Studying technological parameters of two-layer flatbread in bakeries of different used technologies

Dr.Amin MOUSSA*
Dr.CHahid Mostafa**
Haider Khaddour***

(Received 13 / 12 / 2021. Accepted 20 / 6 /2022)

□ ABSTRACT □

Technological parameters of the two-layer flatbread were studied at different bakeries, the technologies used, and the production of the ration bread, and it was found that there are differences in the outputs of the manufacturing process related to the applied parameters, as most of the workers do not have this professional-skill or craftsmen. Seven indexes were selected: Index of water loss by baking process or evaporation index (index of inability to hold water), index of moisture retention after baking, index of upper part weight , index of bottom part weight , index of upper part moisture, index of bottom part moisture and index of relative standard deviation, where these indexes contributed to standardizing the basis for the correct comparison of results. To find out the nature of the relationships between the parameters with each other as well as their relationship with the indexes, the SPSS mathematical program was used to study the regression relationship and its best mathematical representation. It was found that the Power equation of the form: $Y = X^b$ gave the best representation of the mathematical relationships for the most general of the correlations (8 cases) between an independent variable and a dependent variable. The Growth equation of the form: $Y = b^x$ was able to excel in representation in only two cases.

Keywords : Flatbread, Baking parameters, Baking technology, Baking profession, Baking quality, Baker's craftsmanship, Baking indexes

* **Professor - Department of Food Sciences - Faculty of Agricultural Engineering -Tishreen University- lattakia-syria- tishreen.edu.sy@amin.moussa**
****Professor - Department of Chemistry - Faculty of Sciences - Tishreen University- lattakia-syria chahid_mou@hotmail.com**
*****PhD student - Department of Food Sciences - Faculty of Agricultural Engineering - Tishreen University lattakia-syria haider.khadour@tishreen.edu.sy**

دراسة مَعْلَمَات تكنولوجية للخُبْز المُسَطَّح ثنائي الطبقة لدى مخابز متباينة التكنولوجيات المستخدَمَة

د.أمين موسى*

د.شهيد مصطفى**

حيدر خضور***

(تاريخ الإيداع 13 / 12 / 2021. قبل للنشر في 20 / 6 / 2022)

□ ملخّص □

جرى دراسة مَعْلَمَات تكنولوجية للخُبْز المُسَطَّح ثنائي الطبقة لدى مخابز متباينة التكنولوجيات المستخدَمَة وتُنتج الخُبْز التمويني، فتبين وجود فروق في مُخْرَجات العملية التصنيعية تتعلّق بالمَعْلَمَات المُطَبَّقَة، حيث لا توجد بالأعمِّ الأغلب منهجيةٌ علميّةٌ أو حرفيّةٌ تُوَجِّهُ المشتغلين بهذه الحرفة. جرى اختيار 7 مؤشِّرات هي: مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز أو مؤشِّر التبخير (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء)، مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بَعْدَ الخَبْز، مُؤشِّر وزن الشطر العُلوي، مُؤشِّر وزن الشطر السُفلي، مؤشِّر رطوبة الشطر العُلوي، مؤشِّر رطوبة الشطر السُفلي، مؤشِّر الانحراف المعياري النسبي، حيث ساهمت هذه المؤشِّرات في توحيد الأساس للمقارنة الصحيحة بين النتائج. لمعرفة كنه العلاقات بين المَعْلَمَات مع بعضها بعضاً فضلاً عن علاقتها بالمؤشِّرات استُخدِم البرنامج الاحصائي الرياضي SPSS من أجل دراسة علاقة الانحدار وافضل تمثيل رياضي لها. تبيّن أنَّ معادلة القوّة من الشكل: $Y = X^b$ أعطت أفضل تمثيلٍ للعلاقات الرياضية للأعمِّ الأغلب من الارتباطات (8 حالات) بين متغيّر مستقلٍّ ومتغيّر تابعٍ، واستطاعت معادلة التزايد الأسّي من الشكل: $Y = b^x$ التفوق بالتمثيل في حالتين فقط.

الكلمات المفتاحية: الخُبز المسطّح، مَعْلَمَات الخَبْز، تكنولوجيا الخَبْز، حرفية الخَبْز، جَوْدَة الخُبز، حرفية الخبَّاز، مؤشِّرات الخَبْز

* أستاذ في قسم علوم الأغذية – كلّية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية– amin.moussa@tishreen.edu.sy

**أستاذ – قسم الكيمياء – كلّيّة العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية chahid_mou@hotmail.com

***طالب دكتوراه – قسم علوم الأغذية – كلّية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سوريةhaider.khadour@tishreen.edu.sy

مقدمة

يعتمد معظم سكّان سوريا في طعامهم، كما بقية سكّان الإقليم للدول المجاورة في لبنان والأردن وفلسطين، أيْ بلاد الشام على مكوّنٍ رئيسٍ في الوجبة الغذائيّة، ألا وهو الخُبْز مرافقاً لجميع مكوّنات المائدة، سواء أكان مصدرها نباتياً أو حيوانياً، وحتى لو كانت من الطبيعة النشوية ذاتها. هذه العادات الغذائية تَرجع في أصولها إلى موروثٍ حضاريٍ وبيئي، حيث البيئة والمناخ مع ثقافة زراعية مبنيّة على أسسٍ معرفيةٍ (أدوات حراثة وري وخصوبة أراضي) ساهموا بازدهار زراعة الحبوب بأنواعها العديدة وتطوّرها، فضلاً عن زراعة شجرة الزيتون، التي ساهمت أيضاً في إمداد السكّان بمصدرٍ رئيسٍ لزيت الطعام، وشكّل الخُبْزُ والزيت أساساً لكلِّ الوجبات الغذائية وأطباق المائدة.

خضعت حرفة الخُبْز المرقوق ثنائي الطبقة في سوريا وكذلك الدول المجاورة لمنحىً تطوّريٍّ، تداخلت فيه عوامل كثيرة، منها ما هو اقتصادي واجتماعي وسياسي. وتميّزت سوريّا عن غيرها من باقي دول المنطقة ضمن التطوّر هذا بتأثير الناحية السياسية أيضاً، نتيجة تبني الحكومات المتعاقبة (ولعشرات السنين) مسألة تأمين سلعة الخبز بالمفهوم التمويني لجميع السكّان وبسعرٍ مدعومٍ رخيصٍ، بدءاً من توفير القمح والطحين اللازم للخبز، فضلاً عن اعتماد مخابز بملكيةٍ عامّةٍ وخاصّةٍ ومَدِّهم بالدقيق، وصولاً إلى إنتاج رغيفٍ بمواصفاتٍ ريولوجيةٍ مُحدَّدةٍ، وذلك ضمن ضوابط وُضِعَت لها مواصفة قياسية.

فلو أخذنا مَنْحَيَيْن تطوّرين لدولتين في بلاد الشام وهما سوريا ولبنان، نجد الظروف السياسية المرافقة للتطوّر هذا متبايناً في الدولتين، فما هو موجودٌ في سوريا غير موجودٍ في لبنان، ففي لبنان يبرز الاقتصاد الحرُّ، الذي انطلق من المناخ السياسي المسيطر فيه، ليجعل إنتاج الرغيف مسألة اهتمامٍ للقطّاع الخاصّ، بحيث يسيطر على هذا القطاع مسألة الخبرة والتنافس والجدارة في توفير مواصفاتٍ مرغوبة من المستهلك، فاختلفت المكوّنات (على الأقلّ جاء الاختلاف في إضافة المُحَسِّنات)، التي تنشد مواصفاتٍ تتجاوز مسألة تأمين الخبز التمويني المطلوب في سوريا. فضلاً عن اختلافٍ آخر يتمثّل باعتماد مواصفاتٍ أخرى للدقيق المستَخدَم في إنتاج الرغيف، وتأمينه من مطاحن خاصّة أو استيراداً من الخارج. لقد غَلُب على الدقيق المُستَخدَم في صناعة الخُبْز في لبنان نسبة الاستخلاص المنخفضة، في حين كانت في سوريا أعلى، الأمر الذي شكّل نقطةً جوهريةً لمواصفات الرغيف الناتج.

هذه الظروف الاقتصادية المتباينة، التي رافقت مسير إنتاج رغيف الخُبْز المُسطّح ثنائي الطبقة في كلا القُطرين اللبناني والسوري جعلت المواصفات الحسّيّة للرغيف المُنتَج في لبنان أفضل من مواصفات الرغيف المُنْتَج في سوريا، لكون التنافس بين أفران القطاع الخاص في لبنان تشتد من أجل جذب المستهلك، في حين أنَّ الأفران العامة والخاصة في سوريا تنتج الخُبْز بسعرٍ مدعومٍ رخيصٍ، وأقلّ من التكلفة بكثير (الحكومة تتحمّل الفرق في التكلفة)، وبالتالي فالمُستهلِك لا يدفع ثمناً مرتفعاً تجعله يبحث عن السلعة التي تستحقُّ السعر المفروض، والسُلْطَةُ المولجة الإشراف على نوعية إنتاج الخبز تُقصّر في أداء واجباتها لأسبابٍ عدَّةٍ، منها ما هو موضوعي ومنها ما هو ذاتي. أمّا في لبنان قد يخرج المَخْبِز الخاصُّ من المنافسة، إذا لم يَجِدْ المستهلك الراغب في شراء منتجات مَخْبِزه، في حين في سوريا ونتيجة لحاجة المستهلك، وعدم حصوله على خياراتٍ أفضلَ بديلةٍ تتنافس فيما بينها، يضطرُّ لشراء الخُبْز مهما كانت مواصفاته.

يتباين إنتاج الخُبْز في سوريا بين فرنٍ وآخر، ولا توجد نوعيةٌ تخرج للمستهلك بمواصفاتٍ ثابتة، حتى ضمن المَخْبِز الواحد نفسه، فهي تتباين بين فترةٍ وأخرى خلال يوم العمل ذاته، وبين يومٍ وآخر أيضاً حسب اهتمام إدارة المَخْبِز من

جهة ومواصفات الدقيق الوارد إلى المَخْبِز من جهة أخرى. وحتى لو كانت مواصفات الدقيق ثابتةً، فإنَّ أداء العامل قد لا يتّسِم بالثباتيّة، وذلك وفق ما وصل إليه Moussa and Khadoour (2017).

وتتباين المخابز في ملكيتها بين القطاع العام والقطاع الخاص والقطاع المشترك (ملكية عامة ويكون التشغيل من قبل القطاع الخاص)، أو في كفاءة أداء العاملين الذين يُشَغّلون هذه الآلات. وهذه الملكيّة والأداء بدورهما يساهمان في التأثير على مُخْرَجات العملية التصنيعية من حيث درجة الاهتمام بما يُعرف بـ "ممارسات التصنيع الجيدة GMP"، ففي الأعمِّ الأغلب ترتبط جَوْدَة الخبز الطازج بقصرته (السماكة والقرمشة واللون والطعم) وبُنْيَة اللبابة (النكهة ، والقوام الناعم، وحجم خلايا الغاز) وفقاً لِما أورده Hui (2006).

وأيضاً تختلف المخابز فيما بينها بكلٍّ من: طريقة خلط المكوّنات المُشَكِّلَة للعجين ونِسَبِها (عجين قوي أوضعيف)، طريقة العجن وزمنه ونوع العجّانات، طريقة التقطيع والتشكيل والرّق، زمن التخمير والإراحة للعجين وكذلك الإراحة للقِطَع (أقراص أو مكوَّرات العجين) بَعْدَ خضوعها لعملية الرّق، درجة الحرارة المستخدمة في حجرة الخَبز وطول هذه الحجرة. مع العِلم أنَّ جميع المخابز تعتمد زيت الديزل كحاملٍ للطاقة من أجل حرقه وتوليد الحرارة اللازمة لعملية الخَبْز، بحيث تُستَخدَم طريقة أفران اللهب الصادم Impingement ovens، والتي هي أفران تعمل على تقليل أزمنة الخَبْز باختيار المناسب من درجات الحرارة مع زَمَنِ الخَبْزِ، وبالتالي تحقيق التغييرات المرغوبة من خلال نقل الحرارة بطريق الحَمْل الحراري بسرعة أكبر (Hui, 2006).

ويَتمُّ تحديد شروط الخَبْز بالأعمِّ الأغلب وفقًا لتركيبة الوقت ودرجة الحرارة المطلوبة لتحقيق مجموعة معينة من معايير الجودة، وهي تتنوّع ضمن نطاق واسع، ليس فقط لمجموعات المنتجات المختلفة من المخبوزات، ولكن أيضاً للمنتجات الفردية ضمن المجموعة المُعيَّنة. ففي مناقشة دور الماء في مجريات عملية الخَبْز، من الجدير أيضاً أنْ نتذكَّر أنَّ عملية الخَبْز ليس حدثًا فورياً واحداً، وأنَّ هذا له تأثيره على العديد من جوانب جودة المُنْتَج، فعملية الخَبْز هو اكتساب الحرارة وفقدان الرطوبة. وبالأعمِّ الأغلب كلما زادت حرارة المُدخلات، زادت سرعة فقدان الرطوبة. ومع ذلك، ترتبط جوانب أخرى من صفات المنتج بمعدّل إدخال الحرارة ولا تستفيد دائماً من الإدخال الأسرع للحرارة. وتعتمد عملية الخَبْز في الفرن التقليدي على توصيل الحرارة من السطح إلى مركز العجين أو جَبْلَة الخليط batter matrix بحيث يوجد تدرّج (ميل) في درجة الحرارة عبر مقطع عرضي مُعيَّن (من السطح نحو المركز) للمُنْتَج في حجرة الشوي. هذا يعني أنَّ التحوّل من الجَبْلَة غير المخبوزة إلى الهيكل المخبوز يحدث في لحظات مختلفة داخل مقطع عرضي معين للمُنْتَج، فالخَبْز أو الشوي يحدث في المناطق الموجودة على السطح (لمنتجٍ معيَّنٍ) وقربه في وقتٍ أبكر بكثيرٍ من المركز أثناء فترة البقاء في حجرة الشواء (Cauvain and Young, 2008).

وفي الواقع، جلتنة النشا starch gelatinization هي واحدة من العوامل التي تُحدِّد زمن استغراق عملية الخَبْز. إذْ يجب اعتبار جلتنة النشا بالكامل في اللبابة أوّل مؤشِّر جودة للمنتجات المخبوزة الناعمة Soft baked products. فإذا لم يحدث تجلتن النشا، فلن يتم أبداً ضمان القبول الحسّي للمُنْتَج، من حيث المظهر والملمس. وبالتالي، يمكن اتخاذ مدى حدوث عملية الجلتنة كـ "مؤشِّر الحدِّ الأدنى للخَبْز Minimum baking index" (أي هي مَعْلَمَة المراقبة لعملية الخَبْز). يجب أوّلاً الوصول إلى الجلتنة الكاملة في المُنْتَج، حتى يليها تشكّل اللون والنكهة (Zanoni, 1995).

أهمّية البحث وأهدافه :

نظراً لأنَّ حرفة الخَبْز تُعدُّ المسؤولة عن تقديم سلعٍ خدميّة واسعة الانتشار على صعيد توفير الغذاء المناسب كمّاً ونوعاً، فضلاً عن كون المخابز مسؤولة عن تقديم رغيفِ خُبْزٍ يمتاز بمواصفاتٍ حسّيّةٍ جيدةٍ، فإنَّ معرفة كلّ الجوانب التصنيعية التكنولوجية لا تُغني عن الإلمام بالأسس العلميّة لهذه الحرفة وصولاً للهدف المنشود. ولمّا كانت العوامل المؤثرة على تصنيع الرغيف الجيد لاتزال مجهولة لدى الأعمّ الأغلب من المشتغلين في هذا القطّاع، فقد ظهرت الحاجة لتسليط الضوء على واقع انتاج الرغيف التمويني والتكنولوجيات التي تُوظَّف به بغية الخروج بمعطياتٍ تساهم مع غيرها لاحقاً في وضع أسسٍ معيارية علميةٍ لكيفية إنتاج رغيفٍ يمتاز بجودة عالية، وتُعِيْنُ المشرفين القائمين على تنظيم الواقع التمويني وإدارته في اتخاذ الإجراءات والتدابير المناسبة في قوننة إنتاج الرغيف التمويني. ولهذا السبب فقد جرى تنفيذ هذه الدراسة على مخابز في محافظة اللاذقية خلال العام 2018، لتكون مع غيرها الأساس لعملية التنظيم.

طريقة البحث وموادِّه Research method and materials

جرى اختيار عشرة مخابز وتم تقسيمها حسب عائديتها إلى ثلاثة مجموعات أعطيت الرموز التالية:

- مجموعة المخابز الخاصة وتضمن المخابز ذات الرموز (A–B–C–D)
- مجموعة المخابز التي تعمل بنظام الأشراف وتضمن المخابز ذات الرموز (E–F–G)
- مجموعة المخابز العامة أو الآلية وتضمن المخابز ذات الرموز (H–I–J)

وتتباين هذه المخابز في حيازتها لتكنولوجيات تصنيع الخُبْز، سواء ما تعلَّق منها بالآلات الموظّفة في الإنتاج، وذلك من أجل دراسة أثر العمليات التكنولوجية المُستخدَمة في مواصفات تصنيع الخبز المُسَطَّح ثنائي الطبقة ضمن سوق التزوّد بالخبز التمويني في أحدى المحافظات السورية، والتي تمثّل نموذجاً لباقي المحافظات.

اعتُمد في تنفيذ الدراسة لكلٍّ من العجين والخُبْز الناتجين المأخوذين من المَخَابِز العشرة اعتيانٌ مُباشرٌ من خطوط الانتاج، حيث تمَّ سحب سبع عينات من كلِّ مخبز في أوقات مختلفةٍ تمتد لأسابيع بين الواحدة والأخرى، وفق الخطوات التالية:

تمَّ وزن قرص العجين المرقوق بشكل كامل. وباستخدام كأس زجاجية صغيرة (فتحتها دائرية بقطر 8 سم) كأداة لأخذ العينات من العجين بَعْدَ نهاية عملية الرّق، جرى اقتطاع خمس دوائر من العجين المرقوق، مع المحافظة على شكل المرقوق الدائري لتتابع دخولها حجرة الشوي، أمّا القطع الدائرية فجُمِعَت مع بعضها بعضاً على شكل كرة عجين، لتُشَكِّل عينة العجين كما في الشكل (1)، وحُفِظَت كرة العجين ضمن كيس بلاستيكي يمنع فقد الرطوبة منها، لتمثل عينة العجين.

شكل (1) يبين عملية الاعتيان من العجين المرقوق

تُرِكَ قرص العجين المرقوق المُقْتَطَع منه الدوائر ليَدخُل الفرنْ مع غيره من الأقراص. وفي نهاية عملية الخُبْز أُخِذَ الرغيف نفسه كعينة من الخُبْز الناضج كما في الشكل (2) لتجري عليه الاختبارات.

شكل (2) يبين عملية انضاج الرغيف بعد الاعتيان من العجين المرقوق

تمَّ فصل الشطر العُلوي عن السفلي للرغيف دون أن تتأثر عملية انفصال الشطرين، وبَعْدَ ذلك حُفِظَا (بَعْدَما أصبحت درجة حرارتهما بدرجة حرارة الغرفة) بأكياس البلاستيك المعتادة والمستخدمة لحفظ الخُبْز كلٌّ على حدة.

ثمَّ نُقِلت العينات إلى مِخْبَر التحليل، حيث وُزِنت قطعة العجين المأخوذة ووُزِن الرغيف كاملاً وكذلك شطريه العُلوي والسُفلي بدقة ثلاثة أرقام بَعْدَ الفاصلة (بدقّة 1 ملغ).

تمَّ تحضير خمسة مكرّرات من كلّ عينة، وأخذ المتوسط الحسابي للمكرَّرات ليُعتمد كقيمة ممثِّلة للعينة، وقد حُسِبَ الانحراف المعياري عن المتوسّط.

قُدِّرت النسبة المئوية للرطوبة في كلٍّ من مكرَّرات العجين والخُبْز عند درجة حرارة 103± 2 درجة مئوية حتى ثبات الوزن، وحُسِبَ المتوسط الحسابي للمكرَّرات مع الانحراف المعياري عنه. تالياً حُسِبَت كمّيّة الرطوبة في قرص العجين (غرام) = (وزن قرص العجين بَعْدَ الاعتيان (غرام) × النسبة المئوية لرطوبة العجين) × 100.

كما حُسِبَت النسبة المئوية لفقد الرطوبة أثناء الخَبْز= (كمّيّة الرطوبة المتبخرة أثناء الخَبْز (غرام) ÷ وزن قرص العجين بَعْدَ الاعتيان (غرام)) × 100.

وانطلاقاً مِمّا تقدَّم، ومن أجل دراسة الأثر الهندسي والتكنولوجي للتجهيزات المستخدمة في تصنيع الخُبْز، جرى تحويل بعض قِيَم المعطيات الفيزيائية المرتبطة بطريقة التشغيل إلى مؤشِّرات رقمية (نِسَبٌ مجرّدة)، تعكس التطوّرات التي تحصل أثناء عملية الخَبْز من جهة، وتُوَحِّد الأسس التي يُنطَلَقُ منها لمعرفة التطوّرات (منطلق موحّد لجميع العينات) من جهةٍ أخرى. فمثلاً أثناء عملية الخَبْز يتشكّل لدينا شطران لرغيف الخُبْز أحدهما عُلوي وآخر سُفلي، وبالتالي فإنَّ وزن الشطر العُلوي أو السُفلي سيكون مرتبطاً بـ مَعْلَماتٍ (بارامترات Parameters) مختلفةٍ مثل: عملية التخمير وفقاً لنوع الخميرة (رطبة أو جافّة) وكمّيتها وجودتها، وبَعْدَها عملية التقطيع بحيث يُختار وزن قطعة العجين لتناسب بشكلٍ أو آخر بقية المَعْلَماتِ حتى تدخل حجرة الخَبْز، وكذلك سماكة عملية الرَّق (تؤثّر بشكل رئيس على تشكيل اللبابة)، ومُدّة إراحة العجين المرقوق، فضلاً عن درجة حرارة الخَبْز، وقبل كل شيء النسبة المئوية لرطوبة العجين، التي تؤثّر بشكلٍ مباشَرٍ بتحوّلها لبخارٍ يضغط ليشكّل جيوباً (BELLIDO *et al*, 2006)، ما تلبث أنْ تجتمع فيما بينها، وتفصل الرغيف في لحظةٍ ما إلى شطرين متساويين أو مختلفين وفقاً للظروف المُسيطِرة. ففي حالةٍ مُحَدِّدَةٍ للانشطار (أهمّ المَعْلَماتِ المؤثِّرة هو ما يتعلَّق بالتوزّع الحراري فوق الرغيف وتحته، وكذلك عملية التخمير والإراحة وسماكة الرَّق) ستنتج كتلتين تنفصلَيْن عن بعضهما تتساويان أو تتباينان، وتعطيان لاحقاً بَعْدَ الإنضاج بانقضاء الزمن وتبخّر جزءٍ من الرطوبة وزناً لشطر الرغيف العُلوي، قد يكون أكبر من وزن الشطر السُفلي أو أصغر منه. وبمعنى آخر فإنَّ هذه صفة ترتبط بالتكنولوجيا المُطبَّقة وظروفها المُسيطِرة. ولكي تجري المقارنة بين مَخْبِز وآخر بشكلٍ موَّحد الأساس، سيُنْسَب وزن الشطر العُلوي إلى كامل وزن الرغيف، وكذلك الحال مع وزن الشطر السُفلي، ثم تحويل نتيجة ذلك إلى نسبة مئوية، فتسهل عملية المقارنة بين هذه الأرقام كمؤشِّراتٍ رقمية. فالمؤشِّرات التي اعتُمِدَت هي:

مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز أو مؤشِّر التبخير (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء) = (كمّيّة الماء المتبخّر أثناء الخَبْز (غرام) ÷ كمّيّة الماء الموجود في العجين (غرام)) × 100.

مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بَعْدَ الخَبْز = (متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف ÷ متوسط النسبة المئوية لرطوبة العجين) × 100.

مُؤشِّر وزن الشطر العُلوي = (وزن الشطر العُلوي (غرام) ÷ وزن الرغيف الكامل (غرام)) × 100.

مُؤشِّر وزن الشطر السُفلي = (وزن الشطر السُفلي (غرام) ÷ وزن الرغيف الكامل (غرام)) × 100.

مؤشِّر رطوبة الشطر العُلوي = (متوسط النسبة المئوية لرطوبة الشطر العُلوي ÷ متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف) × 100.

مؤشِّر رطوبة الشطر السُفلي = (متوسط النسبة المئوية لرطوبة الشطر السُفلي ÷ متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف) × 100.

مؤشِّر الانحراف المعياري النسبي Relative standard deviation index = (الانحراف المعياري ÷ المتوسط الحسابي) × 100.

النتائج والمناقشة:

بَعْدَ أنْ أُنْهيت عملية الاعتيان وتقدير المتوسطات الحسابيّة وكذلك الانحراف المعياري عن قيم المتوسطات، جرى تبويب النتائج في الجدول (1) وفقاً للمَعْلَمَات التكنولوجية وذلك للمخابز العشرة.

وبالتدقيق في نتائج المخابز الموجودة في الجدول (1) نجدها مختلفة عن بعضها بعضاً، بحيث لا تتطابق ظروف التشغيل التكنولوجية المُتَّبعة بين مَخْبِز وآخر، وكان Quail (1990) قد أوضح أنَّه يتمُّ اختيار سماكة العجين إلى حدٍّ كبيرٍ وفقاً لتفضيل المُستَهلِك، بينما نجده في المخابز المدروسة تتّبع منهجية تحقيق الربح اكثر ممّا يكون التركيز على جَوْدَة الرغيف وتفضيل المُستَهلِك. فمثلاً لو أخذنا مَعْلَمَة وزن كتلة العجين المأخوذة للتحليل (غرام) نجدها متباينة بين مَخْبِز وآخر، والسبب هو سماكة العجين المرقوق المتباين (حيث قَطر دائرة القَطع واحدة وهي 8 سم، وعددها أربع)، وهذا يعني بالتالي أنَّ ظروف الإنضاج ضمن حجرة الخَبْز ستؤثِّر تأثيراً مختلفاً على الرغيف، ولا سيَّما في عملية انتقال الحرارة بين وسط التسخين والعجين المرقوق المتعرّض لعملية الشوي، فالسماكة تلعب دوراً هامّاً في ذلك (Banooni *et al*, 2009)، وبالتالي ستختلف كمّيّة الرطوبة المتبخرة أثناء الخَبْز أو بعبارة أخرى كمّيّة الرطوبة المحتجزة أو المتبقيّة في الرغيف، وهو ما يَظهر واضحاً من خلال معطيات الجدول (1).

جدول (1) يبيّن قِيَم المتوسطات الحسابيّة والانحراف المعياري لمَعْلَمَات تكنولوجية للمَخابِز العشرة

نوع المَعْلَمَة (بارامتر)	اختصار للمَعْلَمَة	المخابز العشرة									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
وزن كتلة العجين المأخوذة للتحليل (غرام)	D T M	22.38	21.63	20.06	24.53	28.12	24.86	28.72	25.23	23.77	30.88
	SD	1.36	1.84	4.60	1.84	3.49	1.54	2.17	1.36	1.12	5.55
وزن قرص العجين بَعْدَ الاعتيان (غرام)	FBWAB	137.6	122.1	84.95	122.9	191.8	185.1	186.2	184.7	83.24	169.1
	SD	1.36	3.62	4.60	4.23	3.49	1.54	2.17	1.36	2.53	5.55
وزن الرغيف بَعْدَ الخَبْز (غرام)	FBWAS	116.9	100.7	66.57	112.7	162.9	157.1	166.1	152.0	67.49	137.3
	SD	3.35	2.28	2.32	2.05	4.64	1.40	1.79	5.44	4.66	3.23
وزن الشطر العُلوي(غرام)	WUpFbS	61.84	53.55	33.23	51.67	69.32	75.93	74.84	74.49	34.89	60.31
	SD	1.62	1.33	1.20	1.05	2.85	2.90	1.56	0.43	3.57	3.53
وزن الشطر السُفلي (غرام)	WUnFbS	55.10	47.22	33.34	61.10	93.66	81.18	91.28	77.53	32.60	77.06
	SD	3.16	1.52	1.46	2.45	5.69	1.53	2.89	5.79	2.04	3.42
مؤشِّر وزن الشطر العُلوي	IUpFBSW	52.91	53.14	49.92	45.84	42.57	48.32	45.06	49.07	51.60	43.90
	SD	1.67	0.88	1.01	1.36	2.22	1.42	1.25	2.03	2.53	2.22
مؤشّر وزن الشطر السُفلي	IUdFBSW	47.09	46.86	50.08	54.16	57.43	51.68	54.94	50.93	48.40	56.10
	SD	1.67	0.88	1.01	1.36	2.22	1.42	1.25	2.03	2.53	2.22
النسبة المئوية لفقد الرطوبة أثناء الخَبْز	PMLDB	14.49	17.18	21.06	7.91	13.40	18.82	10.73	14.88	17.52	18.15
	SD	2.36	2.91	3.58	1.34	3.33	1.93	1.97	2.09	6.57	1.74
كمّيّة الرطوبة المتبخرة أثناء الخَبْز (غرام)	AMEDB	20.68	21.35	18.38	10.21	28.90	28.04	20.17	32.76	15.74	31.75
	SD	2.77	4.26	3.63	2.26	2.30	2.31	3.88	6.80	6.11	3.41
متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف	ALMP	25.42	27.28	23.45	25.84	26.78	24.11	22.34	28.97	22.40	25.26
	SD	1.68	1.99	0.85	0.76	0.80	0.26	4.93	1.33	1.63	2.71
كمّيّة الرطوبة في قرص العجين (غرام)	AMDS	56.00	51.55	34.41	50.44	72.76	71.46	68.35	77.41	30.17	62.70
	SD	0.46	2.39	2.19	1.53	0.99	1.50	4.10	1.74	1.38	1.81

مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء)	IWLB	36.91	41.27	53.02	20.14	39.72	39.22	29.40	42.23	51.91	50.55
	SD	4.84	7.02	7.78	3.91	3.04	2.82	4.65	8.19	19.93	4.19
مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بَعْدَ الخَبْز	IMRAB	62.44	64.64	57.92	62.99	70.62	62.50	60.32	69.13	61.79	68.07
	SD	3.78	4.17	1.84	1.42	1.81	1.28	10.76	2.25	3.73	6.74
قَطر الرغيف (سم)	BD	28.25	27.50	27.00	27.50	35.00	35.00	32.75	32.50	22.25	35.00
	SD	1.09	0.50	0.71	0.50	0.00	0.00	0.43	0.50	0.43	0.00
النسبة المئوية لرطوبة العجين	PDM	40.70	42.20	40.49	41.03	37.94	38.59	36.68	41.89	36.23	37.09
	SD	0.28	1.26	0.51	0.30	1.04	0.55	1.97	0.81	0.84	0.66
النسبة المئوية لرطوبة الشطر العُلوي	PUpFbSM	24.88	25.92	22.04	25.20	23.60	21.71	20.24	26.97	19.90	22.59
	SD	1.80	2.06	1.46	0.85	0.69	0.54	4.35	1.14	1.89	2.90
النسبة المئوية لرطوبة الشطر السُفلي	PUnFbSM	25.96	28.64	24.86	26.49	29.97	26.52	24.44	30.97	24.91	27.94
	SD	1.63	2.18	0.79	0.86	1.10	0.53	5.52	1.59	1.72	2.59
مؤشِّر رطوبة الشطر العُلوي	IUpFSM	61.12	61.38	54.42	61.43	62.23	56.25	54.66	64.37	54.86	60.87
	SD	4.10	3.86	3.26	1.80	2.13	1.05	9.42	2.16	4.49	7.42
مؤشِّر رطوبة الشطر السُفلي	IUnFSM	63.76	67.89	61.41	64.55	79.01	68.74	65.98	73.89	68.73	75.27
	SD	3.66	5.14	2.10	1.62	2.07	2.38	12.12	2.64	4.19	6.18
درجة حرارة الخَبْز (درجة مئوية)	BTem	455.0	420.0	465.0	432.0	420.0	437.0	420.0	457.0	527.0	450.0
	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
زمن الخَبْز (ثانية)	BTim	11.00	20.00	9.00	20.00	10.00	13.00	10.00	13.00	23.00	15.00
	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز (متر)	LMMBR	4.00	3.00	5.00	3.00	4.50	5.00	4.50	5.00	5.00	6.00
	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

من جهة أخرى نجد أنَّ المخابز تختار أوزان أقراص العجين بشكلٍ متباينٍ، الأمر الذي سيدفع باتجاه تباينٍ في ظروف التشغيل المُشار إليها، وقد انسحب هذا التباين ايضاً على تشكيل شطري الرغيف العُلوي والسُفلي وفقاً لمعطيات المخابز المُستَخدَمة. حيث نجد أنَّ مجموعة المخابز A، B، I، كان الشطر العُلوي فيها أكثر وزناً من الشطر السُفلي، بينما بقية مجموعة المخابز أعطت وزناً للشطر السُفلي اكثر من الشطر العُلوي. واللافت أنَّ التباين في أوزان الشطر السُفلي لمجموعة المخابز السبعة كان كبيراً، فمثلاً نجد في المخبز C أنَّ مؤشّر وزن الشطر السُفلي يساوي 50.08 بينما كان لدى المَخْبِز J يساوي 56.10، بفارقٍ مجاله يقع بحدود 6%. هذه المؤشّرات تدلُّ على أنَّ انفصال شطري الرغيف حصل في ظروفٍ متباينةٍ وترك أثرَه في كيفية تشكيل اللبابة. وبالتأكيد كلّما اقترب مؤشّر الشطر العُلوي من الرغيف من مثيله السُفلي دلَّ على أنَّ ظروف الإنضاج الحرارية فوق الرغيف وأسفله متساوية، فضلاً عن توزّع الجيوب الغازية (الناتجة عن التخمير والإراحة) المتساوي في كامل قرص العجين المرقوق، والعكس بالعكس صحيح.

إذا أخذنا مَعْلَمَة النسبة المئوية لفقد الرطوبة أثناء الخَبْز نجدها متباينة في حدودٍ واسعةٍ، فأقلُّ نسبةٍ كانت لدى المَخْبِز D وبلغت 7.91% وأعلى نسبة كانت لدى المَخْبِز J وبلغت 18.15%، أي بفارقٍ مجاله يقع بحدود 10%. هذا التباين يدلُّ على أنَّ المخابز موضع الدراسة لا تَتَّبِع منهجيةً موَحَّدةً لتصنيع رغيف الخُبْز التمويني. والدليل الذي يؤّكد ذلك هو أنَّ نسبة الرطوبة في رغيف الخُبْز متباينة، فكانت أقلُّها لدى المَخْبِز G وبلغت 22.34% وأعلاها لدى المَخْبِز H وبلغت 28.97%، أي بفارقٍ مجاله يقع بحدود 6.5% (مع الاشارة إلى أن المواصفة القياسية السورية الخاصة بالخبز ذات الرقم 3761:2014 الاصدار الاول) حددت نسبة الرطوبة لا تتجاوز 28% لذلك هناك نتائج تتوافق مع المواصفة ونتائج تختلف عنها. ولمّا كانت نسبة الرطوبة في رغيف الخُبْز تلعب دوراً رئيساً في الصفات الحِسِّيَّة، فهي لا تؤثر فقط على قوام الخُبْز ولكنَّها عاملٌ مهمٌّ من وجهة نظر ظاهرة البيات Staling phenomenon؛ أي أنّ المحتوى المائي المنخفض يقلّل من جَوْدَة الخُبْز (بسبب التحمّص)، في حين أنَّ المحتوى المائي المرتفع يؤجل بيات الخُبْز (Banooni, 2009).

مَعْلَمَة أخرى تشير إلى التباين في أداء المخابز، وهي النسبة المئوية لرطوبة العجين، فنجدها الأقلُّ لدى المَخْبِز I وقد بلغت 36.23% وأعلاها لدى المَخْبِز B وبلغت 42.20%، بفارقٍ مجاله يقع بحدود 6%.

وإذا أردنا المقارنة بين المخابز فيما يتعلّق بالنسبة المئوية لرطوبة العجين و النسبة المئوية لرطوبة الخُبْز، فلا نجد التطابق حاصلاً، بمعنى أنَّ النسبة المئوية لرطوبة العجين المرتفعة لا تقابلها نسبة مئوية لرطوبة خُبْز مرتفعة. ووفقاً لِما أُشير إليه من Cauvain and Young (2008) آنفاً أنَّ عملية الخَبْز هو عملية اكتساب الحرارة وفقدان الرطوبة، وعدم الاستفادة دائماً من إدخال الحرارة الأسرع، نجد أنَّ درجات الحرارة المُستخدَمة أعطت نِسَباً متباينةً لرطوبة الخُبْز.

مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بَعْدَ الخَبْز يعطي فكرة عن سلوك المَخْبِز في إدارة ثنائي مَعْلَمَتَيْن هما: وقت الخَبْز (ثانية) ودرجة حرارته (مئوية)، بغية انضاج الرغيف وتقليل فقد الوزن ما أمكن، بهدف تحقيق الربح من خلال الاحتفاظ بمزيدٍ من الرطوبة الموجودة في قرص العجين المرقوق. مُؤشِّرٌ آخر يرتبط بثنائي المَعْلَمَتَيْن هو مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء)، بمعنى أنَّه الوجه الآخر لمُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بَعْدَ الخَبْز. نتائج هذان المؤشِّران سيساهمان إلى حدٍّ بعيدٍ بقوام الخُبْز أو الرغيف، ويحدِّدان صفات حِسِّيَّةٍ تتعلّق بالجودة، ولا سيّما الطزاجة وقابلية الطي واللّف لرغيف الخُبْز لأطول وقتٍ ممكن. فهو إذن يتعلَّق بالتحوّل الكيميائي–الفيزيائي للمُنْتَج ويرتبط بالظواهر الفيزيائية للحرارة وانتقال الكتلة (Zanoni, 1995). فعندما تتبقى رطوبة زائدة عن حدٍّ مُعَيّنٍ في اللبابة سوف تساهم في أعادة انتشارها بمضي الزمن على انتهاء عملية الخَبْز وصولاً إلى التوازن في المواقع كافّة (باتجاه القصرة بعيداً عن اللبابة)، وبالتالي تساهم في تدهور النشا المتجلتن المشارك في جودة الصفات الحسِّيَّة.

إذا أخذنا درجة حرارة الخَبز في الأفران العشرة نجد ثلاثة مخابز تستخدم درجة حرارة حجرة الشوي نفسها (420 درجة مئويّة)، ولكن لا تُخرِج أرغفة الخُبْز بالنسبة المئوية لرطوبة الرغيف نفسها. فمثلا نجد أَنَّ اثنان من المخابز الثلاثة يتقاربا في النسبة المئوية لرطوبة الرغيف وهما B و G بينما I ينخفض عنهما بحوالي 4%. هذا الاختلاف يحدث كون هناك مَعْلَمَات أخرى متباينة تترك أثراً في ذلك، هي نسبة الرطوبة في العجين، وطول حجرة الشوي، وزمن الشوي، فضلاً عن كفاءة التوزّع الحراري ضمن حيّز الحجرة، الأمر الذي يجعل مُخرجات عملية الخَبْز غير موَّحَدة المواصفات.

وبالتدقيق في قِيَم النتائج المتعلِّقة بوزن كتلة العجين المأخوذة للتحليل (بالغرام) المعبِّرة عن سماكة المرقوق نجد التباين كبير جداً وصل لحدود 10 غرامات، فكان أقلُّها 20.06 غراماً لدى المَخْبِز C وأكبرها 30.88 غراماً لدى المَخْبِز J، وهذا الفارق سيلعب دوراً مهمّاً في إعطاء سماكة مختلفة للرغيف المرقوق، وبدورها ستلعب السماكة كأحد المَعْلَمَات التكنولوجيّة المُهِمَّة في فرض ظروفٍ مُحَدَّدَةٍ على تجلتن النشا من جهة، و ظروف نهوض (ارتفاع أو انتفاخ) الرغيف وكذلك انتقال الحرارة والمادّة Heat and Mass Transfer (سَرَيان الطاقة الحرارية باتجاه المركز من الجانبين العُلوي والسُفلي، وتبخير الرطوبة بارتفاع درجة الحرارة جرّاء إعطائها الطاقة الكامنة للتبخير من هذا السَرَيان) من جهةٍ أخرى.

جدول (2) يبين الانحراف المعياري النسبي Relative standard deviation لقيم المَعْلَمَات المأخوذة من المخابز العشرة

نوع المَعْلَمَة (بارامتر)	اختصار للمَعْلَمَة	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
وزن كتلة العجين المأخوذة للتحليل (غرام)	DTM	6.1	8.5	22.9	7.5	12.4	6.2	7.6	5.4	4.7	18.0
وزن قرص العجين بعد الاعتيان (غرام)	FBWAB	1.0	3.0	5.4	3.4	1.8	0.8	1.2	0.7	3.0	3.3
وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام)	FBWAS	2.9	2.3	3.5	1.8	2.8	0.9	1.1	3.6	6.9	2.4
وزن الشطر العُلوي(غرام)	WUpFbS	2.6	2.5	3.6	2.0	4.1	3.8	2.1	0.6	10.2	5.9
وزن الشطر السُفلي (غرام)	WUnFbS	5.7	3.2	4.4	4.0	6.1	1.9	3.2	7.5	6.3	4.4
مؤشّر وزن الشطر العُلوي	IUpFBSW	3.2	1.7	2.0	3.0	5.2	2.9	2.8	4.1	4.9	5.1
مؤشّر وزن الشطر السُفلي	IUdFBSW	3.5	1.9	2.0	2.5	3.9	2.7	2.3	4.0	5.2	4.0
النسبة المئوية لفقد الرطوبة أثناء الخَبْز	PMLDB	16.3	16.9	17.0	16.9	24.9	10.3	18.4	14.0	37.5	9.6

كمية الرطوبة المتبخرة أثناء الخَبْز (غرام)	AMEDB	13.4	20.0	19.7	22.1	8.0	8.2	19.2	20.8	38.8	10.7
متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف	ALMP	6.6	7.3	3.6	2.9	3.0	1.1	22.1	4.6	7.3	10.7
كمّية الرطوبة في قرص العجين (غرام)	AMDS	0.8	4.6	6.4	3.0	1.4	2.1	6.0	2.2	4.6	2.9
مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء)	IWLB	13.1	17.0	14.7	19.4	7.7	7.2	15.8	19.4	38.4	8.3
مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بعد الخَبْز	IMRAB	6.1	6.5	3.2	2.3	2.6	2.0	17.8	3.3	6.0	9.9
مؤشِّر رطوبة الشطر العَلوي	IUpFSM	6.7	6.3	6.0	2.9	3.4	1.9	17.2	3.3	8.2	12.2
مؤشِّر رطوبة الشطر السُفلي	IUnFSM	5.7	7.6	3.4	2.5	2.6	3.5	18.4	3.6	6.1	8.2
قَطر الرغيف (سم)	BD	3.9	1.8	2.6	1.8	0.0	0.0	1.3	1.5	1.9	0.0
النسبة المئوية لرطوبة العجين	PDM	0.7	3.0	1.3	0.7	2.7	1.4	5.4	1.9	2.3	1.8
النسبة المئوية لرطوبة الشطر العُلوي	PUpFbSM	7.2	7.9	6.6	3.4	2.9	2.5	21.5	4.2	9.5	12.8
النسبة المئوية لرطوبة الشطر السُفلي	PUnFbSM	6.3	7.6	3.2	3.2	3.7	2.0	22.6	5.1	6.9	9.3

إذا دققنا في بيانات الجدول (2) نجد أنَّ الانحراف المعياري النسبي يزداد أو ينقص وفقاً للمَخْبِز أو المَعْلَمَة التكنولوجية (العملية التصنيعيّة)، والذي يعبّر عن أخطاء العمل أو التباينات في العمل الناجمة عن عدم اتباع منهجيّة حرفيّة وإجراءات معيارية تُوَحِّد مواصفات المنتَج النهائي. فلو أخذنا وزن قرص العجين بعد الاعتيان (غرام) نجد التباينات فيه لدى المخابز تشير إلى عدم أمثليّة عمليّة التقطيع (أي ما يُعرَف بالتقريص)، فنجد أنَّ المَخْبِز H أظهر أقلَّ التباينات (0.7) بينما كانت لدى المَخْبِز H أعلى التباينات (3.3). مَعْلَمَة أخرى هي وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) نجد أنَّ المَخْبِز F أظهر أقلَّ التباينات بينما المَخْبِز I أظهر أعلى التباينات، وهذا نراه منسجماً مع تباين مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء).

ومن أجل الإضاءة على تماثل الظروف في حجرة الشوي من أجل الانضاج نأخذ مؤشِّرَي وزن الشطر العُلوي والشطر السُفلي وتباينهما كدليل على الحرفية في إدارة انتقال المادّة والطاقة فنجد المَخْبِز B و المَخْبِز C لديهما أقلَّ التباينات بينما المَخْبِز J و المَخْبِز I و المَخْبِز E لديهم أعلى التباينات، وهذا ما يعكس تباين مُدخلات حجرة الشوي ومُخْرجاتها.

إذا دققنا في بيانات الجدول (2) نجد أنَّ الانحراف المعياري النسبي يزداد أو ينقص وفقاً للمَخْبِز أو المَعْلَمَة التكنولوجية (العملية التصنيعيّة)، والذي يعبّر عن أخطاء العمل أو التباينات في العمل الناجمة عن عدم اتباع منهجيّة حرفيّة وإجراءات معيارية توّحد مواصفات المنتَج النهائي. فلو أخذنا وزن قرص العجين بعد الاعتيان (غرام) نجد التباينات فيه لدى المخابز تشير إلى عدم أمثليّة عمليّة التقطيع (أي ما يُعرَف بالتقريص)، فنجد أنَّ المَخْبِز H أظهر أقلَّ التباينات (0.7) بينما كانت لدى المَخْبِز H أعلى التباينات (3.3). مَعْلَمَة أخرى هي وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) نجد أنَّ المَخْبِز F أظهر أقلَّ التباينات بينما المَخْبِز I أظهر أعلى التباينات، وهذا نراه منسجماً مع تباين مُؤشِّر فقد الماء بعملية الخَبْز (مؤشِّر عدم المقدرة على الاحتفاظ بالماء).

ومن أجل الإضاءة على تماثل الظروف في حجرة الشوي من أجل الانضاج نأخذ مؤشِّرَي وزن الشطر العُلوي والشطر السُفلي وتباينهما كدليل على الحرفية في إدارة انتقال المادّة والطاقة فنجد المَخْبِز B و المَخْبِز C لديهما أقلَّ التباينات بينما المَخْبِز J و المَخْبِز I و المَخْبِز E لديهم أعلى التباينات، وهذا ما يعكس تباين مُدخلات حجرة الشوي ومُخْرجاتها.

التباينات في قِيَمِ الانحراف المعياري النسبي الموجودة في الجدول (2) المتعلِّقة في النسبة المئوية لرطوبة الشطر العُلوي وكذلك النسبة المئوية لرطوبة الشطر السُفلي تأتي لتدلَّ على كيفية خروج بخار الماء من الرغيف المتعرّض للخَبْز (الشوي)، وأيُّ الشطرين أسرع في تكوين القصرة المقاومة لخروج بخار الماء، وتركه يسلك طرقاً أخرى تُسهّل له النفاذ.

ولكن إذا أخذنا التباينات المتعلِّقة بمؤشِّر رطوبة الشطر العُلوي و مؤشِّر رطوبة الشطر السُفلي نجد المَخْبِز G يبدي قيماً لافتَةً في الارتفاع وهذا دليلٌ على وجود سببٍ آخر إضافي يُحتَّمُ بتأثيره في هذا الارتفاع، بينما المَخْبِز الأقل تبايناً كان المَخْبِز F.

المؤشِّرات وارتباطها بالمَعْلَمَات جرى بحثها بمساعدة برنامج $SPSS_{16}$ الاحصائي– الرياضي. لقد تمَّ اختيار أسلوب التحليل الإحصائي بنموذجين، أوّلهما بسيط يربط بين متغيّرٍ مستقلٍّ وآخر متغيّرٍ تابعٍ، وثانيهما متعدّد المتغيّرات تشترك فيما بينها بالتأثير على المتغيّر التابع بأساليب مختلفة. وهنا ننوّه لاختلاف أساليب وصف الظواهر، ذوات المَعْلَمَات والمتغيّرات المتعدّدة وتحليلها. و يُعدُّ الانحدار الخطّي البسيط والمتعدِّد من الأساليب الإحصائية المتقدّمة، والتي تَضْمَن دِقّة الاستدلال من أجل تحسين نتائج البحث، ويكون ذلك عن طريق الاستخدام الأمثل للبيانات في إيجاد علاقات سببيّة بين الظواهر موضوع البحث.

جدول (3) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) و وزن قرص العجين بعد الاعتيان (غرام)

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام)

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.999	6.136E3	1	9	.000	.847		
Quadratic	.999	2.812E3	2	8	.000	.817	.000	
Cubic	.999	1.699E3	3	7	.000	.684	.002	-6.696E-6
Power	1.000	8.379E4	1	9	.000	.965		
Growth	.960	217.330	1	9	.000	.031		
Exponential	.960	217.330	1	9	.000	.031		

Independent variable : وزن قرص العجين بعد الاعتيان (غرام)

إذا أخذنا وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) كمتغيِّرٍ تابعٍ Y لمتغيِّرٍ مستقلٍّ X هو وزن قرص العجين بعد الاعتيان (غرام)، ودرسنا العلاقة الارتباطيّة بينهما، والبحث عن أفضل علاقة رياضية (معادلة خطّية أو مستقيمة، تربيعيّة أو درجة ثانية، تكعيبيّة أو درجة ثالثة، قوّة، التزايد الأسّي، الأسّيّة) توَصّف هذا الارتباط، لنجد أنَّ علاقة القوّة Power equation من الشكل: $Y = X^b$ هي الأفضل تمثيلاً، حيث أعطت مقياس التحديد R Square مساوياً للواحد الصحيح، الأمر الذي يعكس دقّة التوصيف الرياضي ومقدار تطابق القيم التنبؤيّة مع القيم الأصلية، كما هو واضح في الجدول (3). وعليه تصبح العلاقة الرياضية بعض التعويض: $Y = X^{0.965}$.

جدول (4) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) و وزن شطري الرغيف (غرام)

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات
Model Summary and Parameter Estimates
Dependent Variable: وزن الشطر العُلوي

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.995	1.689E3	1	9	.000	.471		
Quadratic	.997	1.166E3	2	8	.000	.577	.000	
Cubic	.997	701.102	3	7	.000	.491	.001	-5.938E-6
Power	1.000	4.088E4	1	9	.000	.847		
Growth	.956	195.696	1	9	.000	.031		
Exponential	.956	195.696	1	9	.000	.031		

Independent variable : وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام)

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات
Model Summary and Parameter Estimates
Dependent Variable: وزن الشطر السُفلي

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.996	2.137E3	1	9	.000	.529		
Quadratic	.997	1.475E3	2	8	.000	.423	.001	
Cubic	.997	886.670	3	7	.000	.509	.000	5.929E-6
Power	.999	1.461E4	1	9	.000	.863		
Growth	.964	243.161	1	9	.000	.031		
Exponential	.964	243.161	1	9	.000	.031		

Independent variable : وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام)

وإذا أخذنا مَعْلَمَة أخرى هي وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) كمتغيّرٍ مستقلٍّ نجد مَعْلَمَتَيْن أُخرَيَتَيْن يتبعانها (أيْ كمتغيِّرٍ تابعٍ) هما وزن الشطر العُلوي أو وزن الشطر السُفلي، والارتباط بين المتغيّر المستقلّ X والمتغيّر التابع Y نجده مرتفعاً، وأفضل تعبير عن قوّة هذه العلاقة جاء من قِبَل المعادلة الرياضيّة المتمثّلة بمعادلة القوّة كما في سابقتها حيث اقتربت في مقياس التحديد لهما من الواحد الصحيح، وهو ما يظهر من خلال معطيات الجدول (4)، ما يدُلُّ على التأثير شبه تام بين المتغيّر المستَقِلّ والمتغيّر التابع، وبالتالي سهولة معرفة المتغيّر التابع بدلالة المتغيّر المستقلّ، بمعنى التنبؤ بقِيَمِهِ.

ففي المعادلة الرياضيّة المُمَثِّلَة للارتباط بين وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) ووزن الشطر العُلوي جاءت كالتالي: $Y = X^{0.847}$.

أمّا المعادلة الرياضيّة المُمَثِّلة للارتباط بين وزن الرغيف بعد الخَبْز (غرام) ووزن الشطر السُفلي فجاءت على الشكل: $Y = X^{0.863}$. بمعنى عندما نعلم وزن الرغيف بعد الخَبْز يمكن معرفة كلٍّ من وزن شطري الرغيف، وبدقة كبيرة نظراً لجَوْدَة التمثيل. ومن خلال هاتين العلاقتين يمكن تقدير الظرف الذي سمح للتباين في وزن الشطرين بالحدوث.

وكما هو الحال بارتباط وزن الشطرين بوزن الرغيف هناك أيضاً ارتباط بين النسبة المئويّة للرطوبة في الشطرين كمتغيّرٍ تابعٍ Y مع النسبة المئوية للرطوبة في العجين كمتغيّرٍ مُستَقلٍّ X، ونجد النتيجة في الجدول (5). ففي رطوبة الشطر العُلوي فإنَّ العلاقة: $Y = X^{0.875}$ تعطي التمثيل الأفضل بدليل كون مقياس التحديد يساوي الواحد الصحيح. وحال الارتباط ذاته بالنسبة لرطوبة لشطر السُفلي، حيث العلاقة المُمَثِّلَة هي: $Y = X^{0.898}$، ومقياس التحديد فيها يساوي الواحد الصحيح أيضاً. بمعنى أنَّنا نستطيع التنبؤ برطوبة الشطر العلوي أو السفلي بمجرد معرفة رطوبة العجين X وفقا للمَخْبِز وتكنولوجياته المستخدمة.

جدول (5) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين النسبة المئويّة للرطوبة في الشطرين والنسبة المئويّة للرطوبة في العجين

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: النسبة المئوية لرطوبة الشطر العُلوي

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.997	2.696E3	1	9	.000	.594		
Quadratic	.998	1.671E3	2	8	.000	.251	.009	
Cubic	.998	1.671E3	2	8	.000	.251	.009	.000
Power	1.000	2.248E4	1	9	.000	.857		
Growth	.999	9.225E3	1	9	.000	.080		
Exponential	.999	9.225E3	1	9	.000	.080		

Independent Variable is: النسبة المئوية لرطوبة العجين

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: النسبة المئوية لرطوبة الشطر السُفلي

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.994	1.556E3	1	9	.000	.688		
Quadratic	.995	762.599	2	8	.000	.988	-.008-	
Cubic	.995	762.599	2	8	.000	.988	-.008-	.000
Power	1.000	1.807E4	1	9	.000	.898		
Growth	.998	3.640E3	1	9	.000	.084		
Exponential	.998	3.640E3	1	9	.000	.084		

Independent variable : النسبة المئوية لرطوبة العجين.

بالانتقال إلى مَعْلَمَة أخرى وهي كميّة الرطوبة المُتَبَخِّرَة من الرغيف أثناء عملية الخَبْز كمتغيّرٍ تابعٍ Y وما هي المؤثِّرات عليها، نجد من بينها كميّة الرطوبة الموجودة في العجين كإحدى المَعْلَمات بدور المتغيّر المستقلّ X، وقد بيَّنت العلاقة الرياضيّة: $Y = X^{0.766}$ قوّة الارتباط من خلال مقياس التحديد الناتج، الذي اقترب من الواحد الصحيح، والموَضَّح في الجدول (6). وبالمقارنة مع العلاقتين السابقتين نجد أنَّ النسبة المئوية لرطوبة العجين تلعب دوراً رئيساً في الكيفية التي يجري بها الاحتفاظ بالرطوبة في الرغيف (أو في شطريه)، وذلك باعتماد مزايا الخصائص التكنولوجية المستَخْدَمة بالخَبْز.

كما أنَّه من خلال هذه العلاقة الارتباطية المؤثِّرة على كميّة الرطوبة المُتَبَخِّرَة من الرغيف أثناء عملية الخَبْز تظهر (تُعْكَس) الحاجة لتقديم الطاقة الكامنة للتبخير، فضلاً عن ما يستتبع ذلك من كمّية حرارة لازمة للوصول بالرغيف إلى درجة تجلتن النشا، وبعدها لحدوث التغيّرات الريولوجية والحسّية المتعلِّقة بجودة الرغيف.

جدول (6) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين كمّيّة الرطوبة الموجودة في العجين (غرام) وكمّيّة الرطوبة المتبخرة أثناء الخَبْز (غرام)

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable كمية الرطوبة المتبخرة أثناء الخَبْز (غرام)

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.959	208.754	1	9	.000	.392		
Quadratic	.959	93.252	2	8	.000	.423	.000	
Cubic	.965	65.120	3	7	.000	1.021	-.022-	.000
Power	.993	1.219E3	1	9	.000	.766		
Growth	.960	215.951	1	9	.000	.051		
Exponential	.960	215.951	1	9	.000	.051		

Independent variable : كمية الرطوبة في قرص العجين (غرام)

هناك العديد من معطيات الجدول (1) المتَمَثِّلَة بالمَعْلَمَات يمكن ربطهما ببعضهما أيضاً كسببٍ ونتيجةٍ أو مؤثِّرٍ ومتأثِّرٍ، ولا يسعنا في إطار هذه الورقة تبيان كلّ ذلك. لذا سيتمُّ أخذ عينات من المَعْلَمَات لربطهما ببعضهما بعضاً وفقاً لانسجامٍ تكنولوجي يشرح بعضاً من الخلفية الفيزيائية والكيميائيّة والفيزيوكيميائيّة.

في هذا الإطار يمكن الربط بين قِيَم فيزيائية موجودة في الجدول (1) وبعض نتائج القِيَم للعمليّة التكنولوجية أو المؤشّرات المحسوبة.

جدول (7) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين درجة حرارة الخَبْز ومؤشِّرَي رطوبة الشَطرَين

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: مؤشّر رطوبة الشطر العُلوي

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.989	809.155	1	9	.000	.131		
Quadratic	.997	1.368E3	2	8	.000	.291	.000	
Cubic	.997	1.385E3	2	8	.000	.208	.000	-3.746E-7
Power	1.000	2.043E4	1	9	.000	.668		
Growth	.994	1.602E3	1	9	.000	.009		
Exponential	.994	1.602E3	1	9	.000	.009		

Independent variable : درجة حرارة الخَبْز

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: مؤشّر رطوبة الشطر السُفلي

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.988	749.106	1	9	.000	.153		
Quadratic	.994	672.187	2	8	.000	.313	.000	
Cubic	.994	672.187	2	8	.000	.313	.000	.000
Power	1.000	1.851E4	1	9	.000	.693		
Growth	.995	1.694E3	1	9	.000	.009		
Exponential	.995	1.694E3	1	9	.000	.009		

Independent variable: درجة حرارة الخَبْز

في هذا السياق يمكن الربط بين درجة حرارة الخَبْز (مَعْلَمَة فيزيائيّة) كمتغيّرٍ مستقلٍّ و مؤشِّر رطوبة الشطر العُلوي أو مؤشِّر رطوبة الشطر السُفلي (قيمة تكنولوجية محسوبة) كمتغيّرٍ تابعٍ، والجدول (7) يبين نتائج عملية الارتباط من خلال مجموعة العلاقات الرياضية التي جاءت معادلة القوّة من بينها ليكون تمثيلها هو الأفضل.

فالعلاقة الرياضية المُمَثِّلة للارتباط مع الشطر العُلوي كمتغيّرٍ تابع لدرجة حرارة الخَبز هي من الشكل $Y = X^{0.668}$، ومقياس التحديد فيها مساوياً للواحد الصحيح، ما يعكس قوّة الارتباط. أما الارتباط مع الشطر

السُفلي فجاءت العلاقة على الشكل $Y = X^{0.693}$ وفيها مقياس التحديد يساوي الواحد الصحيح أيضاً.

أمّا إذا أخذنا فيزيائيّاً مَعْلَمَة درجة حرارة الخَبْز كمتغيّرٍ مستقلٍّ وربطناها بمَعْلَمَة زمن الخَبْز كمتغيّرٍ تابعٍ، نجد أنَّ العلاقة الرياضية الأنسب للتعبير الارتباط هي معادلة التزايد الأسّي Growth equation، وتأخذ الشكل: $Y = b^x$.

بالتعويض نحصل على المعادلة التالية: $Y = 0.006^x$ ونجد في مقياس التحديد البالغ 0.987 دلالةً كافيةً على تأثير درجة الحرارة بما يفوق 98% على اختيار زَمَن الخَبْز، وهذا واضحٌ في الجدول (8).

جدول (8) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين درجة حرارة الخَبْز و زمن الخَبْز

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات
Model Summary and Parameter Estimates
Dependent Variable: زمن الخَبْز

العلاقة الرياضية Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.916	97.654	1	9	.000	.032		
Quadratic	.920	46.146	2	8	.000	.001	6.839E-5	
Cubic	.920	46.175	2	8	.000	.000	6.439E-5	1.494E-8
Power	.986	655.453	1	9	.000	.429		
Growth	.987	670.605	1	9	.000	.006		
Exponential	.987	670.605	1	9	.000	.006		

Independent variable: درجة حرارة الخَبْز

الحال ذاته فيزيائيّاً مع مَعْلَمَة درجة حرارة الخَبْز كمتغيّرٍ مستقلٍّ وربطها بمَعْلَمَة طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز كمتغيّرٍ تابعٍ، نجد أنَّ العلاقة الرياضية الأنسب للتعبير هي معادلة التزايد الأسّي Growth equation أيضاً، وتأخذ الشكل: $Y = b^x$

وبالتعويض تصبح: $Y = 0.003^x$ ، ونجد في مقياس التحديد البالغ 0.983 دلالةً كافيةً على تأثير درجة الحرارة بما يفوق 98% على اختيار طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز.

جدول (9) يبين نتائج البحث عن أفضل علاقة رياضيّة تمثّل العلاقة الارتباطيّة بين درجة حرارة الخَبْز كمتغيّرٍ مستقلٍّ وطول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز كمتغيّرٍ تابعٍ

مُلَخّص النموذج وتقديرات المَعْلَمَات
Model Summary and Parameter Estimates
Dependent Variable: طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز

Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	b1	b2	b3
Linear	.968	274.283	1	9	.000	.010		
Quadratic	.968	122.165	2	8	.000	.009	2.472E-6	
Cubic	.968	122.165	2	8	.000	.009	2.472E-6	.000
Power	.980	451.787	1	9	.000	.243		
Growth	.983	514.792	1	9	.000	.003		
Exponential	.983	514.792	1	9	.000	.003		

Independent variable: درجة حرارة الخَبْز.

الارتباط المتعدّد أيضاً كان أحد أوجه إظهار التأثير لأكثر من متغيّرٍ مستقلٍّ على متغيّرٍ تابعٍ، فمثلاً نجد في طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، وزمن الخَبْز، ودرجة حرارة الخَبْز متغيّراتٍ مستقلّةٍ تؤثّر سلباً أو إيجاباً على متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف أو مُؤشّر الاحتفاظ بالرطوبة بعد الخَبْز، وتكون المعادلة من الشكل: $Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$

فإذا أخذنا متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف كمتغيّرٍ تابعٍ Y للمتغيرات المستقلّة وهي درجة حرارة الخَبْز X_1، زمن الخَبْز X_2، وطول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز X_3 ، سنجد العلاقة تكون من الشكل:

$$Y = 0.069X_1 - 0.126X_2 - 0.934X_3$$

ونلاحظ من خلال الجدول (10) أنَّ مقياس التحديد المُعدّل بلغ 0.979، وهو مرتفع جداً لارتباطٍ متعدِّدٍ مثل هذا، ما يعني جودة توصيف العلاقة الارتباطية بين المتغيّرات التنبؤيّة والمتغيّر التابع. اللافت في المعادلة أنَّ تأثير درجة حرارة الخَبْز موجبٌ (التناسب طردي)، بينما تأثير زمن الخَبْز وطول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز تأثيرهما سالبٌ (التناسب عكسي). هذا يعني أنَّ ازدياد درجة حرارة الخَبْز تساهم في تقليص زمن الخَبْز، واحتياج لطولٍ أقلّ من الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، والبقاء لمزيدٍ من الرطوبة في الرغيف. وإذا أخذنا مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بعد الخَبْز كتعبيرٍ آخر لمتوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف فالمؤشر ينسب النسبة المئويّة للرطوبة الحالية إلى رطوبة العجين في بداية الأمر، بينما التعبير الآخر أي النسبة المئوية لرطوبة الرغيف تعزى فيها النسبة المئويّة للرطوبة الحالية إلى كامل مكوِّنات الرغيف. العلاقة الارتباطيّة المتعدِّدَة كما في سابقتها بين مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بَعْدَ الخَبْز كمتغيِّرٍ تابعٍ مع متغيِّراتٍ مستقِلَّة هي درجة حرارة الخَبْز و زمن الخَبْز و وطول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، وتكون المعادلة من الشكل:

$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$، ونجد النتائج في الجدول (11).

وبالتعويض نحصل على التالي:

$$Y = 0.138\,X_1 - 0.074\,X_2 + 0.607\,X_3$$

جدول (10) يبين علاقة الارتباط المتعدّد بين طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، زمن الخَبْز، درجة حرارة الخَبْز كمتغيّراتٍ مستقلّة و متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف كمتغيِّرٍ تابعٍ

ملخص النموذج **Model Summary**

Model	R	R Square[b]	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.993[a]	.985	.979	3.65469

a. Predictors: المتغيرات التنبؤيّة

طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، زمن الخَبْز، درجة حرارة الخَبْز

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

المعاملات **Coefficients[a,b]**

النموذج Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	درجة حرارة الخَبْز	.069	.025	1.232	2.813	.026
	زمن الخَبْز	-.126-	.318	-.076-	-.397-	.703
	طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز	-.934-	1.711	-.170-	-.546-	.602

a. Dependent Variable: متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف

b. Linear Regression through the Origin

وبالنظر إلى المعادلة نجد أنَّ المؤشِّر يرتبط إيجاباً مع درجة حرارة الخَبْز وطول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز وسلباً مع زمن الخَبْز، بمعنى أنَّه بزيادة درجة حرارة الخَبْز وطول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز لا نحتاج لزمن خَبْزٍ طويلٍ كنتيجةٍ منطقيّةٍ. وبهذا يخالف المؤشِّر كمتغيِّرٍ تابعٍ المقابل له (متوسط النسبة المئوية لرطوبة الرغيف كمتغيِّرٍ تابعٍ أيضاً) في علاقته بالحصيرة المعدنية.

جدول (11) يبين علاقة الارتباط المتعدِّد بين طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، زمن الخَبْز، درجة حرارة الخَبْز كمتغيّراتٍ مستقلَّة و مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بعد الخَبْز كمتغيِّرٍ تابعٍ

مُلَخّص النموذج **Model Summary**

Model	R	R Square[b]	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995[a]	.990	.985	7.74183

a. Predictors: المتغيرات التنبؤيّة
طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز، زمن الخَبْز، درجة حرارة الخَبْز

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

المعاملات Coefficients[a,b]

النموذج Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	درجة حرارة الخَبْز	.138	.052	.969	2.652	.033
	زمن الخَبْز	-.074-	.674	-.017-	-.110-	.916
	طول الحصيرة المعدنية في حجرة الخَبْز	.607	3.625	.043	.167	.872

a. Dependent Variable: مُؤشِّر الاحتفاظ بالرطوبة بعد الخَبْز
b. Linear Regression through the Origin

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات:

- تتباين المخابز التي تُنتِج الخُبْزِ التمويني في حيازتها لتكنولوجيات تصنيع الخُبْز المُسَطَّح ثنائي الطبقة ، ويتمُ تشغيلها من قِبَلِ العاملين بالأعمِّ الأغلب بعيداً عن المنهجيّة الحرفيّة.
- التباين في خصائص ومواصفات المُعِدَّات التكنولوجيّة المعتمَدَة لمدخلات تصنيع الخُبْز يجعل النتائج المتمثِّلَة بالمُخْرَجات متباينة أيضاً، وذلك ضمن مجال واسع نسبياً، وبالتالي فالمواصفات المتعلّقة بنوعية وجَوْدَة مُخْرَجات التصنيع ستتأثَّر بذلك.
- تشير نتائج البحث بإمكانية استخدام مَعْلَمَات تكنولوجيا الخَبْز للحصول على معطيات قابلة للإعادة أو التكرار، ونستطيع بمساعدتها ترشيد العمل وضبطه في حرفة تصنيع الخُبْز المُسَطَّح ثنائي الطبقة، من أجل الحصول على مُنْتَجٍ مُوَحَّد الصفات الحسِّيَّة ويمتاز بجَوْدَةِ رغيفٍ يرغب المستهلك بالحصول عليه.
- جرى تحويل بعض قِيَم المعطيات الفيزيائية المرتبطة بطريقة التشغيل إلى مؤشِّرات رقمية (نِسَبٌ مجرّدة)، تعكس التطوّرات التي تحصل أثناء عملية الخَبْز كأثرٍ هندسيٍ وتكنولوجيٍ للتجهيزات المُستَخدَمة في تصنيع الخُبْز من جهة، وتُوَحِّد الأسس التي يُنطَلَقُ منها لمعرفة التطوّرات (منطلق موحّد لجميع العينات) من جهةٍ أخرى.

- أثناء عملية تصنيع الخُبْز المُسَطَّح ثنائي الطبقة ومرتبطاً بـ مَعْلَماتٍ (بارامترات Parameters) مختلفةٍ يتشكّل لدينا شطران لرغيف الخُبْز أحدهما عُلوي وآخر سُفلي، وهذا الارتباط سيفسّر التساوي أو التباين في خصائص الشطرَين (وزن الشطر، النسبة المئوية لرطوبته، سماكة اللبابة أو القصرَة، اللون والقوام).
- في حالةٍ مُحَدِّدَةٍ للانشطار تكون أهمّ المَعْلَمات المؤثِّرة هي ما يتعلّق بارتفاع درجة الحرارة الصادمة فوق الرغيف (على الحصيرة المعدنية) وتحته، وكذلك التوزّع الحراري المتساوي في حجرة الشوي فوق الرغيف وتحته، فضلاً عن عملية التخمير والإراحة وسماكة الرَّق. وبالتالي هذه الحالة ستنتج كتلتين تنفصلَيْن عن بعضهما تتساويان أو تتباينان.
- كلّما اقترب مؤشّر الشطر العُلوي من الرغيف من مثيله السُفلي دلَّ على أنَّ ظروف الإنضاج الحرارية فوق الرغيف وأسفله متساوية، فضلاً عن التوزّع المتساوي للجيوب الغازية (الناتجة عن التخمير والإراحة) في كامل قرص العجين المرقوق، والعكس بالعكس صحيح.
- نسبة الرطوبة في رغيف الخُبْز تلعب دوراً رئيساً في الصفات الحِسِّيَّة، فهي لا تؤثر فقط على قوام الخُبْز ولكنَّها عامل مهمٌّ من وجهة نظر ظاهرة البيات. لهذا يمكن ضبطها من خلال اللجوء إلى ضبط مَعْلَماتٍ رئيسة مثل النسبة المئويّة لرطوبة العجين ودرجة حرارة الخَبْز وزمنه المتناسِبَيْن مع سماكة الرَّق.
- إنَّ اختيار وزن قرص العجين الذي سيخضع للرّق يجب أنْ يكون متناغماً مع مساحة الرق أو سماكة المرقوق ومع درجة الحرارة وتوزّعِها وزمن الخَبْز، حتى يكون انفصال الشطرين متساوياً دون أنْ تتبقى لبابة سميكة تحتجز كمّيّة من الرطوبة تساهم في ظهور حالة البيات في زمنٍ قصيرٍ.
- مَكَّن استخدام الانحراف المعياري النسبي إظهار الكثير من التباينات بين نتائج المخابز لجهة دقة العمل وحرفية الأداء، وقد جرى الاعتماد عليه لتحديد المَعْلَمَة التي عكست أداء العامل الأفضل بين المشتغلين بالحرفة ضمن المَخْبِز.
- استطاعت العلاقة الرياضيّة المتمثلة بمعادلة القوّة Power equation بالأعمّ الأغلب أنْ تُوَصِّف الأثر المتبادل في الارتباط البسيط بين مَعْلَماتٍ تلعب دور المتغيّر المستقلِّ مع مَعْلَماتٍ أخرى تلعب دور المتغيّر التابع (8 حالات)، وذلك ضمن معطيات نتائج المخابز العشرة موضع الدراسة. ومن جهة أخرى تمكّنت علاقة التزايد الأسّي Growth equation من توصيف حالتين بشكلٍ أفضل قليلاً ممّا مثَّلته معادلة القوّة. وهذا يدلُّ على أنَّ الحتميات الطبيعية المسيطرة متشابهة في الحالات كلِّها، لأنَّ هذه الحتميات لا تأخذ المنحى المستقيم (المعادلة الخطيّة أو المستقيمة) للتمثيل الأدق، بل تتخطاه إلى المنحني. ونظراً لأنَّ الفرق بين المعادلتين هو بالاختيار بين الأسّ والأساس، فعند القوّة يكون المتغيّر المستقلِّ في الأساس، بينما لدى التزايد الأسّي يكون المتغيّر المستقلِّ في الأسِّ. وأخيراً وليس آخراً هناك نوعٌ مغايرٌ من الارتباط جرى التنويه إليه وهو الارتباط المتعدِّد بين مَعْلَماتٍ متعدِّدَةٍ تلعب في آنٍ معاً دور المتغيّر المستقلِّ مع مَعْلَمَةٍ أخرى تلعب دور المتغيّر التابع (حالتان). وباستخدام المعادلات المنوَّه عنها يمكن عن طريق اختيار المتغيّرات التنبؤيّة تقدير ما ستؤول إليه الأمور لدى متغيّرٍ مرتبطٍ كتابعٍ له أو لهم. وهنا يمكن القول أنَّ هذه النمذجة كموديل معادلة رياضية تُمَكِّن من السيطرة على مفاصل العمل في الوصول إلى مُخرجات تمتاز بالجَوْدَة المطلوبة.

التوصيات:

نظراً لأنَّ الأعمّ الأغلب من التكنولوجيات المُستَخْدَمَة في تصنيع الخُبْز التمويني المُسَطَّح ثنائي الطبقة قد تمثَّلت في المخابز العشرة المختارة، وجرى تسليط الضوء على المَعْلَمَات ذات التأثير الواضح في العملية التصنيعية، نوصي باللجوء إلى ضبط عملية اختيار وزن قرص العجين، الذي سيخضع للرّق، بحيث يكون متناغماً مع مساحة الرَّقِ أو

سماكة المرقوقِ ومع درجة الحرارة وتوزّعِها وزمن الخَبْز، حتى يكون انفصال الشطرين متساوياً، ودون أنْ تتبقى لبابة سميكة تحتجز كمّيّة من الرطوبة تساهم في تدهور جودة الرغيف خلال فترة قصيرة.

References:

- أمين موسى، حيدر خضور. تأثير التباينات التكنولوجية على بعض مكونات الخبز المرقد المنتج في بعض المخابز الخاصة، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية سلسلة العلوم البيولوجية، 2017 (ISSN: 2079-3065) 39(2)، 77−90.
- المواصفة القياسية السورية الخاصة بالخبز رقم 3761: 2014 الاصدار الأول.

Moussa, A. Khaddour, H. The effect of technological disparities on some of flat bread components produced in some of the private bakeries. Tishreen University Journal-Research and Scientific Studies Biological Sciences Series,2017,39(2),77-90. (in Arabic)

- BANOONI, S., HOSSEINALIPOUR, S. M., MUJUMDAR, A. S., TAHERKHANI, P., and BAHIRAEI, M. *Baking of Flat Bread in an Impingement Oven: Modeling and Optimization*, Drying Technology, Taylor & Francis Group, LLC, 2009, 27: 103–112.
- BELLIDO, G.G., SCANLON, M. G., PAGE, J. H., HALLGRIMSSON, B. *The bubble size distribution in wheat flour dough*, Food Research International, 2006, 39 1058–1066.
- CAUVAIN, S. P., YOUNG, L. S. Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects, BakeTran, High Wycombe, Buckinghamshire, UK, 2008,300.
- HUI, Y. H. Bakery Products Science and Technology, Blackwell Publishing, 2006, 380.
- QAROONI, J., ORTH, R. A. and WOOTTON, M. *A test baking technique for Arabic bread quality*. Journal of Cereal Science, 1987, 6(1), 69–80.
- QUAIL, K.J., MCMASTER, G. J., TOMLINSON, J. D. *Effect of Baking Temperature/Time Conditions and Dough Thickness on Arabic Bread Quality*, J Sci Food Agric, 1990, 53, 527-540.
- ZANONI, B., PERI, C., BRUNO, D. *Modelling of starch gelatinization kinetics of bread crumb during baking*. Lebensm.-Wiss.u.-Technol., 1995, .28,314-318.