



الجمهورية العربية السورية

جامعة البعث

كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية

قسم الهندسة الغذائية

تأثير شروط ترطيب القمح على جودة الطحين المنتج

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الغذائية

تقانة تصنيع الحبوب ومنتجاتها

إعداد المهندسة

دارين جهاد منصور

إشراف

الدكتور: فرحان أحمد ألفين

(أستاذ مساعد في قسم الهندسة الغذائية)

1432 هـ - 2011 م

الإهداء

إلى من أورقت أحلامنا على شجرة عمرها ومنحتنا الابتسامة من حزنها
إلى من عطرت أوقاتنا بطيف عطائها..... أجمل الأمهات وأعظم السيدات
أمّي

يامن أمددت الشمس بالحرارة... ومنحت الضوء للنجوم
يامن أوصدت نوافذ الألم أمامنا... وزرعت الفرح والأمل في قلوبنا
أبي

إلى من لون حياتي بلون جديد ... ومنحني أملاً بأيام أفضل
سيبقى قلبي ينبض بحبك ... وسيكون الحنين إليك في كل زاوية من زوايا روحي
زوجي

إلى بداية حياتي ونهاية مشوار عمري
إلى من بضحكتها يزول التعب وأتخطى حدود الزمان والمكان
إلى عطرٍ جدد لي عمري وأراني كيف يهطل الفرح
طفلتي نور وتالا

إلى تلك العيون التي تتلألأ بدموع الفرح عند نجاحي ...وبدموع الحزن عند
أمي....

إلى الزهرة التي كسرت روتين حياتنا وبعثت الضحكة في أرجاء بيتنا
إلى أجمل هدية أرسلها الله لنا

إلى من أتمنى لها النجاح والتوفيق الدائم في كل دروب حياتها....
أختي الحبيبة هلال

إلى من برويتهم تتعانق أفراحي وأحزاني
إلى من تفقد حياتي رونقها بغيابهم عنها
أختاي وفاء وناريمان

فرقتنا الحياة والقدر ليصبح لكلٍ عائلته الخاص الجميلة
أمل أن تبقى أرواحنا محبةً لبعضها
أخوتي الشباب

إلى كل من أحبني وأحبيته من قلبي
أصدقائي وأحبائي

الجمهورية العربية السورية
جامعة البعث
كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية
قسم الهندسة الغذائية

بناءً على توصية لجنة الحكم قمت بتصحيح جميع الملاحظات والأخطاء التي أشار إليها أعضاء اللجنة.

المرشح

دارين جهاد منصور

نشهد نحن أعضاء لجنة الحكم وبعد الإطلاع على التصحيحات التي أجراها المرشح في نص الرسالة أنه قد نفذ التصحيح المطلوب.

عضو	عضو	مشرف
د. جهاد سمعان	د. مصطفى صطوف	د. فرحان ألفين

الجمهورية العربية السورية
جامعة البعث
كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية
قسم الهندسة الغذائية

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة هو نتيجة بحث قامت به المهندسة دارين جهاد منصور تحت إشراف الدكتور فرحان ألفين في قسم الهندسة الغذائية في كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية بجامعة البعث, وأي بحث آخر في هذا الموضوع موثق في النص.

تاريخ 2011 / 7 / 6

المشرف
د. فرحان ألفين

المرشح
دارين جهاد منصور

ﺗﺼﺮﯨﺢ

أﺻﺮﺡ ﺑﺄﻥ ﻫﺬﺍ ﺍﻟﺒﺤﺚ (ﺗﺄﺛﯩﺮ ﺷﺮﻭﻁ ﺗﺮﻃﯩﺐ ﺍﻟﻘﻤﺢ ﻋﻠﻰ ﺟﻮﺩﺓ ﺍﻟﻄﺤﯩﻦ ﺍﻟﻤﻨﺘﺞ) ﻟﻢ ﻳﺴﺒﻖ ﺃﻥ ﻗﺒﻞ ﻟﻠﺤﺼﻮﻝ ﻭﻻ ﻫﻮ ﻣﻘﺪﻡ ﺣﺎﻟﯩﺌﺎً ﻟﻠﺤﺼﻮﻝ ﻋﻠﻰ ﺷﻬﺎﺩﺓ ﺃﺧﺮﻯ.

ﺗﺎﺭﯨﺦ 2011 / 7 / 6

ﺍﻟﻤﺮﺷﺢ

ﺩﺎﺭﯨﻦ ﺟﻬﺎﺩ ﻣﻨﺼﻮﺭ

***SYRIAN ARAB REPUBLIC
AL-BAATH UNIVERSITY
FACULTY OF CHEM .& PET . ENG .
DEPARTMENT OF FOOD . ENG .***

CERTIFICATE

It is here by certified that the work described in this thesis is the result of the author's own investigation under the supervision of Dr. Farhan Alfin from department of Food Engineering. Faculty of Chemical & Petroleum Engineering Al Baath University, and any reference to other researchers work has been acknowledged in the text.

Supervisor

Dr . Farhan Alfin

Candidate

Daren Jehad Manssor

DECLARATION

It is here by declare that this work (**Effect of wheat conditioning process on produced flour quality**) in my own work and has not been accepted, nor Submitted currently for any other degree.

Date: 6/ 7 / 2011

Candidate

Daren Jehad Manssor

كلمة شكر

لا ينهض برسالة الحياة ولا ينقلها من طور إلى طور إلا أناس حقيقيون وأبطال جبارون
ورسالة العلم هذه تم إنجازها بعون الله وتوفيقه والآن لا بد من وقفة لأتقدم بالشكر العميق
للدكتور فرحان ألفين الذي تفضل مشكوراً بالإشراف على هذه الرسالة فأغناها وأمدّها برعايته
وتوجيهاته القيمة لإنجاحها..... ولا يسعني إلا أن أقول...تعجز الكلمات عن التعبير وتقف
الأقلام حائرة أمام أناس عظماء اتخذتهم قدوة لي لأسير على طريقهم.
أتقدم بالشكر إلى أعضاء الهيئة التدريسية في كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية
وخاصة قسم الهندسة الغذائية.
أوجه تحية شكر وامتنان لكل من تعاون معنا وخاصة مركز البحوث الزراعية بحمص،
كما أشكر إدارة الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق.

أشكر كل من قدم لي أية مساعدة أو نصيحة.

Syrian Arab Republic
High Education Ministry
AL-Baath University
Faculty OF CHEM. & PET. ENG .
Department OF Food ENG .

**Effect of wheat conditioning process on produced flour
quality**

Thesis Submitted For M.Sc.Degree in Food Engineering
(Cereal processing technology)

Submitted by

Food.Eng.Daren Jehad Manssor

Supervised by

Dr. Farhan Ahmad Alfin

1432 هـ - 2011 م



الجمهورية العربية السورية
جامعة البعث
كلية الهندسة الكيميائية والبترونية
قسم الهندسة الغذائية

تأثير شروط ترطيب القمح على جودة الطحين المنتج

Effect of wheat conditioning process on flour quality

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الغذائية

تقانة تصنيع الحبوب ومنتجاتها

إعداد المهندسة

دارين جهاد منصور

إشراف

الدكتور فرحان أحمد ألفين

ملخص

الميزة الفريدة للقمح التي تمكن من طحنه هي اختلاف أجزائه الثلاثة (الأندوسبيرم والقشرة والجنين) في متانتها وسهولة تفتتها، وإن عملية ترطيب القمح والتي تتمثل بإضافة الماء إلى الحبوب تزيد من هذا الاختلاف، فالقمح المنظف والمرطب بشكل جيد سيعطي نتائج جيدة من حيث نسبة الاستخراج ونوعية الدقيق. تمّ في هذه الدراسة ترطيب خمسة أصناف من القمح السوري الطري وخمسة أصناف من القمح السوري الديوروم بعد تحديد أهم خصائصها مستخدمين زمن الاستراحة 24 ساعة لترطيب الأقمح الطرية حتى محتوى رطوبة (16% و 17%) و 48 ساعة لترطيب أقمح الديوروم حتى (17% و 18%)، وذلك بإتباع ثلاث طرق مختلفة لعملية الترطيب. وتمّ تقييم جودة الدقيق الناتج من خلال نسبة الاستخراج والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية والريولوجية للدقيق الناتج، كما تم تقييم جودة عملية طحن هذه الأقمح بمطحنة بوهلر المخبرية (MLU 202).

لوحظ عدم وجود فرق معنوي ($P \leq 0.05$) في نسبة الاستخراج والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية والريولوجية للدقيق أصناف القمح الطري عند زيادة رطوبة الترطيب النهائية من 16% إلى 17%، بينما أظهرت النتائج انخفاض نسبة استخراج دقيق أقمح الديوروم والذي ترافق مع انخفاض معنوي في نسبة الرماد وازدياد معنوي في متوسط رطوبة الدقيق ولمعانه عند ازدياد الرطوبة النهائية أي تحسنت نوعية الدقيق الناتج بشكل واضح، ولوحظ وجود فرق معنوي في متوسط قيمة زمن تشكل العجين ولم يلاحظ وجود فروق معنوية في باقي قيم الفارينوگرام للدقيق عينات قمح الديوروم عند رفع الرطوبة النهائية من 17% إلى 18% .

وأظهرت النتائج عند ترطيب القمح بإضافة نصف كمية الماء في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن وبالمقارنة مع الترطيب بإضافة الماء بمرحلة واحدة وجود انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في نسبة الاستخراج بمقدار 6.5% ونسبة الرماد بمقدار 0.14% وازدياد معنوي في قيمة اللمعان لدقيق أصناف القمح الطري ولوحظ وجود فرق معنوي في متوسط قيمة ضعف العجين و مقاومة الشد العظمى عند الزمن 45 و 135 دقيقة ومقاومة الشد عند 5 سم لجميع الأزمنة ومساحة الاكستنسوغرام عند الزمن 45 دقيقة فقط، ولم يلاحظ أي تأثير هام معنوياً على متوسط باقي قيم الفارينوگرام والاكستنسوغرام. أما بالنسبة لدقيق أقمح الديوروم فنلاحظ عند استخدام طريقة الترطيب هذه وجود انخفاض معنوي في متوسط نسبة الاستخراج بمقدار 6.2% ونسبة الرماد بمقدار 0.14% وانخفاض زمن تشكل العجين وعدم وجود فرق معنوي في متوسط لون الدقيق وباقي قيم الفارينوگرام.

بينما أظهرت النتائج عند ترطيب القمح بتأخير إضافة 1% بحيث تضاف قبل ساعتين من الطحن وجود انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في نسبة الاستخراج بمقدار 5.9% ونسبة الرماد بمقدار

0.17% وازدياد معنوي بقيمة اللمعان لدقيق أصناف القمح الطري، أما بالنسبة لأقمح الديوروم ف لوحظ وجود انخفاض معنوي فقط في متوسط نسبة الاستخراج بمقدار 3.4%.

وعند ترطيب أصناف القمح الطري بماء 40°م بدلاً من ماء 15°م عند نفس الشروط أظهرت النتائج انخفاض معنوي في متوسط نسبة الاستخراج بنسبة 5.9% والذي ترافق مع انخفاض متوسط نسبة الرماد بشكل معنوي بمقدار 0.12%، كما نلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط رطوبة الدقيق ولونه.

الكلمات المفتاحية: القمح السوري الديوروم، القمح السوري الطري، رطوبة نهائية، ترطيب ، دقيق.

Abstract

Effect of wheat conditioning process on flour quality

The unique feature of wheat that makes milling possible is that the three parts of the kernel (bran, germ, and endosperm) differ in relative toughness or friability. Adding water to the different parts exaggerates their difference. Having clean and well-tempered wheat results in the most favorable flour extraction and flour quality.

In this study, five samples of Syrian soft wheat and five samples of Syrian durum wheat have been conditioned after identify the major properties, using tempering time 24 hr to moisture content up to (16-17%) for soft wheats and 48hr to moisture content up to (17-18%) for durum wheats, by following three different ways. The produced flour quality has been assessed in terms of extraction rate and physical, chemical and rheological flour characteristics. The milling process performance of these wheats has been assessed by Buhler (MLU 202) laboratory mill.

There was no significant difference ($P \leq 0.05$) in extraction rate and the major physical, chemical and rheological characteristics for the flour of soft wheats when increasing the final moisture from 16% to 17% . While the results showed decreasing the extraction rates of durum wheats and significant decreases in the average values of ash content, flour moisture, and brightness of flour with increasing wheat final moisture content. There was significant difference in the average value of development time but there was no significant difference in other farinogram values for durum wheats when increasing the final moisture from 17% to 18%.

The results showed that when wheat was conditioned by adding half quantity of water at the beginning and add the second half two hours prior to milling, comparing by conditioning by adding water in one phase, there was a significant decrease ($P \leq 0.05$) in the rate of extraction 6.5%, ash content 0.14%, and significant increase in the value of the brightness of flour for soft wheat. Moreover, there was a significant difference in the average values of the degree of softening, maximum resistance to extension at 45 and 135min, resistance to extension at 5cm at all times and energy at 45min. However for durum wheat, we note at using this conditioning way that there was a significant decrease in the average extraction rate for durum wheat flour 6.2% and ash content 0.14% and the average of development time and there was no significant different in the average of flour colour and the remaining farinogram values.

On the other hand, the results showed when wheat was conditioned by delay adding 1% so that added two hours before milling , there was a significant decrease ($P \leq 0.05$) in the average extraction rate 5.9% and ash content 0.17%, we also note a significant increase in brightness for soft wheat

flour. But for durum wheat, a significant decrease only in the average extraction rate 3.4% was demonstrated.

Conditioning soft wheat with water 40°C instead of water 15°C at the same conditions showed a significant increase in the average extraction rate 5.9% and combined with lower average ash content with significantly increased 0.12%, we also noticed significant difference in the average flour moisture and its colour.

Key words: Durum Syrian wheat, Soft Syrian Wheat, final moisture, conditioning, Flour,

الفهرس

الصفحة	العنوان
b	ملخص
d	Abstract
f	الفهرس
i	فهرس الأشكال
j	فهرس الجداول
m	المختصرات
1	المقدمة
2	هدف البحث
3	1: الدراسة المرجعية
3	1-1- عملية ترطيب القمح
3	1-2- أهداف عملية الترتيب
4	1-3- حركية الماء عند الترتيب
5	1-4- الرطوبة المثلى للطحن
6	1-5- خصائص القمح المؤثرة على عملية الترتيب
6	1-5-1- قساوة القمح
7	1-5-2- حجم الحبة
8	1-5-3- الظروف الحرارية
9	1-5-4- الشكل الفيزيائي
9	1-6- متغيرات عملية الترتيب
9	1-6-1- درجة الحرارة
10	1-6-2- الرطوبة
11	1-6-3- الزمن
13	1-7- بعض طرق تحديد الترتيب المناسب للقمح
14	1-8- مواقع الترتيب
15	1-9- أنظمة الترتيب الرئيسية
15	1-9-1- الأنظمة الأساسية
16	1-9-2- أنظمة التغذية المتقدمة
18	1-9-3- أنظمة التغذية الراجعة
19	1-10- طرق ترطيب القمح
19	1-10-1- الترتيب متعدد المراحل
20	1-10-2- الترتيب باستخدام التفريغ

21	3-10-1-الترطيب بالهواء الساخن
22	4-10-1- الترتيب تحت الاهتزاز عالي التردد
24	5-10-1- تقشير القمح
25	6-10-1- الترتيب مع معالجة أنزيمية
26	7-10-1- الترتيب بالماء المعامل بالأوزون
27	11-1- تأثير عملية الترتيب على الدقيق الناتج
27	12-1- جودة الطحن
31	2: المواد والطرائق المستخدمة
31	1-2-1- المواد المستخدمة
31	2-2- الطرائق
31	1-2-2- طرائق التحليل الفيزيائية
32	2-2-2- طرائق التحليل الكيميائية والتكنولوجية
32	1-2-2-2- الطرائق الكيميائية
32	2-2-2-2- الطرائق التكنولوجية
32	3-2-2-2- الطرائق الريولوجية
32	3-2-2- تجربة الترتيب
34	4-2-2- تجربة الطحن
35	5-2-2- تقييم جودة الطحن
36	6-2-2- التقييم الإحصائي
37	3: النتائج والمناقشة
37	1-3- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح المدروسة
37	1-1-3- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري المدروسة
38	2-1-3- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات قمح الديوروم المدروسة
40	3-1-3- مقارنة قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري والديوروم المدروسة
41	2-3- تأثير الرطوبة النهائية لعملية الترتيب على الدقيق المنتج
41	1-2-3- تأثير الرطوبة النهائية على نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية
41	1-1-2-3- الأقماع الطرية
44	2-1-2-3- أقماع الديوروم
47	2-2-3- تأثير الرطوبة النهائية على الخواص الريولوجية
47	1-2-2-3- الأقماع الطرية
49	2-2-2-3- أقماع الديوروم
51	3-2-3- تأثير الرطوبة النهائية على جودة الطحن
51	1-3-2-3- الأقماع الطرية
53	2-3-2-3- أقماع الديوروم

55	4-2-3- تأثير الرطوبة النهائية على نتائج الطحن
55	3-2-4-1- الأقماع الطرية
56	3-2-4-2- أقماع الديوروم
57	3-3- تأثير طريقة الترتيب على الدقيق المنتج
58	3-3-1- تأثير طريقة الترتيب على نسب الاستخراج والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية
58	3-3-1-1- الأقماع الطرية
62	3-3-1-2- أقماع الديوروم
65	3-3-2- تأثير طريقة الترتيب على الخواص الريولوجية
65	3-3-2-1- الأقماع الطرية
70	3-3-2-2- أقماع الديوروم
73	3-3-3- تأثير طريقة الترتيب على جودة الطحن
73	3-3-3-1- الأقماع الطرية
76	3-3-3-2- أقماع الديوروم
78	3-4-3- تأثير طريقة الترتيب على نتائج الطحن
78	3-4-3-1- الأقماع الطرية
81	3-4-3-2 أقماع الديوروم:
83	3-4-4- تأثير درجة حرارة ماء الترتيب على الدقيق المنتج من الأقماع الطرية
83	3-4-4-1- تأثير درجة حرارة ماء الترتيب على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج
86	3-4-4-2- تأثير درجة حرارة ماء الترتيب على الخصائص الريولوجية
90	3-4-4-3- تأثير درجة حرارة ماء الترتيب على جودة الطحن
93	3-4-4-4- تأثير درجة حرارة ماء الترتيب على نتائج الطحن
96	4: الاستنتاجات
98	5: المقترحات
99	المراجع
99	المراجع العربية
100	المراجع الأجنبية
104	المواقع

فهرس الأشكال

الصفحة	الشكل
1	شكل (1) بنية حبة القمح
5	الشكل (2) صورة مجهرية لطبقات النخالة
8	الشكل (3) العلاقة بين حجم حبة القمح وسرعة نفوذ الماء إلى داخلها أثناء الترطيب
13	الشكل (4) العلاقة بين رطوبة الطحن وزمن الترطيب وقيم المساواة مقاسة بـ NIR
14	الشكل (5) المخطط النموذجي لتنظيف وترطيب القمح
16	الشكل (6) مخطط نظام ترطيب القمح الأساسي
17	الشكل (7) مخطط نظام الترطيب بالتغذية الأمامية
18	الشكل (8) مخطط نظام ترطيب القمح بالتغذية الراجعة
22	الشكل (9) جهاز ترطيب القمح بالهواء الساخن
23	الشكل (10) جهاز ترطيب يقوم بتطبيق اهتزاز عالي التردد
24	الشكل (11) جهاز الترطيب بالاهتزاز مع تقنية تنشيط الماء
29	الشكل (12) العلاقة بين نسبة رماد الدقيق إلى رماد القمح ونسبة الاستخراج
30	الشكل (13) منحنيات الرماد المتراكم للدقيق
33	الشكل (14) جهاز مخبري لترطيب القمح
35	الشكل (15) مخطط مطحنة بوهلر المخبرية MLU 202
52	الشكل (16) متوسط معايير جودة طحن القمح الطري عند رطوبتين نهائيتين 16% و 17%
54	الشكل (17) متوسط معايير جودة طحن أقماح الديوروم عند رطوبتين نهائيتين 17% و 18%

فهرس الجداول

الصفحة	الجدول
31	الجدول (1) عينات القمح المدروسة
34	الجدول (2) تجارب ترطيب القمح الطري
34	الجدول (3) تجارب ترطيب قمح الديوروم
37	الجدول (4) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري المدروسة.
39	الجدول (5) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات قمح الديوروم المدروسة
40	الجدول (6) متوسط قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح المدروسة
43	الجدول (7) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% و 17%
44	الجدول (8) متوسط نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% و 17%
45	الجدول (9) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%
47	الجدول (10) متوسط نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%
48	الجدول (11) الخواص الريولوجية لعينات دقيق القمح الطري المرطب حتى 16% و 17%
49	الجدول (12) متوسط قيم الخواص الريولوجية لعينات القمح المرطب حتى 16% و 17%
50	الجدول (13) قيم الفارينو غرام لعينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%
51	الجدول (14) متوسط قيم الفارينو غرام لعينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%
52	الجدول (15) معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% و 17%
53	الجدول (16) معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%
55	الجدول (17) نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% و 17%
56	الجدول (18) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% و 17%
56	الجدول (19) نتائج طحن عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%
57	الجدول (20) متوسط نتائج طحن أقماع الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%
59	الجدول (21) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% على مرحلتين
60	الجدول (22) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة و بمرحلتين
60	الجدول (23) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بالترطيب ما قبل الكسرة الأولى
61	الجدول (24) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة و بالترطيب ما قبل الكسرة الأولى
62	الجدول (25) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% على مرحلتين

63	الجدول (26) متوسط الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% بطريقتين مختلفتين
64	الجدول (27) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 18% بترطيب ما قبل الكسرة الأولى
64	الجدول (28) متوسط الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 18% بطريقتين مختلفتين
65	الجدول (29) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% على مرحلتين (بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن)
67	الجدول (30) متوسط قيم الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة ومرحلتين
68	الجدول (31) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 17% مع ترطيب ما قبل الكسرة الأولى (بإضافة 1% قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة)
70	الجدول (32) متوسط قيم الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة وبالترطيب ما قبل الكسرة الأولى
71	الجدول (33) قيم الفارينو غرام لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب بطريقتين مختلفتين
72	الجدول (34) متوسط قيم الفارينو غرام لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% بطريقتين مختلفتين
73	الجدول (35) متوسط قيم الفارينو غرام لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 18% بطريقتين مختلفتين
74	الجدول (36) معايير جودة طحن عينات القمح الطري المرطب حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين
74	الجدول (37) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بطريقتين مختلفتين
75	الجدول (38) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بطريقتين مختلفتين
76	الجدول (39) معايير جودة طحن عينات قمح الديوروم المرطب حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين
77	الجدول (40) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% وبطريقتين مختلفتين
78	الجدول (41) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات قمح الديوروم المرطب حتى 18% وبطريقتين مختلفتين
79	الجدول (42) نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين
80	الجدول (43) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بطريقتين مختلفتين
80	الجدول (44) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 17% بطريقتين مختلفتين
81	الجدول (45) نتائج طحن أقماع الديوروم المرطبة حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين
82	الجدول (46) متوسط نتائج طحن أقماع الديوروم المرطبة حتى 17% وبطريقتين مختلفتين
83	الجدول (47) متوسط نتائج طحن أقماع الديوروم المرطبة حتى 18% وبطريقتين مختلفتين
84	الجدول (48) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م
85	الجدول (49) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 15°م و 40°م
85	الجدول (50) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى عند درجة الحرارة 40°م
86	الجدول (51) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بطريقتين مختلفتين
87	الجدول (52) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بطريقتين مختلفتين

89	الجدول (53) متوسط الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة عند درجتى حرارة مختلفتين
90	الجدول (54) متوسط الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بماء درجة حرارته 40 م° بطريقتين مختلفتين
91	الجدول (55) معايير جودة طحن عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 40م° بمرحلة واحدة وبالتطيب قبل الكسرة الأولى
91	الجدول (56) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة عند 15م° و 40م°
93	الجدول (57) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 40م° بطريقتين مختلفتين
94	الجدول (58) نتائج طحن عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند 40م° بمرحلة واحدة وبالتطيب ما قبل الكسرة الأولى
94	الجدول (59) متوسط نتائج طحن عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بماء 15م° و 40م° بمرحلة واحدة
95	الجدول (60) متوسط نتائج طحن عينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند 40م° بمرحلة واحدة وبالتطيب ما قبل الكسرة الأولى

المختصرات

ميلي لتر = مل

واحدة برايندر = و ب

45' = L (قابلية المط عند الدقيقة)

90' = L (قابلية المط عند الدقيقة)

135' = L (قابلية المط عند الدقيقة)

45' = Rm (مقاومة الشد العظمى عند الدقيقة)

90' = Rm (مقاومة الشد العظمى عند الدقيقة)

135' = Rm (مقاومة الشد العظمى عند الدقيقة)

45' = R5 (مقاومة الشد عند مسافة 5 سم والدقيقة)

90' = R5 (مقاومة الشد عند مسافة 5 سم والدقيقة)

135' = R5 (مقاومة الشد عند مسافة 5 سم والدقيقة)

45' = E (مساحة الاكستنسوغرام عند الدقيقة)

90' = E (مساحة الاكستنسوغرام عند الدقيقة)

135' = E (مساحة الاكستنسوغرام عند الدقيقة)

المقدمة Introduction

القمح هو واحد من أهم الحبوب في العالم، ويقدر الإنتاج العالمي السنوي حوالي 600 مليون طن. ويستخدم حوالي 70% منه لإنتاج الغذاء، فالدقيق الناتج عن عملية طحن القمح هو المادة الأساسية في صناعة الكثير من المنتجات الغذائية مثل الخبز والكعك والشعيرية (النودلز).

(Dziki and Laskowski, 2005)

تقسم أصناف القمح المزروعة في سوريا إلى ثلاثة مجموعات:

1. أصناف القمح المحلية: وهي الأصناف التي تم زراعتها في الأراضي السورية منذ مئات السنين ومنها الليبرودي والحوارني والسلموني والحماري والشيجاني وغيرها، وهي إما أقماح طرية أوديوروم.
2. أصناف القمح المدخلة: وهي الأصناف التي تم استيرادها من بعض البلدان ومن ثم زرعت في سوريا بنجاح، نذكر من الأقماح الطرية القمح الفرنسي فلورنس أورو، ومن أقماح الديوروم نذكر القمح الايطالي سيناتوركابيللي.

3. أصناف القمح المنتجة والمختبرة والمعتمدة محلياً: وهي الأقماح التي تم إنتاجها واختبارها من قبل مراكز الأبحاث الزراعية المنتشرة في سوريا (الايكاردا واكساد والهيئة العامة للبحوث الزراعية ومراكزها المنتشرة في المحافظات)، وهي إما أقماح طرية أو ديوروم، نذكر من الديوروم: شام (1) وشام (3) واكساد (65) وجزيرة (17) وبحوث (1) وبحوث (5)،.....ومن الأقماح الطرية نذكر شام (2) وشام (4) وشام (10) وبحوث (4) (كف الغزال وآخرون، 1992)



إن لحبة القمح بنية معقدة مع الكثير من المركبات المختلفة، وبشكل عام تقسم حبة القمح إلى ثلاثة أقسام كما هو مبين في الشكل (1):

1. النخالة: وتشكل 14% من وزن كامل حبة القمح. وتشمل أغلفة الحبة وغلاف البذرة وطبقة الأليرون، وهي ذات محتوى عالي من الرماد والألياف.

الشكل (1) بنية حبة القمح

2. الجنين: ويشكل حوالي 3% من الحبة، معظم الليبيدات والسكريات تتمركز فيه.

3. الأندوسبيرم: وهو المكون الرئيسي لحبة القمح، ويشكل حوالي 83%، ويتميز بمحتوى نشاء

عالي وبروتين عالي نسبياً (الصالح، 1991)، (Atwell, 2001).

يهدف طحن القمح إلى فصل جزء الأندوسبيروم (النشوي) عن بقية أجزاء الحبة (الغلاف والجنين) ومن ثم تنعيم القسم النشوي إلى النعومة المطلوبة (Dziki and Laskowski, 2005).

تعتبر عملية الطحن فن يعتمد على المهارة، فالطحان يطبق الخبرة التي اكتسبها على مدى أجيال عديدة لإنتاج دقيق ذو مواصفات جيدة. حيث يسعى إلى فصل الأندوسبيرم عن النخالة بكفاءة عالية بهدف تزويد الزبائن بمنتج ذو جودة محددة (Dziki and Laskowski, 2005).

فعملية طحن القمح معقدة إلى حد كبير، وتتضمن المراحل التالية:

اختيار المادة الأولية، تنظيفها، ترطيبها، طحنها، نخلها، ثم مزج تيارات الدقيق المختلفة. إن كل ذلك يساهم في نوعية المنتج النهائي (Boyacioglu et al., 2004).

إن القمح المنظف والمرطب بشكل جيد وثابت والداخل إلى المرحلة الأولى من الطحن يشكل على الأقل نصف الطريق نحو توازن المطحنة، والذي يؤدي إلى نتائج جيدة من حيث نسبة الاستخراج ونوعية الدقيق (Boyacioglu et al., 2004).

الميزة الفريدة للقمح التي تمكن من طحنه هي اختلاف أجزائه الثلاثة (الأندوسبيرم والقشرة والجنين) في متانتها وسهولة نغنتها، وإن إضافة الماء إلى الأجزاء المختلفة تزيد من هذا الاختلاف.

(Posner and Hibbs, 2005)

إن مرحلة الترطيب هي المرحلة الوحيدة التي تمكن الطحان من تغيير الحالة الفيزيائية والكيميائية للقمح ومن الهام جداً الوصول برطوبة جميع حبات القمح المرطب إلى نفس الحالة الفيزيائية (Posner and Hibbs, 2005).

هدف البحث:

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير شروط عملية الترطيب (الرطوبة النهائية، طريقة إضافة ماء الترطيب . الترطيب متعدد المراحل) لأصناف القمح السوري بنوعيه الطري والديوروم على نوعية الدقيق الناتج وعلى جودة عملية الطحن باستخدام مطحنة بوهرل المخبرية. وتحديد شروط الترطيب الأفضل لهذه الأصناف المدروسة، وكذلك دراسة تأثير درجة حرارة ماء الترطيب لأصناف القمح السوري الطري على نوعية الدقيق وجودة الطحن.

1:الدراسة المرجعية:

1-1- عملية ترطيب القمح:

هناك أبحاث وآراء كثيرة حول عملية ترطيب القمح بالماء قبل طحنه (Sugden, 1999).

تشكل عملية الترتيب إحدى أهم عمليات تحضير القمح للطحن، ويمكن التمييز في المراجع بين مصطلحين فيما يخص ترطيب القمح:

التكييف Conditioning : وهي عملية تحضير حبوب القمح للطحن عن طريق إضافة الكمية المناسبة من الماء وتوزعه بين حبات القمح ثم إعطائه زمن استراحة كافٍ كي يتغلغل ضمن حبات القمح مع تطبيق حرارة أو أي شكل آخر من أشكال الطاقة.

(Boyacioglu et al, 2004; Posner and Hibbs, 2005)

الترطيب Tempering: هو المصطلح المطروح للعملية الفيزيائية التي تحدث عند تطبيق رطوبة على السطح الخارجي لحبوب القمح وترك القمح المرطب ليستريح لفترة من الزمن فإن الرطوبة المضافة تهجر من السطح الخارجي للحبوب باتجاه الداخل وتتوزع متخللة كل أجزاء حبة القمح المتضمنة: الجنين والأندوسبيرم وطبقات النخالة. وبذلك يزداد معظم محتوى الرطوبة حتى مستوى ثابت، وهي إحدى مراحل التكييف (conditioning).

(Wilson, 2002; Boyacioglu et al, 2004; Posner and Hibbs, 2005)

كلا المصطلحين يعنيان إضافة الماء للحبوب بصورة منظمة، لذا سنستخدم مصطلح ترطيب القمح في كلا الحالتين.

1-2- أهداف عملية الترتيب:

يقوم الطحانون بإجراء عملية ترطيب القمح لعدة أسباب، أحدها تمتين طبقة النخالة وجعلها أقل قابلية للكسر مما يقلل من اختلاط قطع النخالة مع الدقيق، حيث أنه من الصعب فصل النخالة الناعمة عن الدقيق عند أي مرحلة من مراحل الطحن، مما يسبب ارتفاع المحتوى المعدني للدقيق وإعطائه اللون الغامق، كما يسهل الفصل الفيزيائي لطبقة النخالة الغامقة اللون عن الأندوسبيرم الفاتح اللون، وهذا بدوره يعطي نسبة استخراج عالية لنوعية دقيق محددة.

أما الأندوسبيرم فيصبح أظرى نتيجة لعملية الترتيب مما يساهم في تخفيض استهلاك الطاقة اللازمة لطحنه، كما تهدف إلى جعل نواتج عملية الطحن بالشروط المثلى لعملية النخل للتمكن من إجراء عملية نخل صحيحة ودقيقة لهذه النواتج ولضمان الحصول على محتوى الرطوبة المرغوب في المنتجات النهائية وبالنتيجة استقرار نظام الطحن.

(Pomeranz and Williams, 1990; Sugden, 1999; Boyacioglu et al, 2004)

إن أحد أهم الأهداف في ترطيب القمح قبل الطحن هو توزيع الماء بشكل متجانس بين جميع حبات مزيج القمح. حيث أن التوزيع المنتظم وثبات الظروف الفيزيائية لكل حبات القمح قبل الطحن يؤثر بمعدل استهلاك الطاقة (Posner and Hibbs,2005; Yoo,2007).

هناك دراسات عديدة لمرحلة الترطيب بسبب الأهمية الكبيرة لمرحلة الترطيب بالنسبة للطحان من الناحية التقنية وتأثيرها على جودة الدقيق من الناحية الاقتصادية (Posner and Hibbs, 2005).

تقسم الأبحاث حول متطلبات ترطيب القمح لطحنه إلى مجموعتين:

تتعلق المجموعة الأولى بنسبة الماء النافذ لحبوب القمح والتي تقدر بتقنيات فيزيائية وكيميائية حيث توضح آلية دخول الرطوبة إلى الحبوب ومن ثم توزيع الرطوبة المضافة.

وتتعلق المجموعة الثانية بتأثير إضافات الرطوبة على شروط الطحن العملية.

(Hook et al, 1982a)

1-3- حركية الماء عند الترطيب:

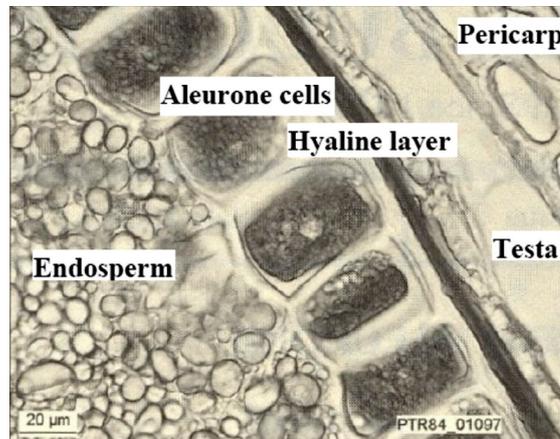
تختلف سرعة حركة جزيئات الماء ضمن حبة القمح من نسيج لآخر ولكي يصل الماء إلى الأندوسبيرم لا بد له من عبور الأغلفة الخارجية، يبين الشكل (2) صورة مجهرية لطبقات النخالة المتنوعة كطبقة القشرة والتي تتكون من خلايا فارغة وتحتوي غالباً على سكريات الكسيلان غير المتجانسة والسيللوز والليغنين مع روابط عرضية عديدة بين السلاسل البوليميرية يليها طبقة التستا وهي طبقة كارهة للماء وتكون فيها جدر الخلايا غنية بالليغنين، بينما طبقة الهالين (النيوسلار) فتحتوي بشكل أساسي على السكريات المتعددة مع روابط عرضية ضعيفة، أما طبقة الأليرون فتكون فيها الخلايا محاطة بجدر سميكة مع ارتباط خطي نسبياً بينها (Hemery et al., 2010).

يحد من مرور الماء وجود الخلايا غير المنفذة للماء سواء في طبقات القشرة أو في طبقة الهالين ووجود طبقة التستا ذات القوام الدهني والتي يصعب على الماء اجتيازها، وبما أن هذه الطبقة موجودة بقلّة حول الجنين، فإن أغلب الماء يدخل بسهولة من منطقة الجنين إلى النخالة والأندوسبيرم القريب من الجنين، وحالما تترطب النخالة فإنها تصبح كالخزان الذي يمر منه الماء إلى داخل الأندوسبيرم، يتطلب تشيع الأغلفة بالماء دقائق معدودة فقط بينما يتطلب التوازن المائي في كل أنحاء الحبة ساعات عديدة (المانع، 1997؛ كف الغزال وآخرون، 1992).

تشكل طبقة التستا عائقاً لنفاذ الماء لداخل حبة القمح، كما أنّ طبقة الأليرون تتصرف كمناطق تحد من هجرة الماء لداخل الأندوسبيرم، وركزت الأعمال اللاحقة على أن معدلات انتشار الماء ضمن

الأندوسبيرم تأثرت بنسيجه وخلصت إلى أن بنية الأندوسبيرم الأكثر ترتيباً هي المبطن لمعدل انتشار الماء، وأنه من أجل بنية أندوسبيرم مسامية كان نفاذ الماء سريع جداً.

(Stenvert and Kingswood, 1976)



الشكل (2) صورة مجهرية لطبقات النخالة (Buri et al., 2004)

على الرغم من اختلاف معدل اختراق الماء لحبوب القمح أثناء الترتيب بالنسبة للأصناف المختلفة، لكن شكل حركته كان متشابهاً من حيث المبدأ الأساسي (Stenvert and Kingswood, 1976). حيث أن أصناف القمح الطري والقاسي لا تختلف في مسار دخول الماء إلى داخل الحبات، والذي هو أساساً من خلال منطقة تواجد جنين القمح (Dziki and Laskowski, 2005).

4-1- الرطوبة المثلى للطحن:

تختلف رطوبة القمح الأصلية قبل ترطيبه لذا يجب مراقبة رطوبة القمح الفعلية باستمرار (Posner and Hibbs, 2005)، حيث تحصد حبوب القمح في كثير من الأقطار عند مستويات رطوبة منخفضة تكون غير مناسبة لعملية الطحن، ويجب إجراء عملية تصحيح لرطوبة هذه الأقماع بإضافة الماء لتصبح رطوبتها مثالية. ويحدث العكس في الأجواء الرطبة حيث يتوجب تخفيف القمح لضمان الحماية الصحيحة للقمح عند التخزين وإجراء عملية طحن مثالية. وإن استخدام أدوات قياس الرطوبة الدقيقة تشكل جزء هام جداً من أي مخطط طحن (Wilson, 2002).

تتراوح الرطوبة النموذجية في صوامع المطاحن بين 11% حتى 16% يتوقف ذلك على موسم الحصاد وشروط التجفيف (Wilson, 2002). بينما تتراوح رطوبة القمح المثالية للطحن بين 14% حتى 17% وذلك للحصول على رطوبة الدقيق المطلوبة 14%.

إن عملية طحن القمح الذي توزعت فيه الرطوبة بشكل كامل حتى التوازن تعطي دقيقاً بمحتوى رطوبة أعلى من المرغوب، وهذه العملية مفيدة من الناحية المالية لكنها ستؤثر على جودة الدقيق

المنتج (Sugden, 1999)، فلكل نوع من القمح توزع مثالي للرطوبة بين أجزاء حبته يجري عنده أفضل فصل للأجزاء. فمثلاً: عند متوسط رطوبة حبة 16% وفي حال رطوبة القشرة 14% وما داخل الحبة رطوبته 17% فإننا لن نحصل على لون الدقيق المرغوب. بينما إذا كانت الرطوبة المتوسطة نفسها 16% ولكن بتوزيع مختلف 14.5% داخل الحبة و 18.5% للقشرة فذلك سيؤثر على نسبة الاستخراج وكذلك على توازن عملية الطحن (Posner and Hibbs, 2005).

ذكر (Fang and Campbell, 2003) أنه يجب ترطيب أصناف القمح القاسي حتى تصل لمحتوى رطوبة 16-16.5% وأصناف القمح الطري إلى 15-15.5%.

يؤدي ترطيب القمح لرطوبة أقل أو أعلى من الرطوبة المثلى إلى خروج نظام الطحن عن توازنه الأمثل مما يؤدي إلى انخفاض نسبة استخراج الدقيق وعدم انتظام خصائص الدقيق الناتج (Posner and Hibbs, 2005).

فعند محاولة طحن القمح الطري والذي تم ترطبيه لفترة زمنية طويلة نسبياً، نجد أن الماء انتقل من الطبقات الخارجية للنخالة باتجاه الطبقات الداخلية ليمتصه الأندوسبيرم. هذه التغيرات تجعل النخالة هشة مما يسبب مشاكل في نسبة الرماد ولون الدقيق، والأندوسبيرم يصبح دبق مما يؤدي إلى مشاكل في تدفق الدقيق وفي عملية النخل بعد الطحن. ومن ناحية أخرى إذا حاولنا طحن القمح القاسي بعد فترة ترطيب قصيرة، نجد أن الأندوسبيرم لا يزال متماسكا وقاسيا جداً، وهذا يعني أنه ستكون هناك حاجة لضغوط عالية جداً لتكسير الأندوسبيرم إلى الحجم المطلوب وبالتالي زيادة طاقة الطحن المستهلكة كما أن هذه الضغوط العالية تكون كافية أيضاً لكسر طبقات النخالة والجنين مما يسبب مشاكل في لون ورماد الدقيق المنتج (Dziki and Laskowski, 2005).

1-5-1- خصائص القمح المؤثرة على عملية الترتيب:

إن هجرة الرطوبة إلى داخل حبة القمح عملية معقدة وتعتمد على عوامل عدة بما فيها القساوة وبنية الحبة وحجم الحبة والكثافة والرطوبة الأولية والظروف الحرارية. أما العوامل الإضافية فهي نضج الحبة والنضج ما بعد الحصاد.

1-5-1-1- قساوة القمح:

تم تصنيف القمح وفقاً لقساوته إلى ثلاث صفوف رئيسية: الطري والقاسي والديوروم. وتشكل قساوة حبات القمح إحدى أهم العوامل في تحديد وظيفة القمح ومدى استخدامه، فأقصى أصناف القمح تستخدم لإنتاج السميد والأصناف المتوسطة القساوة هي المصدر الرئيسي لإنتاج دقيق الخبز وأما أصناف القمح الطري فهي مادة خام جيدة لإنتاج دقيق البسكويت والكعك. ولقساوة القمح التأثير الأكبر

على عملية الطحن، وهذا المعيار يجب أن يحدد قبل الطحن حيث أن نسبة الاستخراج بين الكسرات والدقيق المنتج قد تختلف جوهرياً وفقاً لقساوة القمح حيث أن طحن القمح ذو القساوة الأعلى يميل لتشكيل الجسيمات الخشنة التي تسمى السميد في حين أن الأصناف الطرية تعطي جزيئات الدقيق مباشرة (Dziki and Laskowski, 2005).

من الضروري اختبار بنية حبة القمح (القساوة والطرارة) نظراً لأهميتها، فهي تؤثر على الطريقة التي سوف ترطب بها الأقماع قبل الطحن وعلى المردود وعلى حجم حبيبات الدقيق وكثافتها وشكلها وخصائص نواتج الطحن النهائية، وتؤثر قساوة القمح في محتوى الرطوبة النهائية اللازم من أجل تأمين طحن فعال وفي زمن الاستراحة المطلوب من لحظة إضافة الماء وحتى دخوله إلى الكسرة الأولى، حيث يجب زيادة كل من العاملين مع ازدياد القساوة (Pomeranz and Williams, 1990).

المطاحن المصممة لطحن أصناف القمح الطري غالباً ما يكون زمن الترطيب فيها قصير نسبياً بينما يتم ترطيب القمح القاسي لمدة أطول. وتبعاً لذلك فإن قيم القساوة ورطوبة الطحن المرغوبة تستخدم لتحديد وقت الاستراحة (Dziki and Laskowski, 2005).

وتتملك أنواع القمح الطري فجوات داخلية في الأندوسبيرم على عكس الأنواع القاسية، هذه البنية غير الكثيفة ولا البلورية تسمح بنفاذ المياه التي سيتم استيعابها خلال عملية الترطيب بمعدل أسرع من القمح القاسي. ومن جهة أخرى تمتلئ الفتحات المتواجدة بين الحبيبات النشوية في القمح القاسي وإلى حد كبير بمواد بروتينية تمتص الماء بشدة. ولذا تمتلك أنواع القمح القاسي مقدرة نوعية على امتصاص الماء أكبر من تلك المتواجدة لدى الأصناف الطرية، ولكن معدل الامتصاص لديها أقل من ذلك المتواجد لدى الأنواع الطرية. ولا يفسر هذا فقط الرطوبة المثلى الأعلى المطلوبة للقمح القاسي ولكنه يفسر أيضاً ضرورة ترطيبه لمدة أطول.

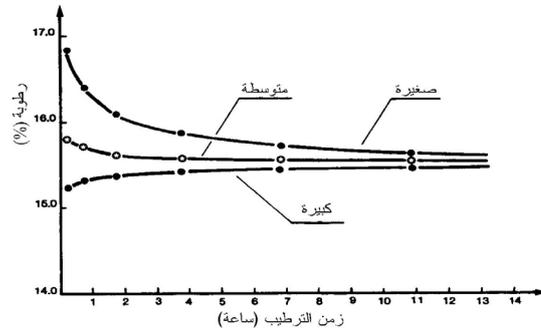
(Pomeranz and Williams, 1990; Dziki and Laskowski, 2005)

1-5-2- حجم الحبة:

تمتص الحبات الصغيرة الماء بعد إضافته بسرعة أكبر من الحبات المتوسطة والكبيرة، وبعد فترة تبدأ هجرة الرطوبة من الحبات الصغيرة ذات الرطوبة المرتفعة إلى الحبات الكبيرة ذات الرطوبة المنخفضة حتى الوصول إلى التوازن. يمكن تقسيم العملية من بدء حجز الماء من قبل الطبقات الخارجية للحبة وحتى نهاية توزع الرطوبة في جميع أنحاءها إلى قسمين وفقاً لسرعة انتشار الماء. في المرحلة الأولى: يمتص الماء بسرعة كبيرة من قبل مسامات الطبقات الخارجية. ولذلك تكون كمية الماء الممتصة متناسبة مع مساحة سطح الحبات. ولأن الحبات الصغيرة لها نسبة سطح خارجي بالنسبة للحجم أكبر من الحبات

الكبيرة فإن محتوى رطوبة الحبات الصغيرة أكبر من محتوى رطوبة الحبات الكبيرة في بداية مرحلة الترطيب (Posner and Hibbs, 2005).

وفي المرحلة الثانية وبما أن مقاومة حبات القمح الكبيرة لنفوذ الماء لداخل الأندوسبيرم أقل من مقاومة حبات القمح الصغيرة فإن انتشار الماء السريع في الحبات الكبيرة يسبب انخفاضاً سريعاً في محتوى الماء في الطبقات الخارجية لها، بينما يحافظ ببطء انتشار الرطوبة في الحبات الصغيرة على محتوى رطوبة مرتفع في الطبقات الخارجية مما يسبب توزع غير منتظم للرطوبة في كتلة القمح فتنتقل الرطوبة من الأجزاء المرتفعة الرطوبة (الحبات الصغيرة) إلى تلك المنخفضة الرطوبة (الحبات الكبيرة)، تحدث هذه العملية التوازنية كما هو مبين بالشكل (3) إذا كان هناك وقت كافٍ يسمح بانتقال الرطوبة ولم يكن هناك انفصال في الحجم والذي يحدث نتيجة لسحب القمح من الصومعة.



الشكل (3) العلاقة بين حجم حبة القمح وسرعة نفوذ الماء إلى داخلها أثناء الترطيب

3-5-1- الظروف الحرارية:

تؤثر درجة حرارة حبوب القمح على سرعة حركة الماء فيها وبذلك على الفترة الزمنية اللازمة لترطيبها، حيث تنقص المدة اللازمة لترطيب الحبوب بشكل واضح مع ارتفاع درجة الحرارة، فالفترة اللازمة لتوزيع الماء ضمن حبوب القمح الطري هي 24 ساعة عند درجة حرارة 20°م، تنخفض هذه الفترة إلى ساعتين ونصف عند درجة حرارة 44°م (كف الغزال وآخرون، 1992).

يحتاج القمح البارد إلى زمن ترطيب أطول من القمح الدافئ الذي حرارته 21-27°م، حيث أنّ ارتفاع درجة حرارة الحبات يسبب تضخمها مما يؤدي إلى توسع المسامات الشعرية وبالتالي يسمح بمرور كمية ماء أكبر خلال زمن محدد (Posner and Hibbs, 2005).

لذا عند تصميم وتشغيل نظام ترطيب القمح يجب أخذ نوع القمح والشروط البيئية بعين الاعتبار. وخاصة درجة حرارة القمح في الجو البارد. حيث يُعتبر القمح ناقل رديء جداً للحرارة حيث توجد اختلافات كبيرة في درجات الحرارة بين الطبقات الداخلية والخارجية للمخزن في الصومعة. وعندما يتم تفريغ الصومعة يختلط القمح البارد الموجود في الطبقات الخارجية مع القمح الموجود في

الداخل ذو درجة الحرارة الأعلى. حيث يؤدي التوزع غير المنتظم للحرارة داخل القمح إلى امتصاصية غير منتظمة مما يؤدي إلى سحق الحبات الجافة خلال الطحن بينما يحدث فقط تقشير الحبات الرطبة مما يؤدي إلى انخفاض نسبة الاستخراج وإلى دقيق أنعم ومنتجات رطبة جداً

(Posner and Hibbs, 2005).

1-5-4- الشكل الفيزيائي:

للشكل الفيزيائي للحبة تأثير على الترطيب، فعندما تتضرر بعض الحبات خلال الحصاد والتنظيف وينكشف جنينها وبالتالي تزداد فرص إصابة مثل هذه الحبات بالفطور خلال التخزين. ويمكن أن يسبب تكشف الجنين أو الأندوسبيرم عدم تجانس استجابة الحبات خلال الترطيب. تسبب الحبات المنكشفة الجنين خلال غسيل القمح تشكل رغوة أكثر في حال استخدام مرحلة غسيل القمح ضمن مراحل التنظيف (Posner and Hibbs, 2005).

1-6-1- متغيرات عملية الترطيب:

يرتبط ترطيب القمح بدرجة الحرارة والرطوبة والزمن (Posner and Hibbs, 2005). حيث يؤثر كل من درجة حرارة الترطيب و الرطوبة النهائية و زمن الترطيب على نسبة الرطوبة الممتصة، وكذلك صنف القمح وحجم الحبة ودرجة الحرارة تؤثر على هذه النسبة كما ذكرنا مسبقاً (Posner and Hibbs, 1997)

1-6-1- درجة الحرارة :

تلعب درجة حرارة الماء دوراً في معدل الانتفاخ والترطيب الفيزيائي للقمح ويحصل ارتفاع طبيعي مقداره 4-6°م في درجات حرارة القمح بعد إضافة الماء للقمح بهدف الترطيب، وتم تسجيل زيادة في معدل نفاذية الماء بمقدار ثلاثة أضعاف لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره 12°م حتى الدرجة 43°م، وتم تسجيل معدلات زيادة أقل عند درجات حرارة تزيد عن 43°م ولا تتعدى 60°م (المانع، 1997).

عند ترطيب القمح بدون حرارة يجب إبقائه فترة زمنية أطول في صوامع الترطيب ليصل الأندوسبيرم إلى الطراوة المثلى. آخذين بعين الاعتبار الرطوبة النهائية للدقيق المنتج. أما إذا تم الترطيب عند درجة حرارة مرتفعة فإننا ربما نحتاج لرطوبة إضافية لأن الحرارة المرتفعة تزيل جزء كبير منها (Posner and Hibbs, 2005).

درس Boyacioglu et al (2004) تأثير درجة حرارة الماء حيث وجد أن استخدام الماء الدافئ 46°م يخفض من نسبة الاستخراج، حيث كانت نسبة الاستخراج عند الترطيب الساخن أخفض منها عند الترطيب البارد.

1-6-2- الرطوبة :

يحصل اختلاف بين محتوى رطوبة القمح قبل الكسرة الأولى وبين رطوبة الدقيق النهائي بمقدار % 1 – 2.5 نتيجة لتبخر الماء من الحبوب (Posner and Hibbs, 2005) (المانع، 1997)

يُعتقد أنّ 40% من الضياعات في محتوى رطوبة القمح خلال عملية الطحن بسبب الحرارة المتولدة أثناء الطحن و40% نتيجة التبريد أثناء التنقل بين مراحل الطحن و20% ترتبط بالرطوبة النسبية وبدرجة حرارة الهواء في المطحنة (Posner and Hibbs, 2005).

إذن تتعلق كمية الماء اللازمة لعملية الترطيب برطوبة القمح الأصلية وبمحتوى الرطوبة المطلوب في المنتجات النهائية (Yoo, 2007).

وبشكل عام عند زيادة نسبة الرطوبة النهائية للحبوب تتحسن درجة نقاوة الدقيق لكن تتراجع نسبة استخراجه، لذلك يجب اختيار الرطوبة المثلى لترطيب القمح المعد للطحن بحيث يتم تحسين نقاوة الدقيق مع تأثير ضئيل جداً على كمية الدقيق المنتج. كما يؤثر محتوى الرطوبة النهائية للقمح في تحرير الأجزاء خلال مرحلة الكسرات وفي طاقة الطحن المستهلكة عند كل مرحلة من مراحل الكسرات (Dexter, 1996).

لوحظ عند ترطيب خمسة أنواع من الأقماع UK المتماثلة بنسبة البروتين لكن مع درجات مختلفة بشكل واسع في قساوتها مستخدمين زمني استراحة مع ترطيب القمح إلى محتويات رطوبة ضمن المجال 14-16% تناقصاً في نسب الاستخراج بشكل خطي مع ازدياد رطوبة الأقماع، وكذلك لوحظ ازدياد محتوى رطوبة الدقيق وانخفاض محتوى الرماد مع ازدياد محتوى رطوبة الأقماع. ولوحظ عند حساب نسب الاستخراج على أساس القمح أن الأقماع القاسية تميزت بارتفاع طفيف بالمقارنة مع الأقماع الطرية التي عانت انخفاضاً (Hook et al., 1982b).

ووجد عند ترطيب عينة قمح قاسي شتوي أحمر HRW لمدة 24 ساعة حتى محتويات رطوبة نهائية 12 و16 و20% أن نسبة الاستخراج تفاوتت بشكل معتبر وكانت على التوالي 66 و72 و64% (Hook et al., 1982a).

وقام Ozan (1991) بترطيب عينات من قمح Bezostaya إلى ثلاث رطوبات نهائية مختلفة (14.5, 15.5, 16.5%) ووجد انخفاض نسبة الاستخراج وارتفاع محتوى رطوبة الدقيق الناتج مع زيادة الرطوبة النهائية.

كما وجد Dexter and Martin (1993) تزايد في المردود عند الكسرة الأولى مع ارتفاع رطوبة الترطيب حتى 18%، وعند محتوى 19% تراجع مردود الكسرة الأولى، أما العلاقة بين رطوبة الترطيب ومردود الكسرات في الكسرة الرابعة B4 فكانت أقل تعقيد حيث لاحظنا التراجع المنتظم للمردود مع ازدياد

محتوى الرطوبة، وينسب ذلك إلى ازدياد تمتين النخالة وإلى تغير طريقة الكسر التي تكون موالية للأندوسبيرم أكثر من النخالة عند الرطوبات العالية.

أجرى Paszczynska et al (1999) عمليات طحن باستخدام مطحنة شوبن Chopin CD-1 لعينة قمح قاسي ربيعي أحمر HRS وأخرى قمح طري شتوي أبيض SWW، حيث لاحظوا ازدياد نسبة الاستخراج للقمح القاسي من 57.9% إلى 60.5% عند رفع رطوبة الترطيب من 16% إلى 17.5% وكذلك الأمر بالنسبة للقمح الطري حيث ارتفعت نسبة الاستخراج من 65.4% إلى 67.4% عند رفع رطوبة الترطيب من 14% إلى 16.5%، بينما انخفض محتوى رماد دقيق كلا النوعين مع رفع الرطوبة النهائية ولاحظ ازدياد محتوى بروتين دقيق القمح القاسي فقط.

بينما وجد Kweon et al (2009) أنه كلما ازدادت الرطوبة النهائية قلت نسبة استخراج الدقيق وارتفعت رطوبة الدقيق الناتج حيث أجرى بحث على ثلاثة أصناف من القمح الأحمر الشتوي الطري ووجد أن نسبة استخراج دقيق القمح المرطب حتى 15% أقل من نسبة استخراج القمح المرطب حتى 12% ورطوبته أعلى منها للقمح المرطب حتى 12%.

1-6-3- الزمن:

تترك حبوب القمح فترة من الزمن بعد إضافة الماء لكي تتم عملية توزع الرطوبة بشكل متجانس، وتختلف هذه الفترة الزمنية وفقاً لنوع وصنف القمح حيث تتعلق بمعدل انتشار الماء ضمن حبوب القمح الكاملة (Yoo, 2007)

ومن الخطأ أننا أحياناً نركز على كمية الماء المضافة للحبوب بدلاً من الفترة المطلوبة لتطرية الأندوسبيرم ليصل إلى طراوته المثالية لعملية الطحن (Posner and Hibbs, 2005).

يتأثر زمن الترطيب بدرجة الحرارة، حيث يستغرق زمن الاستراحة مدة ثلاثة أيام عند ترطيب القمح الديوروم في درجة حرارة الغرفة وباستخدام الماء البارد، في حين يمكن تحقيق الترطيب في درجة حرارة مرتفعة في زمن أقل من 24 ساعة (Pomeranz and Williams, 1990).

تم إجراء دراسة حول ترطيب نوعين من القمح أحدها قاسي ربيعي أحمر HRS والثاني قاسي شتوي أحمر HRW إلى محتوى رطوبة 16% ولم يلاحظ وجود تأثير هام لارتفاع زمن الاستراحة (4, 18, 24, 48) ساعة على نسبة الاستخراج ومحتوى الرماد والخصائص الريولوجية وتحبب الدقيق وخصائص الخبيز. وعندما تم ترطيب HRS لمدة 24 ساعة بمحتويات رطوبة مختلفة (12, 16, 20%) وجدوا أن نسبة الاستخراج تفاوتت بشكل معتبر وكانت على التوالي (66, 72, 64%)

(Stenvert and Kingswood, 1976).

تم استخدام مطحنة بوهلر المخبرية من قبل Pelshenke and Schafe (1952) عند طحن عينة قمح من نوع 5 Manitoba عند محتوى رطوبة 16% بعد أزمدة استراحة (24, 48, 72) ولم يلاحظوا أي تغير في نسب الاستخراج.

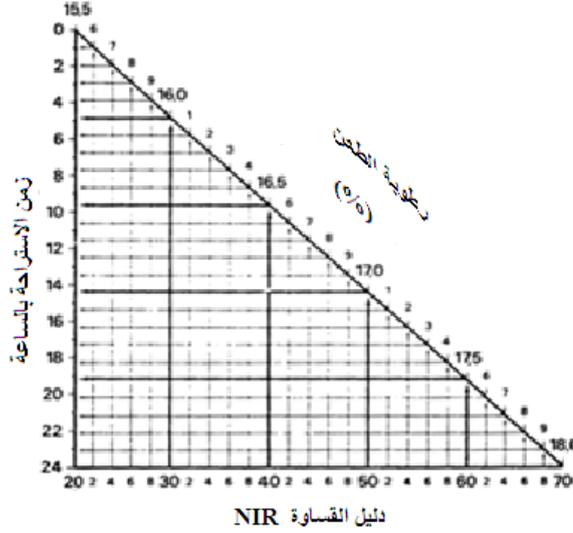
كما قام Ozan (1991) بترطيب عينات قمح من نوع Bezostaya إلى ثلاث محتويات رطوبة نهائية (14.5- 15.5- 16.5%) مع أزمدة استراحة مختلفة (1, 3, 6, 12, 24, 48) ساعة وتم طحن العينات بمطحنة برايندر كوادرمات سينيور التجريبية، حيث وجد أنه مع ارتفاع زمن الاستراحة ارتفعت قيم كل من نسبة الاستخراج ومحتوى الرماد والبروتين ونسبة الماء الممتص بتجربة الفارينوغراف، أما خصائص الخبز الناتج فلم تتأثر بإزيد الزمن ما عدا لون قشرة الخبز الذي تحسّن.

وفي البحث الذي أجراه Paszczynska et al (1999) باستخدام مطحنة شوبن Chopin CD-1 لعينة قمح قاسي ربيعي أحمر HRS وأخرى قمح طري شتوي أبيض SWW وذلك بعد ترطيبها حتى 17.5% حيث درس تأثير رفع زمن الترطيب من 24 إلى 48 ساعة، لم يُلاحظ تغير في نسبة استخراج القمح القاسي ولا القمح الطري وكذلك لم يُلاحظ تغير في محتوى رماد دقيق القمح القاسي ولكن تناقص محتوى رماد دقيق القمح الطري من 0.632% إلى 0.601%، ولوحظ ازدياد محتوى البروتين الكلي في كل من نوعي دقيق القمح.

استخدم Boyacioglu et al (2004) مطحنة Brabender Quadrumat Jr. Laboratory Mill لدراسة تأثير زمن ودرجة حرارة ماء الترطيب على نوعية الدقيق الناتج حيث قاموا بترطيب قمح أحمر Pamukova وآخر أبيض Tahirova لمدة (12-24-36-48) ساعة، ولاحظوا انخفاض محتوى رماد الدقيق بارتفاع الزمن بينما لم تتأثر خصائص جودة الدقيق الأخرى باختلاف درجة حرارة وزمن الترطيب.

7-1- بعض طرق تحديد الترطيب المناسب للقمح:

يظهر الشكل (4) العلاقة بين رطوبة الطحن وزمن الترطيب ودليل قساوة القمح المقاسة باستخدام NIR، حيث تستخدم قيم قساوة الأقماع والرطوبة المطلوبة للطحن لتحديد زمن الترطيب (Dziki and Laskowski, 2005; Posner and Hibbs, 2005).



الشكل (4) العلاقة بين رطوبة الطحن وزمن الترطيب ودليل القساوة مقاسة بـ NIR.

توجد وسيلة أخرى لتحديد الترطيب المناسب لحمولة معينة من القمح، وهي اختبار الطحن حيث ترطب عينة القمح باستخدام إضافات وأزمنة ترطيب مختلفة، ثم يطحن القمح في مطحنة تجريبية في مرحلة الكسرة الأولى وبعدها ينخل على منخل ذو حركة ترددية وتقسّم الكتلة المطحونة إلى أجزاء مختلفة لتحديد نسبة الرماد ومحتوى الرطوبة. نقيّم حجم الأجزاء الناتجة عن المطحنة من حيث الوزن وتوزع حجم حبيباتها ونسبة الرماد والرطوبة، وربط القيم الناتجة مع طريقة الطحن تبعاً لنسبة الاستخراج يمكن أن نحصل على مؤشر عن الترطيب المثالي للقمح المعد للطحن في مطحنة تجارية خاصة (Posner and Hibbs, 2005).

كما يمكن للعامل الخبير أن يحدد مستوى الترطيب من أجل حمولة من قمح معين بمراقبة وزن الهيكتولتر في اختبار الوزن النوعي قبل الكسرة الأولى حيث يجب أن يتم إجراء اختبار الوزن TW لشحنة القمح المرطب ومقارنة النتائج مع نتائج اختبار الوزن TW للقمح المرطب بشكل مثالي. وأي اختلاف عن TW المثالي يدل على وجود خلل في عملية الترطيب. تعتمد طريقة المراقبة الدقيقة هذه على الحقيقة التالية: إن حبات القمح ذات الرطوبة الأكبر تشغل حجم أكبر نظراً للتغير الحاصل في بنيتها الفيزيائية حيث ينقص الوزن النوعي لشحنة القمح طبقاً لذلك (Posner and Hibbs, 2005).

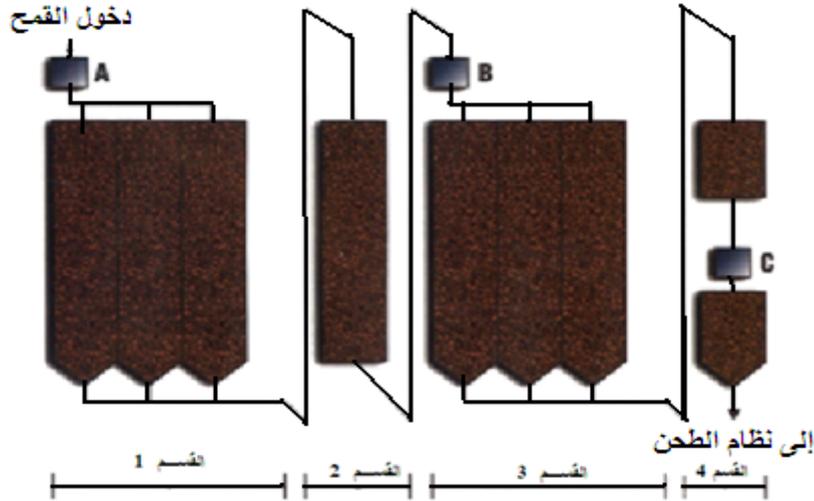
8-1- مواقع الترطيب :TEMPERING LOCATIONS

يتم إنجاز عملية الترطيب بمرحلة واحدة أو اثنتان أو ثلاثة مراحل وذلك بحسب درجة تطور المعدات المستخدمة لإضافة الرطوبة (Wilson, 2002).

يتضمن الشكل (5) المخطط النموذجي لمراحل تنظيف وترطيب القمح ابتداءً من استلام القمح من الروافع مروراً بصوامع القمح الخام غير المنظف وحتى مرحلة الكسرة الأولى في اسطوانات الطحن. حيث يوجد ثلاث نقاط (A، B، C) يمكن إضافة الماء عندها وأغلب المطاحن تستخدم نقطة وحيدة وبعضها يستخدم نقطتين والقليل يستخدم النقاط الثلاث (Sugden, 1999).

النقطة المستخدمة بشكل واسع جداً هي النقطة B وفيها يتم ترطيب القمح بعد مرحلة التنظيف، حيث تسمح أجهزة الترطيب الحديثة والتي تختلف في تطورها بإضافة حتى 8% دفعة واحدة (Sugden, 1999; Wilson, 2002).

أما النقطة A والتي يتم فيها ترطيب القمح قبل تنظيفه فهي شائعة الاستخدام عند الترطيب بشكل أولي للأقماع القاسية والجافة، وتكون إضافة الماء النموذجية عند هذه النقطة حوالي 2% (Sugden, 1999)، حيث يستطيع ناقل المزج البسيط إضافة حتى 3% فقط (Wilson, 2002). الهدف من ذلك إعطاء حبوب القمح وقت للاستراحة أطول يتم فيه امتصاص الرطوبة من قبل الأندوسبيرم ليصبح أكثر طراوة وأسهل للطحن.



الشكل (5) المخطط النموذجي لتنظيف وترطيب القمح

A : نقطة الترطيب التمهيدية، B: نقطة الترطيب الرئيسية، C: نقطة الترطيب قبل الكسرة الأولى .

القسم 1: صوامع القمح غير المنظف، القسم 2: قسم تنظيف القمح، القسم 3: صوامع الترطيب، القسم 4: قسم التنظيف والترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

كما تستخدم هذه التقنية في جو الشتاء البارد حيث أن الماء أو القمح يكون أكثر برودة وبالتالي تغلغل الماء يكون بطيء.

أما النقطة الثالثة C لإضافة الماء والتي تسبق مرحلة الكسرة الأولى فلها هدف مختلف، حيث يضاف حتى 0.75% من الرطوبة للقمح باستخدام مرذاذ ماء قبل دخوله الكسرة الأولى بـ 20-30 دقيقة (Sugden, 1999). وذكر أنه تتم إضافة الرطوبة في هذه النقطة بنسبة ثابتة. وتكون نسبة إضافة الرطوبة في هذه المرحلة عادة 0.3-0.5% (Wilson, 2002).

ولهذا الترطيب فائدتين الأولى لتعديل خصائص ورطوبة النخالة كي تتماسك أكثر عند الطحن، والثانية محاولة تصحيح أخطاء الترطيب السابقة. وبما أن زمن الترطيب في هذه النقطة غير كاف لنفوذ الماء إلى الأندوسبيرم لذلك لن يؤثر على رطوبة الدقيق المنتج ولكن يزيد من رطوبة النخالة بشكل واضح (Sugden, 1999).

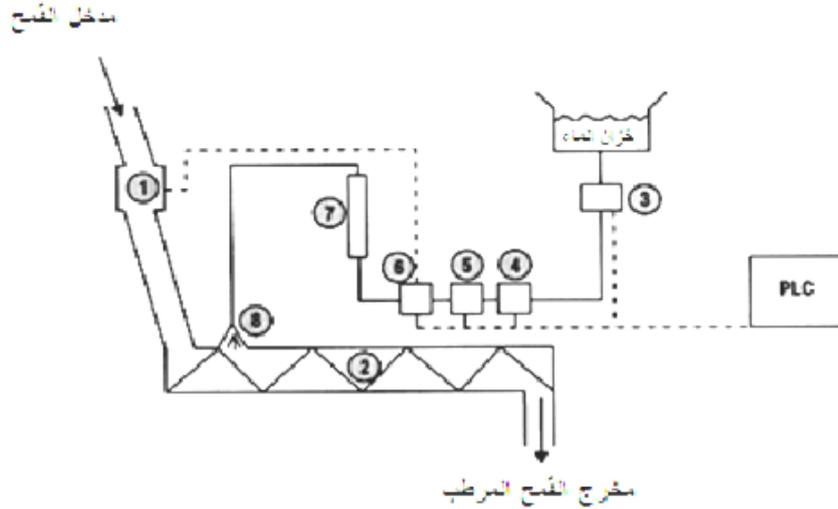
9-1- أنظمة الترطيب الرئيسية The principal damping systems:

تتم إضافة الماء إلى القمح بأسلوبين مختلفين في كثير من الوحدات الصناعية. فإما أن يضاف بنسبة ثابتة لكل طن واحد من الحبوب المارة خلال الوحدة الصناعية أو تتم إضافته وفقاً لرطوبة الحبوب المقاسة. وتستخدم الطريقة الثانية عندما يكون محتوى رطوبة الحبوب منخفض و نريد أن نزيد من محتوى الرطوبة الوسطية لتقارب رطوبة الطحن المثالية (Wilson, 2002).

تتم الإضافة الدقيقة للماء بواسطة التحكم بآلية إضافة الماء وبمعدل تدفق تيار القمح، وذلك باستخدام أنظمة تحكم عند دخول وخروج الحبوب، ويتم التأكد من التوزيع المتجانس للرطوبة بواسطة معاملة دقيقة بالماء يتبعها خلط سريع للحبوب (المانع، 1997). يستخدم حالياً ثلاثة أنظمة رئيسية للترطيب، مع تنوعات مختلفة (Sugden, 1997).

1-9-1- الأنظمة الأساسية:

يمثل المخطط في الشكل (6) مثال على هذه الأنظمة، حيث يتدفق تيار القمح من المفتاح (1) ليتقاطع مع مزود الماء مباشرة، ويستمر تيار القمح ضمن الخلاط الحلزوني (2) الذي له أشكال مختلفة ابتداءً من المنخفضة السرعة ذات المضارب أو ذات الأقواس الهلالية على شكل حرف U إلى العالية السرعة المحتواة ضمن أنبوب فقط، وعلى الرغم من أن المنخفضة السرعة ستكون أبطأ من الأخيرة إلا أن ترطيب الحبوب فيها يكون منتظماً وأسرع توازناً، كما أنها تتطلب عمليات صيانة كثيرة. إن مبدأ تطبيق الماء بشكل منتظم ومتوازن يقود إلى ميزة الثبات الضرورية.



الشكل (6) مخطط نظام ترطيب القمح الأساسي

يتم حقن الماء عند النقطة (8) من خزان الماء، الذي يغذي صمام تحكم متحرك (3) والذي من الممكن ضبطه يدوياً. ووظيفة هذا الصمام تمرير كمية الماء المحددة وبعدها تمر كامل كمية الماء عبر مرشحات (4) ومنه إلى المقياس (5) الذي يقوم بقياس اللترات المارة وتسجيلها. يعمل الصمام المغناطيسي (6) بواسطة إشارة واردة من مفتاح تدفق حبوب القمح حيث يتم إغلاق أو فتح الصمام المغناطيسي وفقاً لعدم أو وجود الحبوب ومنه إلى المقياس المانوميتر (7) وهو آلة تزودنا بليترات ماء متواصلة.

يمكن التحكم عن بعد بكامل النظام بواسطة برنامج التحكم المنطقي القابل للبرمجة PLC. كما يمكن إضافة إنذارات تحذيرية عند حدوث الأعطال.

يتطلب هذا النظام كي يعمل بانتظام تدفق مستمر للقمح بسبب عدم وجود مقياس له، ولتأمين ضغط ماء ثابت يتم استخدام خزان يتم التحكم بمستوى الماء فيه بواسطة فواشة، أو يمكن إضافة مضخة ماء بضغط ثابت.

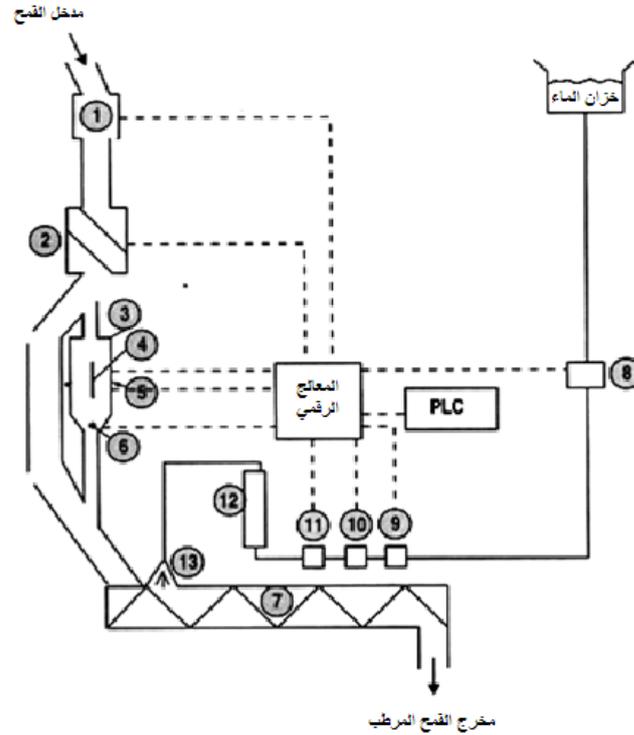
إن النظام الموصوف هو طريقة ترطيب تقليدية. حيث يمكن إضافة ما قد يصل إلى 5% رطوبة اعتماداً على كفاءة الخلاط الحلزوني. وهو غير مكلف. لكن سيئته أنه لا يأخذ بالحسبان محتوى رطوبة القمح الأصلية أو النهائية (Sugden, 1997).

1-9-2- أنظمة التغذية المتقدمة:

هي عبارة عن عملية ترطيب القمح بالتغذية الأمامية الآلية بشكل كامل. وتشمل مبدأ القياس والتحكم الغير مستخدم في النظام السابق.

الميزة الرئيسية هي وجود أداة تغذية أمامية. هذا يعني أنه يتم قياس كل من وزن الحبوب و محتوى الرطوبة الأولية ودرجة الحرارة والكثافة قبل إجراء الترتيب ولا يتم قياسها بعده. ثم يحسب المعالج الرقمي كمية الماء المطلوبة وتتم إضافتها بانتظام وهذه العملية يمكن التحكم بها يدوياً (Posner and Hibbs, 2005; Sugden, 1997).

يمثل المخطط المبين في الشكل (7) مثال عن نظام ترتيب للقمح يعمل بالتغذية المتقدمة، الميزات الخاصة بهذا المخطط تبدأ من القمة اليسرى حيث نلاحظ تدفق القمح بعد مفتاح تدفق (1) إلى مغذي وزني مناسب (2)، يرسل المغذي الوزني إشارات إلى المعالج الرقمي الذي يقوم بتعديل نسبة الماء المضاف تبعاً لـ إذا فإن تغير تدفق الحبوب لا يشكل أي مشكلة.



الشكل (7) مخطط نظام الترتيب بالتغذية الأمامية.

لصندوق القياس (3) حجم محدد وكل زيادة عن ذلك الحجم يتم تمريرها إلى الخلاط الحلزوني (7). يحدد حساس الرطوبة الجافة (4) محتوى رطوبة القمح عن طريق السعة، حيث يكشف قياس السعة التغيرات البسيطة في التيار الكهربائي المرتبطة بالرطوبة. كما يتم قياس الكثافة (5) بميزان الكتروني صغير، الذي يلتقط قراءاته المعالج الرقمي، وطالما أن الحجم معروف فإنه يتم حساب الكثافة والتعبير عنها بالكيلوغرام لكل هكتولتر. يمد كذلك مجس الحرارة (6) المعالج الرقمي بالمعلومات كي يقوم

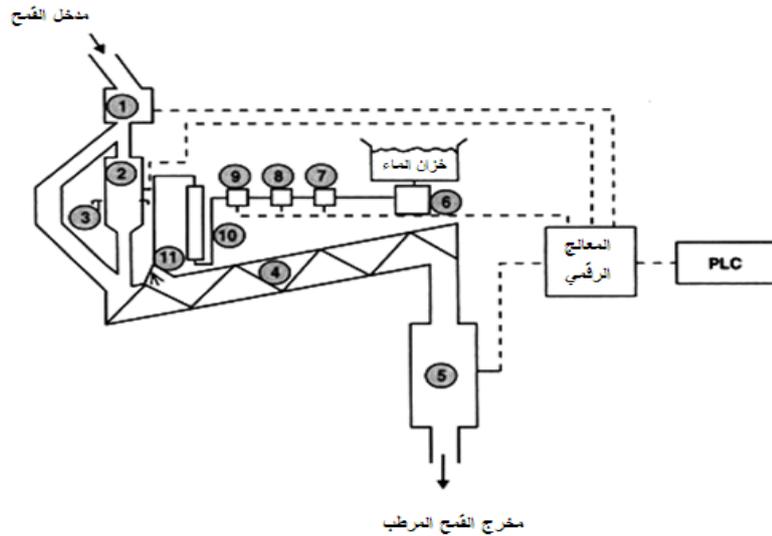
بالتعديل وفقاً للمعطيات المقدمة له، باستطاعة المعالج الرقمي، كما في الـPLC، التسجيل بشكل فوري و مستمر وإرسال القراءات بالاتجاهات اللازمة وإعطاء الإنذارات، أو يمكن تشغيله يدوياً.

يمر الماء كما في المخطط الأول عبر صمام التحكم المتحرك (8)، المرشح (9)، المقياس الكلي للماء (10)، الصمام المغناطيسي (11)، مانوميتر (12)، حاقن الماء (13).

السلبية الوحيدة هي عدم التأكد بعد إضافة الماء أنه تم إيصال الكمية المناسبة (Sugden, 1997).

1-9-3- أنظمة التغذية الراجعة:

هذه الأنظمة مكلفة جداً بسبب طرق القياس المتبعة فيها، يمثل المخطط في الشكل (8) مثال عن عملية التغذية الراجعة الآلية بشكل كامل، إن التغذية الثابتة والمغذي الوزني غير مطلوبين هنا لأنه يتم تحديد رطوبة ودرجة حرارة القمح المرطب بعد أن يغادر خلاط الترطيب واعتماداً على مستوى الرطوبة المطلوب في النهاية، يرسل النظام إشارة راجعة لضبط كمية الماء الواجب إضافتها (Sugden, 1997; Posner and Hibbs, 2005).



الشكل (8) مخطط نظام ترطيب القمح بالتغذية الراجعة.

بعد اجتياز القمح لمفتاح التدفق (1)، الذي عمله كما في الأمثلة السابقة، يستمر تدفقه إلى علبة قياس الحجم المحدد (2) وإلى خلايا التحميل (3) التي تقوم بتزويد المعالج الرقمي بإشارات حول الوزن النوعي أو الكثافة.

القمح الزائد عن الحجم يتم تمريره إلى الخلاط الحلزوني، الذي يكون في الحالة انحدار وضمنه توجد أقواس هلالية ومنه إلى وحدة الأمواج القصيرة (5) للتحسس لدرجة الحرارة والرطوبة التي تقوم بإرسال إشارات إلى المعالج الرقمي لحساب وتعديل إضافة الماء.

ويعمل نظام إضافة الماء كما في المثال السابق مع صمام التحكم المتحرك (6)، المرشح (7)، المقياس الكلي للماء (8)، الصمام المغناطيسي (9)، مانوميتر (10)، حاقن الماء (11).

يقوم المعالج الرقمي بتغذية نظام الـ PLC مع مجال واسع من المراقبة والتسجيل والتحكم كما شرح في المخطط الثاني. لكن نسبة الدقة في هذا النظام أفضل منها في النظام الثاني بنسبة 0.25% وهذا يعود إلى الدقة العالية لتقنية الأمواج القصيرة في القياس، بينما تقنية السعة ليست كذلك. (Sugden, 1997)

10-1- طرق ترطيب القمح :

1-10-1- الترطيب متعدد المراحل:

تمتص الحبات الرطبة رطوبة أقل من الحبات الجافة ولكن سرعة الامتصاص تكون أكبر في الحبات المرطبة سابقاً. يمكن شرح هذه الفكرة اعتماداً على أن البنية الداخلية لحبات القمح تكون قد تغيرت وتشكلت الشقوق بواسطة الماء خلال عملية الترطيب الأولى. وتحول هذه الفراغات والشقوق الدقيقة الناتجة عن عملية الترطيب أندوسبيرم الحبات الشفافة إلى حبات نشوية غير شفافة وسهلة التفتت وبذلك يمكن تحسين منتجات الطحن بتعدد فترات الترطيب، حيث تحسن لون الدقيق النهائي وتنقص محتواه من النخالة (Posner and Hibbs, 2005).

ولقد قام Hook (1984) بمقارنة أداء الطحن ونوعية الدقيق لعينة من القمح البريطاني برطوبتها الطبيعية (15-15.5%) مع عينة أخرى لنفس القمح جففها وخرننها ثم أعاد ترطيبها إلى محتواها الأصلي من الرطوبة. وكانت النتيجة بأن القمح المجفف والمرطب قد خضع لتغيرات بنيوية وهذا أدى لإعطائه نسبة استخراج أعلى ولون أفضل ومحتوى رطوبة أقل من ذلك القمح المطحون عند رطوبته الطبيعية.

يرش بعض الطحانين تيار القمح بالماء لإضافة رطوبة بنسبة لا تزيد عن 0.5% وتركها للاستراحة لمدة 20 دقيقة قبل الكسرة الأولى لزيادة متانة النخالة قبل الطحن. تدعى هذه العملية بالترطيب ما قبل الكسرة الأولى (Posner and Hibbs, 2005).

تم البحث في تأثير مستويات مختلفة لإضافة الماء على ثوابت الطحن لأربعة من أنواع القمح UK، حيث ضبطت مستويات الرطوبة إلى 12.5% و 14% لنسمح بالترطيب من خلال إضافة 2.5% و 1% ماء لنحصل على محتوى رطوبة قمح نهائية 15%، كما رطبت دفعات منفصلة حتى محتوى 16% بإضافة الماء بأسلوب مشابه أي ضبطت مستويات رطوبة القمح الأولية عند 13.5% و 15%، ووجد أنه يمكن التوصل إلى محتوى رطوبة القمح باستخدام مستويي إضافة ماء مختلفين ولكن ليس بالضرورة أن يكون لذلك تأثير على نسبة استخراج الدقيق (Hook et al., 1982a).

عند استخدام أنظمة الترطيب ذات مرحلتي إضافة الماء وفترتي الاستراحة لمزيج قمع قاسي وطري، يجب تخفيض النسبة المئوية للماء المضاف للقمح القاسي في المرحلة الأولى عن النسبة المرغوبة. وبعد ذلك يمزج القمح الطري معه وتضاف النسبة الباقية من الماء قبل الطحن بقليل، وبذلك تكون النخالة في كلا النوعين أمتن دون أن يكون هناك ترطيب زائد للقمح الطري (Posner and Hibbs, 2005).

1-10-2- الترطيب باستخدام التفرغ :

وهي طريقة حديثة لإجراء الترطيب لأنواع القمح المختلفة. تُقلل أنظمة ترطيب القمح التي تستخدم التفرغ في المطاحن التجارية زمن الترطيب إلى 3-4 ساعات وبذلك يصل القمح إلى مرحلة الكسرة الأولى وهو يملك خواص مرغوبة من حيث الرطوبة والطرارة. حيث في البداية تُرطب حبات القمح بشكل زائد قبل نقلها إلى داخل جهاز الترطيب الذي يعمل بالتفرغ وعندئذ يتم تخفيض الرطوبة تدريجياً تحت التفرغ حتى الوصول إلى الرطوبة المرغوبة، تحافظ الحبات المنتخبة على حجمها أثناء وبعد عملية التجفيف في جهاز التفرغ. ويمكننا باستخدام طريقة الترطيب تحت التفرغ أن نحصل على أية درجة من الطرارة للأندوسبيرم ويمكن تحضير القمح لأي نظام طحن.

في عملية الترطيب تحت التفرغ يتم ترطيب القمح عند درجات حرارة حوالي 35 درجة مئوية ثم تُخفض درجة الحرارة إلى 25 درجة مئوية خلال مراحل التفرغ. لا يتم تجفيف غلاف الحبة كما يحدث عند استخدام أجهزة الترطيب ذات التطبيق المباشر للبخار أو من خلال الوشائع ولا ينتج أي غبار.

هذا النظام لا يؤثر أبداً على المناخ ويمكن تعديل خصائص المخزن بسهولة بتغيير سريع لدرجة الحرارة أو الرطوبة.

إن نظام الترطيب تحت التفرغ يُقلل زمن الترطيب ولذلك يُفضله بعض مهندسي الطحن. وتتم التغذية بالقمح المرطب بالتناوب إلى صومعتين يُطبق فيهما تفرغ قيمته 1000 ميلي متر من الماء كميّار، وخلال 15-20 دقيقة تحت التفرغ يصبح القمح جاهزاً للطحن ويُنقل إلى مرحلة الكسرة الأولى، قد يصل الزمن الكلي المطلوب في جميع مراحل عملية الترطيب إلى حوالي ساعتين.

(Posner and Hibbs, 2005)

1-10-3- الترتيب بالهواء الساخن :

يستخدم الترتيب بالهواء الساخن لتسريع عملية الترتيب وتوفير حجم صوامع الترتيب وتعديل الغلوتين. انتشر في الخمسينات من القرن الماضي الترتيب بشبكة الأنابيب (المشعات) الذي أمكن من خلاله تحويل القمح ذو الغلوتين العالي المطاطية والمقاومة المنخفضة إلى قمح أقل مطاطية ومقاومة أعلى، مما ينعكس إيجاباً على حجم الخبز. إن التحكم بهذه العملية صعب كما أنها تتطلب آلة ذات حجم كبير تصل إلى ارتفاع عشر أمتار وذات سعر مرتفع وتستهلك كمية كبيرة من الطاقة (Sugden, 1999).

أثناء عملية الترتيب بالهواء الساخن يتم تسخين القمح الرطب بتطبيق بخار مباشر أو من خلال المشعات إلى درجة حرارة تكون عادة أقل من 55 درجة مئوية. ثم يتم تجفيف القمح حتى الوصول إلى درجة الرطوبة المناسبة لعملية الطحن وبعدها يتم تبريد القمح كما مبين في الشكل (9).

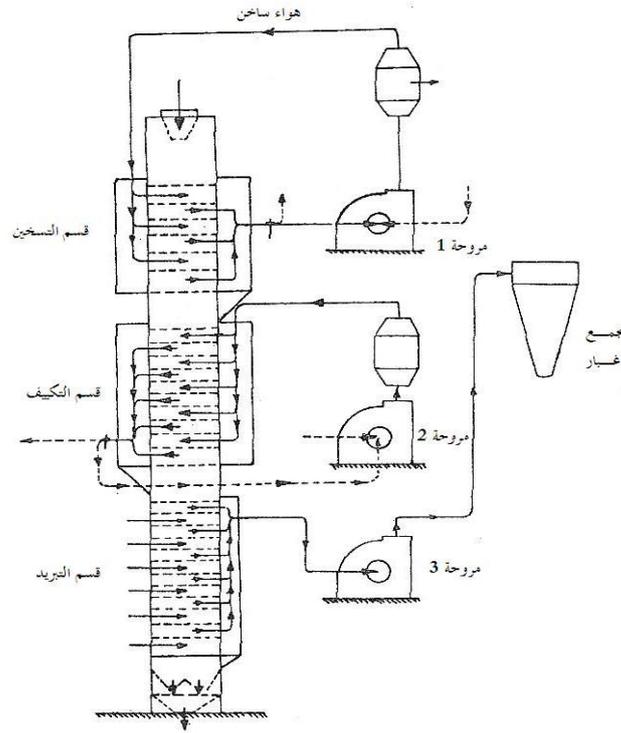
عند استخدام هذا النوع من الترتيب تتغير خواص الغلوتين وتضعف الفعالية الأنزيمية. حيث تؤثر درجة حرارة القمح ورطوبته على الغلوتين وعلى نشاط أنزيم الدياستاز والبروتياز.

(Posner and Hibbs, 2005) (كف الغزال وآخرون، 1992).

يملك القمح ذو الغلوتين الضعيف والمرطب عند درجة حرارة عالية ميزات أفضل خلال عملية الشواء من القمح ذو الغلوتين القوي. لذلك يجب الانتباه إلى تحسس القمح لدرجة الحرارة أو عدم التأثر بها. وبشكل عام يملك بروتين الغلوتين حساسية أقل لتغير الحرارة عند أو تحت الدرجة 40°م (Posner and Hibbs, 2005).

يمكن استخدام بخار الماء في ترتيب وتسخين الحبوب بأن واحد حيث أن انتقال الحرارة بواسطة بخار الماء أسرع بكثير من انتقالها بواسطة الهواء، كما أن فعالية دخول الماء باستخدام البخار أسرع من دخول الماء السائل لذا فإن استخدام هذه الطريقة يقصر من زمن الترتيب ويقلل الطاقة المصروفة لذلك في هذه العملية (كف الغزال وآخرون، 1992).

كما أن لبخار الترتيب تأثير جيد على أجزاء بروتين القمح المتضرر بحشرة السونة، حيث أن المفرزات اللعابية لهذه الحشرة تسبب ارتخاء العجين مما يتسبب في إنتاج أرغفة خبز ضعيفة البنية وصغيرة الحجم، وعند استخدام البخار في عملية ترتيب هذه الأقماع المتضررة وبالمقارنة مع الترتيب البارد لوحظ تناقص محتوى العينات من البروتينات الذوابة في كحول تركيز 70% بينما ازداد محتوى باقي البروتينات كما أمكنت هذه العملية من تحسين الخواص الريولوجية للعجين الناتج حيث ازداد كل من زمن تشكل العجين وزمن الثباتية (Diraman et al., 2001).



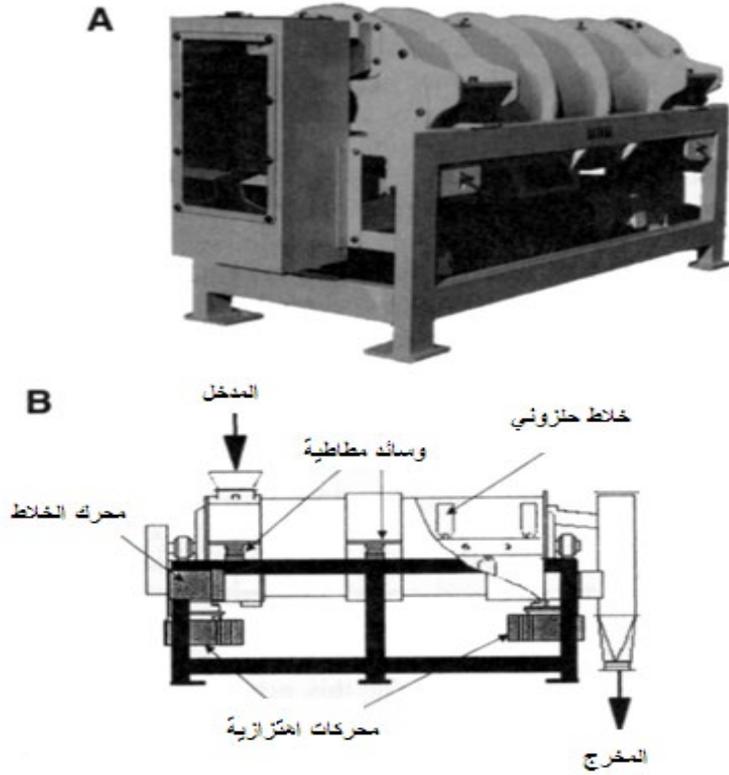
الشكل (9) جهاز ترطيب القمح بالهواء الساخن

4-10-1- الترطيب تحت الاهتزاز عالي التردد:

توجد طريقة واحدة لزيادة معدل اختراق الماء البارد للحبة وهي تطبيق اهتزاز عالي التردد على القمح المرطب. يبين الشكل (10) جهاز ترطيب يقوم بذلك (Posner and Hibbs, 2005).

بين Zwingelberg (1992) أن الزيادة الحاصلة في معدل امتصاص الماء في الطبقات الخارجية لحبة القمح الناتجة عن الاهتزاز تؤدي أيضاً إلى إنقاص ملحوظ في زمن الترطيب ونسبة الاستخراج والرماد مقارنة مع القمح المرطب بشكل تقليدي.

إن أزمنة الترطيب القصيرة تؤدي إلى تخفيض التلوث بالبكتريا في الحبوب ومنتجاتها النهائية، وقد قامت شركة ألمانية بابتكار جهاز لترطيب الحبوب عمودياً يعمل بالاهتزاز لتخفيض زمن الترطيب بشكل كبير من أجل كل أنواع الحبوب، وتضمن أزمنة الترطيب القصيرة تخفيض البكتريا في الحبوب ومنتجاتها، حيث يستطيع الماء أن ينفذ بشكل متساوي عبر القشرة وخلايا الطبقات الخارجية إلى داخل الأندوسبيرم، فهي الطريقة الوحيدة التي تسمح لماء الترطيب أن يدخل بشكل متجانس من السطح الخارجي للحبة إلى الداخل بما فيها شق الحبة (www.vibronet.com).

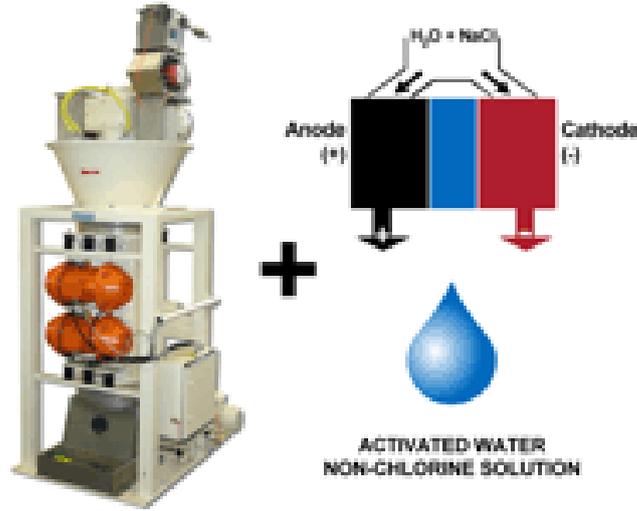


الشكل (10) جهاز ترطيب يقوم بتطبيق اهتزاز عالي التردد

كما قامت بدمج تقنية الترطيب بالاهتزاز مع تقنية تنشيط الماء لنحصل على تطبيق جديد كما هو مبين بالشكل (11) يتميز بتخفيض شديد للتعداد الكلي للبكتريا والفطور والخمائر دون الحاجة لإضافة الكلور لإزالة التلوث، كما تميّز بإيقاف نمو الميكوتوكسينات في الأغذية والمواد الخام المتعلقة بالغذاء، كما تراوحت أزمدة الترطيب لهذه التقنية المدمجة بين 4-10 ساعات تبعاً لنوع الحبوب وتركيبها، ليس لهذه التقنية أي تأثيرات جانبية ولا يحدث تشكل للسموم ولا للرواسب وهي تسمح بإضافة حتى 8% دفعة واحدة واستهلاكها للطاقة منخفض جداً (www.vibronet.com).

ينتج الماء المنشط من خلال تحليل الماء مع الملح النقي بتقنية التحليل الكهربائي، حيث يملك هذا الماء خصائص فعالية مميزة مضادة للأحياء والفطور والخمائر.

سابقاً كان يستخدم فقط للتعقيم والعلاج في المشافي، وهو طريقة مناسبة لإزالة التلوث في الحبوب كما يمكن استخدام هذا الماء كحامل لتوزيع عوامل تخفيض البكتريا، وللحصول على أفضل نتيجة تُضاف سوائل إزالة التلوث بنسبة 10% إلى ماء ترطيب الأقماع.



الشكل (11) جهاز الترطيب بالاهتزاز مع تقنية تنشيط الماء

5-10-1- تقشير القمح:

تساعد عملية تقشير الحبوب على التخلص من الطبقات المعيقة لنفوذ الماء وبالتالي إسرار عملية ترطيب الحبوب (المانع، 1997)، حيث يمتص القمح المقشور الماء بسرعة تصل لستة أضعاف سرعة امتصاص الماء في القمح العادي. فتقنية تقشير القمح تنزع حوالي 70% من القشرة بينما يتوضع المتبقي 30% في شق الحبة (Sugden, 1999).

عند تطبيق هذه الخطوة سيتم تخفيض الحجم المطلوب في صوامع الترطيب بشكل كبير ويكون من الضروري الحفاظ على الحبوب المنزوعة القشرة المرطبة طازجة وذلك بتحريكها لمدة 15 دقيقة على الأقل بهدف منع التصاقها معاً بسبب الطبيعة النشوية لسطحها (Sugden, 1999).

هناك دراسات لم تجد أي تأثير حاسم لمحتوى رطوبة عينة من القمح القاسي الشتوي الأحمر HRW على عملية تقشيرها، واعتقد أن الاختلاف نتيجة النوعية ومكان الزراعة أكثر أهمية. بينما وجدت دراسات أخرى أن محتوى الرطوبة يمارس تأثير مهم على اختبار التقشير حيث أظهرت أن تغير محتوى الرطوبة من 8% إلى 16% سببت نقص في الكمية المنزوعة بواسطة اختبار التقشير مقدارها 21% في القمح القاسي و 12% في القمح الطري، ووجد صنف واحد من الأصناف الطرية ازدادت كمية التقشير عندما ازداد محتواها من الرطوبة (Pomeranz and Williams, 1990).

في حال إجراء عمليات التقشير تكون الإضافة الأخيرة للرطوبة حاسمة في نجاح عملية الطحن لذا يجب أن تكون هذه الإضافة مراقبة ومضبوطة بحذر حيث يساهم الترطيب الأخير السابق للتقشير في تعزيز التمايز بين طبقات النخالة و الأندوسبيريم، وهكذا تصبح عملية نزع طبقات النخالة عن الحبة باستخدام عمليات الاحتكاك والقشط أسهل دون أن ينتج لدينا بودرة النخالة (Wilson, 2002).

طورت شركة Satake جهاز لتقشير القمح، ولكن استقبال الصناعة لهذه العملية كان محدود بسبب استهلاك الطاقة العالي ومحدودية فعاليتها وكفاءتها في نزع النخالة (Yoo, 2007).

1-10-6- الترطيب مع معالجة أنزيمية:

تم استخدام طرق الطحن التقليدية لوقت طويل على الرغم من سلبيتها، الأولى: فقدان العناصر المغذية والتي يمكن استرجاعها وإضافتها إلى الدقيق دون أن تسبب أي تأثير على جودة الدقيق المنتج، والثانية: بقاء أجزاء كبيرة من الأندوسبيرم مع النخالة. وعلى الرغم من أنه يمكن رفع نسبة استخراج الدقيق بتخفيض محتوى الرطوبة النهائية للقمح المرطب والطحن الشديد إلا أن ذلك سيؤدي إلى انخفاض غير مرغوب في جودة الدقيق كارتفاع نسبة الرماد وقتامة اللون، لذلك وكبديل يمكن اللجوء إلى طريقة للتعديل في التركيب الكيميائي أو الخصائص الفيزيائية للقمح بشكل معتبر. حديثاً تم إدخال الإنزيمات في الصناعات المختلفة كحلول للعديد من المشاكل (Yoo, 2007).

بينت دراسات Haros et al (2002) أن القمح المعالج بالإنزيمات مثل السيلولاز cellulase والأكسيلاناز xylanase و β -غلوكاناز beta-glucanase خلال عملية الترطيب كان له تأثير إيجابي في تحسين جودة المنتجات النهائية وخصوصاً الخبز من ناحية الحجم والقشرة والصلابة، اقترحت هذه المعالجة الأنزيمية كطريقة بديلة لتحسين جودة الخبز والتغلب على مشاكل توزيع الأنزيم الزائدة الناتجة عن المزج غير المتجانس والتي تؤدي إلى عجينة لزجة ومتسيلة والتي تحدث عندما يضاف الأنزيم مباشرة للقمح أو للعجينة مع مكونات أخرى، وعدلت هذه المعالجة الأولية الأنزيمية في التركيب الأساسي لكربوهيدرات القمح، وعموماً فإن تأثير الأنزيم على فصل النخالة عن الأندوسبيرم غير معروف.

قام Al-suaidy et al (1973) بدراسة تأثير المعالجة بالسيلولاز cellulase على عملية طحن القمح، آخذاً بعين الاعتبار أن أنزيمات الهيمي سيلولاز hemicellulase والسيلولاز cellulase تفكك طبقة النخالة الغنية بالسيلولوز والهيمي سيلولوز مما يعدل في التركيب الكيميائي لطبقة النخالة مما يسبب تغيرات في الخواص الفيزيائية لحبوب القمح و سلوكية الطحن ووجد من خلال هذه الدراسة أنه يزداد تفكك طبقة الأليرون بزيادة تركيز الأنزيم، ولكن ذلك غير كاف لتغيير خواص عملية الطحن.

كما تم دراسة تأثير المعالجة بأنزيم β -endo-xylanase (4 → 1)، حيث أثبتت هذه الدراسة تحطم الجدار الخلوي لطبقة الأليرون بعد المعالجة، وبعد 24 ساعة حضانة أزيلت طبقة الأليرون بشكل كامل، أما الأنسجة في الطبقات البعيدة عن النخالة حافظت على سلامتها.

(Benamrouche et al., 2002)

كما قام Yoo (2007) بدراسة تأثير إضافة مزيج من الأنزيمات مع ماء الترطيب على عملية الطحن وجودة الدقيق المنتج، حيث تكوّن مزيج الأنزيمات المستخدم من السيلولاز والكسيليناز والبكتيناز وهي أنزيمات محللة للخلايا الجدارية تقوم بتفكيك أجزاء النخالة وتحرير السكر، وعند إضافة المزيج لماء الترطيب تحت شروط مختلفة لم يحصل على تحسينات في نسبة الاستخراج، وإنما حصل على ست معادلات للتنبؤ بنسبة الاستخراج، واحتوى الدقيق الناتج عن أقماح مرطبة بالأنزيم على قيم بروتين أعلى مقارنة مع الأقماح المرطبة بدون أنزيم عند استخدام نفس الشروط التجريبية الأخرى، كما كانت جودة الخبز الناتج عن المعالجة الأنزيمية أعلى منها للخبز العادي بعد خمسة أيام من التخزين.

1-10-7- الترطيب بالماء المعامل بالأوزون:

تتم عادة إضافة عوامل أكسدة للدقيق بهدف تسريع عملية الإنضاج الطبيعية، ومن المؤكسدات الشائعة الاستخدام إيزو دي كربون أميد وبيروكسيد الكالسيوم وحمض الاسكوريك وغاز الكلور الذي هو مؤكسد قوي يتفاعل مع الكثير من مكونات الدقيق ويخرب الصبغات فالدقيق المكور شديد البياض، ويشكل غاز الأوزون أحد عوامل الأكسدة والمضادات الميكروبية الأقوى ولا يترك بقايا سامة عند استخدامه وتحلله سريع ويعطي بنهاية عمليات تفككه الأوكسجين، وفي عام 2000 تم السماح بالاستخدام المباشر للأوزون في صناعة الأغذية.

تم البحث في تأثير الأوزون على خصائص دقيق القمح باستخدام ماء معامل بالأوزون لترطيب عينات القمح قبل الطحن، وأشارت النتائج إلى عدم تأثيره على الخواص الفيزيائية والكيميائية والريولوجية للدقيق بشكل ملموس، ولكن حدث تخفيض للتعداد الكلي للبكتريا والخمائر والفطور بشكل واضح (László et al, 2007).

كما أثبت عند معالجة حبوب القمح بالأوزون سواءً أكان ممزوج بالهواء أو بالأوكسجين النقي والمطبق بشكل ضبابي أو بشكل منحل بالماء عدم تأثر المركبات البيوكيميائية للدقيق أو لحبوب القمح وكذلك المردود وخصائص الدقيق التكنولوجية بهذه الشروط (Ibanoglu, 2001).

ومؤخراً تم ابتكار عملية جديدة من قبل العالم Oxygreen اعتمدت على معالجة حبوب القمح بالأوزون بعد الترطيب الأولي في مفاعل مغلق بنظام متقطع، حيث أمكن ادخالها بسهولة بين مرحلتي تنظيف القمح وطحنه كخطوة بديلة للترطيب التقليدي، وقد اعتبرت آمنة ومناسبة من قبل مختصي سلامة الأغذية الفرنسيين من أجل بعض الاستخدامات المحددة للدقيق (Desvignes et al., 2008).

11-1- تأثير عملية الترتيب على الدقيق الناتج :

إن الشعار القديم للطحان الخبير هو أن تحضير قمع منظم ومرطب بشكل جيد هو نصف العمل نحو موازنة المطحنة التي تؤثر بشكل كبير على استخراج الدقيق ونوعيته.

(Posner and Hibbs, 2005)

تحدث عملية الترتيب عدداً من التفاعلات البيوكيميائية داخل الحبة وهكذا تتغير خصائص مكوناتها ويزيد من ذلك ارتفاع درجة الحرارة ومحتوى الرطوبة. ووجدت الأبحاث أن بروتينات محددة في الأندوسبيرم تنخفض خلال الترتيب حيث أثبتت النتائج التي حُصل عليها من تجزئة أجزاء البروتين حدوث انخفاض جزئي لنسبة الغليادين والغلوتينين ذات الأوزان الجزيئية الصغيرة والكبيرة خلال الترتيب (Gobin et al, 1996).

كما أن نظام الكسرات في المطحنة حساس جداً للتغيرات في رطوبة الترتيب عن المستوى المثالي حيث أن دقيق الكسرات الناتج عن أقماح ذات محتوى رطوبة منخفض يكون ذو قيم رماد عالية غير مرغوبة (Yoo, 2007).

12-1- جودة الطحن :

تلقى جودة طحن القمح الكثير من الاهتمام من مزارعي القمح ، وتجار الحبوب والطحانيين، وغيرهم من المعنيين في سلسلة إنتاج القمح والاستفادة منه. فالتعاون بين مزارعي القمح والعلماء الذين يقومون بتقييم جودة العملية يبدو مشجعاً على أمل تحسين برامج زراعة القمح عن طريق المعلومات المقدمة والمتعلقة بجودة طحن القمح، بالإضافة إلى المعلومات المتعلقة بالخصائص الزراعية. فالطحانون يراودهم القلق إزاء جودة طحن القمح، ويتمنون أن يكون باستطاعتهم تقييمها قبل شراء القمح فلها التأثير الكبير على العائد من عملية الطحن ونوعيته (Posner, 1988).

وعند استخدام ما يدعى بالنظام الثابت فمن الصعب معرفة ما إذا كان الاختلاف في خصائص وجودة الدقيق المنتج من أنواع مختلفة من القمح يرجع إلى الخصائص الأصلية للقمح أو لإعدادات نظام الطحن الثابت غير المناسب لتغير خصائص القمح، ولكن طريقة المخابر تعتبر مقبولة لتقييم جودة طحن القمح والتي تقوم على أساس المقارنة بين العائد من الدقيق وما يقابلها من محتوى الرماد في الدقيق الناتج من نفس المطحنة، بيانات من هذا النوع من الطحن يمكن أن تفيد في مجال التطوير والتنمية والتقييم النهائي للمنتج والتي تجرى بموجب الطحن التجريبي إلى مستويات مختلفة من الاستخراج، حيث أن تأخر تراجع جودة الدقيق مع زيادة نسبة الاستخراج يعكس تفوق نوع من القمح أكثر من نوع آخر من حيث جودة الطحن (Li and Posner, 1989b).

إن نسبة الاستخراج ونوعية الدقيق المنتج بمطحنة بوهرل يعتمدان على خصائص القمح وعملية ترطيبه وعلى بيئة المخبر وتدفق المطحنة (Posner and Hibbs, 2005).

وإن تغير شروط الترطيب لحبوب القمح يؤثر على جودة الدقيق على الرغم من أن أنظمة الطحن التجريبية تستخدم الترطيب القياسي دون تحسين (Kweon et al., 2009).

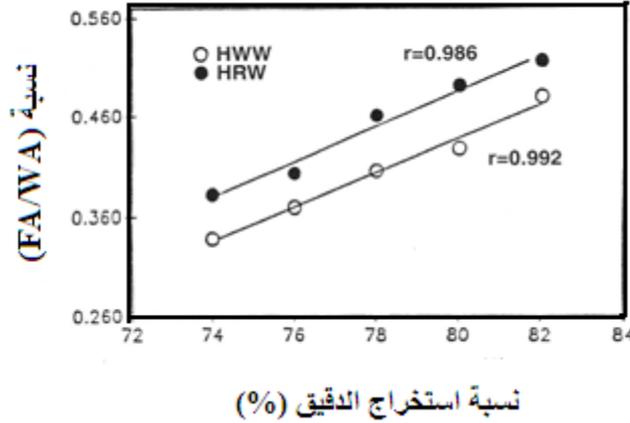
الهدف من عملية الطحن هو فصل الأندوسبيرم عن النخالة والجنين، ويشير محتوى الرماد الأقل إلى تلوث أقل بالنخالة حيث يزداد الرماد في حبوب القمح من المركز إلى الطبقات الخارجية. إن محتوى الرماد ليس مؤشر جيد لنوعية الدقيق ولكن بسبب علاقته مع لون الدقيق فتقديره يعتبر طريقة اختبار نوعية مناسبة وأكثر معنوية لتفضيله بشكل دائم (Kim and Flores, 1999).

قام Kweon et al (2009) بدراسة تأثير شروط الترطيب على أداء الطحن وجودة الدقيق لحبوب القمح الشتوي الأحمر الطري وذلك بقياس مردود الدقيق ومحتوى الرماد وفعالية البولي فينول أوكسيداز (PPO) والقدرة على الاحتفاظ بالمذيب SRC (Solvent Retention Capacity) لثلاث أصناف من القمح الطري الشتوي الأحمر SRW حيث تم الترطيب بتصميم تجريبي كامل عند مستويين لكل من الرطوبة الابتدائية للقمح (7%-10.2%) والرطوبة النهائية (12%-15%) ودرجة حرارة الترطيب (45-25)°م وزمن الترطيب (3-24) ساعة، ووجد أنه بتغيير رطوبة القمح النهائية يتغير مردود الدقيق وجودته أكثر منه عند تغيير زمن الترطيب أو درجة حرارة الترطيب أو الاختلاف في رطوبة القمح الابتدائية قبل الترطيب، فكان لرطوبة القمح النهائية الأثر الأكبر على أداء الطحن وجودة الدقيق فقد تم تخفيض مردود الدقيق بشكل أكبر لجميع العينات المرطبة عند (15%) من العينات المرطبة عند (12%)، وكانت جودة الدقيق للعينات ذات الترطيب (15%) أفضل منها للعينات ذات رطوبة (12%) وذلك بسبب انخفاض التلوث بالنخالة كما تبين من قياس الرماد وفعالية البولي فينول أوكسيداز.

يستخدم الطحانون التجريبيون طرق مختلفة لتقييم نتائج الطحن، بعضها يمكن استخدامه في الطحن التجريبي أو الطحن التجاري. والطريقة الأكثر شيوعاً هي منحني الرماد وهو يمثل نظام وزني كمي لحساب الرماد التكاملي للدقيق الناتج عن مزج دقيق تيارات المطحنة وذلك بعد معرفة وزن ونسبة رماد ورطوبة كل تيار دقيق في المطحنة. يعكس منحني نسبة الرماد الكفاءة النسبية لفصل الأندوسبيرم عن الطبقات الخارجية للحبة (Posner and Hibbs, 2005).

هناك تطبيق آخر لاستخدام قيم رماد الدقيق لتقييم أداء طحن القمح يتضمن استخدام نسبة رماد الدقيق الكلي إلى رماد حبة القمح كاملة (FA/WA) وكلما كانت هذه النسبة منخفضة عند نسبة استخراج محددة كان أداء عملية الطحن أفضل وبالتالي خصائص جودة طحن القمح أفضل. ويرسم العلاقة بين هذه النسبة ونسبة الاستخراج كما يبين الشكل (12) نلاحظ زيادة نسبة رماد الدقيق إلى رماد القمح

بزيادة نسبة استخراج الدقيق، وكلما انخفض خط الانحدار الخطي للعلاقة ما بين النسبة FA/WA ومستوى استخراج الدقيق كلما ازدادت كفاءة فصل النخالة عن الأندوسبيرم، وهذا يشير أن القمح ذو خصائص طحن أفضل. بهذه الطريقة فإن نسبة الرماد المرتفعة وراثياً في الأندوسبيرم لأنواع معينة من القمح لا تتعارض مع تقييم أداء الطحن التقني (Posner and Hibbs, 2005).



الشكل (12) العلاقة بين نسبة رماد الدقيق إلى رماد القمح ونسبة الاستخراج.

حيث HWW قمح قاس شتوي أبيض، WHR قمح قاس شتوي أحمر، FA رماد الدقيق، WA رماد القمح (Li and Posner, 1989a).

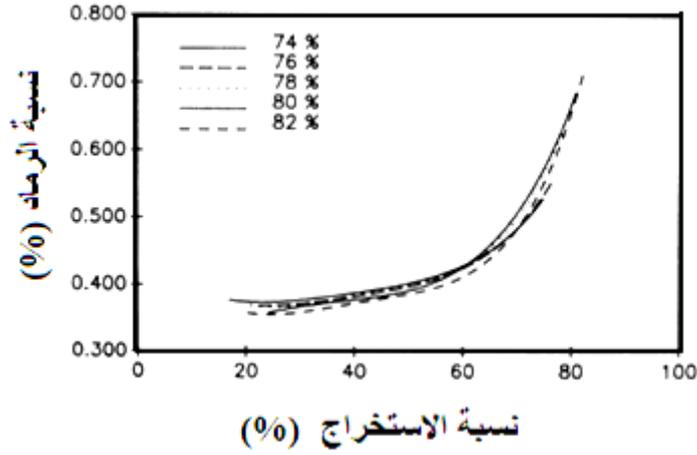
يمكن أن يقيم أداء طحن القمح أيضاً من خلال قيمة الدرجة اللونية Kent-Jones وكلما ارتفع هذا الرقم كلما كانت جودة الطحن أفضل.

قيمة الطحن = نسبة الاستخراج - قيمة اللون بجهاز Kent-Jones

هناك طريقة أخرى لتدريج الطحن تعتمد على محتوى رماد الدقيق الكلي وهي تدريج الطحن ويفضل أن يكون رقم تدريج الطحن مرتفعاً.

تدريج الطحن = نسبة الاستخراج - (نسبة رماد الدقيق × 100)

يبين الشكل (13) منحنيات الرماد المتراكم للدقيق من مستويات استخراج مختلفة حيث نلاحظ أن منحنيات الرماد تظهر مستقيمة ومتوازية مع بعضها البعض عند نسب استخراج أقل من 60% ومن المثير للاهتمام هنا أنه كانت لمستويات الاستخراج الأعلى منحنيات الرماد الأدنى ونلاحظ أن منحنيات الرماد تزداد بشكل حاد عند نسب أعلى من 60%. وهذا نفس نمط منحنى الرماد الذي يصادف عادة في المطاحن التجارية، مما يدل على التشابه بين عمليات الطحن التجريبية والتجارية.



الشكل (13) منحنيات الرماد المتراكم للدقيق

كما يعبر مؤشر قيمة الرماد عن قيمة معينة مستخدما المعادلة التالية:

$$\text{مؤشر قيمة الرماد} = \frac{\text{نسبة رماد الدقيق}}{\text{نسبة استخراج الدقيق}} \times 100$$

وكلما قلت نسبة رماد الدقيق الناتج وبالتالي انخفض مؤشر قيمة الرماد كانت عملية الطحن أفضل، وهناك طرق أخرى يمكن التعبير بها عن العلاقات بين الرماد ونسبة الاستخراج ولون الدقيق برقم دليل لتقييم أداء طحن القمح.

2: المواد والطرائق المُستخدمة Materials and Methods:

1-2- المواد المستخدمة:

استُخدم في هذا البحث خمسة أصناف قمح طري وخمسة أصناف قمح ديوروم من القمح السوري من محصول عام (2007) من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ مركز البحوث الزراعية بحمص. يُبين الجدول (1) الأصناف المدروسة ونوعها:

الجدول (1) عينات القمح المدروسة

ديوروم	طري
دوما (1)	دوما (2)
شام (1)	شام (4)
بحوث (5)	شام (10)
بحوث (7)	بحوث (4)
بحوث (9)	بحوث (6)

2-2- الطرائق:

1-2-2- طرائق التحليل الفيزيائية:

تمَّ تحديد وزن الهيكوليتير باستخدام جهاز (Dicky-john, GAC 2000)، ووزن الألف حبة وفقاً للطريقة القياسية (ISO 520: 1977) حيث تم إجراء ثلاث مكررات لكل منها وحسب المتوسط الحسابي لها (Anon, 1977).

تمَّ تحديد القساوة وفقاً لدليل حجم الحبيبات (PSI) وفقاً للطريقة القياسية (AACC 55-30) (Anon, 1990). ووفقاً لهذه الطريقة يُطحن (25) غرام من عينة القمح بواسطة مطحنة (Perten 3303 Instruments AB) معايرة على الوضعية (0)، يؤخذ (10) غرام من الجريش وتُنخل بمنخل (75) ميكرون لمدة (10) دقائق فتكون نسبة المار من المنخل مُمثّلة لقيمة دليل حجم الحبيبات، تم إجراء مكررين وحساب المتوسط الحسابي.

تمَّ تحديد حجم حبات عينات القمح وتجانسها بنخل (50) غرام من العينة فوق ثلاثة مناخل ذات فتحات شقية متوضعة فوق بعضها (2.8mm) و(2.5mm) و(2.2mm) لمدة (5) دقائق وثم تم حساب

نسبة المتبقي فوق كل منخل ونسبة النازل من المنخل الأخير، تم إجراء مكررين وحسب المتوسط الحسابي (ألفين، 2000).

تمَّ قياس الدرجة اللونية للدقيق بتحديد قيم (L^*, a^*, b^*) باستخدام جهاز قياس اللون

Konica Minolta Spectrophotometer CM-3500 with proper program Spectra Magic TM NX ver.1.4 software (Konica Minolta, Japan).

وضبط الجهاز بحيث كان قطر القياس مساوٍ لـ 30mm وتم اختيار وضعية استبعاد عامل اللمعان (SCE) (specular component excluded)، وزاوية الرؤية 8° ، وتمت معايرة الجهاز باستخدام قرص معايرة اللون الأبيض CM-A 120 وعلبة معايرة اللون الأسود CM-A 124. تم إجراء مكررين وحسب المتوسط الحسابي (Anon, 1990).

2-2-2- طرائق التحليل الكيميائية والتكنولوجية:

2-2-2-1- الطرائق الكيميائية:

تمَّ تحديد الرطوبة وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 110/1)، ونسبة الرماد وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 104) حيث تم إجراء ثلاث مكررات وحسب المتوسط الحسابي (Anon, 1982).

تمَّ تحديد نسبة البروتين وفقاً لطريقة كداهل ($N*5.7$) (AACC 46-10) (Anon, 1990).

2-2-2-2- الطرائق التكنولوجية:

تم إجراء تجربة حجم الراسب زليني وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 116)، ورقم السقوط وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 107) (Anon, 1982).

تمَّ تحديد الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين بواسطة جهاز غلوتاميك (Perten Instrument) (AB) وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 155) (Anon, 1994).

2-2-2-3- الطرائق الريولوجية:

تمَّ إجراء تجربة الفارينوغراف وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 115)، وتجربة الاكستنسوغراف وفقاً للطريقة القياسية (ICC No. 114) (Anon, 1982).

2-2-2-3- تجربة الترطيب :

تمت عملية الترطيب باستخدام جهاز ترطيب مخبري كما في الشكل (14) وهو عبارة عن وعاء يدور بسرعة (30-50) دورة في الدقيقة لتقليب العينة لمدة 15 دقيقة بعد إضافة كمية الماء المحسوبة بسلندر مدرج، وبعد ذلك تحفظ عينات القمح المرطبة في أكياس البولي ايثيلين لترتكها للاستراحة.

تحسب كمية الماء اللازمة للترطيب من العلاقة التالية:

$$\text{كمية الماء الواجب إضافتها} = \frac{A(R_2 - R_1)}{100 - R_2}$$

حيث تمثل A: كمية القمح، R₂: الرطوبة التي يجب الترطيب إليها، R₁: الرطوبة البدائية للقمح.



الشكل (14) جهاز مخبري لترطيب القمح

تم تثبيت زمن الاستراحة للأقمح الطرية عند 24 ساعة، ولأقمح الديوروم عند 48 ساعة.

A. من أجل دراسة تأثير رطوبة القمح النهائية على جودة الدقيق المنتج، تم الترطيب حتى 16% و17% للأقمح الطرية و حتى 17% و18% لأقمح الديوروم.

B. من أجل دراسة تأثير طريقة الترطيب عند مستويي الرطوبة النهائية السابقين على جودة الدقيق المنتج، تم اختيار ثلاثة طرق ترطيب مختلفة:

1. إضافة كامل كمية الماء المطلوبة بمرحلة واحدة في بداية عملية الترطيب.

2. إضافة كمية الماء المطلوبة على مرحلتين، حيث يتم إضافة نصف كمية الماء في بداية عملية الترطيب، ثم قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة نضيف نصف الكمية الثاني.

3. الترطيب ما قبل الكسرة الأولى، حيث يتم تأخير إضافة 1% من كمية الماء المطلوبة بحيث تضاف قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة.

C. من أجل دراسة تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على جودة الدقيق المنتج، تم اختيار درجتين الحرارة 15 و40 درجة مئوية، وتمت هذه الدراسة على أصناف القمح الطري فقط.

وبذلك تكون تجارب القمح الطري :

الجدول (2) تجارب ترطيب القمح الطري

رقم التجربة	الرطوبة	درجة الحرارة	طريقة الترطيب
1	16	15	1
2	17	15	1
3	16	15	2
4	17	15	3
5	16	40	1
6	16	40	3

وتجارب قمح الديوروم:

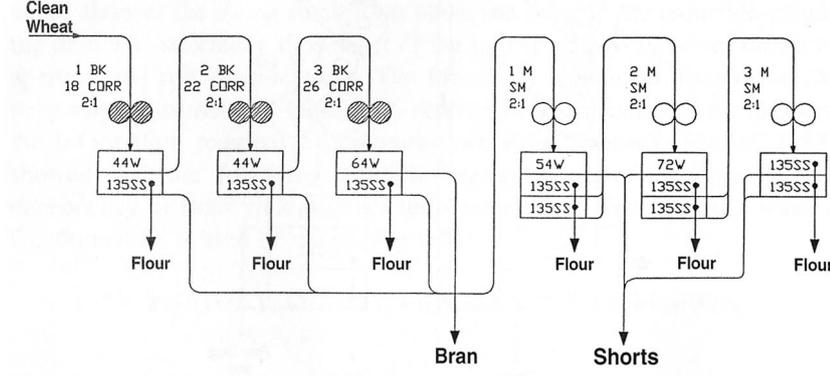
الجدول (3) تجارب ترطيب قمح الديوروم

رقم التجربة	الرطوبة	درجة الحرارة	طريقة الترطيب
1	17	15	1
2	18	15	1
3	17	15	2
4	18	15	3

4-2-2- تجربة الطحن:

تم طحن العينات المدروسة بعد ترطيبها باستخدام مطحنة بوهرل المخبرية القياسية (MLU 202) المبين مخططها بالشكل (15)، حيث تم ضبط المسافات الفاصلة بين الاسطوانات وفقاً للطريقة (AACC 26-21A)، وتم استخدام طريقة تنظيف العينة sample cleanout وفي هذه الطريقة يترك الطحان الآلة وهي تعمل دون تغذية لفترة زمنية ثابتة (خمس دقائق) بعد مرور التيارات ثم يبدأ بتنظيف المطحنة وذلك بضرب إطارات المنخل بمضرب مطاوي أو بتمرير هواء مضغوط. يجب تكرار التوقيت والخطوات المستعملة في تنظيف الماكينة بشكل متشابه قدر الإمكان في نهاية كل اختبار. وبعد أن تنظف المطحنة تكون جاهزة للعينة اللاحقة.

(Posner and Hibbs, 2005)



الشكل (15) مخطط مطحنة بوهلر المخبرية MLU 202 .

كما تم ضبط معدل التغذية لطحن قمح الديوروم عند 130 غرام/ الدقيقة، ولأنواع القمح الطري عند 100 غرام/الدقيقة (AACC 26-21A) (Anon,1990).

تم حساب نسبة الاستخراج على أساس نواتج الطحن، وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{نسبة الاستخراج (\%)} = \frac{\text{وزن الدقيق الناتجة}}{\text{وزن كافة النواتج}} \times 100$$

وحسب مردود كل مرحلة من مراحل الكسرات ومراحل التعويم بالنسبة لوزن نواتج عملية الطحن:

$$\text{المردود المرحلي (\%)} = \frac{\text{وزن الدقيق الناتج عن هذه المرحلة}}{\text{وزن (مردود مراحل التعويم + مردود مراحل الكسرات + النخالة الناعمة + النخالة الخشنة)}} \times 100$$

$$\text{نسبة السميد (\%)} = 100 - (\%B1 + \%B2 + \%B3 + \text{نسبة النخالة الخشنة \%})$$

5-2-2- تقييم جودة الطحن:

تم تقييم جودة الطحن وفقاً لثلاثة معايير (Posner and Hibbs, 2005):

$$\text{جودة الطحن} = \text{نسبة الاستخراج} - \frac{\text{رماد الدقيق}}{\text{رماد القمح}}$$

$$\text{تدرج الطحن} = \text{نسبة الاستخراج} - (\text{رماد الدقيق} \times 10)$$

$$\text{مؤشر قيمة الرماد} = \frac{\text{رماد الدقيق}}{\text{نسبة الاستخراج}} \times 100$$

وتم اقتراح معيار رابع جديد يأخذ رطوبة الدقيق الناتج بعين الاعتبار:

$$\text{جودة الدقيق} = \frac{\text{نسبة الاستخراج} * (100 - \text{رطوبة الدقيق})}{100} - \frac{\text{رماد الدقيق}}{\text{رماد القمح}}$$

6-2-2- التقييم الإحصائي:

تمّ التقييم الإحصائي للنتائج باستخدام برنامج حاسوب إحصائي (Minitab 14) حيث تم استخدام الـ ANOVA ONE WAY لتحديد الاختلاف بين المتوسطات عند $P \leq 0.05$ (Jaisingh, 2000).

كما تم تحديد الانحراف المعياري لمتوسطات جودة الطحن باستخدام برنامج (Minitab 14) ومنه تم احتساب معامل الانحراف (Coefficient of Variance):

$$\text{معامل الانحراف (Coefficient of Variance)} = \frac{\text{الانحراف المعياري (stender division)}}{\text{المتوسط (mean)}}$$

3: النتائج والمناقشة:

3-1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح المدروسة:

3-1-1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري المدروسة:

يبين الجدول (4) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري المدروسة. تباينت قيم وزن الهيكتوليتير لأصناف القمح الطري حيث يُعتبر وزن الهيكتوليتير للصنف دوما (2) مرتفع، أما للصنفين شام (4) و شام (10) فوق الوسط، وللصنفين بحوث (4) وبحوث (6) متوسط. تميزت الأصناف بحوث (6) وبحوث (4) وشام (10) وشام (4) بانخفاض قيم وزن (1000) حبة، بينما تميّز الصنف دوما (2) بأعلى قيمة. يُعتبر وزن (1000) حبة لأصناف القمح الطري المدروسة مُنخفض ماعدا الصنف دوما (2) فهو متوسط من حيث وزن (1000) حبة. يعتبر وزن الألف حبة أحد خصائص جودة القمح وهو دليل هام على نسبة الاستخراج (Posner and Hibbs, 2005). يتأثر اختبار وزن الهيكتوليتير بعوامل كثيرة منها شكل الحبات ونسبة الأجرام والشوائب والظروف الزراعية والجوية وكذلك العدوى الفطرية والتلف الذي تسببه الحشرات (Dziki and Laskowski, 2005) بينما تعد عينة مؤلفة من حبات نقية كاملة بعد فصل الشوائب والحبات المكسورة لاختبار وزن الـ 1000 حبة (Posner and Hibbs, 2005) وهذا ما يفسر عدم توافقهما زيادة ونقصاناً.

الجدول (4) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري المدروسة.

بحوث (6)	بحوث (4)	شام (10)	شام (4)	دوما (2)			
73.8	75.1	78.4	77.9	80.5	وزن الهيكتوليتير (كغ/هل)		
27.1	26.6	29.3	32.7	36.8	وزن 1000 حبة (غ) ^A		
1	9	20	20	48	2.8mm (%)	المنزل بقي بقوة	حبة
59	37	37	44	37	2.5mm (%)		
20	35	29	27	12	2.2mm (%)		
20	19	14	9	3	نازل (%)		
5.2	4.4	3.4	5.6	4.9	PSI (منخل 75 µm)		
1.77	1.72	1.68	1.70	1.47	الرماد (%) ^A		
13.00	11.20	11.45	11.00	10.95	البروتين (%) ^A		
409	457	442	349	498	رقم السقوط (ثانية)		
A: على أساس المادة الجافة.							

تميّز الصنف دوما (2) بكبر حجم حباته وتجانسها بينما تميّز الصنفين بحوث (4) وبحوث (6) بصغر حجم الحبات وعدم تجانسها، أما الصنفين شام (4) وشام (10) فلهما توزع حجم حبات متشابه تقريباً ولكنهما مختلفان في وزن الألف حبة وهذا يعود إلى أن حبات الصنف شام (4) ذو وزن الألف حبة الأعلى ذات نسبة أندوسبيرم أكثر منها لحبات الصنف شام (10). ونعلم بأن الوزن النوعي للأندوسبيرم 1.46 غ/سم³ أعلى من الوزن النوعي للنخالة 1.27 غ/سم³ (Posner and Hibbs, 2005). كما لوحظ تباين قساوة أصناف القمح الطري المدروسة قساوة.

وكانت أعلى نسبة رماد للصنف بحوث (6) وقدرها 1.77% وأما أقل نسبة رماد فكانت 1.47% للصنف دوما (2)، كما كان للصنف بحوث (6) أعلى نسبة بروتين 13.00% وللصنف دوما (2) أقل نسبة بروتين 10.95%، ووفقاً لدراسات سابقة يمكن أن يعود سبب احتواء الصنف بحوث (6) على أعلى نسبة بروتين إلى تميّزه بأقل وزن هيكتوليتراً بالنسبة لأصناف القمح الطري المدروسة. (Tkachuk and Kuzina, 1979; Gonzalez and Pomeranz, 1993) وتمّ التأكيد في كثير من الأبحاث على أن نسبة البروتين تتأثر بشروط الزراعة (Karababa and Ercan, 1995).

ويعود سبب احتواء الصنف دوما (2) على أقل نسبة بروتين ورماد قمح إلى كبر حجم حباته وتجانسها (Li and Posner, 1987; Bequette, 1999).

تراوحت قيم رقم السقوط لأصناف القمح الطري المدروسة بين (349-498) ثانية، أعلى قيمة لرقم السقوط كانت للصنف دوما (2) وأقل القيم للصنف شام (4)، وهي قيم مرتفعة وهذا يعني أن فعالية α -أميلاز لأصناف القمح الطري المدروسة ضعيفة.

3-1-2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات قمح الديوروم المدروسة:

أما بالنسبة لأصناف قمح الديوروم فبيّن الجدول (5) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات قمح الديوروم المدروسة حيث تقاربت قيم وزن الهيكتوليتراً لأصناف قمح الديوروم المدروسة ويتميّز الصنف بحوث (7) بأعلى قيمة لوزن الهيكتوليتراً، بينما يتميّز الصنف دوما (1) بأقل قيمة لهذه الخاصية.

يُعتبر وزن الهيكتوليتراً لأصناف قمح الديوروم المدروسة مرتفع ماعدا الصنف دوما (1) وبحوث (9) حيث يُعتبر وزن الهيكتوليتراً فوق الوسط.

تميّز الصنف بحوث (5) بأعلى قيمة لوزن الألف حبة، بينما تميّز الصنف بحوث (7) بأقل قيمة، ويُعتبر وزن الألف حبة لأصناف قمح الديوروم المدروسة متوسط ما عدا الصنفين شام (1) و بحوث (7) حيث يُعتبر وزن الألف حبة لهما مُنخفض.

تميّزت أصناف قمح الديوروم بكبر حجم حباتها وتجانسها، كما لوحظ تقارب قساوة أصناف قمح الديوروم، تميز الصنفين دوما (1) و بحوث (7) بأنهما الأكثر قساوة ولهما نفس القيمة، وتميّز الصنف بحوث (5) بأن له أقل قساوة.

تراوحت كمية الرماد في أصناف قمح الديوروم المدروسة (1.58-1.93%). أعلى نسبة رماد (1.93%) للصنف شام (1) وأقل نسبة رماد (1.58%) للصنف بحوث (9). يحتوي الصنفان شام (1) و بحوث (7) على نسبة مرتفعة من الرماد وهذا يمكن أن يكون نتيجة تميّزهما بوزن (1000) حبة منخفضة حسب دراسات سابقة (Bequette, 1989; Gonzalez and Pomeranz, 1989).

تراوحت نسبة البروتين في أصناف قمح الديوروم المدروسة بين (11.1-13.5%). أقل نسبة بروتين للصنف بحوث (5) وأعلى نسبة بروتين للصنف شام (1).

تراوحت قيم رقم السقوط لأصناف قمح الديوروم المدروسة بين (422-498). أعلى قيم رقم السقوط للصنف دوما (1) وأقل القيم للصنف بحوث (7).

الجدول (5) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات قمح الديوروم المدروسة.

بحوث (9)	بحوث (7)	بحوث (5)	شام (1)	دوما (1)			
79.6	80.2	80.1	80.0	78.0	وزن الهكتوليتير (كغ/هـل)		
39.4	33.4	45.1	34.2	40.6	وزن 1000 حبة (غ) ^A		
61	40	61	40	56	2.8 (%)	مُتَمَيِّزَةٌ بِأَعْلَى نِسْبَةٍ	مُتَمَيِّزَةٌ بِأَعْلَى نِسْبَةٍ
27	34	27	37	29	2.5 (%)		
9	19	8	18	12	2.2 (%)		
3	7	2	5	3	نازل (%)		
2.8	2.6	3.0	2.7	2.6	PSI (منخل 75)		
1.58	1.82	1.80	1.93	1.74	الرماد (%) ^A		
12.75	11.50	11.15	13.50	12.40	البروتين (%) ^A		
486	498	484	433	422	رقم السقوط (ثانية)		
A: على أساس المادة الجافة.							

3-1-3- مقارنة قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح الطري والديوروم المدروسة:

يبين الجدول (6) متوسط قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح المدروسة. يتضح عدم وجود فرق معنوي مهم بين وزن الهيكوليتتر لعينات قمح الديوروم والطري المدروسة. في حين تميّز قمح الديوروم بمتوسط وزن (1000) حبة وحجم حبة أكبر من القمح الطري. تميز القمح الطري بمتوسط منخفض لحجم الحبة. ذُكر في دراسات سابقة أن قمح الديوروم يتميّر بشكل عام بحجم حبة ووزن (1000) حبة كبيرين (Tipples, 1992). لوحظ وجود فرق معنوي بين متوسط دليل حجم الحبيبات لعينات قمح الديوروم والطري المدروسة وكان لعينات القمح الطري المتوسط الأعلى لدليل حجم الحبيبات أي هناك فرق معنوي في قساوة العينات ولأقمح الديوروم قساوة أعلى بكل تأكيد.

تتأثر القساوة الوراثية بشكل قليل بظروف النمو وبشروط قياس القساوة، ولكن الأقمح الطرية والقاسية وراثياً تبقى كذلك بغض النظر عن ظروف النمو. وربما تكون الأقمح القاسية وراثياً متنوعة في القساوة ولكن لا تصل أبداً إلى حد الطراوة والعكس صحيح (Pomeravz and Williams, 1990).

الجدول (6) متوسط قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لعينات القمح المدروسة

طري	ديوروم		
77.1 ^a	79.6 ^{Ax}	وزن الهيكوليتتر (كغ/هل)	
30.5 ^a	38.5 ^b	وزن 1000 حبة (غ)	
19.6 ^a	51.6 ^b	2.8 (%)	متغير فوق المنخل
42.8 ^a	30.8 ^b	2.5 (%)	
24.6 ^a	13.2 ^b	2.2 (%)	
13.0 ^a	4.0 ^b	نازل (%)	
4.70 ^a	2.74 ^b	PSI (منخل 75 µm)	
1.67 ^a	1.77 ^a	الرماد (%)	
11.52 ^a	12.26 ^a	البروتين (%)	
431 ^a	464 ^a	رقم السقوط (ثانية)	
X: في حال تشابه حرف في سطر واحد يعني عدم وجود فرق معنوي مهم، (p ≤ 0.05).			

وعلى الرغم من تميز أقماح الديوروم بنسبة بروتين ورماد ورقم سقوط أعلى إلا أنه لم يلاحظ وجود فرق معنوي مهم بين متوسط هذه القيم لأصناف قمح الديوروم وأصناف القمح الطري المدروسة.

3-2- تأثير الرطوبة النهائية لعملية الترتيب على الدقيق المنتج:

من أجل دراسة تأثير محتوى الرطوبة النهائية للقمح (رطوبة الترتيب) على كل من خواص الدقيق المنتج وجودة عملية الطحن لكل من الأقماح الطرية وأقماح الديوروم، تم اختيار الرطوبتين 16% و 17% للأقماح الطرية عند زمن استراحة 24 ساعة وتم اختيار الرطوبتين 17% و 18% لأقماح الديوروم عند زمن استراحة 48 ساعة.

3-2-1- تأثير الرطوبة النهائية على نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية:

3-2-1-1- الأقماح الطرية:

تمت دراسة خواص الدقيق الناتج عن عملية الطحن لعينات القمح الطري المدروسة التي تم ترطيبها إلى الرطوبتين النهائيتين 16% و 17% بإضافة الكمية اللازمة من ماء الترتيب ذو درجة الحرارة 15 °م على مرحلة واحدة .

يبين الجدول (7) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% و 17% .

حيث نلاحظ ارتفاع نسبة استخراج دقيق الصنف دوما (2) نظراً لارتفاع وزن الألف حبة (Bequette,1989) وأما دقيق الصنفين شام (10) وبحوث (4) فنلاحظ انخفاض نسبة استخراجها بالنسبة لبقية الأصناف وذلك يعود لانخفاض وزن الألف حبة وارتفاع نسبة الحبات أصغر من 2.2 مم.

فحجم الحبة ذو علاقة طردية مع وزن الألف حبة وعامل مؤثر على نسبة الاستخراج، حيث تحتوي الحبات الصغيرة على كمية أكبر من النخالة وتكون نسبة الاستخراج منخفضة (Halverson and Zeleny, 1988).

بيّن Bequette (1989) أنه بزيادة وزن الألف حبة تزداد نسبة الاستخراج، ولكن نسبة التصاق النخالة والقساوة وخواص التنعيم والنخل والفروقات الناتجة عن نوع القمح يمكن أن تغير العلاقة بين وزن الألف حبة ونسبة استخراج الدقيق.

سمحت بنية الصنفين بحوث (6) وشام (4) الأكثر طراوة بإعطاء دقيق برطوبة مرتفعة 15.10% و 15.00% ، بينما الصنف شام (10) الأكثر قساوة فكانت رطوبة الدقيق له منخفضة 12.50%، حيث

تفقد الأقماع الأكثر قساوة رطوبة حتى 3% ابتداءً من مرحلة الكسرة الأولى وحتى إنتاج الدقيق النهائي، أما الأقماع الطرية التي تطحن بشكل ألطف فمن الممكن أن تفقد حتى 1% رطوبة فقط (Sugden, 1999).

وعند الترطيب حتى 17% لم يظهر توجه عام في انخفاض أو ارتفاع نسبة الاستخراج ورطوبة الدقيق نتيجة تغير رطوبة الترطيب، حيث تبين ازدياد نسبة استخراج الصنفين شام (4) وبحوث (6) وانخفاض رطوبة الدقيق الناتج بشكل طفيف على عكس باقي العينات حيث انخفضت نسبة الاستخراج وارتفعت رطوبة الدقيق مع ارتفاع الرطوبة النهائية، وجد Kweon et al (2009) أنه كلما ازدادت رطوبة الترطيب داخل الحبة قلت نسبة استخراج الدقيق وارتفعت رطوبة الدقيق الناتج حيث أجرى بحث على ثلاثة أصناف من القمح الأحمر الشتوي الطري ووجد أن نسبة استخراج دقيق القمح المرطب حتى 15% أقل من نسبة استخراج القمح المرطبة حتى 12% ورطوبته أعلى منها للقمح المرطب حتى 12%، وهذا ما أكدته دراسات عديدة.

كما وجد عند ترطيب القمح الأحمر الشتوي القاسي HRW لمدة 24 ساعة حتى محتوى رطوبة نهائي 12 و 16 و 20% أن نسبة الاستخراج تفاوتت بشكل معتبر وكانت على التوالي 66 و 72 و 64% (Hook et al., 1982a).

كانت أعلى نسبة رماد دقيق لعينة بحوث (4) وقدرها 0.91% وأقل قيمة 0.77% للعينة شام (10) وذلك لتمييزه بنسبة رماد قمح منخفضة وبأقل نسبة استخراج، حيث أن المحتوى المعدني للدقيق يعتمد على كل من نسبة استخراج الدقيق ونسبة رماد عينة القمح (Kweon et al., 2009).

وبما أن لنسبة الرماد في الدقيق علاقة طردية مع نسبة الاستخراج، لذا مع ارتفاع رطوبة الترطيب النهائية انخفضت نسبة الرماد بالتوازي مع نسبة الاستخراج، أما الصنفين شام (4) وبحوث (6) فقد ازدادت نسبة رماد دقيقتها مع ارتفاع رطوبة الترطيب النهائية.

كانت أعلى نسبة غلوتين رطب وجاف لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% هي لدقيق الصنف بحوث (6) وهو يتميز بأعلى محتوى بروتين قمح، وأما أقل نسبة فكانت لدقيق الصنف دوما (2) ذو أقل محتوى بروتين قمح،

الجدول (7) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% و 17%

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)			
17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	الرطوبة النهائية (%)	
76.7	76.6	72.8	74.3	72.1	73.7	76.5	76.1	76.1	77.4	نسب الاستخراج (%)	
14.96	15.00	15.79	13.10	13.9	12.50	15.06	15.10	14.56	13.60	الرطوبة (%)	
0.82	0.80	0.87	0.91	0.75	0.77	0.95	0.85	0.77	0.84	الرماد (%) ^A	
32.5	31.6	29.7	29.4	27.0	26.9	32.0	31.4	22.5	22.0	الغلوتين الرطب (%)	
11.5	10.8	9.8	9.3	9.2	9.2	11.4	10.4	7.5	7.4	الغلوتين الجاف (%)	
96	96	100	98	80	78	94	91	97	96	دليل الغلوتين (GI)	
33	31	31	30	27	26	29	27	28	27	حجم الراسب (مل)	
90.23	91.26	91.44	91.31	91.61	91.51	90.20	90.35	91.00	90.67	L*	الدرجة اللونية
0.54	0.49	0.54	0.59	0.33	0.47	0.58	0.62	0.45	0.30	a*	
10.31	9.89	10.42	9.36	10.37	9.01	10.45	10.46	10.11	10.10	b*	
A: على أساس المادة الجافة.											

أما بالنسبة لنوعية الغلوتين فكانت أعلى قيمة دليل غلوتين لدقيق الصنف بحوث (4) وقيمتها (98) وأقل قيمة لدقيق الصنف شام (10) وقيمتها (78) ونوعية الغلوتين هي صفة وراثية. تميز الصنف بحوث (6) بأعلى قيمة لحجم الراسب يليه بحوث (4)، وأما أقل قيمة فكانت للصنف شام (10).

كما تبين ازدياد محتوى الغلوتين لدقيق العينات وارتفاع قيمة دليل الغلوتين وازدياد حجم الترسيب أي تحسن نوعيته عند الترطيب حتى 17%.

بعد لون الدقيق عامل تجاري هام حيث يرتبط اللون مع جودة الدقيق، ولكي نقيم لون الدقيق نحتاج إلى قياس كل من لمعان الدقيق (L*) واصفرار الدقيق (b*) حيث يتعلق لمعان الدقيق brightness بمحتوى النخالة والمواد الغريبة الأخرى، ويتعلق الاصفرار بكمية الصبغات الطبيعية (Kim and Flores, 1999; Posner and Hibbs, 2005).

تراوحت قيم لمعان دقيق عينات القمح المرطبة حتى 16% بين (91.51-90.35) وقيم الاصفرار بين (10.46-9.01) حيث كانت أعلى قيمة لمعان وأقل قيمة اصفرار لدقيق الصنف شام (10) الذي

تميز بأقل نسبة استخراج ونسبة رماد وكانت أقل قيمة لمعان وأعلى قيمة اصفرار للصنف شام (4) الذي تميز بنسبة استخراج ومحتوى رماد مرتفع.

الجدول (8) متوسط نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% و 17%.

b*	a*	L*	حجم الراسب(مل)	دليل الغلوتين %	الغلوتين الرتب %	نسبة الرماد %	رطوبة الدقيق %	نسبة الاستخراج %	الرطوبة النهائية %
9.83 ^a	0.49 ^a	91.02 ^a	28 ^a	92 ^a	28.3 ^a	0.83 ^a	13.96 ^a	75.6 ^a	16
10.33 ^a	0.49 ^a	90.90 ^a	30 ^a	93 ^a	28.7 ^a	0.84 ^a	14.85 ^a	74.8 ^a	17

ولم يظهر توجه عام في انخفاض أو ارتفاع قيمة اللمعان والاصفرار نتيجة تغير رطوبة الترتيب، فعند الترتيب حتى 17% كانت أعلى قيمة لمعان للصنف شام (10) وكانت أقل قيمة لمعان وأعلى قيمة اصفرار لدقيق الصنف شام (4).

يبين الجدول (8) متوسط نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% و 17%. حيث نلاحظ عدم وجود فرق معنوي مهم في نسبة الاستخراج والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطبة عند زيادة رطوبة الترتيب النهائية، أي لم تؤثر زيادة الرطوبة النهائية للترتيب من 16% إلى 17% على خواص الدقيق الناتج.

3-2-1-2- أقماح الديوروم:

تمت دراسة خواص الدقيق الناتج عن عملية الطحن لعينات قمح الديوروم المدروسة التي تم ترطيبها إلى الرطوبتين النهائيتين 17% و 18% بإضافة الكمية اللازمة من ماء الترتيب ذو درجة الحرارة 15 °م على مرحلة واحدة .

ويبين الجدول (9) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%.

فعند الترتيب حتى 17% كانت أعلى نسبة استخراج 70.6% للصنف دوما (1) يليه بحوث (5) ذوي أعلى وزني ألف حبة، وأقل نسبة استخراج 64.7% كانت للصنف بحوث (7) وله أقل وزن ألف حبة،

نلاحظ أن الأقماع القاسية تعطي نسب استخراج منخفضة أقل من الأقماع الطرية وهذا يتوافق مع دراسة Hook et al (1982b).

وتراوحت رطوبة الدقيق بين أعلى قيمة 14.70% لدقيق الصنف دوما (1) وأقل قيمة 13.20% لدقيق الصنف بحوث (9)، وبسبب تقارب قساوة أقماع الديوروم تقارب فاقد الرطوبة عند الطحن وبالتالي تقاربت رطوبة الدقيق الناتج.

وعند الترطيب حتى 18% ظهر توجه عام في انخفاض نسبة الاستخراج وارتفاع رطوبة الدقيق نتيجة تغير رطوبة الترطيب، وجد Kweon et al (2009) أنه كلما ازدادت رطوبة الترطيب داخل الحبة قلت نسبة استخراج الدقيق وارتفعت رطوبة الدقيق الناتج.

أما قيم الرماد فكان أعلى محتوى لدقيق الصنف دوما (1) وأقل محتوى لدقيق الصنف بحوث (7) حيث توافق محتوى الرماد مع نسب الاستخراج ومع رفع الرطوبة النهائية نلاحظ انخفاض نسبة رماد الدقيق الناتج بسبب انخفاض نسب الاستخراج.

الجدول (9) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%.

بحوث (9)		بحوث (7)		بحوث (5)		شام (1)		دوما (1)		
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	
68.2	69.4	62.9	64.7	66.3	66.9	65.4	66.4	66.0	70.6	الرطوبة النهائية (%)
15.99	13.20	15.72	14.60	14.60	14.40	15.02	13.90	14.83	14.70	نسب الاستخراج (%)
0.91	0.98	0.83	0.94	0.98	1.01	0.85	1.01	0.92	1.02	الرطوبة (%)
32.0	31.0	22.6	22.8	27.0	26.6	31.9	30.4	30.3	30.6	الرماد (%) ^A
10.4	10.2	8.0	8.9	9.2	8.8	11.2	10.1	10.9	10.7	الغلوتين الرطب (%)
83	79	85	80	60	56	75	71	62	58	الغلوتين الجاف (%)
18	17	16	18	14	12	11	13	16	14	دليل الغلوتين (GI)
90.46	89.76	90.40	89.98	90.62	89.48	91.15	89.57	90.09	89.63	حجم الراسب (مل)
-0.19	0.29	0.18	0.45	-0.22	0.31	0.12	0.41	-0.23	0.20	الدرجة اللونية
11.55	13.04	12.64	12.34	12.28	12.42	14.07	13.58	12.75	14.28	

كانت أعلى نسبة غلوتين رطب وجاف لدقيق عينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% هي لدقيق الصنف بحوث (9) ودوما (1) وذلك لارتفاع بروتين القمح ونسبة استخراجهما، وأقل نسبة غلوتين كانت لدقيق الصنف بحوث (7) ذو أقل نسبة استخراج، أما بالنسبة لنوعية الغلوتين فكانت أعلى قيمة دليل غلوتين لدقيق الصنف بحوث (7) وقيمتها (80) وأقل قيمة لدقيق الصنف بحوث (5) وقيمتها (56).

تراوح حجم الراسب بين (12-18) مم، وهي أقل بكثير منها للقمح الطري حيث تؤثر قساوة القمح على حجم حبيبات الدقيق الناتج حيث ينتج القمح القاسي دقيق ذو حجم حبيبات أكبر من دقيق القمح الطري عند طحن القمح بنفس الشروط، وكلما ازداد حجم حبيبات الدقيق انخفضت قيمة حجم الترسيب (Williams et al, 1988).

نلاحظ أن قيم دليل الغلوتين وترسيب زليلني لدقيق قمح الديوروم بشكل عام منخفضة لذا يمكن القول بأن هذا النوع من الدقيق ذو غلوتين ضعيف.

ومع ازدياد الرطوبة النهائية حتى 18% لم يظهر توجه عام في انخفاض أو ارتفاع نسبة الغلوتين ودليله وحجم الراسب حيث ازدادت نسبة الغلوتين ونوعيته لدقيق العينات ماعدا الصنفين بحوث (7) ودوما (1) حيث انخفضت نسبة الغلوتين ولكن ازدادت قيمة دليل غلوتينه، وكذلك ازداد حجم الراسب لدقيق العينات ماعدا الصنفين شام (1) وبحوث (9).

لمعان دقيق أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% كان متقارباً حيث تراوح ضمن المجال (89.98-89.48) ومع رفع الرطوبة النهائية ازدادت قيمة لمعان الدقيق الناتج لكل العينات وهذا يعود لانخفاض نسبة الاستخراج مع فصل جيد لطبقة النخالة عن الأندوسبيرم.

أما بما يخص قيم b^* فتراوحت بين (12.34-14.25%) وهي أعلى منها لدقيق القمح الطري حيث يتميز دقيق قمح الديوروم بشكل عام بضعف غلوتينه وبكمية مرتفعة من الصبغات (Dick and Matsuo, 1988)، وكانت أعلى قيمة لدقيق الصنف دوما (1) وأقل قيمة للصنف بحوث (7) ولم يظهر توجه عام بانخفاضها أو ارتفاعها مع رفع الرطوبة النهائية حتى 18%.

نلاحظ أن الصنف بحوث (7) تميز بأقل نسبة استخراج وأقل نسبة رماد ومحتوى غلوتين رطب متوسط ولكن نوعيته جيدة ولون دقيقه كان الأكثر لمعاناً والأقل اصفراراً.

أما الصنف بحوث (5) فقد كان دقيقه الأقل لمعان حيث أن محتواه من الرماد مرتفع كما تميز بقيمة دليل غلوتين وترسيب زليلني منخفضة وهذا دليل على ضعف غلوتينه الشديد.

الجدول (10) متوسط نسب الاستخراج و الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%.

b*	a*	L*	حجم الراسب (مل)	الغلوتين الرطب %	نسبة الرماد %	رطوبة الدقيق %	نسبة الاستخراج %	الرطوبة النهائية %
13.13 ^a	0.33 ^a	89.68 ^a	15 ^a	28.3 ^a	0.99 ^a	14.16 ^a	67.6 ^a	17
12.66 ^a	-0.07 ^b	90.54 ^b	15 ^a	28.8 ^a	0.90 ^b	15.25 ^b	65.9 ^a	18

نلاحظ من الجدول (10) عند رفع الرطوبة النهائية من 17% إلى 18% وجود فرق معنوي هام في متوسط قيم كل من رطوبة الدقيق ومحتوى الرماد ولمعان الدقيق فقط، بينما لم يلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط باقي الخصائص.

3-2-2-2- تأثير الرطوبة النهائية على الخواص الريولوجية:

3-2-2-3-1- الأقماع الطرية:

تم دراسة تأثير زيادة محتوى رطوبة الأقماع الطرية على الخواص الريولوجية للدقيق الناتج وذلك من أجل تحديد نسبة الماء الممتص وسلوكية العجين تجاه عملية العجن وكانت نتائج تأثير زيادة محتوى رطوبة الأقماع على قيم الفارينوگرام كما هو مبين في الجدول (11) حيث كانت أعلى قيمة امتصاصية عند الترطيب حتى 16% للصنفين شام (10) وبحوث (4) وأما أقل نسبة ماء ممتصة فكانت لدقيق الصنف دوما (2) حيث تتأثر كمية الماء الممتصة بمحتوى البروتين ونسبة النشاء المتهتك (Farrand, 1964).

وكان أعلى زمن تشكل للعينة شام (4) وأما الصنف دوما (2) فقد تميز بأخفض زمن تشكل 1.9 دقيقة وكذلك الصنف شام (10) حيث كان له 3.5 دقيقة، وكان أعلى زمن ثباتية 9.1 دقيقة للعينة شام (4) بينما تميز الصنف شام (10) بزمن ثباتية منخفض جداً 2.3 دقيقة.

نلاحظ أن دقيق الصنف شام (4) هو الأقوى فقد تميز بأعلى زمن تشكل وأعلى زمن ثباتية وبأعلى رقم جودة فارينوغراف كما كانت قيمة ضعف عجينه منخفضة بالنسبة لباقي العينات، بينما تميز الصنف شام (10) بأنه الأضعف على الرغم من ارتفاع نسبة الماء الممتص، فقد انخفض بشكل شديد كل من زمن التشكل وزمن الثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وارتفعت قيمة ضعف العجين.

الجدول (11) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% و 17%.

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		
17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	
65.5	66.0	69.6	68.2	69.1	70.2	63.9	64.3	66.1	63.1	الرطوبة النهائية (%)
8.3	6.5	8.3	6.3	2.7	3.5	6.7	7.0	1.9	1.9	نسبة الماء الممتص (%) ^A
7.9	6.9	11.6	6.3	3.3	2.3	7.6	9.1	4.8	5.6	زمن التشكل (د)
116	106	153	103	52	56	96	113	63	73	زمن الثباتية (د)
65	63	53	65	101	116	87	63	56	56	رقم جودة الفارينوغراف
188	203	186	189	132	137	188	190	144	152	قيمة ضعف العجين (وب)
183	214	173	200	128	137	180	184	134	143	قابلية المط (مم)
174	216	180	194	124	142	175	181	128	152	
425	341	309	287	180	134	490	443	278	218	
442	371	376	308	185	128	532	440	220	187	مقاومة الشد العظمى (و ب)
471	346	345	289	175	118	510	430	198	162	
271	232	208	196	172	134	300	232	240	190	
220	238	258	222	180	128	338	232	208	169	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
319	228	235	210	175	118	338	230	190	152	
107	102	80	83	40	29	125	100	64	49	
108	110	88	88	39	28	137	120	48	41	المساحة (سم ²)
108	105	84	81	30	26	121	96	40	38	
A: على أساس رطوبة 14%.										

ومع رفع الرطوبة النهائية حتى 17% نجد أن التغيرات في قيم الفارينوغرام تفاوتت حيث لم يظهر توجه عام في ازدياد أو انخفاض نسبة الماء الممتص حيث ازدادت للصفين دوما (2) وبحوث (4) حيث كانت أعلى امتصاصية للعينه بحوث (4) وانخفضت لباقي العينات وكانت أقل امتصاصية لدقيق العينة شام (4)، وكذلك تفاوتت التغيرات في زمن التشكل وزمن الثباتية، حيث تميز الصنفان بحوث (4) وبحوث (6) بأعلى أزمنا وتميز الصنفان دوما (2) و شام (10) بأقل الأزمنة.

عند التدقيق في قيم الاكستنسوغرام لدقيق العينات في الجدول (11) لوحظ أن دقيق شام (10) ذو قابلية مط ومساحة اكستنسوغرام ومقاومة شد منخفضة بسبب نسبة بروتينه ونوعية غلوتينه المنخفضة ونتيجة احتواء الصنفين شام (4) وبحوث (6) على نسبة ونوعية بروتين مرتفعة فقد تميزا بقابلية مط ومساحة اكستنسوغرام ومقاومة شد مرتفعة ومع ارتفاع رطوبة الترطيب النهائية نلاحظ انخفاض

المطاطية وارتفاع مقاومة الشد وازدياد المساحة أي ازدياد قدرة العجينة على احتجاز كمية أكبر من غاز CO2 وبالتالي ازدياد القدرة على التخمر .

الجدول (12) متوسط قيم الخواص الريولوجية لعينات القمح الطري المرطبة حتى 16% و 17%

17	16	الرطوبة النهائية (%)	
66.8 ^a	66.4 ^{aX}	نسبة الماء الممتص (%)	
5.5 ^a	5.0 ^a	زمن التشكل (دقيقة)	
7.0 ^a	6.0 ^a	زمن الثباتية (دقيقة)	
96.0 ^a	90.2 ^a	رقم جودة الفارينوغراف	
72.4 ^a	72.6 ^a	قيمة ضعف العجين (و ب)	
167.6 ^a	174.2 ^a	45'	قابلية المط (مم)
159.6 ^a	175.6 ^a	90'	
156.2 ^a	177.0 ^a	135'	
336.4 ^a	284.6 ^a	45'	مقاومة الشد العظمى (و ب)
351.0 ^a	286.8 ^a	90'	
339.8 ^a	269.0 ^a	135'	
238.2 ^a	196.8 ^a	45'	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
240.8 ^a	197.8 ^a	90'	
251.4 ^a	187.6 ^a	135'	
83.2 ^a	72.6 ^a	45'	المساحة (سم ²)
84.0 ^a	77.4 ^a	90'	
76.6 ^a	69.2 ^a	135'	

X: في حال تشابه حرف في سطر واحد يعني عدم وجود فرق معنوي مهم، (p ≤ 0.05) .

يبين الجدول (12) متوسط قيم الخصائص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المدروسة، حيث نلاحظ عدم وجود فرق معنوي مهم بين متوسط قيم الفارينوغرام وقيم الاكستتسوغرام لدقيق عينات القمح الطري عند رفع الرطوبة النهائية من 16% حتى 17% .

3-2-2-2- أقماح الديوروم:

يبين الجدول (13) قيم الفارينوغرام لعينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%. حيث تراوحت نسب الماء الممتص لدقيق أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% بين (72.0-75.7%) حيث يمتص الدقيق الناتج عن قمح قاسٍ ماء أكثر مقارنة مع الدقيق المنتج من القمح الطري وهذا الأمر يعتبره الخبازين في العام فرصة لزيادة الربحية مع الفائدة الأكثر لتحسين مواصفات معظم أنواع الخبز، حيث كانت أعلى امتصاصية لدقيق الصنف بحوث (5) وبما أن محتواه من البروتين ليس الأعلى فإن ارتفاع

نسبة الماء الممتص له يمكن أن تعود إلى ارتفاع نسبة النشاء المتهتك (Farrand, 1964) يليه شام (1) ذو أعلى نسبة بروتين قمح.

الجدول (13) قيم الفارينوغرام لعينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%

بحوث (9)		بحوث (7)		بحوث (5)		شام (1)		دوما (1)		
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	الرطوبة النهائية (%)
73.3	72.2	72.9	72.0	77.1	75.7	73.8	74.8	71.4	73.4	نسبة الماء الممتص (%) ^A
1.9	2.9	2.0	2.2	2.2	2.2	1.9	2.1	2.0	2.7	زمن التشكل (د)
2.4	2.7	1.4	1.8	1.1	1.2	1.0	1.1	1.7	2.7	زمن الثباتية (د)
39	52	30	36	33	31	28	26	38	50	رقم جودة الفارينوغراف
119	120	127	130	126	175	134	176	100	109	قيمة ضعف العجين (و ب)
A: على أساس رطوبة 14% .										

وأما أقل امتصاصية فكانت لدقيق الصنف بحوث (7) ذو أقل نسبة بروتين، ومع رفع الرطوبة النهائية حتى 18% لم تزداد نسبة الماء الممتص لكل أصناف قمح الديوروم المدروسة حيث انخفضت للصنفين دوما (1) وشام (1).

كانت أزمنة التشكل وأزمنة الثباتية لأصناف قمح الديوروم بشكل عام منخفضة جداً حيث تراوحت قيم زمن التشكل بين (2.1-2.9) دقيقة وزمن الثباتية بين (1.1-2.7) دقيقة ومع ارتفاع الرطوبة النهائية حتى 18% ظهر توجه عام إما انخفاض أو ثبات قيم هذه الأزمنة التي هي بالأصل منخفضة.

أما قيمة ضعف العجين فكانت مرتفعة لكل أصناف قمح الديوروم حيث تراوحت بين (109-176) وإن زيادة قيمة الضعف ناتجة عن نوعية غلوتين ضعيفة (Orth and Mander, 1975). ولوحظ انخفاض هذه القيم مع الترطيب حتى رطوبة أعلى وهذا يعود إلى ارتفاع نسبة غلوتين الدقيق وتحسن نوعيته مع رفع الرطوبة النهائية.

في حال ارتفاع نسبة النشاء المتهتك وتجاوزه للقيمة العظمى للدقيق وفقاً لنسبة بروتين الدقيق فإنه يصعب على البروتين أن يشكل شبكة غلوتينية مستمرة في العجين (Farrand, 1972) وهذا مايفسر صعوبة تشكيل عجينة دقيق قمح الديوروم لإجراء تجربة الاكستنسوغراف التي لم نستطع القيام بها لدقيق أقماح الديوروم بسبب تدبقها وصعوبة تشكيلها.

يبين الجدول (14) متوسط قيم الفارينوغرام لعينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%.

لوحظ وجود فرق معنوي في زمن التشكل ولم يلاحظ وجود فروق معنوية في باقي قيم الفارينوغرام لدقيق عينات قمح الديوروم عند رفع الرطوبة النهائية من 17% حتى 18%.

الجدول (14) متوسط قيم الفارينوغرام لعينات قمح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%

18	17	رطوبة الطحن النهائية (%)
73.70 ^a	73.62 ^a	نسبة الماء الممتص (%)
2.0 ^b	2.4 ^a	زمن التشكل (دقيقة)
1.6 ^a	1.9 ^a	زمن الثباتية (دقيقة)
34 ^a	39 ^a	رقم جودة الفارينوغراف
121 ^a	142 ^a	قيمة ضعف العجين (و ب)

3-2-3- تأثير الرطوبة النهائية على جودة الطحن:

3-2-3-1- الأقماع الطرية:

تم تحديد تغير جودة عملية الطحن تحت تأثير تغير الرطوبة النهائية لعملية الترطيب لكل صنف من الأقماع الطرية وفقاً لأربعة معايير كما هو مبين في الجدول (15) فكلما ارتفعت قيمة كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق وانخفض رقم مؤشر قيمة الرماد كانت عملية الطحن أفضل.

ظهر توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق بشكل خفيف عند تغير الرطوبة النهائية لعملية الترطيب من 16% إلى 17%، أما بالنسبة لمؤشر قيمة الرماد فلم يظهر توجه عام بانخفاضه أو ارتفاعه.

عند الترطيب حتى 16% تميز الصنف دوما (2) بأعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ويليه بحوث (6) ثم شام (4)، وأقل القيم كانت للصنفين شام (10) وبحوث (4). أما أقل قيمة مؤشر قيمة الرماد كانت للصنفين شام (10) وبحوث (6) يليه دوما (2) وأعلى قيمة كانت لبحوث (4).

ونلاحظ عند رفع الرطوبة النهائية حتى 17% أن أعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن بقيت لدوما (2) وبحوث (6) وشام (4) وأعلى جودة دقيق كانت لبحوث (6) يليه دوما (2) وشام (4)، أما أقل قيمة لمؤشر الرماد فكانت لدقيق دوما (2) وشام (10) يليه بحوث (6) وأعلى قيمة لدقيق بحوث (4) وشام (4).

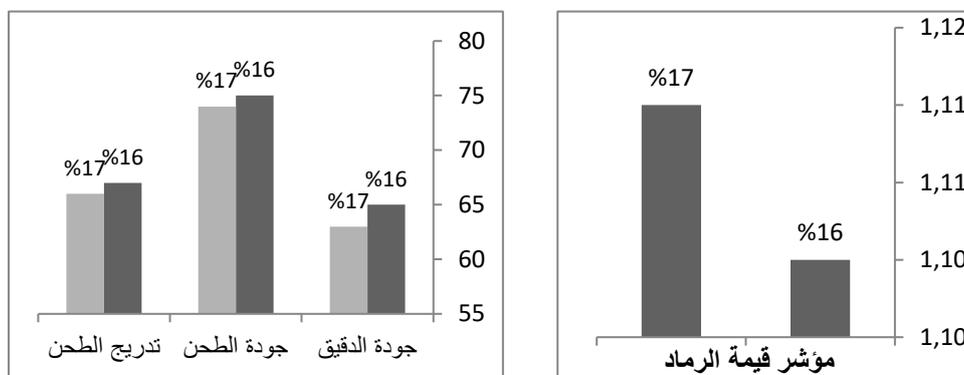
نلاحظ أن متوسطات جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق عند الترطيب حتى 16% كانت أعلى من المتوسطات عند الترطيب حتى رطوبة أعلى 17% وكان متوسط مؤشر قيمة الرماد عند 16%

أخفض منه عند 17% كما هومبين في الشكل (16)، وإحصائياً لم يلاحظ وجود فرق معنوي بين متوسط هذه المعايير عند تغيير الرطوبة النهائية.

الجدول (15) معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% و 17%

الجودة	الرطوبة النهائية	جودة الطحن	تدرج الطحن	مؤشر قيمة الرماد	جودة الدقيق
(2) دوما	16	77	69	1.09	66
	17	76	68	1.00	64
(4) شام	16	76	68	1.12	64
	17	76	67	1.20	64
(10) شام	16	73	66	1.04	64
	17	72	65	1.00	62
(4) بحوث	16	74	65	1.22	64
	17	72	64	1.20	61
(6) بحوث	16	76	69	1.04	65
	17	76	68	1.10	65
المتوسط	16	75 ^a	67 ^a	1.10 ^a	65 ^a
	17	74 ^a	66 ^a	1.11 ^a	63 ^a
الانحراف المعياري	16	1.64	1.82	0.074	0.89
	17	2.19	2.07	0.102	1.82
معامل الانحراف	16	0.02	0.03	0.07	0.01
	17	0.03	0.03	0.09	0.03

ونلاحظ عند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير أنّ معامل الانحراف لمؤشر قيمة الرماد هو الأعلى لذا فإنه المعيار الذي يمكن بواسطته التمييز بين جودة طحن أصناف القمح الطري عند الترطيب إلى كل من الرطوبتين 16% و 17%.



الشكل (16) متوسط معايير جودة طحن القمح الطري عند رطوبتين نهائيتين 16% و 17%.

ومنه يمكن القول أنه عند الترتيب حتى 16% كانت ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: شام (10)، بحوث (6)، دوما (2)، شام (4)، بحوث (4) على الترتيب.

وعند الترتيب حتى 17% كانت كما يلي: دوما (2) وشام (10) هما الأفضل ثم بحوث (6) والأقل هما الصنفان شام (4) وبحوث (4).

2-3-2-3- أقماع الديوروم:

تم تحديد تغير جودة عملية الطحن تحت تأثير الرطوبة النهائية لعملية الترتيب لكل صنف من أقماع الديوروم وفقاً للمعايير الأربعة السابقة ذاتها كما هو مبين في الجدول (16).

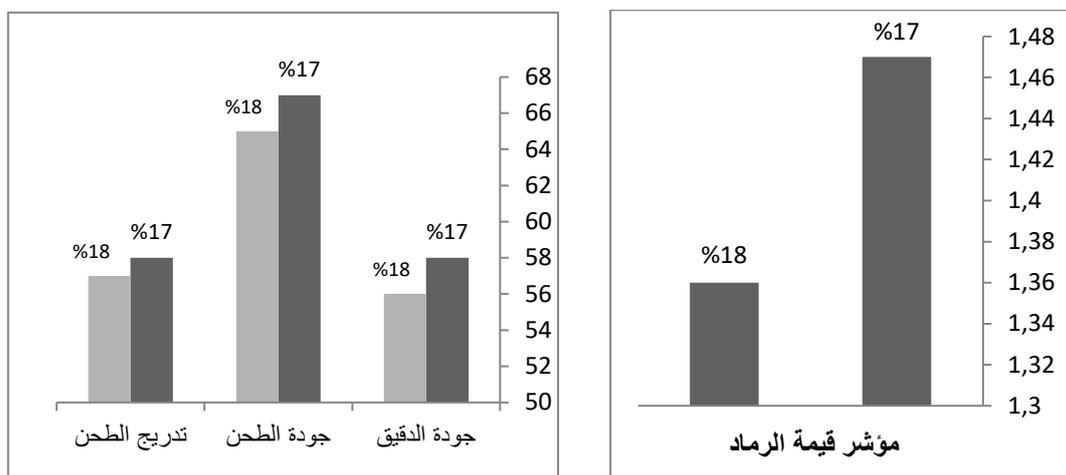
ظهر توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند رفع الرطوبة النهائية لعملية الترتيب، ولم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع معيار تدرج الطحن عند رفع الرطوبة النهائية، وتميز الصنفان دوما (1) وبحوث (9) عند الترتيب حتى 17% بأعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق وأقل قيمة لهذه المعايير للصنف بحوث (7)،

الجدول (16) معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات قمع الديوروم المرطب حتى 17% و 18%

جودة	الرطوبة النهائية	جودة الطحن	تدرج الطحن	مؤشر قيمة الرماد	جودة الدقيق
دوما (1)	17	70	60	1.44	60
	18	65	57	1.39	56
شام (1)	17	66	56	1.52	57
	18	65	57	1.29	56
بحوث (5)	17	66	57	1.51	57
	18	66	57	1.48	56
بحوث (7)	17	64	55	1.45	55
	18	62	55	1.32	53
بحوث (9)	17	69	60	1.41	60
	18	68	59	1.33	57
المتوسط	17	67 ^a	58 ^a	1.47 ^a	58 ^a
	18	65 ^a	57 ^a	1.36 ^b	56 ^a
الانحراف المعياري	17	2.45	2.30	0.047	2.17
	18	2.17	1.41	0.075	1.52
معامل الانحراف	17	0.04	0.04	0.03	0.04
	18	0.03	0.02	0.06	0.03

وأقل قيمة لمؤشر قيمة الرماد للصنف بحوث (9) ويليها دوما (1) وأعلى قيمة للصنف شام (1). ونلاحظ عند رفع الرطوبة النهائية حتى 18% أن أعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق للصنف بحوث (9) وأقل قيمة للصنف بحوث (7)، أما أقل قيمة لمؤشر قيمة الرماد أصبحت للصنف شام (1) يليه بحوث (7) ثم بحوث (9) وأعلى قيمة للصنف بحوث (5). نلاحظ أن متوسطات جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق عند الترطيب حتى 17% كانت أعلى من المتوسطات عند الترطيب حتى رطوبة أعلى 18% وكان متوسط مؤشر قيمة الرماد عند 17% أعلى منه عند 18% كما هو مبين في الشكل (17).

من الجدول (16) نلاحظ وجود فرق معنوي في مؤشر قيمة الرماد ولم يلاحظ وجود أي فرق في متوسط باقي المعايير وهذا يعود إلى الاختلاف في متوسط نسبة رماد الدقيق عند رفع الرطوبة النهائية وعدم وجود فرق معنوي لاختلاف نسبة الاستخراج.



الشكل (17) متوسط معايير جودة طحن أقماح الديوروم عند رطوبتين نهائيتين 17% و 18%.

ونلاحظ عند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير عند الترطيب حتى 17% أنه كان متساوياً لكل المعايير وقيمته 0.04 ماعدا مؤشر قيمة الرماد فكان أخفض قليلاً 0.03، أي لم يتميز معيار عن البقية.

وعند الترطيب حتى 18% كان معامل الانحراف لمؤشر قيمة الرماد هو الأعلى لذا يمكننا التمييز بين جودة طحن أصناف قمح الديوروم عند هذه الرطوبة بواسطة، ومنه يمكن القول أنه عند الترطيب حتى 18% كانت ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: شام (1) يليه بحوث (7) ثم بحوث (9) يليه دوما (1) و ثم بحوث (5).

4-2-3- تأثير الرطوبة النهائية على نتائج الطحن:

3-4-2-1- الأقماع الطرية:

يبين الجدول (17) نسبة مردود كل مرحلة من مراحل الطحن المخبري على مطحنة بوهرلر عند الترطيب حتى الرطوبتين النهائيتين 16% و 17%.

ظهر توجه عام بانخفاض مردود الكسرات عند رفع الرطوبة النهائية ماعدا الصنف بحوث (6) الذي ارتفع مردود كسرات B1 و B2 له. وبالنسبة لمراحل التنعيم فظهر توجه عام بانخفاض مردود C1 وارتفاع مردود كل من C2 و C3.

أعلى مردود لمراحل الكسرات عند الترطيب حتى 16% كان للصنف شام (4) وهو الأكثر طراوة من بين عينات القمح الطري وكما هو معروف مردود دقيق الكسرات للقمح الطري أعلى منها للقمح القاسي وفقاً للباحث (Seçkin, 1973) وأقل مردود لدقيق الكسرات كان للصنف شام (10) الأقسى بين العينات.

يمثل مردود مرحلة التنعيم C1 حوالي 50% من نواتج الطحن، وكان أعلى مردود لـ C1 للصنف بحوث (6) يليه دوما (2) وبعدها شام (4)، أما C2 و C3 فكان أعلى مردود للصنف شام (10) وأقل مردود لبحوث (6).

الجدول (17) نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% و 17%.

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		
17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	الرطوبة النهائية
6.17	5.14	3.81	4.01	3.89	3.88	6.04	6.38	4.81	5.30	B1 (%)
6.39	5.68	5.43	5.65	5.08	5.29	6.88	6.95	5.84	5.39	B2 (%)
1.76	2.03	1.72	1.75	1.61	2.03	1.80	1.59	1.67	1.65	B3 (%)
15.08	16.25	15.84	13.96	15.27	14.00	15.79	14.02	14.57	12.94	النخالة الخشنة (%)
70.60	70.90	73.20	74.63	74.15	74.80	69.49	71.06	73.11	74.72	نسبة السميد (%)
50.72	56.16	47.28	49.93	45.56	48.51	49.33	50.15	49.75	53.17	C1 (%)
9.48	6.24	11.16	10.50	11.62	10.66	10.23	8.86	11.11	9.30	C2 (%)
2.30	1.32	3.44	2.45	4.21	3.42	2.28	2.13	2.98	2.53	C3 (%)
8.24	7.11	11.38	11.73	12.63	12.92	7.73	9.86	9.29	9.63	النخالة الناعمة (%)

وعند الترطيب حتى 17% كان أعلى مردود لـ B1 لبحوث (6) يليه شام (4) وأقل مردود لبحوث (4)، وأعلى مردود B2 و B3 كانت لشام (4) يليه بحوث (6) وأقل مردود كان لشام (10)، وأعلى مردود C1 لبحوث (6) وأقل مردود لشام (10) وأعلى مردود C2 و C3 كان كذلك لشام (10) وأقل مردود لبحوث (6) وشام (4) على عكس C1.

نلاحظ من الجدول (18) الذي يبين متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% و 17% عدم وجود فرق معنوي هام في متوسط مردود تيارات الطحن بالنسبة للنواتج الكلية عند رفع الرطوبة النهائية من 16% إلى 17%.

الجدول (18) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% و 17%.

الرطوبة النهائية %	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
16	4.94 ^a	5.79 ^a	1.81 ^a	14.23 ^a	73.22 ^a	51.58 ^a	9.11 ^a	2.37 ^a	10.25 ^a
17	4.95 ^a	5.92 ^a	1.71 ^a	15.31 ^a	72.11 ^a	48.53 ^a	10.72 ^a	3.04 ^a	9.85 ^a

3-2-4-2- أقماع الديوروم:

الجدول (19) نتائج طحن عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% و 18%.

دوما (1)		شام (1)		بحوث (5)		بحوث (7)		بحوث (9)		الرطوبة النهائية
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	
1.72	2.65	2.39	2.89	1.77	2.52	2.41	2.70	2.22	2.45	B1 (%)
2.90	3.40	3.06	3.27	2.99	3.26	2.36	2.91	3.22	3.46	B2 (%)
1.09	1.02	1.07	0.91	1.25	0.81	0.98	0.84	0.91	0.95	B3 (%)
14.55	12.77	15.04	12.31	14.01	10.17	12.95	12.83	11.79	10.50	النخالة الخشنة (%)
79.75	80.16	78.44	80.61	79.98	83.24	80.30	80.72	81.86	82.64	نسبة السميد (%)
38.91	43.99	29.74	36.91	38.59	37.31	35.27	33.47	40.47	40.22	C1 (%)
13.95	15.17	20.37	15.24	14.68	15.05	15.55	16.86	14.03	15.13	C2 (%)
7.48	4.27	8.71	7.24	6.96	8.06	6.43	7.99	7.32	7.25	C3 (%)
19.53	16.65	19.56	18.24	19.62	22.93	18.16	22.47	19.95	20.05	النخالة الناعمة (%)

كانت قساوة عينات قمح الديوروم متقاربة جداً لذا نلاحظ كما هو موضح بالجدول (19) تقارب قيم مردود الكسرات لدقيق العينات ونجد أن أعلى مردود لمرحلة الكسرة B1 عند الترطيب حتى 17% كان للصنف شام (1) يليه بحوث (7) ودوما (1) الأكثر قساوة بين العينات وأقل مردود كان للصنف بحوث (9) أما بالنسبة لـ B2 فكان أعلى مردود للصنف بحوث (9) وأقل مردود للصنف بحوث (7) وأما بالنسبة لـ B3 فكان أعلى مردود للصنف دوما (1) وأقل مردود للصنف بحوث (5).

نلاحظ ظهور توجه عام في انخفاض مردود الكسرات B1 و B2 وازدياد مردود B3 لجميع أصناف قمح الديوروم المدروسة عند رفع الرطوبة النهائية حتى 18%، لكن لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع مردود مراحل التنعيم.

ويبين الجدول (20) متوسط نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%.

حيث لوحظ وجود فرق معنوي مهم بين متوسط مردود B1 و B3 ولم يلاحظ وجود فرق معنوي مهم بين متوسط مردود مراحل التنعيم عند رفع الرطوبة النهائية، أي أن رفع الرطوبة النهائية من 17% إلى 18% أثر بشكل معنوي في خفض مردود B1 ورفع مردود B3.

الجدول (20) متوسط نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% و 18%.

الرطوبة النهائية (%)	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
17	2.64 ^a	3.26 ^a	0.91 ^a	11.72 ^a	81.47 ^a	38.94 ^a	15.49 ^a	6.96 ^a	20.07 ^a
18	2.10 ^b	3.10 ^a	1.06 ^b	13.67 ^b	80.07 ^a	37.60 ^a	15.72 ^a	7.38 ^a	19.36 ^a

3-3- تأثير طريقة الترطيب على الدقيق المنتج:

بعد دراسة تأثير الرطوبة النهائية لعملية الترطيب على دقيق عينات القمح المدروسة سنقوم بدراسة تأثير الطريقتين الجدينتين (الثانية والثالثة) لعملية الترطيب على الدقيق المنتج حيث ستم مقارنة كل طريقة منفردة مع طريقة الترطيب الأولى والتي تتمثل بإضافة الماء بمرحلة واحدة.

في طريقة الترطيب الثانية: تم الترطيب حتى الرطوبة النهائية 16% للأقماح الطرية و 17% للأقماح الديوروم وفيها سنقوم بإضافة الماء على دفعتين متساويتين حيث نضيف نصف كمية الماء اللازمة للترطيب في بداية عملية الترطيب ونضيف الدفعة الثانية من الماء قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة، وستتم دراسة تأثير هذه الطريقة بمقارنة خواص الدقيق الناتج عنها مع خواص الدقيق الناتج عن عملية ترطيب الأقماح إلى نفس الرطوبة النهائية 16% للأقماح الطرية و 17% للأقماح الديوروم بإضافة الماء بمرحلة واحدة.

وفي طريقة الترطيب الثالثة: تم الترطيب حتى 17% للأقماع الطرية و 18% للأقماع الديوروم وفيها سنقوم بتأخير إضافة 1% من كمية الماء اللازمة للترطيب بحيث تضاف قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة وهو مانعوه بالترطيب ما قبل الكسرة الأولى، وستتم مقارنة خواص الدقيق الناتج عن هذه الطريقة مع خواص الدقيق الناتج عن عملية ترطيب الأقماع إلى نفس الرطوبة النهائية 17% للأقماع الطرية و 18% للأقماع الديوروم بإضافة الماء بمرحلة واحدة.

3-3-1- تأثير طريقة الترطيب على نسب الاستخراج والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية:

3-3-1-1- الأقماع الطرية:

تم ترطيب الأقماع الطرية بالطريقة الثانية حتى 16% أي بإضافة الماء على مرحلتين حيث تم إضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب في البداية وتم إضافة الدفعة الثانية من الماء قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة وتمت عملية المزج ضمن جهاز الترطيب لمدة (15) دقيقة بعد كل إضافة للماء، ويبين الجدول (21) نسب الاستخراج والخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية للدقيق الناتج عن طحن هذه العينات.

ولدراسة تأثير طريقة الترطيب هذه سنقوم بمناقشة هذه النتائج ومقارنتها مع خواص الدقيق الناتج عن عملية طحن عينات القمح الطري المرطبة حتى الرطوبة النهائية ذاتها 16% بإضافة الماء بمرحلة واحدة في بداية عملية الترطيب (انظر الجدول (7)).

من الجدول (21) كانت أعلى نسبة استخراج للصنف بحوث (6) 71.8% و يليه الصنف شام (4) وهي الأصناف الأكثر طراوة من بين العينات المدروسة وأما أقل نسبة استخراج فبقيت للصنف شام (10) 65.6% الأكثر قساوة.

وكانت أعلى رطوبة دقيق للصنف شام (4) وأما أقل رطوبة فكانت للصنف دوما (2) وهذا عائد لحجم الحبات الكبير لهذا الصنف حيث ترتبط كمية الماء الممتص أثناء الترطيب عكسياً مع حجم حبة القمح (Posner and Hibbs, 2005)، وكان زمن الاستراحة الثاني (ساعتين) غير كافٍ لتوزيع نصف كمية الماء لداخل الأندوسبيرم وهذا ما جعل كذلك نسبة استخراج دقيقه لا تحتل المرتبة الأولى كما كان عند الترطيب بمرحلة واحدة حتى 16%. بينما تراوحت نسبة الرماد بين (0.63-0.78%) حيث بقيت أعلى نسبة رماد لدقيق الصنف بحوث (4) على الرغم من عدم تميزه بأعلى نسبة استخراج وهذا عائد إلى نسبة رماد عينة القمح المرتفعة، أما أقل نسبة رماد فكانت لدقيق الصنف شام (10) ذو أخفض نسبة رماد قمح وأقل نسبة استخراج.

الجدول (21) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% على مرحلتين

بحوث (6)	بحوث (4)	شام (10)	شام (4)	دوما (2)		
71.8	68.2	65.6	70.3	68.8	نسب الاستخراج (%)	
15.12	15.30	14.89	15.80	14.40	الرطوبة (%)	
0.69	0.78	0.63	0.65	0.68	الرماد (%) ^A	
91.55	91.25	91.78	91.61	91.88	L*	الدرجة اللونية
0.52	0.56	0.34	0.57	0.47	a*	
9.23	9.65	9.22	9.20	9.10	b*	
A: على أساس المادة الجافة.						

نلاحظ عند الترطيب على مرحلتين بدلاً من مرحلة واحدة عند نفس الشروط ظهور توجه عام بانخفاض نسبة الاستخراج لجميع أصناف القمح الطري بشكل واضح والذي ترافق مع انخفاض في نسبة الرماد وارتفاع في رطوبة الدقيق الناتج.

تراوحت قيم اللعان بين (91.25-91.88) وقيم الاصفرار بين (9.10-9.65) حيث كانت أعلى قيمة لمعان وأقل قيمة اصفرار لدقيق الصنف دوما (2) وكانت أقل قيمة لمعان وأعلى قيمة اصفرار للصنف بحوث (4) بسبب محتواه الأعلى من الرماد.

ويبين الجدول (22) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة وبمرحلتين، حيث نلاحظ وجود انخفاض معنوي هام في نسبة الاستخراج بمقدار 6.7% وفي نسبة الرماد بمقدار 0.14% وهذا عائد إلى أن الماء المضاف في مرحلة الترطيب الثاني ساهم في زيادة تمتين النخالة، ونلاحظ ازدياد متوسط رطوبة الدقيق الناتج، وترافق ذلك مع ازدياد معنوي في قيمة لمعان الدقيق أي تحسّن لون دقيق أصناف القمح الطري عند الترطيب حتى 16% بالطريقة الثانية مقارنة بالترطيب بمرحلة واحدة.

أمّا طريقة الترطيب الثالثة المختبرة وهي الترطيب ما قبل الكسرة الأولى بتأخير إضافة 1% من كمية الماء اللازمة للترطيب بحيث تضاف قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة فقد تم تطبيقها على عينات القمح الطري وذلك بترطيب العينات حتى 17%.

الجدول (22) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة و بمرحلتين.

b*	a*	L*	نسبة الرماد %	رطوبة الدقيق %	نسبة الاستخراج %	طريقة الترطيب
9.83 ^a	0.49 ^a	91.02 ^a	0.83 ^a	13.99 ^a	75.6 ^a	إضافة الماء بمرحلة واحدة
9.28 ^a	0.43 ^a	91.60 ^b	0.69 ^b	14.90 ^a	68.9 ^b	إضافة نصف كمية الماء في البداية والنصف الثاني قبل ساعتين من الطحن

ويبين الجدول (23) خواص الدقيق الناتج عن طحن هذه العينات ونسب الاستخراج. وستتم مقارنة خواص الدقيق الناتج عن طحن العينات المرطبة بهذه الطريقة ونسب استخراجه مع خواص الدقيق الناتج عن ترطيب الحبوب حتى 17% ولكن بمرحلة واحدة (انظر الجدول (7)) وذلك لدراسة تأثير هذه الطريقة. كانت أعلى نسبة استخراج لدقيق الصنف شام (4) وقيمتها 71.8% ويليه بحوث (6)، بينما انخفضت نسبة استخراج دقيق الصنف دوما (2) وقيمتها 66.1% أكثر منها للصنف شام (10) ويمكن أن يعود ذلك إلى الحجم الكبير لحبات الصنف دوما (2) وتجانسها، فنسبة الماء المضافة 1% وخلال ساعتين زادت من الاختلاف في المتانة وسهولة التفقت بين طبقات النخالة والأندوسبيرم بشكل واضح مما خفّض من نسبة استخراج ورماد دقيقه عند الترطيب بهذه الطريقة.

الجدول (23) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بالترطيب ما قبل الكسرة الأولى

دوما (2)	شام (4)	شام (10)	بحوث (4)	بحوث (6)		
66.1	71.8	67.2	67.9	71.5	نسب الاستخراج (%)	
13.50	14.78	13.70	15.04	14.30	الرطوبة (%)	
0.61	0.74	0.65	0.67	0.71	الرماد (%) ^A	
91.73	91.03	91.45	91.47	91.55	L*	الدرجة اللونية
0.29	0.16	0.33	0.58	0.53	a*	
9.53	10.89	9.61	10.55	10.08	b*	
A: على أساس المادة الجافة.						

بينما انخفضت رطوبة الدقيق فكانت بين (13.50-15.04%) وكانت أعلى رطوبة لدقيق الصنف بجوث (4) وأقلها للصنف دوما (2).

وكانت أعلى نسبة رماد لدقيق الصنف شام (4) الذي تميز بأعلى نسبة استخراج كما أن نسبة رماد قمحه مرتفعة، أما أقل نسبة رماد فكانت لدقيق الصنف دوما (2) ذو أقل نسبة استخراج وأقل نسبة رماد قمح.

نلاحظ ظهور توجه عام لكل أصناف القمح الطري المدروسة في انخفاض نسبة الاستخراج ونسبة الرماد وكذلك رطوبة الدقيق عند الترطيب بطريقة ما قبل الكسرة الأولى 1% حتى 17% عنها عند الترطيب بمرحلة واحدة عند نفس الشروط.

تراوحت قيم اللعان بين (91.03 - 91.73) وقيم الاصفرار بين (9.53 - 10.89) حيث كانت أعلى قيمة لمعان وأقل قيمة اصفرار لدقيق الصنف دوما (2) وكانت أقل قيمة لمعان وأعلى قيمة اصفرار لدقيق الصنف شام (4) بسبب ارتفاع نسبة الاستخراج ونسبة الرماد .

كما ظهر توجه عام في ازدياد قيمة L* وهذا يعود إلى انخفاض نسب الاستخراج ولكن لم يظهر توجه عام في انخفاض أو ازدياد قيمة b*.

يبين الجدول (24) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة و بالترطيب بتأخير إضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

حيث نلاحظ وجود انخفاض معنوي هام في متوسط نسبة الاستخراج بمقدار 5.9% وفي متوسط نسبة الرماد بمقدار 0.17% ، أما قيمة لمعان الدقيق فقد ازدادت معنوياً أي تحسّن لون الدقيق عند الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

الجدول (24) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة و بالترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

طريقة الترطيب	نسبة الاستخراج %	رطوبة الدقيق %	نسبة الرماد %	L*	a*	b*
إضافة الماء بمرحلة واحدة	74.8 ^a	14.85 ^a	0.84 ^a	90.90 ^a	0.49 ^a	10.33 ^a
إضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين	68.9 ^b	14.26 ^a	0.67 ^b	91.37 ^b	0.38 ^a	10.13 ^a

ونلاحظ أنه على الرغم من وجود فرق معنوي مهم في متوسط لمعان الدقيق إلا أنه لم يلاحظ وجود فارق في متوسطي قيمة اصفرار الدقيق أي أن طريقة الترطيب ما قبل الكسرة الأولى قللت من نسبة اختلاط النخالة بالدقيق ولكن لم يكن لها تأثير مهم على نسبة الصبغات بالدقيق الناتج.

3-3-1-2- أقماح الديوروم:

يبين الجدول (25) نسب الاستخراج والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% وذلك بإضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من انتهاء زمن الترطيب. وبملاحظة هذه النتائج ومن ثم مقارنتها مع خصائص الدقيق الناتج عن طحن عينات قمح الديوروم المرطبة حتى الرطوبة النهائية ذاتها 17% ولكن بإضافة الماء دفعة واحدة في بداية الترطيب (انظر الجدول (9)).

نلاحظ أعلى نسبة استخراج للسنف دوما (1) 65.0% ويليه السنف بحوث (9) وأما أقل نسبة استخراج فبقيت للسنف بحوث (7) 56.2% ، وكانت أعلى رطوبة لدقيق بحوث (5) وأقل رطوبة لدقيق شام (1)، وكانت أعلى نسبة رماد لدقيق السنف دوما (1) ذو أعلى نسبة استخراج وأما أقل نسبة رماد فكانت لدقيق السنف بحوث (7) ذو أخفض نسبة رماد قمح وأخفض نسبة استخراج.

نلاحظ عند الترطيب على مرحلتين بدلاً من مرحلة واحدة عند نفس الشروط توجه عام في انخفاض نسبة الاستخراج ونسبة الرماد لجميع أصناف قمح الديوروم بشكل واضح والذي ترافق مع ارتفاع في رطوبة الدقيق الناتج.

الجدول (25) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% على مرحلتين

بحوث (9)	بحوث (7)	بحوث (5)	شام (1)	دوما (1)	نسب الاستخراج (%)	
62.5	56.2	62.4	60.7	65.0	الرطوبة (%)	
15.90	15.99	16.59	14.93	15.80	الرماد (%) ^A	
0.89	0.74	0.89	0.82	0.90	L*	الدرجة اللونية
89.81	90.32	89.68	90.90	90.69	a *	
0.23	0.30	0.30	0.21	0.09	b *	
12.65	12.00	11.72	13.47	13.29	A: على أساس المادة الجافة.	

نلاحظ أن دقيق الصنف شام (1) عند الترطيب حتى 17% على مرحلتين كان الأكثر لمعاناً والأكثر اصفراراً وكان دقيق الصنف بحوث (5) الأقل لمعاناً والأقل اصفراراً، ونلاحظ ارتفاع قيمة لمعان الدقيق وانخفاض اصفراره لجميع أصناف قمح الديوروم عند الترطيب على مرحلتين بالمقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة.

ويبين الجدول (26) متوسط خصائص دقيق هذه الأصناف عند الترطيب حتى 17% بمرحلة واحدة وبمرحلتين، حيث نلاحظ وجود انخفاض معنوي في متوسط نسبة الاستخراج بمقدار 6.2% وفي متوسط نسبة الرماد بمقدار 0.14% وارتفاع معنوي في متوسط رطوبة الدقيق عند الترطيب على مرحلتين.

الجدول (26) متوسط الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% بطريقتين مختلفتين

b*	a*	L*	نسبة الرماد %	رطوبة الدقيق %	نسبة الاستخراج %	طريقة الترطيب
13.13 ^a	0.33 ^a	89.68 ^a	0.99 ^a	14.16 ^a	67.6 ^a	إضافة الماء بمرحلة واحدة
12.63 ^a	0.23 ^a	90.26 ^a	0.85 ^b	15.84 ^b	61.4 ^b	إضافة نصف كمية الماء في البداية والنصف الثاني قبل ساعتين من الطحن

أما الطريقة الثالثة لعملية الترطيب وتكون بإضافة 1% من كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من الكسرة الأولى فتَمَّ اختبارها عند محتوى رطوبة نهائية 18%. ويبين الجدول (27) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 18% بترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

كانت أعلى نسبة استخراج 64.9% للصنف بحوث (9) يليه بحوث (5)، وأقل نسبة استخراج 60.7% كانت للصنف بحوث (7)، وكانت قيم رطوبة الدقيق الناتج متقاربة ومرتفعة لهذه الطريقة حيث كانت أعلى قيمة 15.0% لدقيق الصنف دوما (1) وأقل قيمة 14.50% لدقيق الصنف بحوث (5). نلاحظ ظهور توجه بانخفاض نسبة الاستخراج عند الترطيب حتى 18% بترطيب ما قبل الكسرة الأولى بالمقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة بينما نلاحظ ارتفاع رطوبة الدقيق الناتج ما عدا دقيق الصنف دوما (1) الذي انخفضت رطوبته، أما قيم الرماد فكان أعلى محتوى لدقيق الصنف بحوث (5) ويليه بحوث (9) وأقل محتوى لدقيق الصنف بحوث (7) حيث توافق محتوى الرماد مع نسب الاستخراج.

الجدول (27) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمع الديوروم المرطب حتى 18% بترطيب ما قبل الكسرة الأولى

بحوث (9)	بحوث (7)	بحوث (5)	شام (1)	دوما (1)		
64.9	60.7	63.5	61.2	62.0	نسب الاستخراج (%)	
14.55	14.89	14.50	14.79	15.00	الرطوبة (%)	
0.90	0.80	0.94	0.84	0.87	الرماد (%) ^A	
17	16	15	15	18	حجم الراسب (مل)	
90.53	90.11	90.36	91.00	90.09	L*	الدرجة اللونية ^B
0.57	0.42	0.35	-0.35	-0.03	a*	
10.04	11.22	12.03	13.00	11.72	b*	

نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض نسبة رماد الدقيق الناتج عند الترطيب قبل الكسرة الأولى حتى 18% بالمقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة بسبب انخفاض نسب الاستخراج.

أما بالنسبة للمعان الدقيق على الرغم من انخفاض نسبة الرماد إلا أنه يلاحظ انخفاض لمعان الدقيق ماعدا الصنف بحوث (9) الذي زاد لمعان دقيقه مع الترطيب ما قبل الكسرة الأولى ولكن ظهر توجه عام بانخفاض قيمة اصفرار الدقيق الناتج بالمقارنة مع الترطيب حتى 18% بمرحلة واحدة.

ويبين الجدول (28) متوسط خصائص دقيق هذه الأصناف عند الترطيب حتى 18% بطريقتين مختلفتين عند نفس الشروط، حيث نلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط نسبة الاستخراج فقط.

الجدول (28) متوسط الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات قمع الديوروم المرطب حتى 18% بطريقتين مختلفتين

طريقة الترطيب	نسبة الاستخراج %	رطوبة الدقيق %	نسبة الرماد %	L*	a*	b*
إضافة الماء بمرحلة واحدة	65.9 ^a	15.26 ^a	0.90 ^a	90.54 ^a	-0.07 ^a	12.66 ^a
إضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين	62.5 ^b	14.75 ^a	0.87 ^a	90.42 ^a	0.19 ^a	11.60 ^a

3-3-2- تأثير طريقة الترطيب على الخواص الريولوجية:

3-3-2-1- الأقماع الطرية:

تم دراسة الخواص الريولوجية لدقيق الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% على مرحلتين حيث تم إضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة وكانت كما هو مبين في الجدول (29). حيث كانت أعلى قيمة امتصاصية للصنف بحوث (4) وشام (10) وأما أقل نسبة ماء ممتصة فكانت لدقيق الصنف شام (4) حيث تتأثر كمية الماء الممتصة بمحتوى البروتين ونسبة النشاء المتهتك (Farrand, 1964).

الجدول (29) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% على مرحلتين (بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن).

الصف	دوما (2)	شام (4)	شام (10)	بحوث (4)	بحوث (6)
نسبة الماء الممتص (%) ^A	64.3	62.8	67.1	68.3	65.3
زمن التشكل (د)	1.8	8.8	4.3	10.2	8.2
زمن الثباتية (د)	2.1	10.4	5.0	14.4	10.1
رقم جودة الفارينوغراف	38	124	74	171	129
قيمة ضعف العجين	34	13	75	8	14
قابلية المط (مم)	45'	130	125	145	199
	90'	131	118	162	177
	135'	122	124	150	170
مقاومة الشد العظمى (و ب)	45'	343	683	578	537
	90'	373	860	632	614
	135'	330	822	628	624
مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)	45'	290	424	430	330
	90'	305	550	411	379
	135'	300	538	442	413
المساحة (سم ²)	45'	65	167	100	144
	90'	72	155	133	141
	135'	64	148	122	139

A: على أساس رطوبة 14%.

ولدراسة تأثير اختلاف طريقة الترتيب على الخواص الريولوجية لدقيق عينات الأقماع الطرية المدروسة سنقوم بمقارنة هذه النتائج مع الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري عند الترتيب حتى 16% على مرحلة واحدة (انظر الجدول (11)).

لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع نسبة الماء الممتص لدقيق عينات القمح الطري عند الترتيب حتى 16% على مرحلتين بدلاً من مرحلة واحدة، حيث ازدادت كمية الماء الممتص للصنف دوما (2) وبحوث (4) وانخفضت لباقي الأصناف.

كان أعلى زمن تشكل للعينة بحوث (4) أما الصنف دوما (2) فقد تميز بأخفض زمن تشكل 1.8 دقيقة وكذلك الصنف شام (10) حيث كان له 4.3 دقيقة، كذلك الأمر بالنسبة لزمن الثباتية بين (14.4- 2.1) دقيقة حيث كان أعلى زمن للعينة بحوث (4) 14.4 دقيقة، أما الصنف دوما (2) فقد تميز بأخفض زمن ثباتية 2.1 دقيقة.

نلاحظ عند الترتيب بمرحلتين توجه عام بارتفاع كل من زمن التشكل وزمن الثباتية لجميع أصناف القمح الطري ما عدا الصنف دوما (2) الذي انخفضت قيمة زمنيته عند الترتيب على مرحلتين بدلاً من مرحلة واحدة.

كما نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض قيمة ضعف العجين بشكل واضح لجميع أصناف القمح الطري عند الترتيب على مرحلتين بدلاً من مرحلة واحدة.

نلاحظ أن دقيق الصنف بحوث (4) هو الأقوى فقد تميز بأعلى زمن تشكل وأعلى زمن ثباتية كما كانت نسبة الماء الممتص الأعلى وقيمة الضعف كانت الأخفض وقيمتها 8، كما كان رقم جودة الفارينوغراف هو الأعلى وقيمه 171 .

بينما تميز الصنف دوما (2) بأنه الأضعف وذلك لانخفاض نسبة الماء الممتص، كما كان له أخفض زمن تشكل وزمن ثباتية وأخفض جودة فارينوغراف وقيمة ضعف عجين مرتفعة وقدرها 34 .

عند التدقيق في قيم الاكستنسوغرام لدقيق العينات في الجدول (29) لوحظ أن دقيق الصنفين شام (10) ودوما (2) لهما قابلية مط الأقل ومساحة اكستنسوغرام الأصغر ومقاومة الشد الأخفض وهذا يبين أن نسبة غلوتينهما ونوعيته منخفضة و بينما تميز الصنفان شام (4) وبحوث (6) بقابلية مط ومساحة اكستنسوغرام ومقاومة شد مرتفعة وهذا يعود لاحتوائهما على نسبة ونوعية غلوتين مرتفعة.

يبين الجدول (30) متوسط قيم الخواص الريولوجية لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة وبمرحلتين.

الجدول (30) متوسط قيم الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة ومرحلتين.

2**	1*	طريقة الترطيب	
16	16	الرطوبة النهائية (%)	
65.6 ^a	66.4 ^{aX}	نسبة الماء الممتص (%)	
6.7 ^a	5.0 ^a	زمن التشكل (دقيقة)	
8.4 ^a	6.0 ^a	زمن الثباتية (دقيقة)	
107 ^a	90 ^a	رقم جودة الفارينوغراف	
29 ^b	73 ^a	قيمة ضعف العجين (و ب)	
155 ^a	174 ^a	45'	قابلية المط (مم)
145 ^a	175 ^a	90'	
142 ^a	177 ^a	135'	
486 ^a	285 ^a	45'	مقاومة الشد العظمى (و ب)
558 ^b	287 ^a	90'	
538 ^b	269 ^a	135'	
347 ^b	197 ^a	45'	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
386 ^b	198 ^a	90'	
390 ^b	188 ^a	135'	
106 ^b	73 ^a	45'	المساحة (سم ²)
110 ^a	77 ^a	90'	
105 ^a	69 ^a	135'	
<p>X: في حال تشابه حرف في سطر واحد يعني عدم وجود فرق معنوي مهم، ($p \leq 0.05$) .</p> <p>* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.</p> <p>** : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.</p>			

على الرغم من انخفاض متوسط نسبة الماء الممتص عند ترطيب القمح على مرحلتين وازدياد متوسط زمن التشكل وزمن الثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وانخفاض متوسط قيمة ضعف العجين ولكن احصائياً لم يلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط قيم الفارينوغرام عند الترطيب حتى 16% بمرحلتين بدلاً من مرحلة واحدة.

وبالنسبة لقيم الاكستنسوغرام فقد انخفض متوسط قيم قابلية المط وازداد متوسط قيم مقاومة الشد العظمى والمقاومة عند 5 سم والمساحة عند الترطيب بمرحلتين إلا أنه لم يلاحظ وجود فرق معنوي

في متوسط قابلية المط ولوحظ وجود فرق معنوي في متوسط مقاومة الشد العظمى ($R_m(45')$) و ($R_m(135')$) وفي متوسط مقاومة الشد عند 5 سم عند جميع الأزمنة وفي متوسط مساحة الاكستنسوغرام ($E(45')$)، ولم يلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط باقي قيم الاكستنسوغرام.

أما الطريقة الثالثة المختبرة وهي الترطيب ما قبل الكسرة الأولى بإضافة 1% من كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة فقد تم تطبيقها على عينات القمح الطري وذلك بترطيب العينات حتى 17%، ويبين الجدول (31) الخواص الريولوجية للدقيق الناتج عن طحن هذه العينات.

الجدول (31) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 17% مع ترطيب ما قبل الكسرة الأولى (بإضافة 1% قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة)

بحوث (6)	بحوث (4)	شام (10)	شام (4)	دوما (2)		
65	67.3	66.8	61.7	62.5	نسبة الماء الممتص (%) ^A	
9.6	10.2	4.9	7.7	2.2	زمن التشكل (د)	
9.5	16	5	10.8	11.1	زمن الثباتية (د)	
120	198	73	125	161	رقم جودة الفارينوغراف	
26	4	81	58	25	قيمة ضعف العجين	
186	180	140	176	145	45'	قابلية المط (مم)
179	155	125	164	150	90'	
171	162	130	160	130	135'	
547	446	289	732	330	45'	مقاومة الشد العظمى (و ب)
659	578	300	838	350	90'	
660	608	280	840	310	135'	
330	294	250	448	280	45'	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
404	395	255	524	305	90'	
424	434	238	550	290	135'	
139	108	60	166	80	45'	المساحة (سم ²)
155	115	55	171	68	90'	
147	125	53	180	67	135'	
A: على أساس رطوبة 14%.						

تراوحت نسبة الماء الممتص بين (61.7-67.3%) حيث كانت أعلى امتصاصية للعينة بحوث (4) وأقل قيمة لدقيق الصنف شام (4) يليه دوما (2) بينما تراوح زمن التشكل بين (2.2-10.2) دقيقة حيث تميز الصنف بحوث (4) بأعلى زمن وتميز الصنف دوما (2) بأقل زمن 2.2 وكذلك العينة شام (10) وقدره 4.9 دقيقة، وكان أعلى زمن ثباتية للصنف بحوث (4) وقدره 16 دقيقة وأقل زمن ثباتية للعينة شام (10) وقدره 5 دقيقة.

وبمقارنة هذه النتائج مع الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 17% على مرحلة واحدة (انظر الجدول (11)).

نلاحظ ظهور توجه عام في انخفاض نسبة الماء الممتص وازدياد زمن التشكل وزمن الثباتية لجميع أصناف القمح الطري وكذلك ارتفاع قيمة رقم جودة الفارينوغراف وانخفاض قيمة ضعف العجين عند الترطيب بهذه الطريقة مقارنة بطريقة الترطيب بمرحلة واحدة عند نفس الشروط، وكانت أعلى قابلية مط لدقيق الصنف بحوث (6) وأقل قيمة للصنف شام (10) ولكن لم يلاحظ وجود توجه عام بالنسبة لقابلية المط التي انخفضت للصنفين بحوث (4) وبحوث (6) وازدادت لبقية الأصناف عند الترطيب بـ 1% ما قبل الكسرة الأولى مقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة حتى 17%.

بينما ظهر توجه عام في ارتفاع باقي قيم الاكستتسوغرام عند الترطيب بـ 1% ما قبل الكسرة الأولى، وكانت أعلى القيم للصنف شام (4) يليه بحوث (6) وأقل القيم للصنف شام (10).

يبين الجدول (32) متوسط قيم الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة وبالترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

لم يلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط قيم الخواص الريولوجية عند الترطيب حتى 17% بطريقة ما قبل الكسرة الأولى وبمرحلة واحدة ما عدا مقاومة الشد (90)R5.

الجدول (32) متوسط قيم الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة وبالترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

ترطيب ما قبل الكسرة الأولى	الترطيب بمرحلة واحدة	طريقة الترطيب	
17	17	الرطوبة النهائية (%)	
64.7 ^a	66.8 ^{aX}	نسبة الماء الممتص (%)	
7 ^a	6 ^a	زمن التشكل (دقيقة)	
10 ^a	7 ^a	زمن الشبائية (دقيقة)	
135 ^a	96 ^a	رقم جودة الفارينوغراف	
39 ^a	72 ^a	قيمة ضعف العجين (و ب)	
166 ^a	168 ^a	45'	قابلية المط (مم)
155 ^a	160 ^a	90'	
149 ^a	156 ^a	135'	
469 ^a	336 ^a	45'	مقاومة الشد العظمى (و ب)
545 ^a	351 ^a	90'	
540 ^a	340 ^a	135'	
320 ^a	238 ^a	45'	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
377 ^b	241 ^a	90'	
387 ^a	251 ^a	135'	
111 ^a	83 ^a	45'	المساحة (سم ²)
113 ^a	84 ^a	90'	
114 ^a	77 ^a	135'	

X: في حال تشابه حرف في سطر واحد يعني عدم وجود فرق معنوي مهم، ($p \leq 0.05$).

3-2-3-2- أقماع الديوروم:

سنقوم بدراسة تأثير اختلاف طريقة الترطيب على الخواص الريولوجية لدقيق عينات أقماع الديوروم المدروسة، حيث تم دراسة خواص الفارينوغرام لدقيق أقماع الديوروم المرطبة حتى 17% على مرحلتين حيث تم إضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من انتهاء زمن

الاستراحة وكانت كما هو مبين في الجدول (29) وتمت مقارنتها مع قيم الفارينوغرام للدقيق الناتج عن عملية ترطيب العينات حتى 17% ولكن بمرحلة واحدة (الجدول (13)).

الجدول (33) قيم الفارينوغرام لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب بطريقتين مختلفتين

بحوث (9)		بحوث (7)		بحوث (5)		شام (1)		دوما (1)		
3	2	3	2	3	2	3	2	3**	2*	
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	طريقة الترطيب
71.2	73.3	71	73.2	74.5	76.7	71.5	72.9	72.9	72.9	الرطوبة النهائية (%)
2.5	2.0	1.8	1.9	2.5	2.2	2.0	1.8	2.0	2.1	نسبة الماء الممتص (%) ^A
3.3	2.1	0.7	1.0	1.7	1.6	1.2	1.1	1.4	1.6	زمن التشكل (د)
57	34	26	27	40	39	33	31	36	39	زمن الثباتية (د)
92	118	105	115	123	155	136	164	75	101	رقم جودة الفارينوغراف
										قيمة ضعف العجين (وب)

A: على أساس رطوبة 14%.

* : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.

** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع نسبة الماء الممتص عن الترطيب على مرحلتين حيث كانت أعلى قيمة امتصاصية للسنف بحوث (5) وأما أقل نسبة ماء ممتصة فكانت لدقيق السنف شام (1) ودوما (1) حيث تتأثر كمية الماء الممتصة بمحتوى البروتين ونسبة النشاء المتهتك (Farrand, 1964).

بينما ظهر توجه عام بانخفاض أزمنة التشكل ولم يظهر توجه بانخفاض أوقات أزمنة الثباتية عند الترطيب على مرحلتين، وكان أعلى أزمنة للسنفين بحوث (5) ودوما (1)، وأقل أزمنة لشام (1) وبحوث (7)، ولم يظهر توجه عام لرقم جودة الفارينوغراف حيث ارتفع عند الترطيب على مرحلتين للأصناف شام (1) وبحوث (5) وانخفض لباقي الأصناف.

أما قيمة ضعف العجين فظهر توجه عام بانخفاضها عند الترطيب على مرحلتين حيث تراوحت بين (164-101) وبقيت أعلى قيمة للسنف شام (1) وأقل قيمة للسنف دوما (1).

يبين الجدول (34) متوسط قيم الفارينوغرام لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة والمرطب بإضافة نصف الكمية في البداية والنصف الآخر قبل انتهاء زمن الاستراحة بساعتين.

لوحظ وجود فرق معنوي في زمن التشكل ولم يلاحظ وجود فروق معنوية في باقي قيم الفارينوغرام لدقيق عينات قمح الديوروم.

الجدول (34) متوسط قيم الفارينوغرام لدقيق عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% بطريقتين مختلفتين

طريقة الترطيب	1*	2**
رطوبة الطحن النهائية (%)	17	17
نسبة الماء الممتص (%)	73.62 ^a	73.80 ^a
زمن التشكل (دقيقة)	2.4 ^a	2.0 ^b
زمن الثباتية (دقيقة)	1.9 ^a	1.5 ^a
رقم جودة الفارينوغراف	39 ^a	34 ^a
قيمة ضعف العجين (و ب)	142 ^a	131 ^a
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.		
** : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.		

ويبين النصف الثاني من الجدول (33) قيم الفارينوغرام لدقيق أقماح الديوروم المرطبة حتى 18% بإضافة 1% من كمية الماء اللازمة قبل ساعتين من الكسرة الأولى وبمقارنة هذه النتائج مع قيم الفارينوغرام لدقيق أقماح الديوروم المرطب حتى 18% بمرحلة واحدة (الجدول (13)) نلاحظ ارتفاع نسبة الماء الممتص للصنف دوما (1) عند الترطيب ما قبل الكسرة الأولى بينما نلاحظ انخفاضها لباقي أصناف قمح الديوروم.

ولم يظهر توجه عام بانخفاض أوارتفاع كل من زمن التشكل وزمن الثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وكانت أعلى قيمة لقيم الفارينوغرام هذه للصنف بحوث (9) وأقل قيمة للصنف بحوث (7)، وبالنسبة لقيمة ضعف العجين انخفضت لجميع الأصناف ما عدا قيمة الضعف لدقيق شام (1) ارتفعت وكانت هي أعلى قيمة وكانت أقل قيمة ضعف عجين للصنف دوما (1) يليه بحوث (9).

لم يلاحظ وجود فرق معنوي بين متوسط قيم الفارينوغرام لعينات قمح الديوروم عند الترطيب حتى 18% بمرحلة واحدة وبالترطيب ب 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين كما هو مبين في الجدول (35).

الجدول (35) متوسط قيم الفارينوغرام لعينات قمع الديوروم المرطب حتى 18% بطريقتين مختلفتين

طريقة الترطيب	1*	3**
رطوبة الطحن النهائية (%)	18	18
نسبة الماء الممتص (%)	73.70 ^a	72.22 ^a
زمن التشكل (دقيقة)	2.0 ^a	2.2 ^a
زمن الثباتية (دقيقة)	1.6 ^a	1.7 ^a
رقم جودة الفارينوغراف	34 ^a	38 ^a
قيمة ضعف العجين (و ب)	121 ^a	106 ^a
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.		
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.		

3-3-3- تأثير طريقة الترطيب على جودة الطحن:

3-3-3-1- الأقماع الطرية:

تم تحديد جودة عملية الطحن تحت تأثير تغيير طريقة الترطيب لكل صنف من الأقماع الطرية وفقاً للمعايير الأربعة كما هو مبين في الجدول (36).

وبملاحظة قيمة كل من معايير جودة الطحن عند الترطيب حتى الرطوبة النهائية 16% بإضافة نصف كمية الماء قبل ساعتين من الطحن في الجدول (36) ومقارنتها مع قيم معايير جودة الطحن عند الترطيب حتى 16% بإضافة الماء بمرحلة واحدة (الجدول (15)).

نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند الترطيب حتى 16% على مرحلتين، ماعدا مؤشر قيمة الرماد للصنف شام (10) فحافظ على قيمته.

عند الترطيب حتى 16% على مرحلتين تميز الصنف بحوث (6) بأعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ويليها شام (4)، وأقل القيم كانت للصنف شام (10). أما أقل قيمة مؤشر قيمة الرماد كانت للصنف دوما (2) وأعلى قيمة كانت لبحوث (4). وعند الترطيب حتى 17% بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين (الجدول (36)) وبالمقارنة مع معايير جودة طحن الأقماع المرطبة حتى 17% بإضافة الماء بمرحلة واحدة (الجدول (15)) نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند الترطيب حتى 17% بطريقة ما قبل الكسرة الأولى، ما عدا مؤشر قيمة الرماد للصنف شام (10) حيث ازدادت قيمته.

الجدول (36) معايير جودة طحن عينات القمح الطري المرطب حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		الجودة
3	2	3	2	3	2	3	2	3**	2*	طريقة الترطيب
17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	الرطوبة النهائية (%)
71	71	68	68	67	65	71	70	66	68	جودة الطحن
65	65	61	60	60	59	65	64	60	62	تدرج الطحن
0.91	0.96	0.99	1.14	1.10	1.04	0.99	0.84	0.92	0.92	مؤشر قيمة الرماد
61	61	57	59	58	57	61	59	57	59	جودة الدقيق
* : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.										
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

من الجدول (37) الذي يبين متوسط ومعامل انحراف معايير جودة طحن عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة وبمرحلتين، نلاحظ أن متوسطات هذه المعايير عند الترطيب حتى 16% بمرحلتين كانت أخفض من المتوسطات عند الترطيب حتى 16% بمرحلة واحدة ولوحظ وجود فرق معنوي بين متوسطات كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق، وعند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير عند الترطيب حتى 16% على مرحلتين نلاحظ أن معامل الانحراف لمؤشر قيمة الرماد هو الأعلى لذا فإنه المعيار الذي يمكن بواسطته التمييز بين جودة طحن أصناف القمح الطري المرطبة بهذه الطريقة.

الجدول (37) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% بطريقتين مختلفتين

جودة الدقيق			مؤشر قيمة الرماد			تدرج الطحن			جودة الطحن			
معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	
0.01	0.89	65 ^a	0.07	0.074	1.10 ^a	0.03	1.82	67 ^a	0.02	1.64	75 ^a	1*
0.02	1.41	59 ^b	0.12	0.115	0.98 ^a	0.04	2.55	62 ^b	0.03	2.30	68 ^b	2**
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.												
** : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.												

ومنه يمكن القول أنه عند الترطيب حتى 16% بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية والنصف الآخر قبل الطحن بساعتين كان ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي:
شام (4)، دوما (2)، بحوث (6)، شام (10)، بحوث (4) على الترتيب.

ويبين الجدول (38) متوسط ومعامل انحراف معايير جودة طحن عينات القمح الطري المرطب حتى 17% بمرحلة واحدة وبالتطريب ما قبل الكسرة الأولى حيث نلاحظ أن متوسطات هذه المعايير عند التطريب حتى 17% بإضافة 1% قبل ساعتين من الطحن كانت أخفض منها عند التطريب حتى 17% بمرحلة واحدة.

ولوحظ وجود فرق معنوي بين متوسطات كل المعايير، وعند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير عند التطريب حتى 17% بإضافة 1% قبل ساعتين من الكسرة الأولى نلاحظ أن معامل الانحراف لمتوسط مؤشر قيمة الرماد كان الأعلى لذا فإنه المعيار الذي يمكن بواسطته التمييز بين جودة طحن أصناف القمح الطري المرطبة بهذه الطريقة، ومنه يمكن القول أنه عند التطريب حتى 17% بإضافة 1% قبل ساعتين من الكسرة الأولى كان ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: بحوث (6) ثم دوما (2) ويليه شام (4) وبحوث (4) ثم شام (10).

الجدول (38) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 17% بطريقتين مختلفتين

جودة الدقيق			مؤشر قيمة الرماد			تدرج الطحن			جودة الطحن			
معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	
0.03	1.82	63 ^a	0.09	0.102	1.11 ^a	0.03	2.07	66 ^a	0.03	2.19	74 ^a	1*
0.03	2.05	59 ^b	0.08	0.076	0.98 ^b	0.04	2.59	62 ^b	0.03	2.30	69 ^b	3**
* : التطريب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.												
** : التطريب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.												

2-3-3-3- أقماع الديوروم:

تم تحديد جودة عملية الطحن تحت تأثير تغيير طريقة الترتيب لكل صنف من أقماع الديوروم وفقاً للمعايير الأربعة كما هو مبين في الجدول (39)، حيث يبين الجدول قيمة كل من معايير جودة الطحن عند الترتيب حتى الرطوبة النهائية 17% بإضافة نصف كمية الماء في بداية عملية الترتيب وإضافة النصف الآخر قبل ساعتين من الطحن وستتم مقارنتها مع معايير جودة الطحن عند الترتيب حتى 17% بإضافة الماء بمرحلة واحدة (الجدول (16)).

الجدول (39) معايير جودة طحن عينات قمح الديوروم المرطب حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين.

بحوث (9)		بحوث (7)		بحوث (5)		شام (1)		دوما (1)		الجودة
3	2	3	2	3	2	3	2	3**	2*	طريقة الترتيب
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	الرطوبة النهائية (%)
64	62	60	56	63	62	61	60	62	64	جودة الطحن
56	54	53	49	54	54	53	53	53	56	تدرج الطحن
1.39	1.42	1.32	1.32	1.48	1.43	1.37	1.35	1.40	1.38	مؤشر قيمة الرماد
55	52	51	47	54	52	52	51	52	54	جودة الدقيق
* : الترتيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.										
** : الترتيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

ظهر توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق وارتفاع مؤشر قيمة الرماد عند الترتيب حتى 17% على مرحلتين، حيث تميز الصنف دوما (1) عند الترتيب حتى 17% على مرحلتين بأعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ويليه بحوث (9) وبحوث (5)، وأقل القيم كانت للصنف بحوث (7)، أما أقل قيمة مؤشر قيمة الرماد كانت للصنف بحوث (7) يليه شام (1) وأعلى قيمة كانت لبحوث (5).

وعند الترتيب حتى 18% بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين وبالمقارنة مع معايير جودة طحن الأقماع المرطبة حتى 18% بإضافة الماء بمرحلة واحدة (الجدول (16)) نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق وارتفاع مؤشر قيمة الرماد عند الترتيب حتى 18% بطريقة ما قبل الكسرة الأولى، ما عدا مؤشر قيمة الرماد للصنف بحوث (5) حيث حافظ على قيمته.

الجدول (40) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات قمح الديوروم المرطب حتى 17%
وبطريقتين مختلفتين

جودة الدقيق			مؤشر قيمة الرماد			تدرج الطحن			جودة الطحن			
معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	
0.04	2.17	58 ^a	0.03	0.047	1.47 ^a	0.04	2.30	58 ^a	0.04	2.45	67 ^a	1*
0.05	2.59	51 ^b	0.03	0.046	1.38 ^b	0.05	2.59	53 ^b	0.05	3.03	61 ^b	2**

* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.
** : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.

من الجدول (40) الذي يبين متوسط ومعامل انحراف معايير جودة طحن عينات قمح الديوروم المرطب حتى 17% بطريقتين، نلاحظ أن متوسطات جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند الترطيب حتى 17% بمرحلتين كانت أخفض من المتوسطات عند الترطيب حتى 17% بمرحلة واحدة، ولوحظ وجود فرق معنوي بين متوسطات كل من هذه المعايير، وعند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير عند الترطيب حتى 17% على مرحلتين نلاحظ أن تساوي معامل الانحراف لكل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق كما عند الترطيب بمرحلة واحدة ومنه يمكن القول أنه عند الترطيب حتى 17% بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية والنصف الآخر قبل الطحن بساعتين كان ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: دوما (1) يليه بحوث (5) وبحوث (9) يليه شام (1) ثم بحوث (7).

ومن الجدول (41) الذي يبين متوسط ومعامل انحراف معايير جودة طحن عينات قمح الديوروم المرطب حتى 18% بطريقتين نلاحظ انخفاض متوسطات جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق وارتفاع متوسط مؤشر قيمة الرماد عند الترطيب حتى 18% بإضافة 1% قبل ساعتين من الكسرة الأولى عنه عند الترطيب حتى 18% بمرحلة واحدة، ولوحظ وجود فرق معنوي بين متوسطات هذه المعايير ما عدا مؤشر قيمة الرماد، وعند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير عند الترطيب حتى 17% بإضافة 1% قبل ساعتين من الكسرة الأولى نلاحظ أن معامل الانحراف لمتوسط مؤشر قيمة الرماد كان الأعلى لذا فإنه المعيار الذي يمكن بواسطته التمييز بين جودة طحن أصناف القمح الطري المرطبة بهذه الطريقة، ومنه يمكن القول أنه عند الترطيب حتى 18% بإضافة 1% قبل ساعتين من الكسرة الأولى كان ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: بحوث (7) يليه شام (1) ثم بحوث (9) ثم دوما (1) يليه بحوث (5).

الجدول (41) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات قمح الديوروم المرطب حتى 18%
وبطريقتين مختلفتين

جودة الدقيق			مؤشر قيمة الرماد			تدرج الطحن			جودة الطحن			طريقة الترطيب
معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	
0.03	1.52	56 ^a	0.06	0.075	1.36 ^a	0.02	1.41	57 ^a	0.03	2.17	65 ^a	1*
0.03	1.64	53 ^b	0.04	0.058	1.39 ^a	0.02	1.30	53 ^b	0.03	1.58	62 ^b	3**

* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

3-3-4- تأثير طريقة الترطيب على نتائج الطحن:

3-3-4-1- الأقماع الطرية:

يبين الجدول (42) نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بإضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة وستتم مقارنتها مع نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% على مرحلة واحدة (الجدول (17)).

نلاحظ عند الترطيب على مرحلتين توجه عام بانخفاض مردود الكسرات عند الترطيب حتى 16% على مرحلتين بالمقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة ماعدا B1 و B2 للصنف بحوث (6) الذين ازدادا. وهما كذلك ارتفعا عند رفع الرطوبة النهائية حتى 17% بينما انخفض مردود باقي الكسرات، كما ظهر توجه عام بانخفاض مردود C1 وارتفاع مردود كل من C2 و C3 لكل أصناف القمح الطري عند الترطيب على مرحلتين.

وجدنا أقل مردود لدقيق الكسرات كان للصنف شام (10) وبحوث (4) الأقسى بين العينات وأعلى مردود كسرات كان للصنفين شام (4) وبحوث (6) الأكثر طراوة، بينما تراوح مردود مرحلة التنعيم C1 بين (42.37-45.73%) من نواتج الطحن، وكان أعلى مردود لـ C1 للصنف بحوث (6) يليه شام (4) وأقل مردود للصنف شام (10)، أما بالنسبة لـ C2 و C3 فكان أعلى مردود للصنف شام (10) وأقل مردود للصنف بحوث (6) يليه شام (4) على عكس C1.

وبملاحظة نتائج طحن أصناف القمح الطري المرطبة حتى 17% بإضافة 1% من كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من الكسرة الأولى كما هو مبين في الجدول (42) ومقارنتها مع نتائج طحن القمح الطري المرطبة عند نفس الشروط ولكن بمرحلة واحدة (انظر الجدول (17)).

الجدول (42) نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		
3	2	3	2	3	2	3	2	3**	2*	طريقة الترطيب
17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	الرطوبة النهائية (%)
5.89	5.41	3.66	3.82	3.82	3.31	6.05	5.12	4.53	4.67	B1 (%)
6.46	6.13	5.20	4.84	4.94	4.56	6.72	6.15	4.77	5.08	B2 (%)
1.82	1.60	1.62	1.14	1.49	1.35	1.86	1.43	1.32	1.34	B3 (%)
16.05	16.59	15.89	15.70	16.05	15.70	15.99	16.23	16.88	14.83	النخالة الخشنة (%)
69.78	70.27	73.63	74.50	73.69	75.08	69.39	71.06	72.51	74.08	نسبة السميد (%)
45.06	45.73	41.99	42.37	40.64	39.25	45.39	45.42	40.82	42.39	C1 (%)
9.46	9.38	11.14	10.83	11.53	11.32	8.57	8.90	10.05	9.98	C2 (%)
2.78	3.62	4.01	5.13	4.58	5.75	3.21	3.77	4.57	5.30	C3 (%)
12.48	11.63	16.21	16.13	16.75	18.69	12.22	13.51	17.07	16.37	النخالة الناعمة (%)
* : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.										
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

نلاحظ عند استخدام طريقة الترطيب ما قبل الكسرة الأولى توجه عام بانخفاض مردود الكسرات بالمقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة إلى نفس الرطوبة النهائية ماعدا مردود B1 و B2 للسنف بحوث (6) الذين ازدادوا، كما ظهر مع الترطيب بـ 1% قبل الكسرة الأولى توجه عام بانخفاض مردود C1 و C2 وارتفاع مردود C2 لكل أصناف القمح الطري.

وجدنا أقل مردود B1 كان لشام (10) وبحوث (4) الأقسى بين العينات، وأقل مردود B2 و B3 كان لدوما (2) وشام (10)، وأعلى مردود كسرات كان للسنفين شام (4) وبحوث (6) الأكثر طراوة، ويمثل مردود مرحلة التنعيم C1 حوالي 40-45% من نواتج الطحن، وكان أعلى مردود لـ C1 للسنف شام (4) يليه بحوث (6) وأقل مردود للسنف شام (10)، أما بالنسبة لـ C2 و C3 فكان أعلى مردود للسنف شام (10) وأقل مردود للسنف شام (4) يليه بحوث (6).

الجدول (43) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بطريقتين مختلفتين

طريقة الترتيب	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	نسبة السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
1*	4.94 ^a	5.79 ^a	1.81 ^a	14.23 ^a	73.22 ^a	51.58 ^a	9.11 ^a	2.37 ^a	10.25 ^a
2**	4.47 ^a	5.35 ^a	1.37 ^b	15.81 ^b	73.00 ^a	43.03 ^b	10.00 ^a	4.71 ^b	15.27 ^b

* : الترتيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.
 ** : الترتيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.

يبين الجدول (43) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بمرحلة واحدة وبمرحلتين، حيث نلاحظ انخفاض متوسط مردود مراحل الكسرات ومردود السميد والذي ترافق مع ارتفاع نسبة النخالة الخشنة عند الترتيب على مرحلتين وكذلك انخفاض مردود C1 بينما ازداد متوسط مردود C2 و C3 ونسبة النخالة الناعمة. ولوحظ وجود فرق معنوي في متوسط مردود B3 و C1 و C3 ومتوسط نسبة كل من النخالة الخشنة والنخالة الناعمة.

يبين الجدول (44) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 17% بمرحلة واحدة وبطريقة الترتيب ما قبل الكسرة الأولى، حيث نلاحظ انخفاض متوسط مردود السميد ومتوسط مردود مراحل الكسرات وارتفاع متوسط مردود النخالة الخشنة، وبالنسبة لمراحل التنعيم نلاحظ انخفاض متوسط مردود C1 و C2 عند الترتيب ما قبل الكسرة الأولى بينما ازداد متوسط مردود C3. ولوحظ وجود فرق معنوي في متوسط مردود C1 فقط ومتوسط مردود كل من النخالة الخشنة والناعمة.

الجدول (44) متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 17% بطريقتين مختلفتين

طريقة الترتيب	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	نسبة السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
1*	4.94 ^a	5.92 ^a	1.71 ^a	15.31 ^a	72.11 ^a	48.53 ^a	10.72 ^a	3.04 ^a	9.85 ^a
3**	4.79 ^a	5.62 ^a	1.62 ^a	16.17 ^b	71.80 ^a	42.78 ^b	10.24 ^a	3.83 ^a	14.95 ^b

* : الترتيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.
 ** : الترتيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

3-3-4-2- أقماح الديوروم:

يبين الجدول (45) نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% على مرحلتين حيث تم إضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة وبمقارنتها مع نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% على مرحلة واحدة (الجدول (19)).

نلاحظ عند الترطيب حتى 17% بإضافة نصف كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من انتهاء زمن الاستراحة ظهور توجه عام بانخفاض مردود الكسرات مقارنةً مع الترطيب بمرحلة واحدة. كما نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض مردود C1 و C2 وازدياد مردود C3 لكل أصناف قمح الديوروم.

وجدنا أعلى مردود لـ B1 كان للصنف شام (1) ويليهِ بحوث (7) الأقسى بين العينات وأقل كان للصنف بحوث (5) الأقل قساوة، أما بالنسبة لـ B2 فكان أعلى مردود للصنف بحوث (9) وأقل مردود للصنف بحوث (7) وأما بالنسبة لـ B3 فكان أعلى مردود للصنف دوما (1) وأقل مردود للصنف بحوث (7) ويليهِ بحوث (5).

الجدول (45) نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى رطوبتين مختلفتين وبطريقتين مختلفتين

بحوث (9)		بحوث (7)		بحوث (5)		شام (1)		دوما (1)		
3	2	3	2	3	2	3	2	3**	2*	طريقة الترطيب
18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	الرطوبة النهائية
1.73	1.78	2.35	1.87	1.77	1.63	2.14	2.06	1.70	1.70	B1 (%)
2.90	2.88	2.95	2.24	2.99	2.64	2.76	2.85	1.75	2.72	B2 (%)
0.91	0.75	0.81	0.55	0.93	0.63	0.81	0.75	0.86	0.77	B3 (%)
13.58	15.50	13.68	13.50	15.56	14.95	21.70	12.62	18.59	14.88	النخالة الخشنة (%)
80.32	79.84	80.63	81.61	78.73	79.39	72.72	81.97	77.05	79.92	نسبة السميد (%)
41.44	37.50	34.82	30.95	37.71	37.16	35.35	36.14	33.69	35.17	C1 (%)
11.96	12.25	13.51	12.38	14.22	13.12	12.50	12.46	23.87	14.29	C2 (%)
5.88	7.35	6.30	8.17	5.85	8.12	7.66	7.45	6.12	6.40	C3 (%)
25.69	28.21	22.85	24.13	23.21	23.28	13.44	24.82	23.39	24.19	النخالة الناعمة (%)
* : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.										
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

بينما تراوح مردود مرحلة التتعيم C1 بين 30.95-37.50% من نواتج الطحن، وكان أعلى مردود لـ C1 للصنف بحوث (9) يليه بحوث (5) وأقل مردود للصنف بحوث (7)، أما بالنسبة لـ C2 فكان أعلى مردود للصنف دوما (1) وأقل مردود للصنف بحوث (9)، وأعلى مردود لـ C3 كان للصنف بحوث (7) وأقل مردود لدوما (1).

وبملاحظة نتائج طحن أصناف قمح الديوروم المرطبة حتى 18% بإضافة 1% من كمية الماء اللازمة للترطيب قبل ساعتين من الكسرة الأولى كما هو مبين في الجدول (45) ومقارنتها مع نتائج طحن قمح الديوروم المرطبة عند نفس الشروط ولكن بمرحلة واحدة (انظر الجدول (19)).

نلاحظ عند استخدام طريقة الترطيب ما قبل الكسرة الأولى لأصناف قمح الديوروم توجه عام بانخفاض مردود الكسرات بالمقارنة مع الترطيب بمرحلة واحدة إلى نفس الرطوبة النهائية. كما نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض مردود C3 ولم يظهر توجه بانخفاض أو ارتفاع C1 و C2.

وجدنا أعلى مردود لـ B1 كان للصنف بحوث (7) ويليه شام (1) الأقسى بين العينات وأقل كان للصنف دوما (1) الأقل قساوة، أما بالنسبة لـ B2 و B3 فكان أعلى مردود للصنف بحوث (5) وأقل مردود B2 للصنف دوما (1) وأقل مردود B3 فكان لشام (1) وبحوث (7). تراوح مردود مرحلة التتعيم C1 بين 33.69-41.44% من نواتج الطحن، وكان أعلى مردود لـ C1 للصنف بحوث (9) يليه بحوث (5) وأقل مردود للصنف دوما (1)، أما بالنسبة لـ C2 فكان أعلى مردود للصنف دوما (1) وأقل مردود للصنف بحوث (9)، وكان أعلى مردود لـ C3 لشام (1) وأقل مردود لبحوث (5).

يبين الجدول (46) متوسط نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% بمرحلة واحدة وبمرحلتين، حيث لوحظ وجود فرق معنوي في متوسط مردود مراحل الكسرات ومتوسط مردود مرحلة التتعيم C2 وكذلك وجد فرق معنوي بين متوسطات نسبتي النخالة الخشنة والنخالة الناعمة.

الجدول (46) متوسط نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 17% وبطريقتين مختلفتين

طريقة الترطيب	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	نسبة السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
1*	2.64 ^a	3.26 ^a	0.91 ^a	11.72 ^a	81.47 ^a	38.94 ^a	15.49 ^a	6.96 ^a	20.07 ^a
2**	1.81 ^b	2.67 ^b	0.69 ^b	14.29 ^b	80.55 ^a	35.42 ^a	12.90 ^b	7.30 ^a	23.67 ^b

*: الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.

** : الترطيب بإضافة نصف كمية الماء اللازمة في البداية وإضافة النصف الثاني قبل ساعتين من الطحن.

يبين الجدول (47) متوسط نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 18% بمرحلة واحدة وبطريقة الترطيب ما قبل الكسرة الأولى، حيث نلاحظ انخفاض متوسط مردود مراحل الكسرات ومتوسط مردود مراحل التنعيم عند الترطيب ما قبل الكسرة الأولى، ولوحظ وجود فرق معنوي في متوسط مردود B3 فقط.

الجدول (47) متوسط نتائج طحن أقماح الديوروم المرطبة حتى 18% وبطريقتين مختلفتين

طريقة الترطيب	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
1*	2.10 ^a	3.12 ^a	1.06 ^a	13.67 ^a	80.07 ^a	37.60 ^a	15.71 ^a	7.38 ^a	19.36 ^a
3**	1.95 ^a	2.67 ^a	0.87 ^b	16.62 ^a	77.89 ^a	36.60 ^a	15.21 ^a	6.36 ^a	21.72 ^a

* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.
 ** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

3-4- تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على الدقيق المنتج من الأقماح الطرية:

بعد دراسة تأثير الرطوبة النهائية لعملية الترطيب وطريقة الترطيب على دقيق عينات القمح المدروسة سنقوم بدراسة تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على الدقيق المنتج حيث سنستخدم ماء بدرجة حرارة 40°م وعند درجة حرارة الجو 25°م.

حيث تثبتت زمن الاستراحة عند 24 ساعة وتم اختيار الرطوبة النهائية 16% للأقماح الطرية.

وتم اختبار طريقتي الترطيب الأولى (إضافة كمية الماء اللازمة للترطيب بمرحلة واحدة) والثالثة (إضافة 1% من كمية الماء اللازمة قبل الكسرة الأولى بساعتين).

3-4-1- تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج:

تم ترطيب الأقماح الطرية حتى 16% بإضافة ماء ذو درجة حرارة 40°م على مرحلة واحدة وتمت عملية المزج ضمن جهاز الترطيب لمدة (15) دقيقة، قمنا بدراسة خواص الدقيق الناتج عن طحن هذه العينات وبين الجدول (48) نسب الاستخراج وخواص الدقيق الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية.

الجدول (48) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م.

بحوث (6)	بحوث (4)	شام (10)	شام (4)	دوما (2)		
70.6	66.7	65.6	72.6	72.8	نسب الاستخراج (%)	
11.27	12.62	11.35	12.81	11.88	الرطوبة (%)	
0.70	0.81	0.68	0.63	0.72	الرماد (%) ^A	
89.11	88.49	89.02	89.19	89.31	L*	الدرجة اللونية ^B
0.35	0.32	0.17	0.32	0.24	a *	
9.65	10.04	9.43	9.62	9.35	b *	

وبملاحظة هذه النتائج ومقارنتها مع خواص الدقيق الناتج عن طحن عينات القمح الطري المرطبة حتى الرطوبة النهائية ذاتها 16% وبإضافة ماء ذو درجة حرارة 15°م بمرحلة واحدة في بداية الترتيب (انظر الجدول (7)).

نلاحظ عند الترتيب بماء 40°م بدلاً من ماء 15°م عند نفس الشروط ظهور توجه عام بانخفاض نسبة الاستخراج لجميع أصناف القمح الطري بنسبة (4-8%) والذي ترافق مع انخفاض في نسبة الرماد بمقدار (0.1-0.2%)، ونلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض رطوبة الدقيق الناتج وهذا يعود إلى درجة فقد الحاصل نتيجة حرارة الجو وتبخر الماء في جو مغلق.

وعلى الرغم من انخفاض نسبة استخراج بقية أعلى نسبة للصنف دوما (2) وشام (4) وبحوث (6) وأما أقل نسبة استخراج فبقية للصنف شام (10)، وكانت أعلى رطوبة دقيق للصنف شام (4) وأقل رطوبة للصنف بحوث (6) يليه دوما (2).

بينما تراوحت نسبة الرماد بين (0.63-0.81%) حيث بقيت أعلى نسبة رماد لدقيق الصنف بحوث (4) على الرغم من عدم تميزه بأعلى نسبة استخراج وهذا عائد إلى نسبة رماد عينة القمح المرتفعة ويليها دوما (2) ذو أعلى نسبة استخراج، أما أقل نسبة رماد فكانت لدقيق الصنف شام (4) يليه الصنف شام (10) ذو أخفض نسبة رماد قمح وأقل نسبة استخراج.

تراوحت قيم اللعان بين (88.49-89.31) وقيم الاصفرار بين (9.35-10.04) حيث كانت أعلى قيمة لعان وأقل قيمة اصفرار لدقيق الصنف دوما (2) وكانت أقل قيمة لعان وأعلى قيمة اصفرار للصنف بحوث (4) بسبب محتواه الأعلى من الرماد.

الجدول (49) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 15°م و 40°م.

درجة الحرارة	نسبة الاستخراج %	رطوبة الدقيق %	نسبة الرماد %	L*	a*	b*
15°م	75.6 ^a	13.96 ^a	0.83 ^a	91.02 ^a	0.49 ^a	9.84 ^a
40°م	69.7 ^b	11.99 ^b	0.71 ^b	89.02 ^b	0.28 ^b	9.62 ^a

نلاحظ عند الترطيب بماء ساخن بمرحلة واحدة ظهور توجه عام بانخفاض قيم كل من اللمعان والاصفرار لدقيق الأقماع الطرية مقارنة بالترطيب البارد عند نفس الشروط.

ويبين الجدول (49) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 15°م و 40°م، حيث نلاحظ وجود انخفاض معنوي في متوسط كل من نسبة الاستخراج ونسبة الرماد ومحتوى رطوبة الدقيق ومتوسط لمعان الدقيق.

أنقص الترطيب الساخن متوسط نسبة الاستخراج لدقيق أصناف القمح الطري السوري بشكل معنوي بنسبة 5.9% والذي ترافق مع انخفاض متوسط نسبة الرماد بشكل معنوي بمقدار 0.12%، كما نلاحظ وجود فرق معنوي في متوسط رطوبة الدقيق ولمعانه.

الجدول (50) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى عند درجة الحرارة 40°م.

نسب الاستخراج (%)	دوما (2)	شام (4)	شام (10)	بحوث (4)	بحوث (6)
68.7	70.0	62.7	65.5	67.9	
الرطوبة (%)	14.57	14.58	14.43	14.72	14.56
الرماد (%) ^A	0.63	0.57	0.61	0.70	0.63
الدرجة اللونية ^B	L*	89.20	89.21	88.73	88.95
	a*	0.23	0.24	0.39	0.43
	b*	9.81	9.67	10.68	10.18

وباستخدام الترطيب الساخن تم استخدام طريقة الترطيب بـ 1% قبل الكسرة الأولى حتى الرطوبة النهائية 16% وبين الجدول (50) الخواص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج للدقيق الناتج وستتم مقارنتها مع خواص الدقيق الناتج عن الترطيب الساخن للعينات بنفس الشروط ولكن بمرحلة واحدة (الجدول (48)) لدراسة تأثير اختلاف طريقة الترطيب باستخدام الماء الساخن على الدقيق المنتج.

نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض نسب الاستخراج ونسب الرماد عند استخدام الترطيب ما قبل الكسرة الأولى، ونلاحظ ازدياد قيمة اللعان والاصفرار عند الترطيب ما قبل الكسرة الأولى لجميع العينات ماعدا الصنف بحوث (6) حيث انخفضت قيمة اللعان والاصفرار لدقيقه عند الترطيب الساخن ما قبل الكسرة الأولى عنه عند الترطيب الساخن بمرحلة واحدة.

وبين الجدول (51) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بالطريقتين، حيث نلاحظ وجود فرق معنوي بين الطريقتين في رطوبة الدقيق الناتج فقط.

الجدول (51) متوسط الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية ونسب الاستخراج لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بطريقتين مختلفتين

b*	a*	L*	نسبة الرماد %	رطوبة الدقيق %	نسبة الاستخراج %	طريقة الترطيب
9.62 ^a	0.28 ^a	89.02 ^a	0.71 ^a	11.99 ^a	69.7 ^a	الأولى (إضافة الماء بمرحلة واحدة)
9.97 ^a	0.30 ^a	89.04 ^a	0.63 ^a	14.57 ^b	67.0 ^a	الثالثة (إضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين)

3-4-2- تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على الخصائص الريولوجية:

تمت مقارنة الخواص الريولوجية لدقيق العينات المرطبة حتى 16% بماء 40°م بمرحلة واحدة (الجدول (52)) مع خواص دقيق العينات المرطبة حتى 16% بماء 15°م بمرحلة واحدة (الجدول (11)) لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع نسبة الماء الممتص لدقيق عينات القمح الطري عند الترطيب حتى 16% بماء 40°م بدلاً من ماء 15°م، حيث ازدادت كمية الماء الممتص للصنف دوما (2) وثبتت لدقيق بحوث (4) وانخفضت لباقي الأصناف.

الجدول (52) الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة 40 °م بطريقتين مختلفتين

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		
3	1	3	1	3	1	3	1	3**	1*	
61.4	64.6	67.1	68.2	66.4	68.3	63.0	62.6	64.3	63.4	نسبة الماء الممتص (%) ^A
7.0	9.0	11.0	8.7	4.0	3.7	7.7	7.8	1.8	2.9	زمن التشكل (د)
9.1	12.1	16.7	16	5.3	4.1	10.1	10.1	6.1	8.8	زمن الثباتية (د)
104	165	200	200	77	59	111	121	83	105	رقم جودة الفارينوغراف
78	30	18	20	58	72	71	35	34	24	قيمة ضعف العجين (و ب)
174	200	176	190	131	123	188	192	130	150	قابلية المط (مم)
160	193	167	170	126	116	158	170	131	130	
132	173	162	183	123	122	158	167	122	122	
750	580	405	389	258	262	635	600	343	360	مقاومة الشد العظمى (و ب)
961	712	520	560	278	307	683	670	373	320	
950	720	575	543	262	282	730	730	330	270	
450	338	270	267	230	237	390	360	290	272	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
560	408	350	355	250	280	441	418	305	265	
570	420	400	320	240	265	450	430	300	240	
168	160	100	100	46	49	160	153	65	85	المساحة (سم ²)
188	182	120	122	48	55	143	145	72	60	
158	161	122	136	45	54	148	155	64	54	
A: على أساس رطوبة 14%.										
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.										
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

كما ظهر توجه عام بارتفاع كل من زمن التشكل وزمن الثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وانخفاض قيمة الضعف بشكل ملحوظ لجميع أصناف القمح الطري عند استخدام الماء الساخن.

فعند الترطيب بماء 40 °م حتى 16% بمرحلة واحدة تميز الصنفان بحوث (4) وبحوث (6) بأعلى قيم زمن تشكّل وثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وأقل قيم لضعف العجين، أما الصنف دوما (2) فقد

تميز بأخفض زمن تشكل 2.9 دقيقة وكذلك الصنف شام (10) حيث كان له 3.7 دقيقة، وتميز الصنف شام (10) بأخفض زمن ثباتية 4.1 دقيقة وأقل رقم جودة فارينوغراف وأعلى قيمة لضعف العجين.

كما نلاحظ أن دقيق الصنف بحوث (4) هو أفضل خواص فارينوغرام فقد تميز بأعلى نسبة ماء ممتص وأعلى زمن ثباتية كما وأقل قيمة ضعف العجين وكان له زمن تشكل عال، كما كان رقم جودة الفارينوغراف هو الأعلى وقيمه 200.

عند التدقيق في قيم الاكستنسوغرام لدقيق العينات في الجدول (52) ومقارنتها مع مثيلتها عند الترطيب بماء 15°م (الجدول (11)) لوحظ ظهور توجه عام بارتفاع قيم كل من مقاومة الشد عند 5 سم ومقاومة الشد العظمى و المساحة عند كل الأزمنة، ولكن لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع قابلية المط، وكانت أعلى القيم عند الترطيب الساخن للصنف شام (4) ويليه بحوث (6) وأقل القيم للصنف شام (10) يليه دوما(2).

كما تمت المقارنة بين الخواص الريولوجية لدقيق العينات المرطبة بطريقتين مختلفتين حتى 16% بماء 40°م (الجدول (52))، الطريقة الأولى بإضافة الماء بمرحلة واحدة والثانية بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع نسبة الماء الممتص لدقيق عينات القمح الطري عند اختلاف طريقة الترطيب حتى 16% بماء 40°م كما لم يظهر توجه عام بانخفاض أو ارتفاع كل من زمن التشكل وزمن الثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وقيمة الضعف.

حيث تميز الصنفان بحوث (4) بأعلى قيم زمن تشكل وثباتية ورقم جودة الفارينوغراف وأقل قيم لضعف العجين عند الترطيب قبل الكسرة الأولى بماء 40°م، أما الصنف دوما (2) فقد تميز بأخفض زمن تشكل 1.8 دقيقة وكذلك الصنف شام (10) حيث كان له 4.0 دقيقة، وتميز الصنف شام (10) بأخفض زمن ثباتية 5.3 دقيقة وكذلك دوما (2) 6.1 دقيقة وتميزا بأقل رقم جودة فارينوغراف، أما أعلى قيمة لضعف العجين فكانت للصنف بحوث (6) ويليه شام (4).

ونلاحظ عند المقارنة بين قيم الاكستنسوغرام عدم ظهور توجه عام بانخفاضها أو ارتفاعها وبشكل عام كانت متقاربة جداً.

يبين الجدول (53) متوسط قيم الخواص الريولوجية لعينات القمح الطري المرطبة حتى 16% بمرحلة واحدة عند 15 و 40 درجة مئوية. حيث لوحظ وجود فرق معنوي في متوسط قيمة ضعف العجين فقط.

الجدول (53) متوسط الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بمرحلة واحدة عند درجتي حرارة مختلفتين

40	15	درجة حرارة ماء الترطيب (م°)	
65.4 ^a	66.4 ^a	نسبة الماء الممتص (%)	
6.1 ^a	5.0 ^a	زمن التشكل (دقيقة)	
10.2 ^a	6.0 ^a	زمن الثباتية (دقيقة)	
130 ^a	90 ^a	رقم جودة الفارينوغراف	
36 ^b	73 ^a	قيمة ضعف العجين (و ب)	
171 ^a	174 ^a	45'	قابلية المط (مم)
156 ^a	175 ^a	90'	
153 ^a	177 ^a	135'	
438 ^a	285 ^a	45'	مقاومة الشد العظمى (و ب)
514 ^a	287 ^a	90'	
509 ^a	269 ^a	135'	
295 ^b	197 ^a	45'	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
345 ^b	198 ^a	90'	
355 ^b	188 ^a	135'	
109 ^a	73 ^a	45'	المساحة (سم ²)
113 ^a	77 ^a	90'	
112 ^a	69 ^a	135'	

وبالنسبة لقيم الاكستنسوغرام فقد لوحظ وجود فرق معنوي في متوسط مقاومة الشد عند 5 سم عند جميع الأزمنة، ولم يلاحظ أي تأثير هام معنوياً على متوسط باقي قيم الاكستنسوغرام.

كما يبين الجدول (54) متوسط قيم الخواص الريولوجية لعينات القمح الطري المرطبة بطريقتين مختلفتين حتى 16% عند 40 درجة مئوية.

نلاحظ عند ترطيب القمح الطري بماء 40°م بطريقة ما قبل الكسرة الأولى ومقارنة مع الترطيب بإضافة الماء بمرحلة واحدة عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات قيم الفارينوغرام والاكستنسوغرام.

الجدول (54) متوسط الخواص الريولوجية لدقيق عينات القمح الطري المرطب حتى 16% بماء درجة حرارته 40° م بطريقتين مختلفتين

3**	1*	طريقة الترطيب	
64.4 ^a	65.4 ^a	نسبة الماء الممتص (%)	
6.3 ^a	6.1 ^a	زمن التشكل (دقيقة)	
8.6 ^a	10.2 ^a	زمن الثباتية (دقيقة)	
106 ^a	130 ^a	رقم جودة الفارينوغراف	
52 ^a	36 ^a	قيمة ضعف العجين (و ب)	
160 ^a	171 ^a	45'	قابلية المط (مم)
148 ^a	156 ^a	90'	
139 ^a	153 ^a	135'	
478 ^a	438 ^a	45'	مقاومة الشد العظمى (و ب)
563 ^a	514 ^a	90'	
569 ^a	509 ^a	135'	
326 ^a	295 ^a	45'	مقاومة الشد عند مسافة 5 سم (و ب)
381 ^a	345 ^a	90'	
392 ^a	355 ^a	135'	
108 ^a	109 ^a	45'	المساحة (سم ²)
114 ^a	113 ^a	90'	
107 ^a	112 ^a	135'	
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.			
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.			

3-4-3- تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على جودة الطحن:

تم تحديد جودة عملية الطحن لكل صنف من الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40° م بمرحلة واحدة وبالترطيب قبل الكسرة الأولى وفقاً لأربعة معايير كما هو مبين في الجدول (55).
ولدراسة تأثير اختلاف درجة حرارة ماء الترطيب على جودة الطحن ستم مقارنة معايير جودة طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40° م بمرحلة واحدة في الجدول (55) مع

معايير جودة طحن هذه الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بمرحلة واحدة عند درجة الحرارة 15°م (الجدول (15)).

الجدول (55) معايير جودة طحن عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بمرحلة واحدة وبالترطيب قبل الكسرة الأولى

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		الجودة
3	1	3	1	3	1	3	1	3**	1*	طريقة الترتيب
68	70	65	66	63	65	70	72	68	72	جودة الطحن
62	64	59	59	57	59	64	66	62	66	تدرج الطحن
0.93	0.99	1.07	1.21	0.97	1.04	0.81	0.87	0.92	0.99	مؤشر قيمة الرماد
58	62	55	58	53	58	59	63	58	64	جودة الدقيق
* : الترتيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.										
** : الترتيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

ظهر توجه عام بانخفاض كل من جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند الترتيب بالماء الساخن بدلاً من الماء، ما عدا مؤشر قيمة الرماد للصنف شام (10) بقيت كما هي.

وبقي الصنف دوما (2) متميزاً بأعلى قيمة لجودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ويليه شام (4) ثم بحوث (6)، وأقل القيم كانت للصنفين شام (10) وبحوث (4). أما أقل قيمة مؤشر قيمة الرماد كانت للصنف شام (4) يليه دوما (2) وبحوث (6) وأعلى قيمة بقيت لبحوث (4).

يبين الجدول (56) متوسط معايير جودة طحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطبة حتى 16% بمرحلة واحدة عند 15°م و 40°م.

الجدول (56) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطبة حتى 16% بمرحلة واحدة عند 15°م و 40°م

جودة الطحن			مؤشر قيمة الرماد			تدرج الطحن			جودة الدقيق		
المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الانحراف	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الانحراف	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الانحراف	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الانحراف
75 ^a	1.64	0.02	1.10 ^a	0.074	0.07	67 ^a	1.82	0.03	65 ^a	0.89	0.01
69 ^b	3.32	0.05	1.02 ^a	0.123	0.12	63 ^b	3.56	0.06	61 ^b	2.83	0.05

نلاحظ أن متوسطات جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند الترتيب بماء ساخن حتى 16% بمرحلة واحدة كانت أخفض من المتوسطات عند الترتيب بماء بارد إلى نفس الرطوبة وبمرحلة واحدة، ولوحظ وجود فرق معنوي بين متوسطات هذه المعايير ماعدا متوسطات مؤشر قيمة الرماد فلم يوجد فرق معنوي بينهما.

ونلاحظ عند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير أن معامل الانحراف لمؤشر قيمة الرماد هو الأعلى عند الترتيب بالماء الساخن لذا فإنه المعيار الذي بواسطته سيتم التمييز بين جودة طحن أصناف القمح الطري المرطبة بالماء الساخن ، ومنه يمكن القول أنه عند الترتيب حتى 16% بماء 40°م بمرحلة واحدة كان ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: شام (4) ثم دوما (2) وبحوث (6) يليه شام (10) ثم بحوث (4) على الترتيب.

ولدراسة تأثير اختلاف طريقة الترتيب عند درجة الحرارة 40°م تمت المقارنة بين معايير جودة الطحن لدقيق الاقمح الطرية المرطبة بطريقتين مختلفتين حتى 16% بماء 40°م (الجدول (55))، الطريقة الأولى بإضافة الماء بمرحلة واحدة والثانية بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

لوحظ انخفاض المعايير عند الترتيب ما قبل الكسرة الأولى عنه عند الترتيب بمرحلة واحدة وهذا عائد إلى التوجه العام بانخفاض نسبة الاستخراج ونسبة الرماد عند استخدام الترتيب ما قبل الكسرة الأولى بماء 40°م بدلاً من مرحلة واحدة بماء 40°م.

كان الصنف شام (4) أفضل العينات جودة و أقلها قيمة لمؤشر قيمة الرماد عند استخدام الترتيب ما قبل الكسرة الأولى بماء 40°م يليه دوما (2) وبحوث (6) وأقل العينات جودة كان الصنف شام (10) يليه بحوث (4)، وأعلى قيمة لمؤشر قيمة الرماد كانت لبحوث (4) يليه شام (10).

يبين الجدول (57) متوسط معايير جودة طحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطبة حتى 16% بماء ساخن 40°م بالطريقتين السابقتين.

نلاحظ أن متوسطات جودة الطحن وتدرج الطحن وجودة الدقيق ومؤشر قيمة الرماد عند الترتيب بماء ساخن حتى 16% بطريقة ما قبل الكسرة الأولى كانت أخفض من المتوسطات عند الترتيب بنفس الشروط ولكن بمرحلة واحدة.

ولكن لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين متوسطات هذه المعايير ماعدا متوسطات جودة الدقيق حيث وجد فرق معنوي وهذا عائد إلى الاختلاف الواضح في رطوبة الدقيق الناتج عن كلا عمليتي الترتيب.

الجدول (57) متوسط معايير جودة الطحن ومعامل الانحراف لعينات القمح الطري المرطب حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بطريقتين مختلفتين

جودة الدقيق			مؤشر قيمة الرماد			تدرج الطحن			جودة الطحن			
معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	معامل الانحراف	الانحراف المعياري	المتوسط	
0.05	2.83	61 ^a	0.12	0.123	1.02 ^a	0.06	3.56	63 ^a	0.05	3.32	69 ^a	1*
0.04	2.51	57 ^b	0.10	0.094	0.94 ^a	0.05	2.77	61 ^a	0.05	3.13	67 ^a	3**
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.												
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.												

ونلاحظ عند احتساب معامل الانحراف لهذه المعايير أنّ معامل الانحراف لمؤشر قيمة الرماد هو الأعلى عند الترطيب بطريقة ما قبل الكسرة الأولى بالماء الساخن لذا فإنه المعيار الذي بواسطته سيتم التمييز بين جودة طحن أصناف القمح الطري المرطبة، ومنه يمكن القول أنه عند الترطيب حتى 16% بماء 40°م بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين كان ترتيب العينات من الأفضل جودة طحن إلى الأقل كما يلي: شام (4) ثم دوما (2) وبحوث (6)، شام (10)، بحوث (4) على الترتيب، وهو نفس الترتيب عند الترطيب بماء ساخن بمرحلة واحدة.

3-4-4- تأثير درجة حرارة ماء الترطيب على نتائج الطحن:

لدراسة تأثير اختلاف درجة حرارة ماء الترطيب على نتائج الطحن ستتم مقارنة نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% عند درجة الحرارة 40°م بمرحلة واحدة في الجدول (58) مع نتائج طحن هذه الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بمرحلة واحدة عند درجة الحرارة 15°م (الجدول (17)).

نلاحظ عند الترطيب بماء 40°م بدلاً من ماء 15°م ظهور توجه عام بارتفاع مردود B2 بينما لم يظهر توجه بارتفاع أو انخفاض B1 و B3. كما ظهر توجه عام بارتفاع مردود النخالة الخشنة والذي ترافق مع انخفاض نسبة السميد وبالنسبة لمراحل التنعيم نلاحظ ظهور توجه عام بانخفاض مردود C1 وارتفاع مردود C3 وارتفاع نسبة النخالة الناعمة بينما لم يظهر توجه بانخفاض أو ارتفاع C2.

بقي أقل مردود لدقيق الكسرات كان للصنف شام (10) وبحوث (4) الأقسى بين العينات وأعلى مردود كسرات كان للصنفين شام (4) وبحوث (6) الأكثر طراوة، بينما تراوح مردود مرحلة التنعيم C1 بين (42.37-45.73%) من نواتج الطحن، وكان أعلى مردود لـ C1 للصنف دوما (2) وأقل مردود للصنف شام (10)، أما بالنسبة لـ C2 و C3 فكان أعلى مردود للصنف شام (10) وأقل مردود للصنف شام (4).

الجدول (58) نتائج طحن عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند 40°م بمرحلة واحدة وبالترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

بحوث (6)		بحوث (4)		شام (10)		شام (4)		دوما (2)		
3	1	3	1	3	1	3	1	3**	1*	طريقة الترطيب
5.25	5.91	3.26	3.93	3.33	3.83	5.60	6.07	4.56	5.71	B1 (%)
6.22	7.03	5.11	5.79	4.89	5.34	6.69	7.50	5.08	6.09	B2 (%)
1.74	1.97	1.75	1.97	1.50	1.50	1.86	1.88	1.34	2.07	B3 (%)
17.98	16.38	17.96	16.60	17.18	14.11	16.99	17.07	14.82	15.05	النخالة الخشنة (%)
68.81	68.71	71.92	71.71	73.07	73.22	68.86	67.48	74.20	71.08	نسبة السميد (%)
41.86	43.21	40.11	39.50	36.58	38.91	44.24	46.20	42.39	46.47	C1 (%)
8.69	8.71	10.08	10.86	10.14	11.24	8.10	8.39	9.98	9.26	C2 (%)
4.17	3.84	5.10	4.65	6.24	4.68	3.34	2.51	5.30	3.14	C3 (%)
14.19	13.18	16.57	17.06	20.07	20.48	13.19	11.12	16.35	12.29	النخالة الناعمة (%)
* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.										
** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.										

نلاحظ من الجدول (59) الذي يبين متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بماء 15°م و 40°م بمرحلة واحدة وجود فرق معنوي هام في متوسط مردود C1 و C3 فقط عند استخدام الماء الساخن في عملية الترطيب بدلاً من الماء البارد.

ولدراسة تأثير اختلاف طريقة الترطيب عند درجة الحرارة 40°م تمت المقارنة بين نتائج طحن دقيق الأقماع الطرية المرطبة بطريقتين مختلفتين حتى 16% بماء 40°م (الجدول (58))، الطريقة الأولى بإضافة الماء بمرحلة واحدة والثانية بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

الجدول (59) متوسط نتائج طحن عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% بماء 15°م و 40°م بمرحلة واحدة.

درجة الحرارة	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
15°م	4.94 ^a	5.79 ^a	1.81 ^a	14.23 ^a	73.22 ^a	51.58 ^a	9.11 ^a	2.37 ^a	10.25 ^a
40°م	5.09 ^a	6.35 ^a	1.88 ^a	15.84 ^a	70.84 ^a	42.86 ^b	9.66 ^a	3.76 ^b	14.83 ^b

نلاحظ عند الترطيب بماء 40°م بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين بدلاً من مرحلة واحدة ظهور توجه عام بانخفاض مردود الكسرات ومردود النخالة الخشنة والذي ترافق مع ارتفاع نسبة السميد الداخل إلى مراحل التعويم، وبالنسبة لمراحل التعويم نلاحظ ظهور توجه عام بارتفاع مردود C3 فقط.

نلاحظ من الجدول (60) الذي يبين متوسط نتائج طحن الأقماع الطرية المرطبة حتى 16% بماء 40°م بمرحلة واحدة وبطريقة الترطيب ما قبل الكسرة الأولى عدم وجود فروق معنوية هامة في متوسط مردود تيارات الطحن عند الترطيب بماء ساخن بطريقة ما قبل الكسرة الأولى عوضاً عن طريقة الترطيب بماء ساخن بمرحلة واحدة.

الجدول (60) متوسط نتائج طحن عينات القمح الطري المرطبة حتى 16% عند 40°م بمرحلة واحدة وبالترطيب ما قبل الكسرة الأولى.

طريقة الترطيب	B1 (%)	B2 (%)	B3 (%)	نخالة خشنة (%)	نسبة السميد (%)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	نخالة ناعمة (%)
1*	5.09 ^a	6.35 ^a	1.88 ^a	15.84 ^a	70.84 ^a	42.86 ^a	9.69 ^a	3.76 ^a	14.83 ^a
3**	4.40 ^a	5.60 ^a	1.64 ^a	16.99 ^a	71.37 ^a	41.04 ^a	9.40 ^a	4.83 ^a	16.27 ^a

* : الترطيب بإضافة كمية الماء اللازمة بمرحلة واحدة.

** : الترطيب بإضافة 1% قبل الكسرة الأولى بساعتين.

4: الاستنتاجات:

1. تميّزت أصناف القمح السوري الديوروم بمتوسط وزن (1000) حبة وحجم حبة أكبر من أصناف القمح السوري الطري الذي تميز بمتوسط منخفض لحجم الحبة، وكانت قساوة أصناف القمح الديوروم أعلى منها لأصناف القمح الطري.

2. تميز دقيق أصناف القمح السوري الطري بنسب استخراج أعلى منها لأصناف القمح الديوروم عند تماثل شروط الترتيب وباستخدام مطحنة بوهرل المخبرية.

3. تتناقص نسبة رماد الدقيق ويزداد محتواه من الرطوبة عند رفع الرطوبة النهائية لعملية الترتيب من 17% إلى 18% بالنسبة لأصناف القمح السوري الديوروم بينما لم يكن لرفع الرطوبة النهائية من 16% إلى 17% بالنسبة لأصناف القمح السوري الطري تأثير على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية للدقيق الناتج.

4. عدم وجود تأثير معنوي لرفع الرطوبة النهائية لعملية ترتيب القمح السوري الطري والديوروم على الخواص الريولوجية للدقيق الناتج.

5. تفضيل طريقة الترتيب بإضافة الماء بمرحلة واحدة حتى الرطوبة 18% لأصناف القمح الديوروم حيث كان الدقيق الناتج هو الأفضل من حيث نسبة الاستخراج ومحتوى الرماد والرطوبة وكذلك لون الدقيق (اللمعان والاصفرار) وكذلك حصلنا على أفضل جودة طحن وفقاً لمعيار مؤشر قيمة الرماد.

6. تفضيل طريقة الترتيب بإضافة الماء على مرحلتين حتى الرطوبة 16% لأصناف القمح السوري الطري حيث تضاف نصف كمية الماء اللازمة في البداية والنصف الثاني قبل ساعتين من الطحن حيث ترافق انخفاض نسبة الاستخراج مع انخفاض محتوى رطوبة الدقيق وانخفاض محتوى الرماد وتحسن درجة نقاوته حيث حصلنا على أعلى قيمة للمعان الدقيق وأقل قيمة لاصفراره وتحسنت الخواص الريولوجية للدقيق بشكل واضح وكذلك تحسنت جودة الطحن وفقاً لمعيار مؤشر قيمة الرماد.

7. إنَّ مؤشر قيمة الرماد هو المعيار الأفضل لتحديد جودة طحن أصناف القمح السوري الطري والديوروم على حد سواء باستخدام مطحنة بوهلر المخبرية.

5: المقترحات:

1. الاستفادة من هذه الدراسة وتطبيق طريقة الترطيب الأفضل على أرض الواقع والتأكد من فعاليتها في تحسين جودة الدقيق المُنتَج.
2. دراسة تأثير شروط الترطيب على جودة الدقيق المنتج وذلك بقياس عوامل أخرى لتحديد جودة الدقيق الناتج.
3. إجراء دراسات حول طرق ترطيب جديدة لأصناف القمح السوري كطريقة الترطيب الاهتزازية وذلك لفعاليتها الشديدة وتأثيرها على عملية الطحن ونوعية الدقيق.

المراجع References المراجع العربية

- الصالح، عبود؛ 1991، تخزين الحبوب (نظري)، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة.
ألفين، فرحان أحمد؛ 2000. تحديد مواصفات الطحين لبعض أصناف القمح الطري والديوروم من سورية وتركيا، أطروحة
دكتوراه، جامعة ايجه . معهد العلوم العلمية.
المانع، حسن بن عبد العزيز؛ 1997 ، تقنيات الحبوب، منشورات جامعة الملك سعود، كلية الزراعة، قسم علوم الأغذية
والتغذية.
كف الغزال، رامي؛ الفارس، عباس؛ الصالح، عبود؛ 1992، إنتاج وتكنولوجيا محاصيل الحبوب (نظري) ، منشورات

المراجع الأجنبية

- Al-Suaidy, M. A., Johnson, J. A., and Ward, A. B., 1973, Effects of certain biochemical treatments on milling and baking properties of hard red winter wheat. *Cereal Science Today*, 18(6): 174-179
- ANON., 1977, ISO STANDARD 520. Cereals and pulses- Determination of the mass of 1000 grains.
- ANON., 1982, ICC STANDARD, International Association For Cereal Chemistry.
- ANON., 1990, AACC STANDARD, American Association of Cereal Chemists.
- ANON., 1991, Manual of Minolta Chroma Meters, Minolta Camera Co., Ltd, Osaka 541, Japan.
- ANON., 1994, ICC STANDARD, 1994, ICC-No. 155, Determination of wet gluten quantity and quality (Gluten Index ac. to Perten) of whole wheat meal and wheat flour (Tr. Aestivum).
- ANON., 1999, AACC STANDARD, American Association of Cereal Chemists.
- Atwell, W. A., 2001, *Wheat Flour*, Eagan press, St. Paul, Minnesota, USA, 134P.
- Bequette, R. K., 1989, Influence of variety and environment on wheat quality. *AOM Bull.*, May, 5443-5450.
- Bequette, R. K., 1999, Influence of environment and cultural management on Wheat quality.
- Benamrouche, S., Crônier, D., Debeire, P., and Chabbert, B., 2002, A chemical and historical study on the effect of (1→4)- β -endo-xylanase treatment on wheat bran. *Journal of Cereal Science*. 36 ,253-260.
- Boyacioglu, H., Sunter, K., and Boyacioglu, D., 2004, Effect of tempering temperature and time on wheat flour quality, Food Engineering Department, Istanbul Technical University, Maslak, Istanbul, 34469.
- Buri, R. C., Von Reding, W., and Gavin, M. H., 2004, Description and Characterization of Wheat Aleurone, *Cereal Food World*, 49(5):274-282.
- Desvignes, C., Chauranda, M., Dubois, M., Sadoudia, A., Abecassisa, J., Lullien-Pellerina, V., 2008, Changes in common wheat grain milling behavior and tissue mechanical properties following ozone treatment, *Journal of Cereal Science* 47 , 245–251.
- Dexter, J. E., Martin, D. G., 1993., Influence de la teneur en eau sur le comportement en mouture d'un blé CWRS. *Ind. Céréales* 81:5-13.
- Dexter, J., E., 1996, Practical Applications of Milling Research, Presented at the 10th International Cereal and Bread Congress, Porto Carras, Chalkidiki, Greece, June.
- Dick, J. W., Matsuo, R. R., 1988, Durum wheat and pasta products, in *Wheat Chemistry and Technology*, Pomeranz, Y. (Ed.) Vol. II, 3rd ed., AACC St. Paul, Mn, USA, 562p.

- Diraman, H., Boyacioglu, M., H., Boyacioglu, D., KHAN, K., 2001, The effect of steam tempering of insect (wheat bug) damaged wheat on some protein fractions and farinogram values, AACC Annual meeting, Charlotte Convention Center, October 14-18.
- Dziki, D., and Laskowski, J., 2005, Wheat kernel physical properties and milling process, *Acta Agrophysica*, 6(1), 59-71.
- Fang, Ch., and Campbell, G.M., 2003 On predicting roller milling performance ,effect of moisture content on the particle size distribution from first break milling of wheat. *J. Cereal Science*, 37, 31- 41.
- Farrand, E. A., 1964, Flour properties in relation to the modern bread processes in the United Kingdom: with special reference to Alpha-Amylase and starch damage, *Cereal Chem.*, 41:98-111.
- Gobin, P., Duviau, M. P., Wong, J. H., Buchanan, B. B., and Kobrehel, K. 1996. Change in sulfhydryl-disulfide status of wheat proteins during conditioning and milling. *Cereal Chem.* 73:495-498.
- Gonzalez, A. G., Pomeranz, Y., 1993, Effect of spring and winter growth habit on compositional, milling, and baking characteristics of winter wheats. *Cereal Chemistry.*, 70(3):354-359.
- Halverson, J., Zeleny, L., 1988, Criteria of wheat quality, in *Wheat Chemistry and Technology*, Pomeranz, Y. (Ed.), Vol. I, 3rd ed., AACC St. Paul, Mn, USA, 514P.
- Haros, M., Rosell, C. M., and Benedito, C., 2002, Improvement of flour quality through carbohydrases treatment during wheat tempering, *J. Agric. Food Chem.*, 50:4126-4130.
- Hemery, Y. M., Mabile, F., Martelli, M., R., Rouau, X., 2010, Influence of water content and negative temperatures on the mechanical properties of wheat bran and its constitutive layers, *Journal of Food Engineering* 98, 360–369.
- Hook, S. C. W., Bone, G. T., and Fearn, T., 1982a, The conditioning of wheat. The influence of varying levels of water addition to UK wheats on flour extraction rate, moisture and colour, *J. SCI. food agric*,33, P645-654.
- Hook, S. C. W., Bone, G. T., and Fearn, T., 1982b, The conditioning of wheat. The effect of increasing wheat moisture content on the milling performance of UK wheats with reference to wheat texture , *J. Sci. Food Agric.*, 33(7):655-662.
- Hook, S. C. W., Bone, G. T., and Fearn, T., 1984, The conditioning of wheat. A comparison of UK wheats milled at natural moisture content and after drying and conditioning to the same moisture content, *J. Sci. Food Agric.*, 35:591-596.
- Ibanoglu, S., 2001, Influence of tempering with ozonated water on selected properties of wheat flour, *Journal of Food Engineering* 48, 345-350.
- Jaisingh, L., R.,2000, *Statistics for utterly confused*,McGraw-Hill companies, 318P.
- Karababa, E., and ve Ercan, R., 1995, Makarnalık buğdayların ekmeklik potansiyeli ve kalitesi, *Gıda*, 20(3) 153-159.

- Kim, Y. S., Flores, R. A., 1999, Determination of bran contamination in wheat flours using ash content, color, and bran speck counts, *Cereal chem.*, 76(6):957-961.
- Kweon, M., Martin, R., and Souza, E., 2009, Effect of Tempering Conditions on Milling Performance and Flour Functionality, *Cereal Chem.* 86(1):12–17.
- László, Z., Hovorka-Hhorváth, Z., Beszédes, S., Kertész, S., Hodúr, C., Gyimes, E., 2007, Comparison of the effects of ozone, UV and combined ozone/UV treatment on the colour and microbial counts of wheat flour, University of Szeged, College Faculty of Food Engineering, Szeged, Hungary, IOA Conference and Exhibition Valencia, Spain - October :29-31.
- Li, Y. Z., Posner, E. S., 1987, The influence of kernel size on wheat millability, *AOM Bull.*, Nov., 5089-5089.
- Li, Y. Z., and Posner, E. S., 1989a, Determination of wheat milling potential and its influence on flour quality deterioration rate, *Cereal Chem.*, 66:365-368.
- Li, Y. Z., and Posner, E. S., 1989b, An Experimental Milling Technique for Various Flour Extraction Levels, *Cereal Chem.*, 66(4):324-328.
- Orth, R. A. and Mander, K. C., 1975, Effect of milling yield on flour composition and breadmaking quality, *Cereal Chem.*, 52:305.
- Ozan, A., N., 1991, Research on the factors which affect the milling efficiency and the quality of wheats, phd.thesis, Ankara university, 124P.
- Paszczynska, B., Czuchajowska, Z., Bai, B. K., 1999, Determination of optimum milling conditions for the Chopin CD-1 mill, AACC Annual meeting October 31-Nov.3.
- Pelshenke, P. F., Schafer, W., 1952, Milling and baking research with Manitoba 5 wheat ,*Die Mühle* 51,775-776.
- Pomeranz, Y., 1971, *Wheat Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA, 821P.
- Pomeranz, Y., and Williams, P., 1990, Wheat Hardness: Its Genetic , Structural, and Biochemical Background, Measurement, and Significance, in *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. X, Edited by Pomeranz, Y.,471-548P.
- Posner, E. S., 1988, Back to the issue of wheat grading, *Cereal Foods World*, 33:4, 362.
- Posner, E. S., and Hibbs, A. N. 1997. Theory of tempering wheat for milling. in: *Wheat Flour Milling*. AACC International: St Paul, Pages 110-114.
- Posner, E. S., and Hibbs, A. N., 2005, *Wheat Flour Milling*, 2nd .Ed .AACC, St. Paul, Minnesota.USA,489P.
- Seçkin, R., 1973, Değişik çevre şartlarda yetiştirilen Bezostaya buğdayının öğütme fraksiyonlarının miktarları, bazı kimyasal bileşimleri ile ekmeklik kalitesi üzerinde araştırma, *A. Ü. Ziraat fakültesi yıllığı*, 285-297.
- Stenvert, N. L., and Kingswood, K. 1976. An autoradiographic demonstration of the penetration of water into wheat during tempering. *Cereal Chem.* 53:141-149.

- Sugden, D.,1997, Wheat Damping in the Flour Mill , World Grain, September 1.
- Sugden, D.,1999, The process of adding water to wheat before milling aids in producing consistent, quality finished flours , World Grain, Vol.17, No. 5, P32-35.
- Tipples, K. H., 1992, Quality evaluation methods for red spring wheat, Canadian Grain Commission, Grain Research Laboratory, 24p.
- Tkachuk, R., and Kuzina, F. D., 1979, Wheat: relations between some physical and chemical properties, Can. J. Plant Science., 59:15-20.
- Williams, P. C., El-Haramein, F. J., Nakkoul, H., and Rihawi, S., 1988, Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines, 2.ed ICARDA, Aleppo, Syria, 145p.
- Wilson, E., 2002, staying even tempering, World Grain, August 1.
- Yoo, J., 2007, Effect of enzyme application in temper water on wheat milling, phd. Thesis, Kanas State university, Department of Grain Science and Industry College of Agriculture, 109P.
- Zwingelberg, H., 1992, Untersuchungen ueber den Einfluss der Vibrationsnetzung auf die Abstezeit von Weizen, Getreide Mehl Brot, 46:330-336.

المواقع

www.vibronet.com