

## العلاقة بين الخصائص التكنولوجية والريولوجية لبعض أجهزة اختبار العجين

الدكتور فرحان ألفين\*

الدكتور مصطفى صطوف\*\*

رواد زهرة\*\*\*

(تاريخ الإيداع 7 / 10 / 2010. قُبل للنشر في 31 / 1 / 2011)

### □ ملخص □

أُجري هذا البحث في الفترة ما بين شباط 2007 وكانون الثاني 2008 على ثماني عينات دقيق لدراسة العلاقة ما بين الخواص الريولوجية للعجين في جهاز (الإكستنسوغراف والألفيوغراف)، إذ تم تحديد أهم المواصفات لعينات الدقيق المدروسة كالخواص الكيميائية والتكنولوجية، بالإضافة إلى الخواص الريولوجية بعد تعديل بعض شروط العمل في الأجهزة المذكورة أعلاه، ولدى دراسة العلاقات التي تربط بينها، تبين وجود علاقة ارتباط طردية بين مؤشري المطاطية  $E_{90}, E_{45}$  ونسبة النشاء المتهتك بمعامل ارتباط  $r = 0.888$ ، و  $r = 0.858$  على التوالي. كذلك الأمر تبين وجود علاقة ارتباط طردية بين كل من قيم المطاطية المقدر في جهاز الإكستنسوغراف عند تطبيق الطريقة المعدلة وقيم تمدد العجين المقاسة في جهاز الألفيوغراف عند شروط الترطيب المعدل بمعامل ارتباط  $r = 0.896$ . بالإضافة إلى وجود علاقة طردية ما بين قيم الشد الأعظمي ( $R_{max}$ ) المقيسة في جهاز الإكستنسوغراف عند ذات الطريقة مع قيم الضغط الأعظمي ( $P_{max}$ ) المقيس في جهاز الألفيوغراف عند شروط الترطيب الثابت وبمعامل ارتباط  $r = 0.915$ . وتم ملاحظة وجود علاقة ارتباط طردية بالنسبة للطاقة المقدمة لحين تشوه العجين في كلا الجهازين وبمعامل ارتباط  $r = 0.912$ .

**الكلمات المفتاحية:** خواص ريولوجية، الإكستنسوغراف، الألفيوغراف، المطاطية، الترطيب المعدل، الترطيب الثابت.

\* أستاذ - قسم الهندسة الغذائية - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث - حمص - سورية.

\*\* أستاذ - قسم الهندسة الغذائية - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث - حمص - سورية.

\*\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة الغذائية - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث - سورية.

## Relationship between Technical and Rheological Properties of some Dough Testing Instruments

Dr. Farhan Alfin<sup>\*</sup>  
Dr. Mustafa Satoof<sup>\*\*</sup>  
Rawad Zahrah<sup>\*\*\*</sup>

(Received 7 / 10 / 2010. Accepted 31 / 1 / 2011)

### □ ABSTRACT □

This investigation has been conducted through the period (February 2007-December 2008) to find relationships joining between rheological properties of dough in both apparatus (Extensograph and Alveograph). In order to achieve this objective, (8) samples of flour have been selected, and its major characteristics have been determined, and when we compared the results, we found a positive relationship between the extensibility's values of dough  $E_{45}$ ,  $E_{90}$  which was measured in Extensograph (at modified method) with damage-starch value, with correlation indexes  $r = 0.888$ ,  $r = 0.858$ . We also got a positive relationship between the same values  $E_{45}$ ,  $E_{90}$  and the extensibility values of dough L which was measured in Alveograph (at adapted hydration protocol), with correlation indexes  $r = 0.844$  and  $r = 0.896$ , in addition to a positive relationship between the resistance of dough-extension ( $R_{max}$ ) in the Extensograph and the maximum pressure ( $P_{max}$ ) in Alveograph (at adapted hydration protocol), with correlation index  $r = 0.915$ . We also noted a positive relationship of energy which was produced in both devices until the dough rupture, with correlation index  $r = 0.915$ .

**Key words:** rheological properties, Extensograph, Alveograph, extensibility, Adapted Hydration, Constant Hydration.

---

\* Associate Professor, Department of Food, Faculty of Chemical and Petroleum Engineer, Albaas University, Homs, Syria.

\*\* Associate Professor, Department of Food, Faculty of Chemical and Petroleum Engineer, Albaas University, Homs, Syria.

\*\*\* Postgraduate Student Department of Food, Faculty of Chemical and Petroleum Engineer, Albaas University, Homs, Syria.

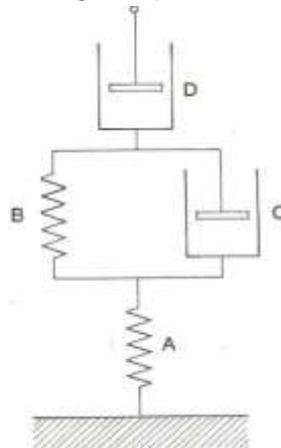
**مقدمة:**

يحضر العجين بشكل تقليدي من خلط الدقيق والماء بالإضافة إلى مكونات أخرى كالمالح والخميرة، وبتقديم الطاقة الميكانيكية اللازمة من قبل الخلاط نحصل على القوام المناسب للعجين، إذ تلعب الطاقة الميكانيكية المقدمة من قبل الخلاط دوراً هاماً في ترطيب وانتشار جزيئات الدقيق الأساسية (flour particles) مما يساهم في تشكيل الشبكة الغلوتينية، كما يسهم ارتباط النشاء ومكونات الدقيق الأخرى مع سلاسل البروتين الخاصة بدقيق القمح (الغلوتين) في الحصول على عجينة تتميز بسلوك مطاطي لزج (visco-elastic behavior). (Eliasson and Larsson, 1993)

والسلوك المطاطي اللزج للعجين يجمع ما بين خصائص السوائل اللزجة تماماً والمواد الشديدة المطاطية، إذ نجد تأثير المكونات المطاطية في العجين واضحة عند شد العجينة وتركها حرة، لأنها سرعان ما ستتكشف وتعود إلى شكلها الأساسي، في حين لو كانت قوة الشد المطبقة على العجين أكبر من حد معين، فإنها ستأخذ شكلاً جديداً وذلك نتيجة وجود المكونات اللزجة. (Faubion and Hosenev, 1990)

ومن هنا جاءت أهمية الاختبارات الريولوجية التي تهدف إلى قياس القوى اللازمة لإحداث تشوهات محددة في المادة، حيث تقيس خاصية محددة مثل الإجهاد أو التشوه عند إخضاع قطعة صغيرة مختبرة إلى تشوه مضبوط بدقة باستخدام محرك ميكانيكي، ويتم قياس القوة اعتماداً على الإزاحة الناتجة عنها، ومن ثم نحدد القوة المقابلة للإزاحة وذلك لرسم مخطط القوة. الإزاحة (force-displacement curve). (Spies, 1989)

والنموذج الميكانيكي الموضح بالشكل (1)، يمثل سلوك المواد (المطاطة-اللزجة). إذ تمثل العناصر D و C الجزء اللزج بينما يمثل كلاً من A و B الجزء المطاط، ويوضح المخطط آلية شد معين على نحو تكون الإزاحة المتولدة في هذا النموذج مساوية تقريباً للشد والإجهاد الذي يخضع له العجين. (Pomeranz, 1988)



الشكل ( 1 ) يبين سلوك المواد المطاطية-اللزجة.

وقد صنفت الاختبارات النموذجية المستخدمة لتقييم السلوك الريولوجي للعجين إلى اختبارات تجريبية وصفية (Descriptive tests) واختبارات ريولوجية أساسية (Fundamental tests). (Campos, 1996)

ونظراً لصعوبة التطبيقات الريولوجية وقياس خواصها الأساسية جاءت الاختبارات التجريبية لتعطي معلومات عن سلوك العجين خلال وبعد عملية العجن، ولعل أشهر الأجهزة المستخدمة لهذه الغاية هي أجهزة الإكستنسوغراف والألفيوغراف إذ تعطي المنحنيات المسجلة في هذه الأجهزة معلومات عن التغيرات في الخواص الريولوجية للعجين

خلال عملية التخمير، وأهم ما يسجله جهاز الإكستنسوغراف مقاومة العجين للشد  $R_{max}$ ، وقابلية العجين للامتطاط  $E$ ، بالمقابل يسجل جهاز الألفيوجراف إمكانية تمدد العجين  $L$  ومعامل الانتفاخ  $G$ . (Ferry, 1980). كما تعد أجهزة الإكستنسوغراف والألفيوجراف من أكثر الأجهزة نجاحاً في محاكاة التغيرات التي يخضع لها العجين خلال مراحل تصنيع الخبز، حيث أن طبيعة التشوهات التي تحدثها هذه الأجهزة تكون مشابهة لتلك التي تحدث خلال عملية التخمير والانتفاخ داخل الفرن. (Barnes, et. al., 1989)

### أهمية البحث وأهدافه:

تهدف هذه الدراسة إلى بحث العلاقة بين الخصائص الريولوجية لأجهزة اختبار العجين بالإضافة إلى علاقتها بالخصائص الكيميائية، والتكنولوجية، ومقارنة نتائج اختبار العينات على كل من جهازي الإكستنسوغراف والألفيوجراف، وذلك بتطبيق الطرق القياسية بالإضافة إلى طرق معدلة بما يتلاءم مع عمل كلا الجهازين، ومحاولة الربط بين مختلف البارامترات التي تزودنا بها هذه الأجهزة، لتكون ركيزةً ودليلاً لكل من يبحث في الخصائص الريولوجية لدقيق ما عند توفر أحد الجهازين، وإتاحة الفرصة لنقل هذه المعلومات إلى خصائص ريولوجية تخص الجهاز الآخر.

### طرائق البحث ومواده:

#### - المواد المستخدمة:

استُخدم في هذا البحث ثماني عينات من الدقيق من إنتاج عام (2008)، أربع منها دقيق موحد (نسبة استخراج 80%) وهي ذات الأرقام 1، 2، 3، 4، وأربع عينات أخرى من الدقيق الأبيض (نسبة استخراج 70%) وهي ذات الأرقام 5، 6، 7، 8، جمعت هذه العينات من السوق المحلية وهي بغالبيتها ناتج طحن مزيج (أقماع قاسية، وأقماع طرية).

#### - الطرائق:

تمَّ تحديد الرطوبة وفقاً للطريقة القياسية (ICC., 1976)، ونسبة الرماد وفقاً للطريقة القياسية (ICC, 1960). تمَّ تحديد نسبة النشاء المتهتك باستخدام جهاز قياس تهتك النشاء (SD-MATIC, Chopin). تمَّ تحديد الغلوتين الرطب والجاف بوساطة جهاز غلوتاميك (Perten Instruments AB) وفقاً للطريقة القياسية (ICC, 1994). في حين تم إجراء تجربة الإكستنسوغراف وفقاً للطريقة القياسية (ICC, 1992b). أما تجربة الألفيوجراف فقد تمت وفقاً للطريقة القياسية (AACC method 54-30A)، وذلك باستخدام طريقة الترطيب الثابت (إضافة محلول ملحي للوصول إلى نسبة ماء تبلغ 52%)، بالإضافة إلى طريقة الترطيب المعدل (إضافة ماء حتى الوصول إلى ضغط قدره 1100 بار).

تجدر الإشارة إلى أن الاختبارات الكيميائية والتكنولوجية، والاختبارات الريولوجية المجراة على جهاز الإكستنسوغراف تمت في مخبر الخبز والمعجنات في جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، قسم الهندسة الغذائية. في حين قمنا بتجارب جهاز الألفيوجراف على جهاز الألفيوجراف لدى المطحنة الوطنية في حلب.

تم إجراء تجربة الإكستنسوغراف بالإضافة إلى الطريقة القياسية وفقاً لطريقتين:

الطريقة الأولى: تم تحضير العجينة باستخدام الفارينوغراف حتى وصول قوام العجينة إلى 700 وحدة برايندر،

وتم المحافظة على الشروط الأخرى وفقاً للطريقة القياسية.

الطريقة الثانية (المعدلة): تمت باستخدام محلول ملحي (بتركيز 2%) بدلاً من الماء المقطر للوصول إلى محتوى ماء نهائي قدره 52%.

### النتائج والمناقشة:

#### - الخصائص الكيميائية والتكنولوجية للدقيق:

يُبين الجدول (1) قيم الخصائص الكيميائية والتكنولوجية لعينات الدقيق المدروسة بعد احتساب متوسط ثلاثة مكررات لكل اختبار.

الجدول (1) الخصائص الكيميائية والتكنولوجية لدقيق العينات المدروسة:

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	الخاصية
الرطوبة %	13.5	13.2	14.2	14.0	14.4	14.6	15.0	13.9	
رماد %	0.90	0.89	0.82	0.99	0.68	0.73	0.72	0.75	
البروتين %	10.9	10.4	11.5	11.2	12.5	11.0	11.3	9.9	
غلوتين رطب %	27.7	27.9	31.1	30.4	36.0	30.5	32.2	28.0	
غلوتين جاف %	9.8	10.3	10.6	10.0	11.5	9.7	10.5	10.2	
دليل الغلوتين GI	68	90	84	73	76	83	81	71	
حجم الراسب زليني ml	20	24	29	24	32	27	31	30	
نشاء متهتك %	11.9	12.4	14.2	11.1	24.0	21.5	22.0	20.6	
ر ج ب	2.54	2.68	2.70	2.71	2.89	2.77	2.84	2.82	

ر ج ب : رقم جودة البروتين (حاصل قسمة نسبة الغلوتين الرطب على نسبة البروتين).

إذ تراوحت نسبة الرماد في عينات الدقيق المدروسة بين (0.68-0.99%). أعلى نسبة رماد فيها للعينة رقم 4 (0.99%)، بينما كانت العينة رقم 5 هي الأقل رماداً (0.68%)، إذ تبين ارتفاع نسب الرماد في عينات الدقيق الموحد ويعزى ذلك إلى نسب الاستخراج العالية. (Karababa and Ercan, 1995) كما لوحظ تفاوت بين نسب البروتين للعينات المدروسة سواء كانت من الدقيق الأبيض أو من عينات الدقيق الموحد، بغض النظر عن نسبة الاستخراج.

وتبين أن أعلى نسبة غلوتين رطب هي للعينة رقم 5 (36%)، وأقلها للعينة رقم 1 (27.7%)، وعلى الرغم من أن العينة 6 تميزت بنسبة غلوتين جاف منخفضة (9.7%)، إلا أن دليل غلوتينها كان مرتفعاً (83). ومن الملاحظ عدم وجود فرق كبير في قيم دليل الغلوتين بين عينات الدقيق الأبيض وعينات الدقيق الموحد، مما يشير إلى عدم تأثير واضح للعينات بنسبة الاستخراج، وإنما يرجع هذا الأمر إلى نوعية البروتين التي تتأثر بشروط الزراعة والصنف. (Karababa and Ercan, 1995)

تراوحت قيم حجم الراسب زليني بين (20 - 32) ميليلتر لعينات الدقيق المدروسة، مما يبين انخفاض واضح لهذا المؤشر.

تراوحت نسب النشاء المتهتك للعينات المدروسة بين UCD (11.1-24.0)، إذ كانت نسبة النشاء المتهتك الأقل للعينة رقم 4 (11.1 UCD)، بينما تميزت العينة 5 بأعلى نسبة نشاء متهتك (24.0 UCD)، وقد تميزت عينات الدقيق الموحد بنسب نشاء متهتك أقل من نسبة النشاء المتهتك لعينات الدقيق الأبيض، ويعزى هذا الأمر إلى درجات التتعيم العالية التي يخضع لها الدقيق الأبيض.

#### - المواصفات الريولوجية للدقيق:

#### - قيم الإكستنسوغراف:

بالنسبة لمطاطية العجين: يلاحظ أن متوسط قيم قابلية الامتطاط عند زمن 45 دقيقة، تميل للارتفاع عند استخدام الطريقة القياسية بالمقارنة مع ذات القيم عند الطريقة الأولى (مستوى الثباتية 700 برايندر)، وذلك لأن كمية الماء المضافة هي أعلى في الطريقة القياسية مما يعطي مطاطية أكبر، ولكن هذا لم يؤثر في قيمها في الدقيقة 90 والدقيقة 135، إذ كان متوسط قيم المطاطية باستخدام الطريقة القياسية أقل من قيمها باستخدام الطريقة الأولى، كما هو موضح في نتائج الإكستنسوغراف المبينة في الجدول (2).

في حين نجد أن متوسط قيم الامتطاط عند تطبيق الطريقة الثانية (المعدلة) كانت (وعند مختلف الأزمنة 45، 90، 135 دقيقة) جميعها منخفضة بالمقارنة مع متوسط القيم المقابلة في كلا الطريقتين السابقتين (مستوى ثباتية 500 برايندر، ومستوى ثباتية 700 برايندر).

ولدى مقارنة قيم الشد الأعظمي للعينات المدروسة في جهاز الإكستنسوغراف لوحظ أن متوسط هذه القيم كانت أعلى ما يمكن عند استخدام الطريقة الأولى (مستوى ثباتية 700 برايندر)، في حين كانت النتائج متقاربة في كلتا الطريقتين القياسية (عند مستوى ثباتية 500 برايندر) والطريقة الثانية (الطريقة المعدلة). كما هو موضح في الجدول (3).

الجدول (2) قيم قابلية الامتطاط للإكستنسوغراف (E).

الطريقة الثانية			الطريقة الأولى			الطريقة القياسية			الزمن/د رقم العينة
135	90	45	135	90	45	135	90	45	
146	141	133	166	171	147	155	180	154	1
130	137	143	265	280	225	190	181	220	2
169	148	163	191	184	178	180	172	200	3
80	127	122	150	159	182	138	185	154	4
174	184	190	198	200	188	216	214	203	5
159	153	167	145	149	175	167	140	199	6
146	171	174	189	145	161	174	144	201	7
130	141	150	169	191	161	168	146	189	8
139	151	155	182	179	173	172	168	185	المتوسط

الجدول (3) قيم الشد العظمى للإكستنسوغراف (Rmax).

الطريقة الثانية			الطريقة الأولى			الطريقة القياسية			الزمن/د رقم العينة
135	90	45	135	90	45	135	90	45	
171	184	208	426	403	364	207	197	212	1
203	183	235	405	390	245	181	164	134	2
255	269	278	395	385	311	222	241	208	3
289	311	166	512	376	299	150	266	218	4
279	280	264	369	374	350	346	371	341	5
197	234	240	420	407	313	230	249	226	6
169	176	179	299	272	252	181	192	173	7
155	175	213	313	303	199	226	249	169	8
215	235	232	366	344	281	218	246	214	المتوسط

أما بالنسبة للمساحة المحسوبة تحت المنحني (A) والتي تعبر عن الطاقة المستهلكة لحين انقطاع عينة العجين المختبرة، فقد لوحظ ارتفاع هذه القيم عند استخدام الطريقة الأولى (مستوى ثباتية 700 برابندر) أكثر مما هو عليه في باقي الطريقتين، بينما لم يلاحظ فرق واضح لهذا المؤشر بين الطريقتين الأخرين (ثباتية 500 برابندر، الطريقة المعدلة) كما هو موضح في الجدول (4).

الجدول (4) قيم مساحة منحني الإكستنسوغراف للعينات (A).

الطريقة الثانية			الطريقة الأولى			الطريقة القياسية			الزمن/د رقم العينة
135	90	45	135	90	45	135	90	45	
51	57	41	84	78	75	51	50	26	1
53	37	38	81	74	69	52	47	37	2
76	74	53	81	90	74	61	66	59	3
39	32	63	102	59	48	58	69	67	4
77	81	79	99	106	100	105	110	102	5
56	53	47	84	82	78	62	64	57	6
61	59	43	67	89	85	46	23	48	7
41	38	37	59	70	73	48	52	41	8
54	55	52	76	81	75	60	59	55	المتوسط

## - قيم الألفيوغراف :

تبين نتيجة اختبار العينات على جهاز الألفيوغراف عند مستوى ترطيب ثابت والموضحة في الجدول (5) أن العينة رقم 4 تميزت بمؤشرات مرتفعة للضغط الأعظمي  $P_{max}$  الذي يعتبر مؤشراً عن مقاومة العجين للتشوه بالمقارنة مع باقي العينات المدروسة إذ بلغت (105) ميلي بار في حين تميزت بمعامل تمدد  $L$  منخفضة، بلغ قيمة (40) ميلي متر والذي يعبر عن إمكانية تمدد العجين، في حين نجد أن العينة 8 تميزت بمؤشرات منخفضة نسبياً إذ كانت قيمة  $P_{max}$  (43) ميلي بار في حين كانت قيمة تمدد العجين (68) ميلي متر بالإضافة إلى انخفاض قيمة معامل الانتفاخ (G) (15.9) مقارنة وباقي العينات المدروسة، كذلك الأمر بالنسبة للعينة الأولى لوحظ انخفاض نسبي لمختلف البارامترات المقاسه بجهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب الثابت.

وبالنظر إلى نتائج اختبار العينات على جهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب المعدل، والمبيّنة في الجدول (6) لوحظ أن العينة رقم 4 تميزت بمؤشرات مرتفعة للضغط الأعظمي  $P_{m/a}$  بلغت (66) الذي يعتبر مؤشراً عن مقاومة العجين للتشوه، في حين تميزت العينة 5 بأعلى قيم لمعامل التمدد  $L$  (115) بينما تميزت العينة 1 بقيمة ضغط أعظمي منخفضة بلغت (39) ميلي بار فقط، في حين لوحظ انخفاض قيمة تمدد العجين للعين رقم 4 (52) بالمقارنة مع باقي العينات.

الجدول (5) نتائج جهاز الألفيوغراف عند مستوى ترطيب ثابت

الخاصية رقم العينة	$P_{m/c}$	$L_{mm}$	G	$W_J$
1	53	60	17.5	168
2	69	58	17	111
3	86	80	18.3	187
4	105	40	19.0	88
5	80	98	16.4	199
6	74	85	19.4	157
7	76	63	17.7	170
8	43	68	15.9	105
المتوسط	73	69	18	148

$L_{mm}$ : قيم تمدد العجين مقاسةً بوحدة الميليمتر.

$P_{m/c}$ : قيم الضغط الأعظمي المقيس بجهاز الألفيوغراف مقدرةً بوحدة الميلي بار.

$c$ : طريقة الترطيب الثابت (constant hydration).

G: معامل انتفاخ العجين.

$W_J$ : الطاقة المقدمة لحين انفجار فقاعة العجين.

ولدى مقارنة نتائج اختبار العينات بطريقتي الترطيب المعدل والترطيب الثابت على جهاز الألفيوجراف تبين انخفاض واضح لمتوسط قيم الضغط الأعظمي  $P$  (مقاومة العجين للتشوه) لدى تطبيق طريقة الترطيب المعدل مقارنة مع ذات القيم لدى اختبار العينات بطريقة الترطيب الثابت. كذلك الأمر لوحظ انخفاض في متوسط قيم الطاقة  $W$  (المقدمة لفقاعة العجين حتى انفجارها) عند طريقة الترطيب المعدل مقارنة مع مقابلاتها من القيم باستخدام الترطيب الثابت، في حين أن قيم معامل تمدد العجين للعينات باستخدام الترطيب المعدل كانت أعلى من مقابلاتها بطريقة الترطيب الثابت. كما لوحظ ارتفاع في متوسط قيم معامل الانتفاخ عند تطبيق الترطيب المعدل بالنسبة لقيم ذات المؤشر عند تطبيق الترطيب الثابت.

الجدول (6) نتائج جهاز الألفيوجراف عند طريقة الترطيب المعدل.

الخاصية رقم العينة	$P_{m/a}$	$L_{mm}$	$G$	$W_j$
1	39	89	18	75
2	47	65	17.9	84
3	60	72	20.8	119
4	66	52	16.1	86
5	54	115	21.7	84
6	49	87	22.7	127
7	59	104	20.1	134
8	55	72	20.4	86
المتوسط	53	86	20	103

$P_{m/a}$ : قيم الضغط الأعظمي المقاس بجهاز الألفيوجراف مقدرًا بوحدة الميللي بار.  
/a : طريقة الترطيب المعدل (Adapted hydration).

#### - النتائج الإحصائية:

#### - العلاقة بين قيم الإكستنسوغراف والخواص الكيميائية والتكنولوجية.

تبين نتيجة الدراسة الإحصائية فرقاً هاماً ما بين قياسات الإكستنسوغراف للعجينة المحضرة عند شروط الترطيب المعدل (الطريقة الثانية) والخواص الكيميائية والتكنولوجية لعينات الدقيق والمبينة في الجدول (7).  
إذ تبين وجود علاقة ارتباط طردية بين مؤشر المطاطية بعد زمن تخمر 45 دقيقة  $E_{45}$  ومؤشر جودة البروتين  $G/P$  بمعامل ارتباط  $r = 0.897$ ، كما وتبين وجود علاقة ارتباط طردية بين  $E_{45}$  وحجم الراسب زليلي وبلغ معامل الارتباط  $r = 0.827$ . كذلك تبين وجود علاقة ارتباط طردية بين  $E_{45}$  ونسبة النشاء المتهتك المقاسه للعينات بمعامل ارتباط  $r = 0.858$ .

بالإضافة إلى علاقة ارتباط طردية بين مؤشر قابلية المطاطية بعد تخمر مدة 90 دقيقة  $E_{90}$  ومؤشر جودة البروتين  $G/P$  بمعامل ارتباط  $r = 0.800$  بالإضافة إلى علاقة ارتباط بين  $E_{90}$  ونسبة النشاء المتهتك إذ بلغت قيمة معامل الارتباط  $r = 0.819$ . كذلك تبين وجود علاقة ارتباط طردية بين قيم  $E_{90}$  منسبة الغلوتين الرطب في العينات المختبرة، بمعامل ارتباط  $r = 0.833$ .

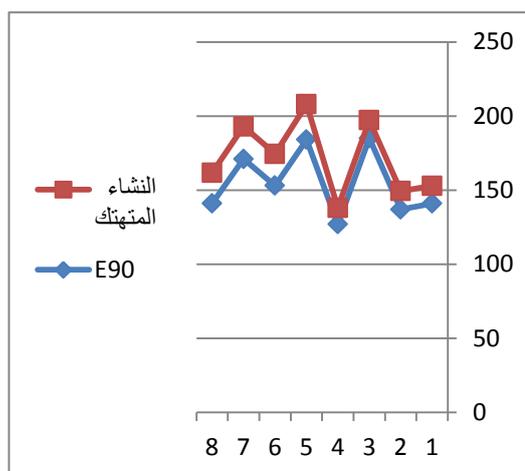
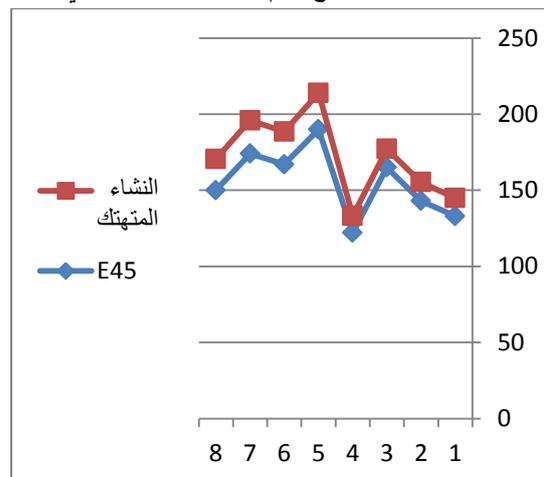
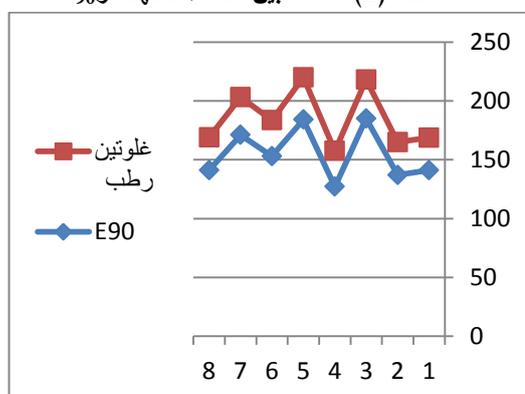
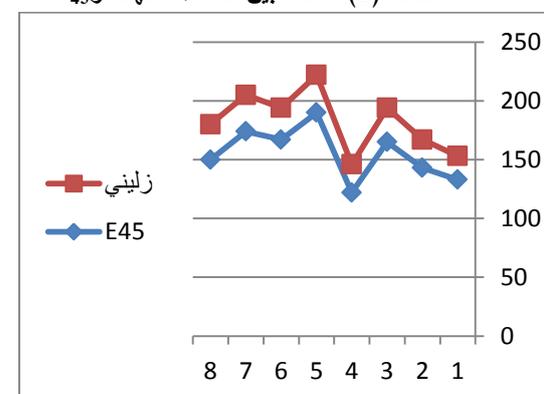
كما تبين وجود علاقة ارتباط عكسية بين مؤشر المطاطية  $E_{45}$  ونسبة الرماد في العينات المدروسة بمعامل ارتباط  $r = -0.923$  كذلك لوحظت علاقة مماثلة ما بين قيمة المطاطية  $E_{90}$  ونسبة الرماد وكانت قيمة معامل الارتباط  $r = -0.845$  كما هو موضح في الجدول (7).

الجدول (7) علاقة قيم الأكستنسوغراف (الطريقة المعدلة) بالخواص الكيميائية والتكنولوجية:

رقم جودة البروتين	زليني	كمية النشاء المتهتك	الغلوتين الرطب	الرماد
$E_{45}$	0.827**	0.858**		0.923-**
$E_{90}$	0.800**	0.819**	0.833**	0.845-**

.P < 0.05 : \*\* ، P ≤ 0.01 : \*

المخططات التالية توضح أهم العلاقات الواردة في الجدول السابق

المخطط (2) العلاقة بين النشاء المتهتك و  $E_{90}$ المخطط (1) العلاقة بين النشاء المتهتك و  $E_{45}$ المخطط (4) العلاقة بين الغلوتين الرطب و  $E_{90}$ المخطط (3) العلاقة بين راسب زليني و  $E_{45}$

### - العلاقة بين نتائج الإكستنسوغراف والألفيوغراف.

تبين من خلال نتائج الدراسة الإحصائية عدم وجود علاقات ارتباط ما بين قيم الإكستنسوغراف (لدى اختبار العجين بالطريقة القياسية) وقيم الألفيوغراف في كلا شرطي الاختبار عند شروط الترطيب الثابت وشروط الترطيب المعدل.

في حين يبين الجدول (8) علاقة قيم الإكستنسوغراف (بالطريقة الأولى) مع قيم الألفيوغراف بالطريقتين الترطيب الثابت والترطيب المعدل.

إذ بينت النتائج وجود علاقات ارتباط مهمة إحصائياً بين قيم الإكستنسوغراف (لدى اختبار العجين بالطريقة الأولى) وقيم الألفيوغراف عند طريقتي الترطيب الثابت و الترطيب المعدل.

فقد تبين وجود علاقة ارتباط طردية ما بين قيمة تمدد العجين  $La$  المقاسة في جهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب المعدل وقيمة الطاقة المقاسة في جهاز الإكستنسوغراف عند زمن تخمر 45 دقيقة  $A_{45}$  بمعامل ارتباط  $r = 0.937$  ولوحظت ذات العلاقة ما بين قيم تمدد العجين  $La$  وقيمة الطاقة المبذولة  $A_{90}$  بمعامل ارتباط  $r = 0.855$ .

كذلك بينت النتائج التي حصلنا عليها وجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الطاقة  $Wc$  المحسوبة في جهاز الألفيوغراف والمبذولة لحين انفجار فقاعة العجين باستخدام طريقة الترطيب الثابت وقيمة الطاقة  $A_{45}$  بمعامل ارتباط  $r = 0.806$  وكذلك تبين وجود علاقة ارتباط مماثلة ما بين قيمة الطاقة  $Wc$  المحسوبة في جهاز الألفيوغراف وقيمة الطاقة  $A_{90}$  المحتسبة في جهاز الإكستنسوغراف عند زمن تخمر 90 دقيقة بمعامل ارتباط  $r = 0.920$ .

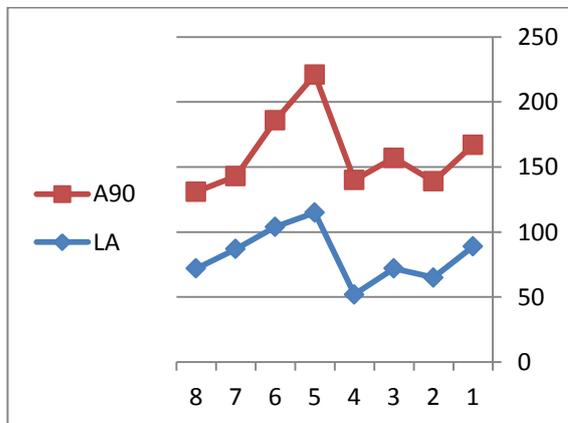
وتبين عدم وجود أية علاقة ارتباط مهمة إحصائياً بين قيم الشد الأعظمي المقاسه في جهاز الإكستنسوغراف وبين قيم الضغط المقاسه في جهاز الألفيوغراف الترطيب المعدل كما هو موضح في الجدول (8).

الجدول (8) علاقة قيم الإكستنسوغراف (الطريقة الأولى) برايندر مع خصائص الألفيوغراف.

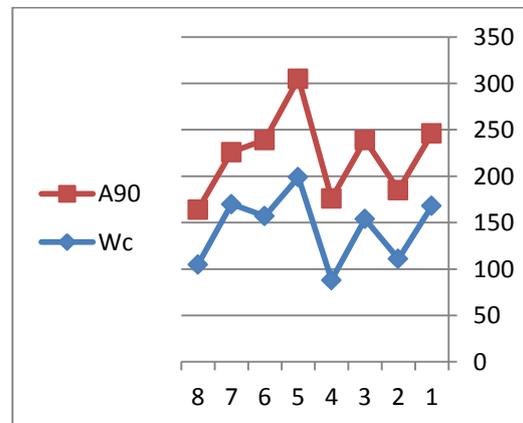
الخاصية	$R_{45}$	$R_{90}$	$A_{45}$	$A_{90}$
$L_A$			0.937*	0.855**
$W_c$			0.806**	0.920*

$P < 0.05$  : \*\* ،  $P \leq 0.01$  : \*

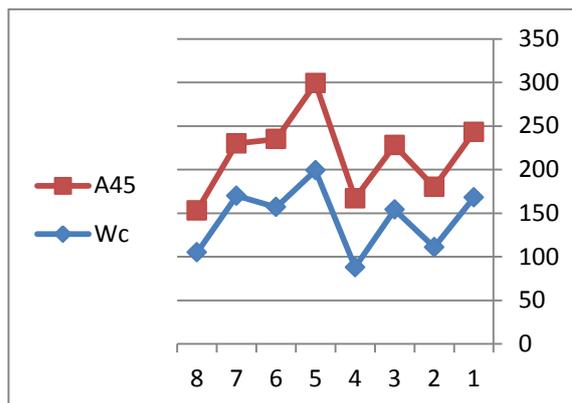
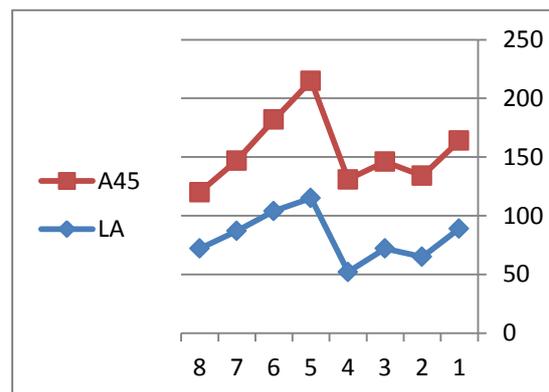
والمخططات التالية توضح أهم العلاقات الواردة في الجدول السابق.



المخطط (6) العلاقة بين قيم  $A_{90}$  وقيم  $LA$



المخطط (5) العلاقة بين قيم  $A_{90}$  وقيم  $Wc$

المخطط (8) العلاقة بين قيم A<sub>45</sub> وقيم Wcالمخطط (7) العلاقة بين قيم A<sub>45</sub> وقيم LA

كما ويبين الجدول (9) علاقة قيم الإكستنسوغراف (عند استخدام الطريقة المعدلة) مع قيم الألفيوغراف التي نحصل عليها بالطريقتين المذكورتين سابقاً.

فقد أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط طردية ما بين قيم التمدد La المقيسة في جهاز الألفيوغراف عند مستوى ترطيب معدّل وقيم المطاطية E<sub>45</sub> المقيسة بجهاز الإكستنسوغراف بمعامل ارتباط قيمته  $r = 0.807$ ، كذلك تبين وجود علاقة ارتباط طردية بين قيم التمدد La وقيم المطاطية E<sub>90</sub> بمعامل ارتباط قيمته  $r = 0.934$ . تبين كذلك وجود علاقة ارتباط طردية ما بين قيم تمدد العجين المقيسة بطريقة الترطيب الثابت LC في جهاز الألفيوغراف وقيم المطاطية E<sub>45</sub> المقاسه في جهاز الإكستنسوغراف بمعامل ارتباط  $r = 0.814$ . بالإضافة إلى علاقة ارتباط طردية بين قيم الضغط الأعظمي المقاس في جهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب الثابت وقيم R<sub>90</sub> مقاومة الشد الأعظمي عند زمن تخمر 90 دقيقة المقاسة بجهاز الإكستنسوغراف بمعامل ارتباط  $r = 0.829$ .

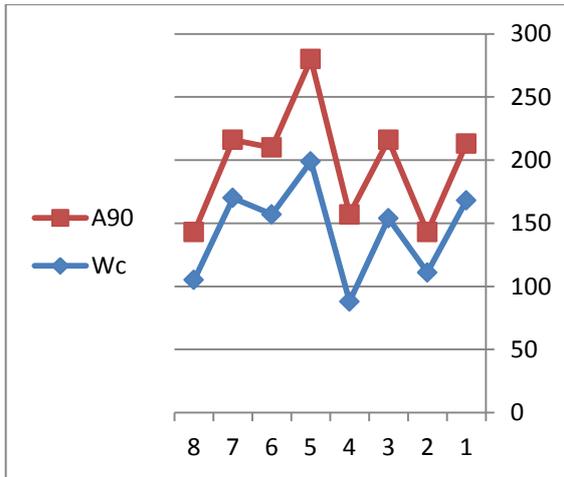
دُكر في دراسات سابقة وجود علاقات مماثلة للعلاقات التي حصلنا عليها حيث بيّنت هذه الدراسات وجود علاقات ارتباط طردية ما بين قيم التمدد المقاسة في كلا الجهازين. (Arnaud, 2001) وكذلك لوحظ وجود علاقة ارتباط طردية بين قيم الضغط الأعظمي PC المقيسة في جهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب الثابت وقيمة R<sub>135</sub> مقاومة الشد الأعظمي عند زمن تخمر 135 دقيقة بمعامل ارتباط  $r = 0.840$ . بالإضافة إلى وجود علاقة ارتباط طردية بين الطاقة Wc المحسوبة في جهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب الثابت والطاقة A<sub>90</sub> المحسوبة في جهاز الإكستنسوغراف بمعامل ارتباط  $r = 0.970$ . كذلك لوحظ وجود علاقة ارتباط طردية بين الطاقة Wc المحسوبة في جهاز الألفيوغراف بطريقة الترطيب الثابت و الطاقة A<sub>135</sub> المقاسه في جهاز الإكستنسوغراف عند زمن تخمر 135 دقيقة وبمعامل ارتباط  $r = 0.888$  كما هو موضح في الجدول (9).

الجدول (9) علاقة قيم الإكستنسوغراف (بالطريقة المعدلة) مع قيم الألفيوغراف بالطريقتين السابقتين.

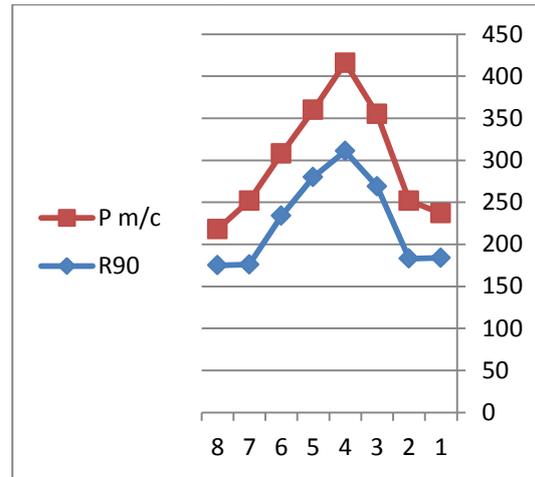
A <sub>135</sub>	A <sub>90</sub>	R <sub>135</sub>	R <sub>90</sub>	E <sub>90</sub>	E <sub>45</sub>	
				0.934*	0.807**	LA
					0.814**	LC
		0.840**	0.829**			PC
0.888**	0.970*					WC

P < 0.05 :\*\* ، P ≤ 0.01 :\*

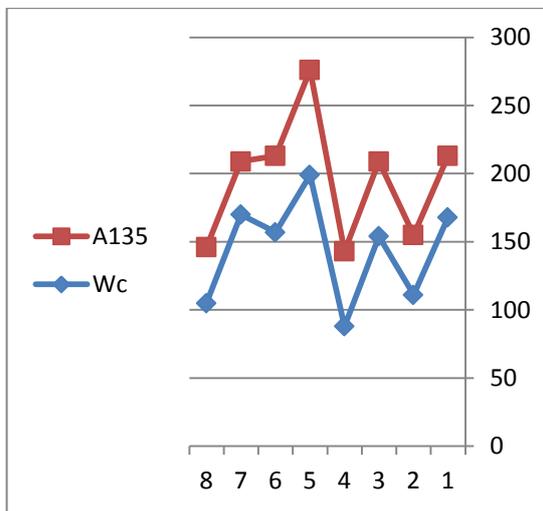
والمخططات التالية توضح أهم العلاقات الواردة في الجدول السابق



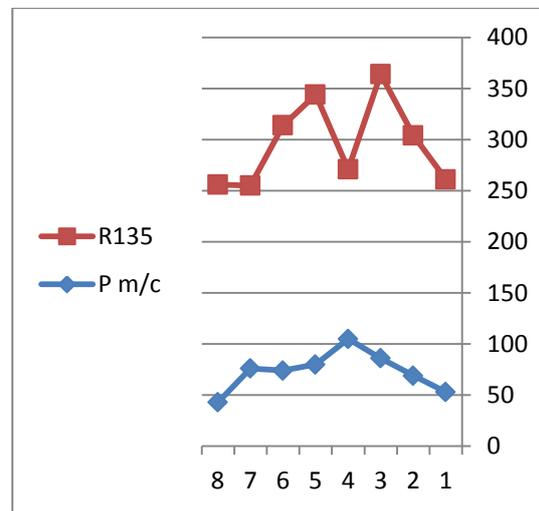
المخطط (10) العلاقة بين قيم  $W_c$  وقيم  $A_{90}$



المخطط (9) العلاقة بين قيم  $P_m$  وقيم  $R_{90}$



المخطط (12) العلاقة بين قيم  $W_c$  وقيم  $A_{135}$



المخطط (11) العلاقة بين قيم  $P_m$  وقيم  $R_{135}$

الاستنتاجات والتوصيات:

على الرغم من الاختلاف الواضح في تصميم جهازي الإكستنسوغراف والألفيوغراف وشروط عمل كلٍّ منها إلا أنه تبين وجود علاقات ارتباط هامة بين مختلف المؤشرات التي يقيسها كلٌّ من جهازي الإكستنسوغراف والألفيوغراف بعد تعديل شروط عمل الجهازين، بالإضافة إلى إمكانية ربط بعض هذه المؤشرات مع بعضها ومع بعض الخصائص الكيميائية والتكنولوجية.

لوحظ وجود علاقات ارتباط هامة بين قيم المطاطية  $E_{45}$ ،  $E_{90}$  بالطريقة المعدلة مع مختلف الخصائص الكيميائية، والتكنولوجية. في حين لم نلاحظ وجود علاقات ذات فرق معنوي هام ما بين الخصائص الكيميائية، والتكنولوجية مع المؤشرات التي يزودنا بها جهاز الألفيوغراف.

تبين لنا وجود علاقة ارتباط طردية تربط قيم مطاطية العجين المقيسة في جهاز الإكستنسوغراف بالطريقة المعدلة مع قيم تمدد العجين المقيسة في جهاز الألفيوغراف بطريقتي الترطيب المعدل والثابت.

لوحظ كذلك وجود علاقة طردية بالغة الأهمية تربط بين مقاومة الشد الأعظمي للعجين المقاسه في جهاز الإكستنسوغراف بالطريقة المعدلة وقيم الضغط الأعظمي المقاسه في جهاز الألفيوغراف باستخدام طريقة الترطيب الثابت.

بالإضافة إلى وجود علاقة واضحة بين الطاقة المبذولة في كلا الجهازين من اجل تشوه قطعة العجين المختبرة في كل جهاز على حدا.

ولعل هذه النتائج تنقل فكرة واضحة عن إمكانية الربط بين مختلف أجهزة القياس الريولوجية وإمكانية اعتماد نتائج أحد الجهازين وتعميمها على الآخر من خلال علاقات تجريبية يمكن الحصول عليها من خلال دراسات أعمق في هذا المجال ويحيث تكون هذه الدراسة نواة للبحث في هذا المجال.

### المراجع:

- 1- ARNAUD, M. *Comparative study between Alveograph and the Extensograph*. Chopin Tribune, French, vol. 171, No. 10, 2001, 71-77.
- 2- BARNES, H.A.; HUTTON, J.F; WALTERS, K. *An Introduction to Rheology*, Elsevier, Amsterdam.1989, 151-159.
- 3- CAMPOS, D. T.; STEFFE, J. F., & NG, P. K. W. *Mixing wheat flour and ice to form undeveloped dough.*, Cereal Chem. 73(1), (1996).105-107.
- 4- ELIASSON, A.C.; LARSSON, K. *Cereals in Bread making*.2<sup>nd</sup> .ed., Molecular Colloidal Approach. Marcel Dekker, New York. 1993, 128.
- 5- FAUBION, J. M.; HOSENEY, R.C. *The viscoelastic properties of wheat flour doughs*. Chap. 2 in: Dough Rheology and Baked Product Texture. H. Faridi, and J. M. Faubion eds. AVI, New York. 8(2): 1990, 11-29.
- 6- ICC . International Association for Cereal Science and Technology (ICC) standard method no. 110/1. Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products. 1976., Vienna: ICC Secretariat.
- 7- ICC . International Association for Cereal Science and Technology (ICC) standard method no. 104/1. Determination of ash in Cereals and Cereal Products. 1960., Vienna: ICC Secretariat.
- 8- ICC., International Association for Cereal Science and Technology (ICC) standard method no. 114/1. Method for using the brabnder Extensograph .1978., Vienna: ICC Secretariat.
- 9- ICC ,1994. International Association for Cereal Science and Technology (ICC) standard method no. 155. Determination of wet Gluten quantity and Quality of Whole Wheat meal and Wheat Flour. 1992b .,Vienna: ICC Secretariat.
- 10- FERRY, J. D. *Viscoelastic Properties of Polymers*, Wiley, New York. Graessley, W. W., 1974. The entanglement concept in polymer rheology. *Advances in Polymer Science*. 16: 1980, 1-179.
- 11- KARABABA, E ; ERCAN, R. *Makarnalık buğdayların ekmeklik potansiyeli ve kalitesi*, Gıda, 20(3): 1995,153-159.
- 12- POMERANZ, Y. *Wheat Chemistry and Technology*, Published by AACC, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.: 1988. 415-421.
- 13- SPIES, R. Application of rheology in the bread industry. In H. Faridi & J. M. Faubion (Eds.), *Dough Rheology and baked product texture*, New York: Springer. 55: 1989, 343-359.