مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (6) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agriculture Series Vol. (18) No (6) 1996

دراسة مساهمة في تحديد العلاقة الرياضية التي تربط تغير الكثافة بتغير نسبة المادة الجافة عند تجفيف الجزر

الدكتور أمين موسى*

(قبل للنشر في 1995/5/25)

☐ الملخّص ☐

يترافق الارتفاع في نسبة المادة الجافة في الجزر بارتفاع الكثافة عند التجفيف، وقد تمّت دراسة هذه العلاقة بعد أن قُدرت نسبة المادة الجافة والكثافة في كل من الجزر الطازج والجزر الذي جُفّف تجفيفاً أولياً، ووجد أن ذلك يمكن أن يتمثّل بمعادلة رياضية تأخذ الشكل:

$$y = a.x^b$$

عند حساب معامل الارتباط بين القيم الأصلية والقيم المحسوبة على أساس المعادلة وجد أنه يساوي $r = 0.99611$ الأمر الذي يعكس قوة الارتباط بينهما، وجرى التأكد من مستوى المعنوية إحصائياً.

* مدرس في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (6) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agriculture Series Vol. (18) No (6) 1996

A CONTRIBUTIONARY STUDY ON THE DETERMINATION OF MATHEMATICAL RELATION BETWEEN DRY MATTER RATIO AND DENSITY OF CARROT DURING DRYING

Dr.Amin MOUSSA*

(Accepted 25/5/1995)

❐ ABSTRACT ❐

Drying which takes place in carrot gives rise to increase the matter ratio combined with the increase of density. The relationship was studied after determining dry matter ratio and density in both of fresh carrot and preliminary dried carrot. It was found that the relationship can be described through a mathematical function taking the following from: $y = a.x^b$ *. The correlation coefficient between received, and according to the function calculated values, is equal* $r = 0.99611$*, which proves and expresses the strength of correlation. It was proved statistically.*

* Lecturer at the Department of Food Science, Faculty of Agriculture. Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- مقدمة:

تعتبر الخضار ومن بينها الجزر من المواد التي ترفد الجسم البشري بكثير من المواد الضرورية، لهذا درجت العادة على حفظ هذه الخضار أثناء موسم توفرها بكميات كبيرة، بغية تناولها في الأوقات التي يقل وجودها ويصعب توفرها.

من بين الطرق التي تستخدم في عمليات الحفظ طريقة نزع الماء، الذي يشكل وسطاً مهماً ومناسباً للكثير من الأحياء الدقيقة والتفاعلات التي تؤدي إلى فساد الخضار ومن بينها الجزر. ولما كانت عملية استبعاد هذا الوسط المائي، تشكل الخطوة الهامة، فإنها ستؤدي إلى إعطاء منتج يتمتع بمواصفات جديدة، إذا أُحسن أداء هذه الخطوة بشكل جيد، وإلى آخر بمواصفات رديئة، إذا لم يحسن التعامل مع هذه الخطوة.

جدير بالذكر أن من بين أسباب النجاح في أية خطوة تصنيعية،الإحاطة بالمعلومات التي تتعلق بالمادة المراد تصنيعها، خصوصاً إذا كانت هذه المعلومات ستتغير تبعاً لخطوات التصنيع أو بالعكس. فالاستدلال على نسبة المادة الجافة وتزايدها أثناء سير عملية التجفيف تشكل خطوة رئيسة ومهمة في معرفة كيفية التعامل مع هذه المادة، وبالتالي السيطرة على الظروف التي تؤمن إعطاء المنتج الذي يتمتع بالمواصفات المرغوبة[4،2].

من المعروف أن كثافة الخضار تتعلق بنوعية وكمية مكوناتها، بشكل يؤدي إلى تغييرها عند تغير هذه المكونات. من خلال هذه الفكرة ستتم في هذا العمل، محاولة التوصل لإيجاد علاقة تربط بين الكثافة ونسبة المادة الجافة أثناء عملية التجفيف، على أن يكون هذا مطبقاً على الجزر أثناء سير عملية التجفيف، مع التنويه إلى أن القائم بالعمل لم يعثر على معلومات منشورة تتعلق بهذا الموضوع سواء على الصعيد المحلي أو العالمي.

2- لمحة عن المكونات الأساسية للجزر:

لا يغيب عن ذهن الكثيرين أن الجزر من المواد التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الماء، خصوصاً عندما يكون غضاً وتكون الخلايا صغيرة السن نسبياً ممتلئة. وتفيد المراجع التي تناولت مكونات هذه المادة، أن النسب المئوية للمكونات الرئيسة تتغير ضمن مجال كبير نسبياً ويؤثر فيه عوامل متعددة (مثل الصنف، العمليات الزراعية، موعد الجني..الخ)، والجدول رقم (1) التالي يوضح ما سبق[1].

جدول (1): يبين أهم مكونات الجزء مقدرة كنسبة مئوية من المادة الطازجة

المكونات الأساسية	المدى	المتوسط
ماء	79.20 - 91.10	88.7
بروتين خام	2.23-0.53	1.18
السكريات الذوّابة	12.08-3.36	6.42
الليبيدات	0.71-0.1	0.29
الألياف الخام	3.47-0.54	1.67
مواد غير آزوتية	5.57-2.32	2.64
الرماد	1.74-0.60	1.03

ومن خلال دراسة الجدول، يتبين أن الفرق بين النسبة المئوية للماء ونسب المكونات الأخرى كبير، الأمر الذي عكس مدى التغير في الحجم وما سيرافق ذلك من تغير في الكثافة أثناء عملية التجفيف.

3- الأدوات المستخدمة وطريقة العمل:

3-1: الأدوات ومواد التجربة:

اختيرت مادة التجربة والتي هي الجزر (ذو اللون البرتقالي المحمر) المزروع في المحافظات السورية والتي زودت به الأسواق المحلية في فترتي الخريف (1992) والربيع (1993). وقد تم إحضار العينات وقت تنفيذ التجربة.

لتحديد الحجم استخدم زجاجات تمثل دوارق سعة (100مل±0.1)، ولتقدير نسبة المادة الجافة استخدمت زجاجات ساعة، أما بالنسبة للتجفيف الأولي فقد استخدمت أطباق بتري. قدر الوزن باستخدام ميزان إلكتروني يزن (200غ) بدقة (±1ملغ) ويوفر سهولة في العمل وسرعة به. أما أفران التجفيف فكانت من النوع الذي تضبط درجة حرارته بدقة (±1°م) ومجاله الحراري (0-200°م).

3-3: طريقة العمل:

بمشرط حاد قطعت عينات الجزر بأبعاد (0.3×0.3×0.3 سم تقريباً) وبكمية تكفي كل مكررات التجربة. فقد أخذت خمسة مكررات لتحديد نسبة المادة الجافة في الجزر الطازج، وذلك بإدخالها إلى فرن التجفيف على درجة حرارة (105±1°م) حتى ثبات الوزن ومن ثم حسبت نسبة المادة الجافة على الشكل التالي:

$$\% \text{ مادة جافة} = \frac{\text{وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة قبل التجفيف}} \times 100$$

وبأخذ متوسط هذه المكررات حصلنا على رقم يمثل نسبة المادة الجافة في الجزر.

لتقدير الكثافة جرى تقدير كثافة الماء أولاً وذلك بوساطة خمسة دوارق معيارية، وزنت وهي جافة ونظيفة ومن ثم أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، ووزنت ليحدد بعدها وزن الماء. قدرت كثافة الماء عن طريق قسمة وزنه على حجمه (100مل). أما تقدير كثافة الجزر الطازجة، فقد تم بأخذ خمسة مكررات من الجزر المقطع (بحدود 10غ لكل مكرر) ووضعت في الدوارق، وأكمل الحجم في العلامة بسرعة بالماء المقطر لتفادي تشرب العينة للماء ثم أخذ وزنها، وقدر وزن الماء بطرح وزن الدورق مع العينة من وزنه مع العينة والماء فينتج وزن الماء الذي قدر حجمه بقسمة وزنه على كثافته. بعد ذلك قدر حجم العينة بطرح حجم الماء من (100مل) فنتج حجم العينة الطازجة للجزر، وبعد قسمة وزن العينة على حجمها حصلنا على كثافتها. وبأخذ المتوسط للمكررات حصلنا على الرقم المعبر عن كثافة الجزر الطازج.

ما تبقى من الجزر المقطع أدخل الفرن على درجة حرارة تراوحت بين (70–100°م) وذلك لتركها تجف فترة من الزمن لترتفع نسبة المادة الجافة فيها، وتبعاً لطول الفترة ودرجة الحرارة تباينت نسبة المادة الجافة في هذه العينات المجففة أولياً. نسبة المادة الجافة وكذلك الكثافة قدرت بدقة أربعة أرقام بعد الفاصلة، والجدير بالذكر أنه أجري اختبار إحصائي للتأكد من تمثيل متوسط المكررات العينة، وكل عينة لم يكن فيها التمثيل دقيقاً، أعيدت تجاربها وسجلت النتائج في الجدول رقم (2).

4- النتائج والمناقشة:

من خلال دراسة معطيات الجدول رقم (2) نلاحظ بوضوح تأثير العوامل الآنفة الذكر (الصنف، العمليات الزراعية، موعد الجني...الخ) وبالتالي التباين في نسب مكونات الجزر الطازج، وتبعاً لذلك فقد تراوحت كثافته بين 1.01329–1.04200 غ/سم^3 ونسبة المادة الجافة بين 9.45454–12.64326%، الأمر الذي يصعب معه عملية المقارنة، أو بالأحرى عملية التقييم، لهذا كان لابد من مراعاة هذه الكثافة الطازجة، التي ستؤثر على قيمة الكثافة بعد عملية التجفيف الأولي.

جدول (2): يوضح الكثافة ونسبة المادة الجافة في عينات الجزر الطازجة والمجففة أولياً بالإضافة للمعامل م.ج.ك

الرقم	نسبة المادة الجافة في الجزر الطازج % A_1	كثافة الجزر الطازج غ/سم^3 A_2	نسبة المادة الجافة في الجزر المجفف أولياً % B_1	كثافة الجزر المجفف أولياً غ/سم^3 B_2	معامل مادة جافة/كثافة م.ج.ك
1	10.68900	1.02196	12.41482	1.02303	12.15
2	12.02544	1.02368	15.21310	1.04319	14.86
3	11.66389	1.02251	15.70782	1.03901	15.36
4	12.64326	1.04200	17.66207	1.05484	16.95
5	10.18666	1.02937	21.19664	1.07336	20.59
6	10.20749	1.01343	21.50453	1.06935	21.22
7	11.05471	1.01329	22.44093	1.6836	22.15
8	9.45454	1.01674	23.85336	1.08412	23.46
9	10.18666	1.02937	36.47187	1.14891	35.43
10	11.24150	1.03018	41.17606	1.16750	40.36
11	11.28809	1.01819	52.98331	1.20590	52.37
12	12.63140	1.03775	64.52209	1.22948	62.17
13	11.66389	1.02251	75.20500	1.25461	73.55
14	11.21954	1.02623	87.28303	1.27165	85.05
15	11.21945	1.02623	93.62829	1.28763	91.24

لكي تدخل الكثافة الطازجة في عملية التقييم جرى إيجاد المعامل "مادة جافة/كثافة م.ج.ك"، بحيث تم تقسيم نسبة المادة الجافة بعد التجفيف الأولي على الكثافة الطازجة للعينة نفسها $\frac{B_1}{A_2}$، بالتالي نتج هذا المعامل الذي أدخلت قيمة في العمود الأخير من الجدول رقم (2)، وتراوح هذا المعامل بين 12.15-91.24 وذلك تبعاً لمعدل التجفيف الأولي. من خلال هذا المعامل يمكن القول: إن الكثافة التي تتباين بين عينة وأخرى قد ضُمنت في النتيجة، أي أن هذه التباينات قد أخذت بعين الاعتبار.

لإيجاد العلاقة الرياضية التي تربط بين تغير نسبة المادة الجافة وتغير الكثافة، اعتمد المعامل م.ج.ك كمتغير، وكتابع اختيرت الكثافة، ووجد أن أفضل تمثيل كان من قبل معادلة من الشكل: $y = a \cdot x^b$

حيث x: تمثل قيم المعامل م.ج.ك و y قيم الكثافة بينما، a: ثابت يعبّر عن نقطة البداية للتابع ويتعلق بمكونات المادة الخاضعة للتجفيف (الجزر).

b: ثابت يمثل مستوى تزايد التابع ويعبّر عن مستوى التزايد بقيم م.ج.ك عند تغير الكثافة.

حددت الثوابت فكانت

a = 74.84324

b = 0.11967

وبعد تعويض قيمة الثوابت بالمعادلة ينتج:

$$y = 74.84324.x^{0.11967}$$

حسبت قيم التابع على أساس هذه العلاقة (y')، وبعد ذلك جرى حساب الفرق بين قيم التابع المتحصل عليها تجريبياً والمحسوبة $\left(y_i - y_i'\right)$ ورتبت النتائج في الجدول رقم (3).

حسب معامل الارتباط بين القيم المتحصلة والقيم المحسوبة الناتجة عن تطبيق العلاقة[3،5] فوجد:

$$r = \sqrt{\frac{\sum (y_i' - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} = \sqrt{\frac{14852.60}{14968.76}} = \sqrt{0.99224} = 0.99611$$

وكذلك الانحراف المعياري باعتبار p = 2

$$S_{y'} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_i')^2}{n - p - 1}} = \sqrt{\frac{698.2318}{15 - 2 - 1}} = 7.628$$

النسبة المئوية للانحراف عن القيم المتحصل عليها تجريبياً فقد حُسبت على الشكل التالي:

$$vS_{y'} = \frac{S_{y'}.100}{\bar{y}}.100 = \frac{7628.100}{113.413} = 6.726\%$$

جدول رقم (3) يبين قيم x و y المتحصل عليها تجريبياً وحسابياً بالإضافة للفرق بينهما

X قيم م.ج.ك المتحصلة تجريبيا	y (قيم الكثافة×100) المتحصلة تجريبيا	(y') (قيم الكثافة×100) المحسوبة من المعادلة	$y - y'$ الفرق بينهما
12.15	102.303	100.9127	1.3903
14.86	104.319	103.3738	0.9452
15.36	103.901	103.784	0.117
16.95	104.584	105.0146	- 0.4306
20.59	107.334	107.4881	- 0.1541
21.22	106.935	107.8765	- 0.9415
22.15	106.836	108.4317	- 1.5957
23.46	108.836	109.1798	- 0.7678
35.43	114.894	114.7014	0.1926
40.36	116.75	116.5038	0.2462
52.36	120.59	120.1928	0.3972
62.17	122.948	122.6857	0.2623
73.55	125.461	125.1786	0.2824
85.05	127.165	127.3739	- 0.2089
91.23	128.763	128.4476	0.3154

بتطبيق اختبار فشر[3،5] على معطيات هذا الجدول ينتج:

$$F = \frac{\frac{\sum (y_i' - \bar{y})^2}{p}}{\frac{\sum (y_i - y_i')^2}{n-p-1}} = \frac{\frac{14852.60}{2}}{\frac{698.2318}{15-2-1}} = 127.63$$

وبمقارنة F الجدولية عند احتمال خطأ قدره $\alpha = 0.001$ نجد أن $F = 127,63 \rangle F_{\alpha 0.001} = 12,972$ وهذا يدل على أن مستوى المعنوية للارتباط مرتفع جداً ويعكس صحة تمثيل العلاقة للنتائج.

أخيراً يمكن القول إن هذه العلاقة الرياضية يمكن أن تساعد في معرفة نسبة المادة الجافة بدلالة الكثافة أو العكس وذلك بخطأ لا يتجاوز 6.7%، عندما تستخدم في ظروف مماثلة للظروف التي أجريت فيها التجربة.

REFERENCES المراجع

[1]- الورع، حسان 1982 – إنتاج محاصيل الخضر – جامعة حلب.

[2]- Moussa, A. 1988, "Untersuchung zur Trocknung von Kartoffelwuerfeln in der Wirbelschicht". Diss Humb. Uni. Berlin.

[3]- Reissig, W.; Klenke, J. 1987, "Anwendung mathematischer Methoden in der Landwirtschaft". 2. Aufgage. VEB Fachbuchverlag Leipzig.

[4]- Van Arsdel, W.B. 1963, "Food Dehydration", Volum 1- Principles The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Counecticut.

[5]- Weber, E. 1986, "Grundriss der biologischen Statistik. Anwendung der mathematischen Statistik in Forschung, Lehre und Praxis". 9. Auflage, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.