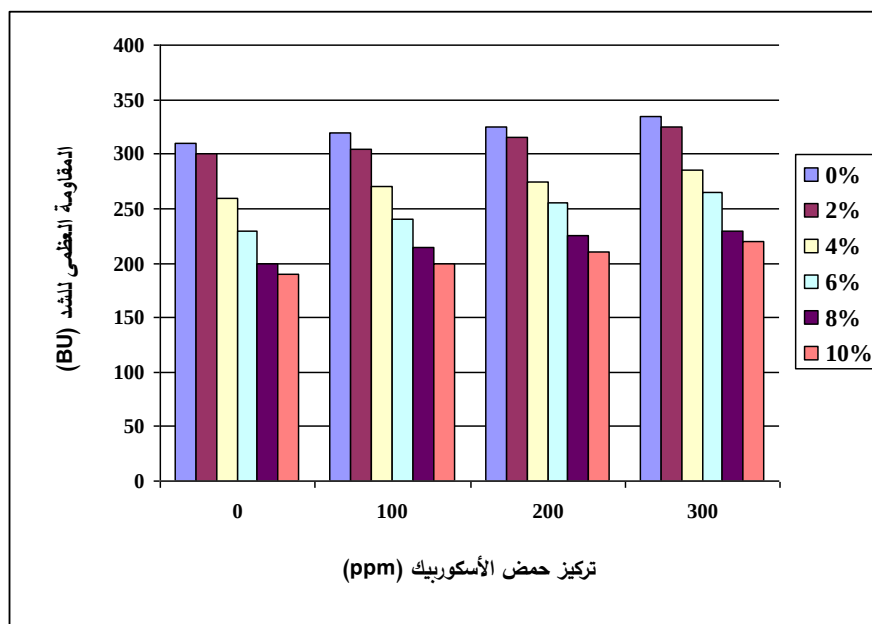
على الرغم من أن هناك طرائق عدة متاحة للكشف عن تلف حبوب القمح والدقيق بحشرة السونة، مثل اختبار الفارينوغراف، اختبار ترسيب زيليني، اختبار بيلشينك واختبارات الغلوتين المختلفة (Diraman, 2010)، إلا أننا في هذه الدراسة، لم نستخدم فقط اختبار الفارينوغراف ولكن أيضاً اختبار الاكستينوسوغراف الذي يعطي أدلة مهمة حول عملية تصنيع الخبز، إذ إن تنفيذ هذا الاختبار يغطي مدة زمنية طويلة (135 دقيقة) كما هو الحال في صنع الخبز العادي، ويسجل جهاز الاكستينوسوغراف منحنى زمن القوة لقطعة عجين ممدودة حتى تنقطع، وتُستخدم خصائص منحنيات الزمن أو الرسوم الإضافية لتقييم الجودة العامة للدقيق واستجابته للعوامل المحسنة، والقياسات الأكثر شيوعاً هي المقاومة العظمى للشد، والمرونة والمطاطية (Hadnadev *et al.*, 2011).

لوحظ اختلاف كبير بين المقاومة العظمى للشد في مجموعات العجين، ووفقاً لذلك، عندما زادت نسبة الحبوب المصابة بحشرة السونة في كتلة القمح، وجد أن مقاومة عينات العجين تنخفض بشكل حاد للغاية في كلا نوعي القمح، فقد انخفضت المقاومة العظمى للشد في عينات الشاهد من (BU 330 و BU 310) إلى (BU 210 و BU 190) للعينات المصابة بحشرة السونة بنسبة 10% لدقيق الزيرو والدقيق الموحد على التوالي، وكانت العوامل الرئيسية التي تعزى إلى هذه الحالة هي تليين العجين وتقليل اللزوجة المرنة (Viscoelasticity) بسبب تلف حشرة السونة لبروتينات غلوتين القمح (Diraman; 2009)، وتوافقت هذه

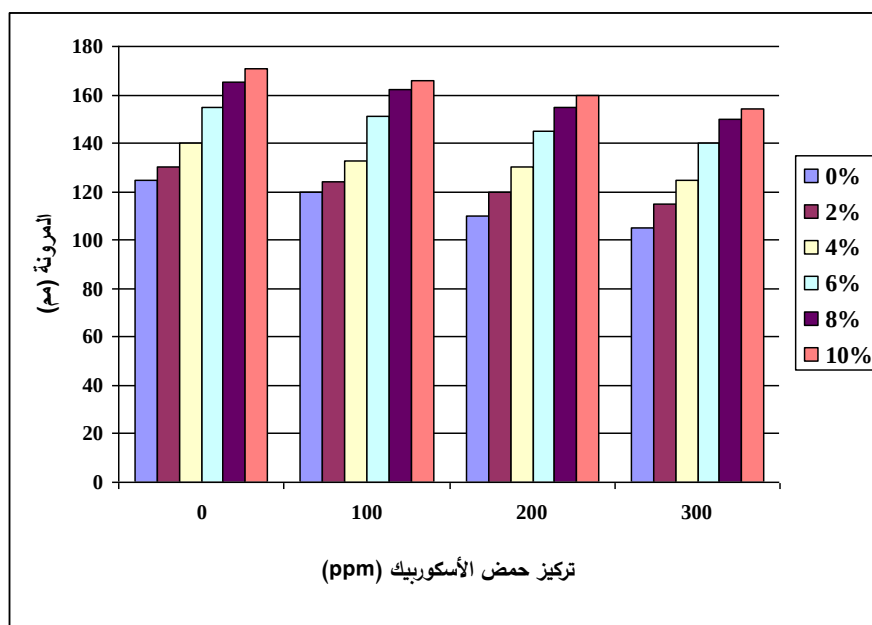
النتائج مع (Dizlek and Özer, 2016b; 2017a). إضافة إلى ذلك، انخفضت مطاطية العجينة مع ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة، وتراوح بين (1.23-2.64) لدقيق الزيرو وبين (1.03-2.14) للدقيق الموحد، في حين ازدادت مرونة العجينة وتراوح بين (125.20-171.50 مم و-145.30-185.10 مم) لدقيق الزيرو والدقيق الموحد على التوالي، وتعزى هذه التغيرات في مرونة العجينة ومطاطيتها إلى تأثير الأنزيمات المحقونة في الحبيبات بواسطة حشرة السونة (Aja *et al.*, 2004).



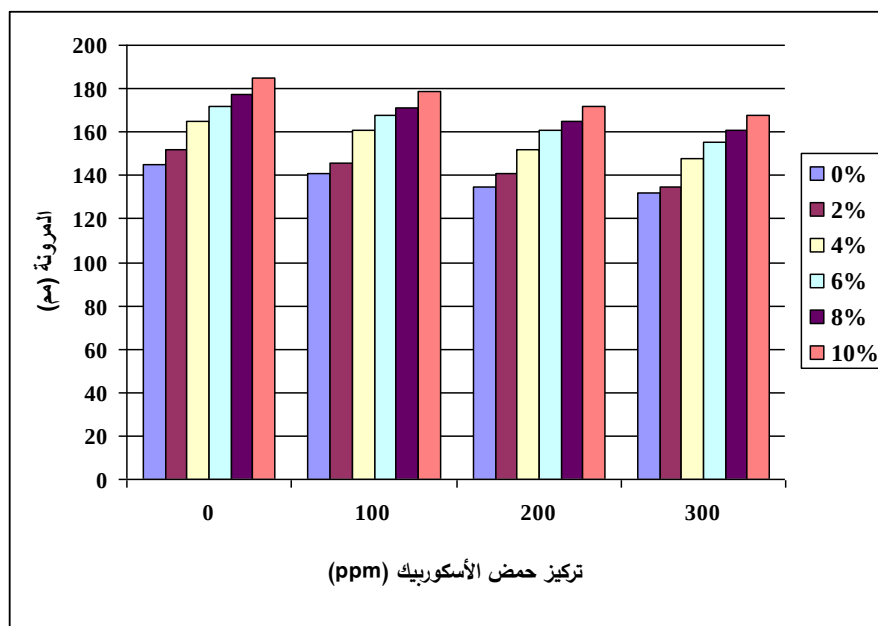
الشكل-5. المقاومة العظمى للشد (BU) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.



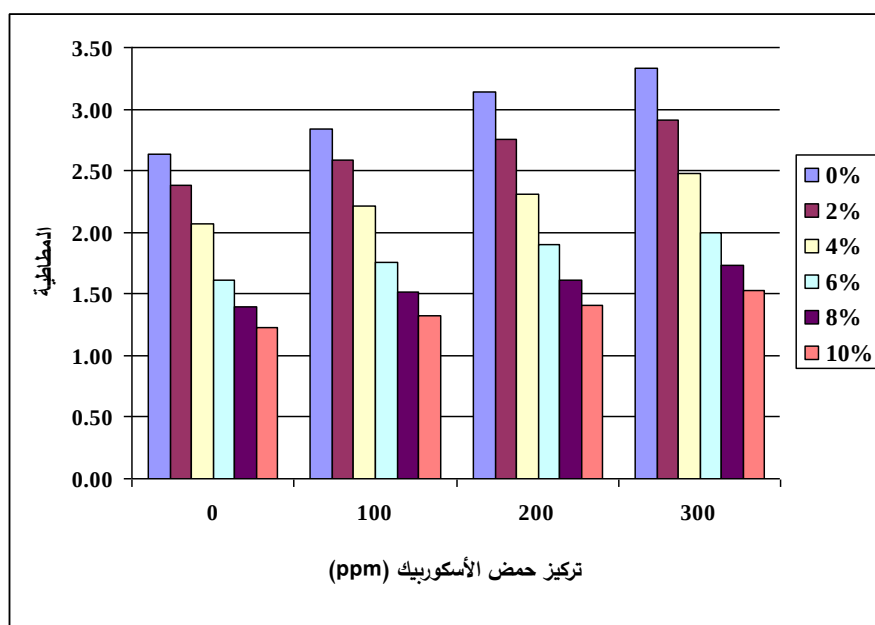
الشكل-6. المقاومة العظمى للشد (BU) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.



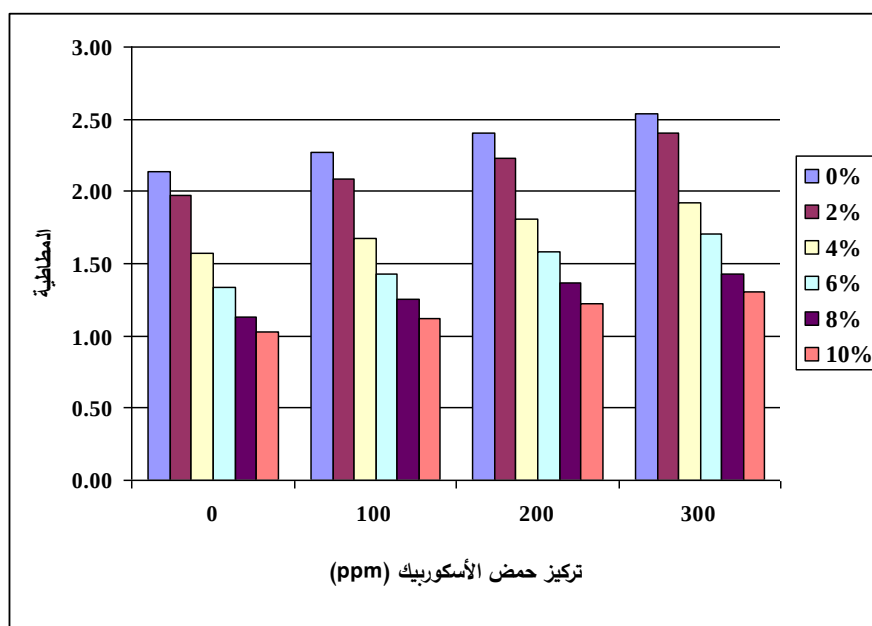
الشكل-7. مرونة العجينة (مم) لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.



الشكل-8. مرونة العجينة (مم) للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.



الشكل-9. مطاطية العجينة لدقيق الزيرو الناتج عن عينات القمح المدروسة.



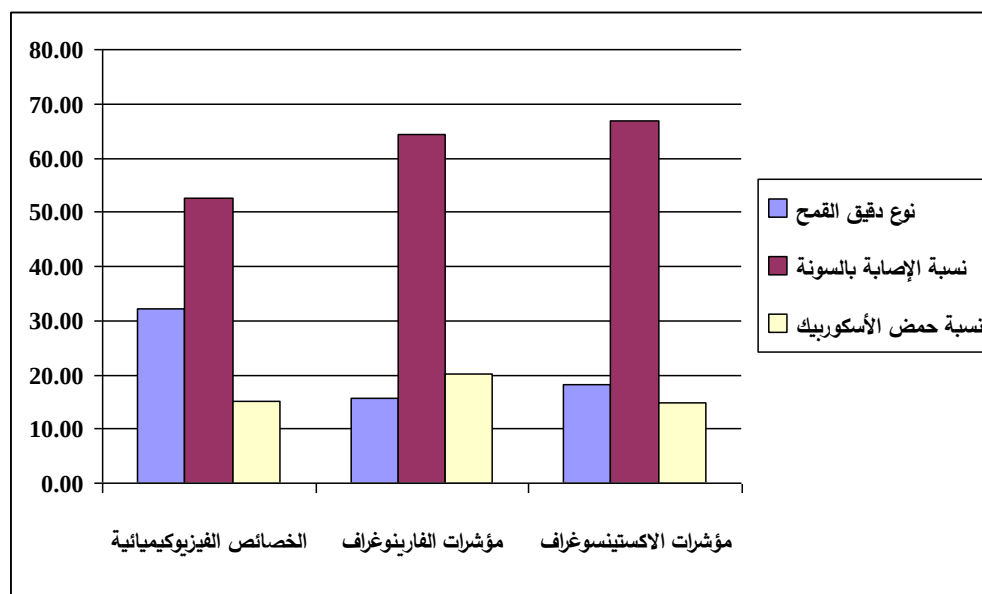
الشكل-10. مطاطية العجينة للدقيق الموحد الناتج عن عينات القمح المدروسة.

3-6- توزيع التباين لتأثير العوامل المدروسة في خصائص الدقيق:

أُجري اختبار F وتوزع التباين لتحديد تأثير العوامل المدروسة (نوع دقيق القمح، نسبة الإصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف) في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية (الشكل 11). بينت نتائج التحليل الإحصائي أن أكثر من (50%) من التغيرات في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية كانت تعود إلى نسبة الإصابة بحشرة السونة، فقد أثرت بنسبة (52.45%، 64.33% و66.86%) من تباين المؤشرات الفيزيوكيميائية، مؤشرات الفارينوغراف ومؤشرات الاكستينسوغراف. وعلى الرغم من أن إضافة حمض الأسكوربيك بنسبة تصل إلى 300 ppm قد حسنت من خصائص الدقيق، كما لوحظ من النتائج السابقة، إلا أنها كانت مسؤولة فقط عن (15.21%) من تباين المؤشرات الفيزيوكيميائية، و(20.01%) من تباين مؤشرات الفارينوغراف و(14.86%) من تباين مؤشرات الاكستينسوغراف، في حين

كان نوع الدقيق مسؤولاً عن نسبة تراوحت بين (15.62-32.20%) من تباين المؤشرات المدروسة، والتي تعود بالدرجة الأولى إلى اختلاف التركيب الفيزيوكيميائي بين نوعي الدقيق نتيجة ازدياد نسبة استخراج الدقيق والتي تتوافق مع زيادة نسبة الرماد والألياف والبروتينات (Azizi *et al.*, 2006).

إن النتائج المعروضة في الشكل (11) تؤكد، من جهة، نتائج أبحاث سابقة حول خطورة إصابة حبوب القمح بحشرة السونة من حيث التدني الحاد في خصائص الدقيق الناتج مع ازدياد نسبة الإصابة لتصل إلى مرحلة تصبح فيها الحبوب غير صالحة للطحن والعمليات التصنيعية (Dizlek and Özer, 2017b)، ومن جهة أخرى، إن إضافة حمض الأسكوربيك من شأنه أن يحسن من مواصفات الدقيق لكن تبقى غير كافية عند نسب الإصابة العالية وتحتاج إلى معاملات إضافية (Dizlek and Özer, 2017c; 2021).



الشكل-11. توزيع التباين لتأثير العوامل المدروسة في خصائص الدقيق.

3-7- تحديد العلاقة الرياضية بين نسبة الإصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك

المضاف:

يبين الشكل (12) العلاقة الرياضية بين نسبة إصابة حبوب القمح بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك الواجب إضافتها لتحسين الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية للدقيق الناتج عن طحن الحبوب المصابة، ومن خلال هذا الشكل يمكننا استنتاج الآتي:

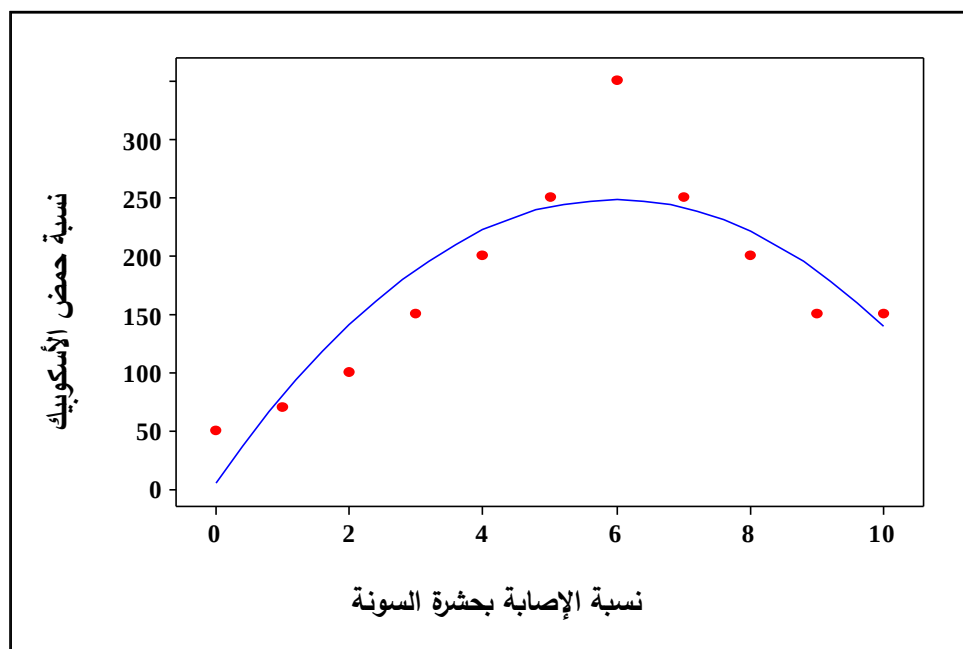
- يمكن ربط نسبة إصابة حبوب القمح بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف بعلاقة رياضية من الدرجة الثانية:

$$\text{نسبة حمض الأسكوربيك} = -44.20 + 81.31 \times (\text{نسبة الإصابة}) - 6.795 \times (\text{نسبة الإصابة})^2$$

- تزداد نسبة حمض الأسكوربيك المضاف مع زيادة نسبة الإصابة بحشرة السونة حتى مستوى 250 ppm حمض الأسكوربيك عند نسبة إصابة 5% بحشرة السونة، إذ عند مستوى الإصابة هذا يمكن لكمية حمض الأسكوربيك المضافة أن تحسن من خصائص الدقيق لتصبح مشابهة لحد ما خصائص الدقيق الناتج عن حبوب قمح سليمة.

- عند ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة أكثر من 6% تصبح إضافة حمض الأسكوربيك غير مجدية في تحسين خصائص الدقيق حتى لو رُفعت نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm.

بينت دراسات سابقة على الأقماع التركيبية أن نسبة الإصابة بحشرة السونة التي تصل إلى حد 2-3% من الحبوب، قد تجعل كتلة الحبوب بأكملها غير مقبولة لأغراض الخبز بسبب جودة الدقيق الرديئة (Mutlu *et al.*, 2014).



الشكل-12. العلاقة بين نسبة الإصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions

and

Recommendations

4- الاستنتاجات CONCLUSIONS:

1. بينت نتائج اختبار الخصائص الفيزيائية لحبوب القمح المصابة بنسب مختلفة من حشرة السونة انخفاض قيم الوزن النوعي ووزن الألف حبة بشكل حاد نتيجة لزيادة ضرر درجة الإصابة الناجم عن حشرة السونة.

2. أظهرت نتائج تقييم المؤشرات الفيزيوكيميائية لنوعي الدقيق الناتج عن عينات القمح المصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة تدني هذه المؤشرات مع ارتفاع نسبة الحبوب المصابة بالسونة.

3. أثرت الإصابة بحشرة السونة بشكل كبير في جميع قيم الفارينوغراف والاكستينوغراف المدروسة، فقد تدهورت خصائص الدقيق بشكل واضح مع زيادة النسبة المئوية للحبوب المصابة بحشرة السونة في كتلة القمح، إذ انخفضت امتصاصية الدقيق للماء، وزمن تطور العجينة، وزمن ثباتية العجينة، والمقاومة العظمى للشد ومطاطية العجينة، في حين ازدادت درجة ضعف العجينة ومرونتها.

4. أدت إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق الناتج عن طحن عينات حبوب القمح المدروسة والمصابة بنسب مختلفة بحشرة السونة إلى تحسن في الخصائص النوعية للبروتينات، فقد ازداد دليل الغلوتين، كما ترافق ذلك أيضاً بتحسن في خصائص الدقيق الريولوجية، لكن تبقى نسبة حمض الأسكوربيك المضافة غير كافية في تحسين خصائص الدقيق عند نسب الإصابة العالية بحشرة السونة وتحتاج إلى معاملات إضافية.

5. أشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن اختبارات دليل الغلوتين والفارينوغراف والاكستينوغراف يمكن أن تكون وسائل مفيدة للغاية للكشف عن القمح التالف بواسطة حشرة السونة.

6. بينت نتائج توزيع التباين لتحديد تأثير العوامل المدروسة (نوع دقيق القمح، نسبة الإصابة بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف) في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية أن أكثر من (50%) من التغيرات في خصائص الدقيق الفيزيوكيميائية والريولوجية كانت تعود إلى نسبة الإصابة بحشرة السونة، ومن ثم تشير النتائج في هذا البحث إلى أن إصابة حبوب القمح بحشرة السونة من شأنه أن يخفض من قوة الدقيق ويصبح غير صالح للطحن والعمليات التصنيعية اللاحقة.

7. يمكن ربط نسبة إصابة حبوب القمح بحشرة السونة ونسبة حمض الأسكوربيك المضاف بعلاقة رياضية من الدرجة الثانية، تبين من خلالها أن نسبة حمض الأسكوربيك المضاف تزداد مع زيادة نسبة الإصابة بحشرة السونة حتى مستوى 250 ppm حمض الأسكوربيك عند نسبة إصابة 5% بحشرة السونة، إذ عند مستوى الإصابة هذا يمكن لكمية حمض الأسكوربيك المضافة أن تحسن من خصائص الدقيق لتصبح مشابهة لحد ما خصائص الدقيق الناتج عن حبوب قمح سليمة، في حين ارتفاع نسبة الإصابة بحشرة السونة أكثر من 6% تجعل إضافة حمض الأسكوربيك غير مجدية في تحسين خصائص الدقيق حتى ولو رُفعت نسبة حمض الأسكوربيك المضاف إلى 300 ppm.

5- المقترحات والتوصيات :RECOMMENDATIONS

استناداً إلى نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية والريولوجية لأنواع الدقيق المنتجة محلياً والناجمة عن حبوب قمح مصابة بنسب مختلفة من حشرة السونة والمدعمة بنسب مختلفة من حمض الأسكوربيك، تستخلص مجموعة من المقترحات والتوصيات لإجرائها في الأبحاث القادمة:

1. العمل على تحسين خصائص أنواع الدقيق الناتجة عن حبوب قمح مصابة بنسب مختلفة من حشرة السونة باستخدام حمض الأسكوربيك مع معاملات أخرى.
2. التحري عن الخصائص التصنيعية، مثل صناعة الخبز والمعجنات، لأنواع الدقيق الناتجة عن حبوب قمح مصابة بنسب مختلفة من حشرة السونة.

المراجع العلمية

References

6- المراجع العلمية REFERENCES:

6-1- المراجع العربية:

الجندي، محمد ممتاز. (1961). الصناعات الغذائية (صناعة الحبوب)، الطبعة الأولى، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة جمهورية مصر العربية.

سلطان شيخموس، غسان حسن. (2013). تقصي انتشار حشرات البق الدقيقي Porphyrophora tritici و P. polonica في حقول القمح والشعير في محافظة الحسكة - شمال شرق سورية ودراسة حياتية حشرة لآلى الأرض P. tritici Bod على محصول القمح. مجلة وقاية النبات العربية، 31(2): 126-132.

سيد عيسى، مجد الدين. (2003). أثر الاتفاقية العامة لتحرير التجارة الدولية في تسويق الحبوب (القمح والشعير) في سورية، أطروحة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة حلب، ص 138.

عثمان، صالح، خميس الشيخ وعز الدين السيد (2007). دليل زراعة محصول القمح، منشورات جامعة حلب، سورية، 13 صفحة.

غنوم، محمد عزت. (2004). بيئية وحياتية دبابير الحنطة المنشارية وطفيلياتها في شمال سورية. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة حلب. 133 صفحة.

قمصاني، طه بن عبد الله والمدني، خالد بن علي. (2002). مضادات الأكسدة بين الصحة والمرض. جدة الأولى، دار المدني للطباعة والنشر. جدة، ص (25-27).

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، أوضاع الأمن الغذائي العربي 2021، ص 15.

6-2- المراجع الأجنبية:

- AACC. (2000). Approved Methods of the AACC, 10th edn. **Methods 55-10, 44-15A, 08-01, 46-10, 38-12A, 54-21, 54-10.** St Paul, MN, USA.
- Aja, S., Perez, G. and Rosell, C. M. (2004). Wheat damage by *Aelia* spp. and *Eurygaster* spp.: Effects on gluten and water-soluble compounds released by gluten hydrolysis. **Journal of Cereal Science**, 39, 187-193.
- Al-Mousawi, A. H., Richardson, P. E. and Burton, R. L. (1983). Ultrastructural studies on greenbug (Hemiptera: Aphididae) feeding damage to susceptible and resistant wheat cultivars. **Annals of the Entomological Society America**, 71, 964-971.
- Askariyanzade, A. (1998). The relationship between the percentage of damaged and several varieties of wheat bread properties and how to improve their quality. **Master Thesis Engineering & Entomology**, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
- Atwell, W. A. (2001). Wheat Flour, **Eagan press**, St. Paul, Minnesota, USA, pp 134.
- Azizi, M. H., Sayeddin, S. M. and Payghambaroost, S. H. (2006). Effect of flour extraction rate on flour composition, dough rheology characteristics and quality of flat breads. **Journal of Agriculture Science and Technology**, 8, 323-330.
- Baratto, M. C., Becker, N. B., Gelinski, J. M. L. N. and Silveira, S. M. (2015). Influence of enzymes and ascorbic acid on dough rheology and wheat bread quality. **African Journal of Biotechnology**, 14, 3124-3130.
- Basar, S., Karaoglu, M. M. and Boz, H. (2015). The effects of *Cephalaria syriaca* flour on the quality of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat. **Journal of Food Quality**, 39, 13-24.
- Basman, A., Koksels, H. and Ng, K. W. (2002). Effects of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality

- characteristics of two wheat flours. **European Food Research and Technology**, 215, 419-424.
- Bohni, P. (2013). Meeting quality parameters. **World Grain**, 31, 90-93.
- Burcu, O., Dilek, O. and Hamit, K. (2009). Effects of suni-bug (*Eurygaster spp.*) damage on size distribution of durum wheat (*Triticum durum L.*) proteins. **European Food Research and Technology**, 229, 813-820.
- Caballero, P., Bonet, A., Rosell, C. and Gomez, M. (2005). Effect of microbial flour. **Journal of Cereal Science**, 42, 93-100.
- Cornell. H.J., and Hoveling, A.W. (1998). The milling of wheat chemistry and Utilization. H.J. Cornell and A.W. Hoveling eds. **Technomic Publication Company**. Inc. 851 New Holland Avenus. Box 3535. Lancaster, Pennsylvania 17604. U.S
- Daamen, R. A., Wijnands, F. G. and Vliet, G. (1989). Epidemic of diseases and pests of winter wheat at different levels of agrochemical input. **J. Phytopath.**, 125, 305-319.
- Del Nobile, M. A., Baiano, A., Conte, A., and Mocci, G. (2005). Influence of protein content on spaghetti cooking quality. **J. Cereal Sci.**, 41, 347-356.
- Dexter, J. E., Marchylo, B. A., MacGregor A. W. and Tkachuk. R. (1989). The structure and protein composition of vitreous, piebald and starchy durum wheat kernels. **Journal of Cereal Science**, 10, 19-32.
- Diraman, H. (2009). Effect of suni-bug (*Eurygaster spp.*) damage on some biochemical properties of bread wheat variety (Bezostaja). **Asian Journal of Chemistry**, 21, 7049-7053.
- Diraman, H. (2010). Effect of microwaves on technological and rheological properties of suni-bug (*Eurygaster spp.*) damaged and undamaged wheat flour. **Food Science Technology Research**, 16, 313-318.
- Dixon, A. G. (2008). The life cycle and host preferences of the bird cherryoat aphid *Rhopalosiphum padi L.* and their bearing on the theories of host alternation in aphids. **Annal al Applied Biology**, 68, 135-147.

- Dizlek, H. (2017). Effects of sunn pest (*Eurygaster* spp.) sucking degree in grain on wheat quality characteristics. **Romanian agricultural research**, 2017, 339-349.
- Dizlek, H. and Islamoglu, M. (2015). Effects of sunn pest (*Eurygaster maura* L. Heteroptera; Scutelleridae) sucking number on physical and physicochemical characteristics of wheat varieties. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, 88, 10-15.
- Dizlek, H. and Özer, M. S (2016a). The improvement of bread characteristics of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged bread wheat by blending application and using additives. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, 8, 1-12.
- Dizlek, H. and Özer, M. S. (2016b). Effects of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damage ratio on physical, chemical, and technological characteristics of wheat. **Quality Assurance and Safety of Crops and Foods**, 8, 145-156.
- Dizlek, H. and Özer, M. S. (2017a). Improvement of physical, physicochemical, and rheological characteristics of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat by blending application. **Quality Assurance and Safety of Crops and Foods**, 9, 31-39.
- Dizlek, H. and Özer, M. S. (2017b). Effects of sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damage ratios on rheological characteristics of wheat flour. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, 9, 47-54.
- Dizlek, H. and Özer, M. S. (2017c). Improvement bread characteristics of high level sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat by using transglutaminase and some additives. **Journal of Cereal Science**, 77, 90-96.
- Dizlek, H. and Özer, M. S. (2021). Improvement bread characteristics of high level sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat by modification in kneading and fermentation conditions. **Journal of Cereal Science**, 102, 121-129.

- Dobraszczyk, B. J. and Morgenstern, M. P. (2003). Rheology and the breadmaking process. **Journal of Cereal Science**, 38, 229-245.
- Edwards, M. N., Dexter, E. J. and M. Scanlon, G. (2002). Starch participation in durum dough linear viscoelastic properties. **Cereal Chemistry**, 79, 850-856.
- El-Bouhssini, M., Lhaloui, S., Hatchett, J., Mulitze, D. and Starks, K. (1987). Preliminary evaluation of sawfly damage to small grains in Morocco. **Rachis Newsletter**, 6, 29-31.
- FAO. (2017). FAO Statistical Yearbook 2018, World Food and Agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. FAS, **Office of Global Analysis**, (202) 720-6301. Prepared or estimated on the basis of official USDA production, supply, and distribution statistics from foreign governments. NASS, Crops Branch, (202) 720–2127.
- Freeman, P. (1980). Common insect pests of Stored Food. (ED) 40. **Products BMNH**, London, 69pp.
- Fudiyansyah, N., Petterson, D. S., Bell, R. R. and Fairbrother, A. H. (1995). A nutritional, chemical and sensory evaluation of lupin (*L. angustifolius*) tempe. **International Journal of Food Science and Technology**, 30, 297-305.
- Gerrard, J. A. (2002). Protein-protein crosslinking in food: Methods, consequences, applications. **Trends in Food Science and Technology**. 13, 389-397.
- Gerrard, J. A., Fayle, S. E., Wilson, A. J., Newberry, M. P., Ross, M. and Kavale, S. (1998). Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. **Journal of Food Science**, 63, 472-475.
- Gerrard, J. A., Newberry, M. P., Ross, M., Wilson, A. J., Fayle, S. E. and Kavale, S. (2000). Pastry lift and croissant volume as affected by microbial transglutaminase. **Journal of Food Science**, 65, 312-314.

- Gómez, M., Jimenez, S., Elena, R. and Oliete, B. (2011). Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. **Food Science and Technology** 44, 2231-2237.
- Gujral, H. S. and Rosell, C. M. (2004). Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**, 39, 225-230.
- Hadnadev, T., Pojić, M., Hadnadev, M. and Torbica, A. (2011). The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control. In Akay, I. (ed). Wide Spectra of Quality Control II. **Chapter 18**, 1-27.
- Harriri, G., Williams, P. C. and El-Haramein, F. J. (2000). Influence of pentatomid insects on the physical dough properties and two-layered flat bread baking quality of Syrian wheat. **Journal of Cereal Science**, 31, 111-118.
- Hein, G. L., Kalisch, J. A. and Thomas, J. (1996). Cereal aphids identification and general discussion of the cereal aphid species most commonly found in Nebraska small grains, corn, sorghum and millet. **Neb. Extension**, 126, 131-936.
- 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.
- Hui, Y. H. (2006), Bakery Products Science and Technology. **Blackwell Publishing Professional**, Iowa, USA.
- ICARDA Annual Report, (2006). **Corporate annual report**, Aleppo, Syria.
- Jaby El-Haramein, F., El Bouhssini, M., Amir-Maafi, M., Canhilal, R. and Kutuk, H. (2007). The Impact of Sunn Pest Density on Grain and Flour Quality. Pages 181-186: A Decade of Progress 1994-2004 **Arab Society for Plant Protection, ISBN** 978-9953-0-1063-2, Printed in Beirut, Lebanon 2007.
- Jemsi, G., Shojai, M., Radjabi, G. and Ostovan, H. (2002). Study on economic population dynamic, biology, host range and economic threshold of cereal leafminer in Khuzestan. **J. Agri. Sci.**, 8, 1-21.

- Johansson, E., Prieto-Linde, M. L. and Jonsson, J. O. (2001). Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. **Cereal Chemistry**, 78, 19-25.
- Karababa, E. and Ozan, A. N. (1998). Effect of wheat bug (*Eurygaster integriceps*) damage on quality of a wheat variety grown in Turkey. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 77, 399-403.
- Kiszonas, A. M., Engle, D. A., Pierantoni, L. A. and Morris, C. F. (2018). Relationships between falling number, α -amylase activity, milling, cookie and sponge cake quality of soft white wheat. **Cereal Chemistry**, (95), 1-34.
- Koksel, H. and Sivri, D. (2002). Various characteristics of sunn pest and wheat stinkbug enzymes and the effects of gluten proteins. In: **Cereal 2002 Cereal Products Technology Congress and Fair**, 3-4 October 2002, Gaziantep: 49-56.
- Koksel, H., Ozderen, T., Olanca, B. and Ozay, D. S. (2009). Effects of suni bug (*Eurygaster* spp.) damage on milling properties and semolina quality of durum wheats (*Triticum durum* L.). **Cereal Chemistry**, 86, 181-186.
- Miller, R. (1991). Insect pests of wheat and barley in West Asia and North Africa. **Technical Bulletin 9. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)**, Aleppo, Syria. 136 pp.
- Mutlu, Ç., Canhilal, R., Karaca, V., Duman, M., Gözüaçık, C. and Kan, M. (2014). Economic threshold revision of the Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) (Hemiptera: Scutelleridae) on wheat in Southeastern Anatolia Region. **Türkiye Entomoloji Bülteni**, 4, 157-169.
- Ognean, M., C. and Darie, F. N. (2011). Rheological evaluation of some commercial xylanases. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, 378-384.
- Oikonomou, N. A., Bakalis, S., Rahman, M. S. and Krokida, M. K. (2015). Gluten index for wheat products: Main variables in affecting the value and

- nonlinear regression model. **International Journal of Food Properties**, 18, 1-11.
- Olanca, B., Sivri Ozay, D. and Koksel, H. (2009). Effects of suni-bug (*Eurygaster* spp.) damage on size distribution of durum wheat (*Triticum durum* L.) proteins. **European Food Res. Technol.**, 229, 813-820.
- Orth, R.A., and Mander, K.C. (1975). Effect of milling yield on flour composition and bread making quality. **Cereal chem.** 52:305-314.
- Ozberk, İ., Atli, A., Pfeiffer, W., Ozberk, F. and Coskun, Y. (2005). The effect of sunn pest (*Eurigaster Integriceps*) damage on durum wheat: impact in the marketplace. **Crop Protection**, 24, 267-274.
- Parker, B. L., El- Bouhssini, M. and Skinner, M. (2001). Field guide: Insect pests of wheat and barley in North Africa, West and Central Asia. **International Center for Agricultural Research in the Dry Areas**. Aleppo, Syria. 120pp.
- Peterson, C. J., Graybosch, R. A., Shelton, D. R. and Baenziger, P. S. (1998). Baking quality of hard winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great Plains, **Euphytica**, 100, 157-162.
- Pourzafar, Z., Movahhed, S. and Chenarbon, H. A. (2013). Effect of addition of the emulsifier DATEM on sensory and staling characteristics of gluten- free Barbari bread. **Annals of Biological Research**, 4, 60-63.
- Rashwani, A. (1983). Preliminary survey of wheat stem sawfly (*Cephus* spp.) incidence in Syria. **Rachis Newsletter**, 2, 23.
- Reidell, W. E. and kieckhefer, R. W. (1995). Feeding damage effect of three aphid species on wheat root growth. **J. Plant Nutration**, 18, 1881-1891.
- Rezaei, M. N, Jayaram, V. B, Verstrepen, K. J, and Courtin, C. M. (2016). The impact of yeast fermentation on dough matrix properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 96, 3741-3748.
- Rolf, G. and Adams, W. (2004). Di-acetyltartaric esters monoglycerides (DATEM) and associated emulsifiers in bread making. In *Emulsifiers in Food*

- Technology. Robert, J. W. (ed), chapter 4. **Blackwell Publishing Ltd.** pp. 86-109.
- Rosell, C. M., Wang, J., Aja, S., Bean, S. and Lookhart, G. (2003). Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase. **Cereal Chemistry**, 80, 52-55.
- 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.
- Sasaki, T., Yasui, T. J., Matsuki. and Satake, T. (2002). Comparison of physical properties of wheat starch gels with different amylose content. **Cereal Chemistry**, 79, 861-866.
- Shokraie, M., Salehifar, M. and Afshin Pazhooh, R. (2018). Rheological and quality characteristics of pasta produced from sunn pest damaged wheat flour and ascorbic acid. **Journal of Agricultural Science** and, 20, 953-963.
- Sivri, D. and Koksel, H. (2000). Characterisation and partial purification of gluten hydrolyzing protease from bug (Eurygaster spp.) damaged wheat. In: Shewry, P. R. and Tatham, A. S. (Eds) Wheat gluten. **Royal Society of Chemistry**, Cambridge, UK. pp. 287-290.
- Sivri, D., Sapirstein, H., Koksel, H., Bushuk, W. (1999). Effects of wheat bug (Eurygaster maura) protease on glutenin proteins. **Cereal Chemistry**, 76, 816-820.
- Spendler, T., Christiansen, L. and Frandsen, T. (2001). Functionality and mechanism of a new 2nd generation lipase for the baking industry. In: 2001 **AACC Annual Meeting**, Charlotte, North Carolina: American Association of Cereal Chemists.
- Stewart, G. (2003). Knowledge is the key to achieving consistency. **Cereal Food World**, 48, 56-57.
- Sugden, D. (1997). Flour consistency, **World Grain**, January, 15, 30-33.

- Sugden, T.D. (2000). Wheat flour milling. PP. 140-181 in: cereals and cereal products chemistry and Technology. D.A.V. Dendy, B.J. Dobraszczyk eds., **Aspen publisher**, Inc. 200 Orchard Ridge Drive, suite 200, Gaithersburg, Maryland. 20878.
- TAGEM. (1997). Sunn pest. Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, **Directorate of Publication Press**, Ankara: 16-20.
- Tseng, C. S. and Lai, H. M. (2002). Physicochemical properties of wheat flour dough modified by microbial transglutaminase. **Journal of Food Science**, 67, 750-755.
- Torbica, A. M., Mastilović, J. S., Pojić, M. M., and Kevrešan, Ž. S. (2014). Effects of wheat bug (*Eurygaster* spp. and *Aelia* spp.) infestation in preharvest period on wheat technological quality and gluten composition. **The Scientific World Journal**, 2014, 1-6.
- Torbica, A., Antov, M., Mastilovic, J., and Knezevic, D. (2007). The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Food Res. Int.**, 40, 1038-1045.
- Vaccino, P., Corbellini, M., Curioni, A., Zoccatelli, G., Migliardi, M. and Tavella, L. (2001). Relationships between timing of *Eurygaster maura* attacks and gluten degradation in two bread wheat cultivars. In: Lafiandra, D., Macsi, S., Ovidio, R.D. (eds.), **The gluten proteins**, 425-428. Viterbo.
- Vahedi, H. A. (2002). A revision of the genus *Porphyrophora* (Hemiptera: Coccoidea: Margarodidae) with particular reference to the Middle East and with a discussion of the relationships of the hypogaeic margarodids. **Ph.D. thesis**, Imperial College at Wye, University of London.
- Vahedi, H. A. and Gholami Mahfar, F. (2010). Scanning electron microscope observations on the multilocular disc-pores and dermal projections of adult female *Porphyrophora tritici* and *P. cynodontis*. **Entomologia Hellenica**, 19, 76-81.

- Vahedi, H. A. and Hodgson, C. J. (2007). Some species of the hypogeal scale insect Porphyrophora Brandt (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Margarodidae) from Europe, the Middle East and North Africa. **Systematics and Biodiversity**, 5, 23-122.
- Vatanparast, M., Hosseininaveh, V., Hosseininaveh, F. and Pakarpour, F. (2011). Digestive pectinolytic activity in the Sunn pest, Eurygaster integriceps Puton (Hemiptera: Scutelleridae). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, 44, 1390-1398.
- Wolf, D. C., Crosby, L. M., George, M. H., Kilbur, S. R., Moore, T. M., Miller, R. T. and DeAngelo, A. B. (1998). Time and dose dependent development of potassium bromate induced tumors in male Fischer 344 rats. **Toxicol. Pathol.**, 26, 724-729.
- Yamazaki, W. T. and Donelson, J. R. (1983). Kernel hardness of some US wheats. **Cereal Chemistry**, 60, 344-350.

Abstract

This research was conducted at the laboratories of the Department of Food Sciences, Faculty of Agriculture, University of Damascus, and the Central Grain Laboratory, Ministry of Internal Trade and Consumer Protection, with the aim of studying the effect of the degree of infection of soft wheat grains with the sunn insect (as a percentage) on the physical properties of grains and the physicochemical and rheological properties of high-quality flour and standard flour resulting from these grains, and working to improve the quality characteristics of the flour by adding different percentages of ascorbic acid.

The results of testing the physical properties of wheat grains infested with different proportions of the sunn insect showed a sharp decrease in the test weight and thousand kernel weight as a result of the increase in the degree of damage caused by the sunn insect. On the other hand, the results of evaluating the physicochemical indicators of the two types of flour resulting from wheat samples infected with different percentages of the sunn insect showed a low level of these indicators with a high percentage of grains infected with the sunn. In addition, the infestation of the sunn insect significantly affected all the values of the studied farinograph and extensograph, where all properties of the flour clearly deteriorated with the increase in the percentage of infected grains in the mass of wheat, as the water absorption, dough development time, dough stability, maximum resistance to extension and dough elasticity decreased, while dough weakening and extensibility increased, and therefore the results in this research indicated that the infection of wheat grains with the sunn insect would reduce the strength of the flour and become unsuitable for milling and the subsequent manufacturing processes, as more than (50%) of the changes in the physicochemical and rheological properties of flour were due to the rate of infection with the sunn insect. On the other hand, the addition of ascorbic acid to the flour resulting from grinding the studied wheat grain samples that were infected at different rates with the sunn insect led to an improvement in the qualitative properties of the proteins, and this was also accompanied by an improvement in the rheological properties of the flour, but it remained insufficient at high infection rates and needs extra treatments. This study also indicated that gluten index, farinograph and extensograph could be very useful methods for detecting wheat damaged by sunn insect. In general, the rate of infestation of wheat grains with the sunn insect and the percentage of added ascorbic acid could be linked with a mathematical quadratic equation, through which it was shown that the percentage of added ascorbic acid increased with the increase in the percentage of infection with the sunn insect up to the level of 250 ppm ascorbic acid at a rate of 5% infection with the sunn insect. At this level of infestation, the amount of added ascorbic acid could improve the properties of the flour to become somewhat similar to the properties of the flour produced from intact

wheat grains, however, when the percentage of infection with the sona insect was more than 6%, the addition of ascorbic acid became useless in improving the properties of the flour, even if the percentage of ascorbic acid added was raised to 300 ppm.

Keywords: High quality flour, standard flour, sunn insect, physicochemical properties, rheological properties, ascorbic acid.



Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Agriculture
Dep. Of Food Science

Improving the Physiochemical and Rheological Properties of Soft Wheat Flour Infested with Sunn Bug by Adding Ascorbic Acid

**Dissertation submitted for obtaining a master's degree in
Agricultural engineering
(Food Science)**

**By
Ammar Al-Marai Al-Hassan**

Supervisor
Dr. Jihad Samaan
Assistant prof.
Faculty of Agriculture
Dep. of Food Science

Co-supervisor
Dr. Mohamed AlDouaimes
General Commission for
scientific Agricultural Research
Ministry of Agriculture
G.C.S.A.R

2023