استخدام جرعات من أشعة غاما الصادرة عن منبع الكوبالت –60 لتقليل الحمولة الميكروبية لعينات من الطحين والشكوكولا

*جاسم الفواز

(الإيداع: 14 كانون الأول 2025، القبول: 16 شباط 2026)

الملخص:

نظراً لأهمية الطحين والشوكولا كغذاء ضمن كل فئات المجتمع، قمنا بدراسة لتقليل الحمولة الميكروبية والتعقيم المركز لعينات متوفرة في الأسواق من الطحين والشوكولا وذلك باستخدام أشعة غاما الصادرة عن منبع الكوبالت 60 منبع الكوبالت – 60 (Co^{60}) الذي ينبعث منه نوعان من أشعة غاما أحدهما بطاقة 1.1732MeV وطاقة 1.3305MeV حيث تم تعريض العينات لجرعات إشعاعية وفق kGy(0, 0.5, 1.5, 2, 4, 6). تم تحديد الحمولة الميكروبية في العينات قبل التشعيع ثم بعد التشعيع مباشرةً ثم تمت دراسة تغير هذه الحمولة للعينات المشعة والعينات غير المشعة خلال فترة تخزين تصل حتى 60 يوم وذلك بظروف التخزين بدرجة حرارة الغرفة 30°C وظروف التخزين ضمن التبريد المنزلي عند درجة حرارة 5– °C، فتبين أن أفضل جرعة لتعقيم الطحين هي الجرعة 4.678 kGy، وأن الجرعة العشرية D_{10} هي 2.339 kGy كما وجد أن أفضل جرعة لتعقيم الشوكولا هي 6.52 kGy وقيمة الجرعة العشرية D_{10} هي 3.26 kGy حيث تم قياس الجرعة الإشعاعية باستخدام مقياس الجرعة فريكي بالتالي يوصى وفق هذه الدراسة باعتماد طريقة التشعيع للتعقيم.

الكلمات المفتاحية: أشعة غاما، التشعيع، الطحين ، الشوكولا، الجرعة الاشعاعية.

*دكتوراه في الفيزياء الإشعاعية – محاضر في جامعة حماة

Use of Gamma Radiation Doses from a Cobalt-60 Source to Reduce the Microbial Load in Samples of Flour and Chocolate

*Jasem Al-Fawwaz

(Received: 14 December 2025, Accepted: 16 February 2026)

Abstract:

Given the importance of flour and chocolate as food items consumed by all segments of society, we conducted a study to reduce the microbial load and achieve targeted sterilization of market-available samples of flour and chocolate using gamma rays emitted from a Cobalt-60 source. The Co-60 source emits two types of gamma rays with energies of 1.1732 MeV and 1.3325 MeV. The samples were exposed to radiation doses of 0, 0.5, 1.5, 2, 4, and 6 kGy. The microbial load in the samples was determined before irradiation and immediately after. Subsequently, changes in this load for both irradiated and non-irradiated samples were studied over a storage period of up to 60 days under two conditions: room temperature storage 30°C and household refrigeration at −5°C. The results indicated that the optimal dose for sterilizing flour was 4.678 kGy, with a decimal reduction dose (D10) of 2.339 kGy. For chocolate, the optimal sterilizing dose was found to be 6.52 kGy, with a D10 value of 3.26 kGy. Radiation doses were measured using a Fricke dosimeter. Consequently, this study recommends the adoption of the irradiation method for sterilization.

Keywords: Gamma radiation, Irradiation, Flour, Chocolate, Radiation dose

*PhD in Radiation Physics – University of Aleppo; Lecturer at Hama University

المقدمة والدراسات المرجعية:

يعتبر كل من الطحين والشوكولا من أكثر الأغذية استهلاكاً، وبفضل هذه الأهمية كان لا بد من الاهتمام بهذه المواد من حيث سلامتها، وخلوها من العوامل الممرضة لذلك طورت الكثير من الطرق لتعقيم هذه المادة الغذائية، ومن أكثر الطرق فعالية هي استخدام الأشعة النووية المؤينة بعملية تسمى تشعيع الغذاء [1].

تختلف أنواع وسلالات البكتريا في قدرتها على تحمل الأشعة النووية سواء كانت أشعة غاما Gamma Ray أو الأشعة الإلكترونية E–beams، وتعتبر الفيروسات من أصغر الكائنات الدقيقة وأكثرها مقاومة للإشعاع ويليها تنازلياً جراثيم البكتيريا ثم الخميرة ثم الفطريات ثم البكتيريا (موجبة الجرام) وتعتبر أضعف هذه المجموعات المذكورة مقاومة للإشعاع هي البكتيريا (سالبة الجرام). [2]

بشكل عام تكون الجرعة القاتلة للميكروبات وفق التالي [3]:

Staphylococcus مكورة عنقودية تتحمل من 0.5 kGy حتى 20 kGy
Clostridium بكتريا المَطَثِّيَّة من 1 kGy حتى 20 kGy
Bacillus بكتريا العصيات من 5 kGy حتى 20 kGy

يتضح من هذا الاختلاف في درجة الحساسية للإشعاع أن الاختلاف لا يرجع فقط إلى نوع الكائن الدقيق، ولكن يرجع أيضاً إلى مرحلة نمو الميكروب ومعدل انتشاره [4]. لذلك وجد أن الجرعات ما بين (2.35–3.85 kGy) هي جرعات قاتلة لسبع أنواع من جراثيم فطر Aspergillus بينما لوحظ أن النوع Aspergillus nidulans يمكن التخلص منها بنسبة 99% عند استخدام جرعة 0.5 kGy [5].

كما أثبتت دراسات أخرى أن الجرعة 2.5 kGy قادرة على القضاء على جراثيم *E.*coli وبشكل تام. وأن الجرعة في المجال (5–8 kGy) قادرة على القضاء على جراثيم المكورة العنقودية Staphylococcus [6]

تم دراسة تأثير التشعيع بأشعة غاما الصادرة عن منبع الكوبالت Co–60 على الخواص الفيزيائية لبروتين الطحين وذلك عند جرع إشعاعية ضمن المجال (0–32 kGy). كما قامت هذه الدراسة بتجارب على الحليب فتبين أن الخواص البروتينية للحليب بما في ذلك مركبات الكالسيوم والصوديوم لم تتأثر عند درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة. [7]

وبدراسة تأثير أشعة غاما في الحمولة في الحليب الموجود بشكل مسحوق وذلك في مخابر معهد التطبيقات الكيميائية النووية التابع للجامعة التقنية في بولندا، تبين أن التعداد العام CFU قد انخفضت لمستويات شبه معدومة وتقع ضمن النطاق الصحي وذلك عند جرعة إشعاعية 5 kGy ويوضح والجدول رقم (1) تناقص الحمولة الميكروبية بعد التشعيع مباشرة وبعد 30 يوم من التخزين من أجل الجرعات الإشعاعية المختلفة. [8]

الجدول رقم (1) : تقدير الحمولة الميكروبية في البروتين Casein وبودرة الحليب بعد التشعيع مباشرة ثم بعد تخزين لمدة 30 يوم [8].

		التعداد العام log (CFU/g)						
العينة		الشاهد	الجرعة kGy			الجرعة بعد 30 يوم من التخزين kGy		
			2.5	5.0	10.0	2.5	5.0	10.0
Casein 30 mesh (Lot PI-60215)	التعداد العام Total Count CFU	6.04	4.48	4.00	1.48	4.48	4.00	1.30
	القولونيات Coliforms	2.45	1.30	<1.0[a]	<1.0[a]	1.30	<1.0[a]	<1.0[a]
	الأعفان والخمائر Moulds and yeasts	3.40	3.21	2.60	.90	2.08	2.00	1.48

كما أجريت في المعهد الوطني للعوالم الحيوانية في كوريا الديمقراطية دراسة لتأثير أشعة غاما بجرع (1,2,3,5,10 kGy) على البروتين في الحليب، حيث بينت هذه الدراسة تناقص نسبة البروتين بحوالي 8 إلى 19 بالمائة من أجل الجرعة kGy 10 وهي نسبة قليلة مقارنة بطرق التعقيم الأخرى. [9]

وأجريت دراسة لأثر أشعة غاما بجرع (0, 1, 3, 5 kGy) على الطحين عند درجة حرارة ℃ 20 فتبين أن كلاً من الإشريكية القولونية E.coli و السالمونيلا Salmonella والمكورات العنقودية Staphylococcus قد تناقصت حتى بلغت أدنى من الحدود السليمة، فكانت الجرعة kGy 5 هي الأكثر فعالية. [10]

الهدف من الدراسة:

تحسين مستوى التعقيم الغذائي لكل من الطحين المنزلي والشوكولا، وتعيين الجرعة الأمثل لتشعيع هذا النوع من الغذاء.

مواد وطرق الدراسة:

مواد الدراسة:

1- مصدر لأشعة غاما وهو عبارة عن مصدر منبع الكوبالت – 60 (Co^{60}) الذي ينبعث منه نوعان من أشعة غاما أحدهما ذو طاقة 1.1732MeV والثاني ذو طاقة 1.3305MeV.

2- مقياس الجرعة فريكي Fricke Dosimeter.

3- عينات من المواد الغذائية التالية: الطحين المنزلي المتوفر في الأسواق والمسمى تجارياً بالطحين الزيرو، الشوكولا غير السائلة المباعة في الأسواق.

4- أجهزة التحليل البكتيرية المتواجدة في كل من هيئة الطاقة الذرية السورية وقسم علوم الأغذية في كلية الزراعة بجامعة حلب، حيث اعتمدت الأوساط الزرعية Endo Agar وMaconky Agar.

طرائق العمل:

1- تم فرز العينات بأكياس تغليف والكتابة على كل عينة نوعها والجرعة التي يجب أن تتلقاها.

2- أدخلت العينات لحجرة التشعيع الحاوية على قضبان الكوبالت –60، حيث تم إعطاء كل عينة الجرعة المقررة لها والتي هي بالترتيب: (0 kGy، 0.5، 1.5، 2، 4، 6)، حيث تم قياس الجرعة الإشعاعية باستخدام مقياس الجرعة فريكي.

3- درست الحمولة الميكروبية لعينات الشاهد ثم للعينات المعرضة للأشعة وذلك بعد التشعيع مباشر.

4- وضعت جزء من العينات البراد عند درجة حرارة $-5°C$ والجزء الآخر في غرفة (شروط التخزين في المحلات التجارية) ثم حسبت الحمولة المكروبية.

النتائج ومناقشتها:

تمت دراسة الحمولة الميكروبية CFU لجميع العينات في الأوساط الزرعية Endo Agar و Maconky Agar.

1- دراسة عينات الطحين:

الجدول رقم (2): المواصفات القياسية السورية م.ق.س 2007/2179 الخاصة بالطحين [11].

M	m	C	N	
10^5	10^4	2	5	CFU
0	0	0	5	cell/25g *Salmonellae*
100	10	1	5	*Coliform* cell/g
0	0	0	5	cell/g *Staphylococcus*

حيث:

- N عدد وحدات العينة التي يجب تحليلها
- m مستوى الحد الجرثومي المطلوب تحقيقه في المنتج
- M أقصى قيمة للحد الجرثومي يجب ألا يزيد عنها في أي وحدة من n
- C الحد الأقصى لعدد وحدات العينات المسموح فيه. وشرط القبول وفق هذه المواصفات أن لا تزيد قيمة الحد الجرثومي عن قيمة M في كل عينة بالإضافة للحد الأدنى لكل نوع من الممرضات التي تتضمنها المواصفة [11].

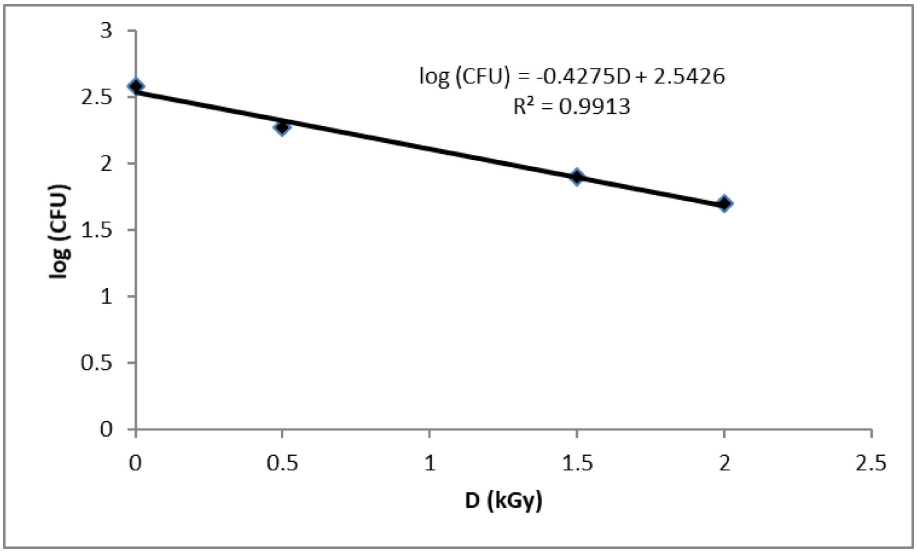
أولاً- عينات الطحين بعد التشعيع مباشرة:

يضم الجدول رقم (3) نتائج دراسة عينات الطحين بعد التشعيع مباشرةً.

الجدول رقم (3): دراسة الحمولة الميكروبية لعينات الطحين بعد التشعيع مباشرةً.

المادة الغذائية: الطحين						
الجرعة الإشعاعية D kGy	0 (الشاهد)	0.5	1.5	2	4	6
Total Count (CFU/g)	380	190	80	50	40	40
Log (CFU)	2.57±0.317	2.27±0.16	1.90±0.02	1.69±0.12	1.602±0.17	1.602±0.17

وبرسم العلاقة بين الجرعة الإشعاعية المقدمة للعينات والحمولة الميكروبية.



الشكل رقم (1): العلاقة بين الجرعة الإشعاعية والحمولة الميكروبية من أجل عينات الطحين بعد التشعيع مباشرةً

من الجدول رقم (3)، نجد أن الحمولة تتناقص تدريجياً مع زيادة الجرعة الإشعاعية وإذا ما قارنّا الحمولة الخاصة بعينات الشاهد مع الحمولة الخاصة بالعينات المعرضة للأشعة النووية نجد أن عينة الشاهد تملك أكبر حمولة.

بعد اعتماد النقاط الأولى فقط للمخطط رقم (1) لأن علاقة توهين عدد CFU الأصلية علاقة لوغارتمية ولا تؤخذ النقاط بعد ميلان الخط وحسب تعريف D_{10} الذي هو سالب مقلوب ميل الخط البياني حيث تؤخذ بدلاً من الجرعة 0 بجوار الصفر وذلك حسب الدراسة [12]:

$$\log (CFU) = -0.4275\ D + 2.5426$$

$$1.5426 = -0.4275\ D + 2.5426$$

$$D_{10} = 2.339 \text{ kGy}$$

SAL: Sterility Assurance Level = 10^5

ومن 10^3 إلى 10^5 يكون الفرق 2 لوغاريتم عشري أي:

10^3 to 10^5 = 2= log *reduction.*

$$D = 2.339 \times 2 = 4.678 \text{ kGy}.$$

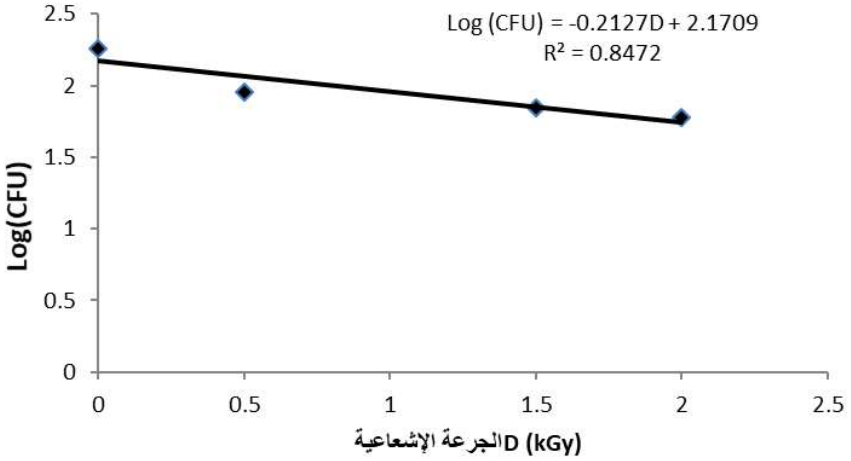
ومنه تكون الجرعة اللازمة للتخلص من الحمولة الميكروبية للطحين 4.678 kGy والخطأ المعياري بواسطة برنامج Excel هو 12.89%

ثانياً– عينات الطحين المخزنة عند درجة حرارة ℃ 5– بعد 60 يوم من التشعيع:

الجدول رقم (4): دراسة الحمولة الميكروبية لعينات الطحين بعد 60 يوم من التخزين عند حرارة ℃5–.

Log CFU	Total Count (CFU/g)	D kGy
2.25±0.22	180	0
1.95±0.07	90	0.5
1.84±0.01	70	1.5
1.77±0.01	60	2
1.69±0.05	50	4
1.301±0.25	20	6

بمقارنة عينات الشاهد مع العينات المعرضة للأشعة النووية نجد أن عينة الشاهد تملك أكبر حمولة ميكروبية.



الشكل رقم (2): العلاقة بين الجرعة الإشعاعية والحمولة الميكروبية من أجل عينات الطحين المخزنة عند درجة الحرارة ℃ 5– بعد 60 يوم من التشعيع.

$\log (CFU) = -0.252\ D + 2.1709$

$1.1709 = -0.252\ D + 2.1709$

$D_{10}=3.96$ kGy.

$SAL = 10^5$

$D = 3.96 \times 2 = 7.92$ kGy.

حيث يتضح أن $D_{10}=3.96$ kGy وأن أفضل جرعة للتخلص من أكبر كمية من الحمولة الميكروبية هي عند 7.92 kGy. وتم حساب الخطأ المعياري بواسطة برنامج Excel فوجد أنه 11.25%.

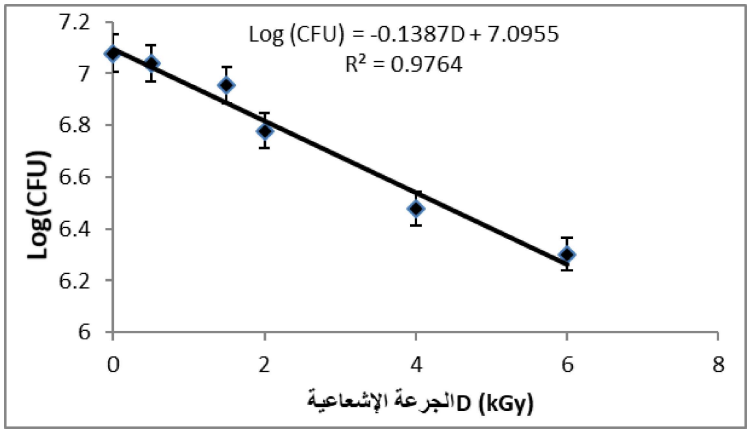
بالمقارنة بين الجدول رقم (2) والنتائج الخاصة بالعينات نجد أن كل من العينات المأخوذة بعد التشعيع مباشرة والعينات المخزنة عند درجة حرارة ℃ 5– مطابقة للمواصفة القياسية السورية من ناحية التعداد العام ومن ناحية *Salmonella* و *Staphylococcus aureus* أي إن العينات جميعها مطابقة للمواصفة القياسية السورية بشكل تام.

ثالثاً– عينات الطحين المخزنة عند درجة حرارة الغرفة (30℃) بعد 60 يوم من التشعيع:

الجدول رقم (5): دراسة الحمولة الميكروبية لعينات الطحين بعد 60 يوم من التخزين عند درجة حرارة الغرفة 30℃.

6	4	2	1,5	0,5	0	D (kGy)
20	30	60	90	110	120	Total (CFU/g)×10^5 Count
1.30 ± 0.23	1.47 ± 0.14	1.77 ± 0.001	1.95 ± 0.09	2.04 ± 0.13	2.07 ± 0.15	Log CFU

نلاحظ التزايد الكبير في الحمولة الميكروبية مقارنة مع العينات المخزنة في البراد كما نلاحظ أن الحمولة الميكروبية تتناقص كلما زادت الجرعة الإشعاعية، وأن عينة الشاهد تملك أكبر حمولة مقارنة مع العينات المعرضة للأشعة



.

الشكل رقم (3): العلاقة بين الجرعة الإشعاعية والحمولة الميكروبية عينات الطحين المخزنة عند درجة حرارة الغرفة 30℃ بعد 60 يوم من التشعيع.

$\log (CFU) = -0.138\ D + 2.089$

$1.089 = -0.138\ D + 2.089$

$D_{10} = 7.24$ kGy

لم يكن هنا جرعة مناسبة للتشعيع لأن العينات تملك حمولة ميكروبية أكبر من SAL حيث نسبة الخطأ هنا هي 12.45% بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع المواصفة القياسية السورية الموجودة نجد أن جميع عينات الطحين هذه قد خالفت الشروط من ناحية التعداد العام مع أنها وافقت الشروط من ناحية ممرضات السالمونيلا *Salmonella* و المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*.

2- دراسة عينات الشوكولا:

الجدول رقم (6): المواصفة القياسية السورية م.ق.س 2007/2179 الخاصة بالشوكولا

M	m	C	N	
10^5	10^4	2	5	Total Count
0	0	0	5	*Salmonella* cell/25g
100	10	2	5	Moulds and yeasts cell/g

أولاً- عينات الشوكولا بعد التشعيع مباشرة:

الجدول رقم (7): دراسة الحمولة الميكروبية لعينات الشوكولا بعد التشعيع مباشرة.

المادة الغذائية: الشوكولا						
6	4	2	1,5	0,5	0	D (kGy)
1>	1>	1>	1>	1>	1>	Total Count (CFU/g)

من الجدول رقم (7) نجد جميع العينات تملك حمولة دون الحد المقاس.

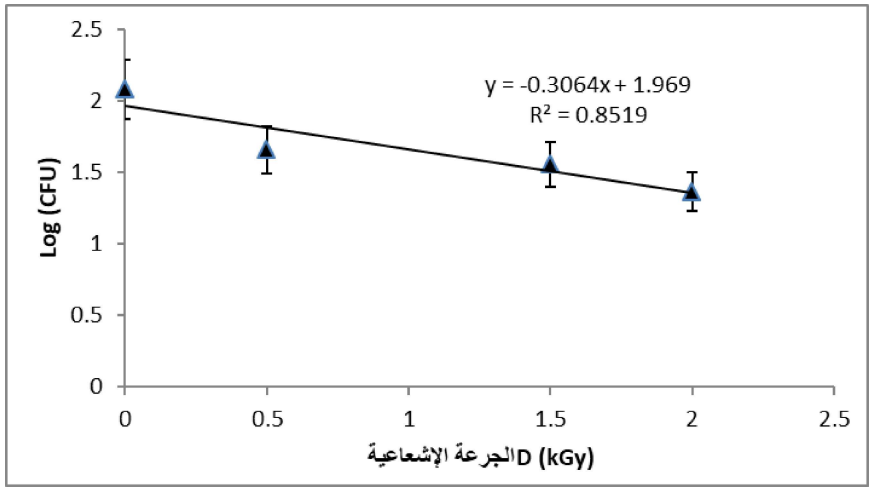
ثانياً- عينات الشوكولا المخزنة عند درجة حرارة ℃ 5- بعد 60 يوم من التشعيع

الجدول رقم (8): دراسة الحمولة الميكروبية لعينات الشوكولا عند درجة حرارة ℃ 5- بعد 60 يوم من التشعيع.

Moulds and yeasts, cell /g	*Staphylococcus aureus,* cell /g	Coliform cell /g	Log CFU	Total Count (CFU/g)	D (kGy)
50	2	1	2.079±0.29	120	الشاهد
40	1	1	1.65±0.004	45	0.5
32	1	2	1.55 ±0.004	36	1.5
27	0	0	1.361±0.07	23	2
36	2	4	1.65 ± 0.21	45	4
100	7	2	1.98 ± 0.004	96	6

من الجدول نجد أنه هناك زيادة في الحمولة الميكروبية، وبالمقارنة مع عينات الشاهد كما نلاحظ أن العينات المعرضة للأشعة تملك حمولة ميكروبية أقل من عينات الشاهد.

المنحني التالي يوضح تغير الحمولة الميكروبية مع الجرعة الإشعاعية



الشكل رقم (4): العلاقة بين الجرعة الإشعاعية والحمولة الميكروبية عينات الشوكولا والمخزنة عند درجة حرارة 5- ℃ بعد 60 يوم من التشعيع.

من الشكل (4) نجد:

$\log (CFU) = -0.306\ D + 1.969$

$0.969 = -0.306\ D + 1.969$

$D_{10} = 3.26$ kGy

SAL: Sterility Assurance Level

$SAL = 10^5$

$D = 3.26. \times 2. = 6.52$ kGy

يتضح من الحسابات السابقة أن D_{10}=3.26 kGy وأن أفضل جرعة للتخلص من أكبر كمية من الحمولة الحيوية هي 6.52 kGy وهي نتيجة متوافقة مع المراجع التي تضع الحد الأدنى لتعقيم الشوكولا المخزنة عند ظروف التبريد هي 5kGy.وتم حساب الخطأ المعياري بواسطة برنامج Excel ووجد أنه 10.02%.

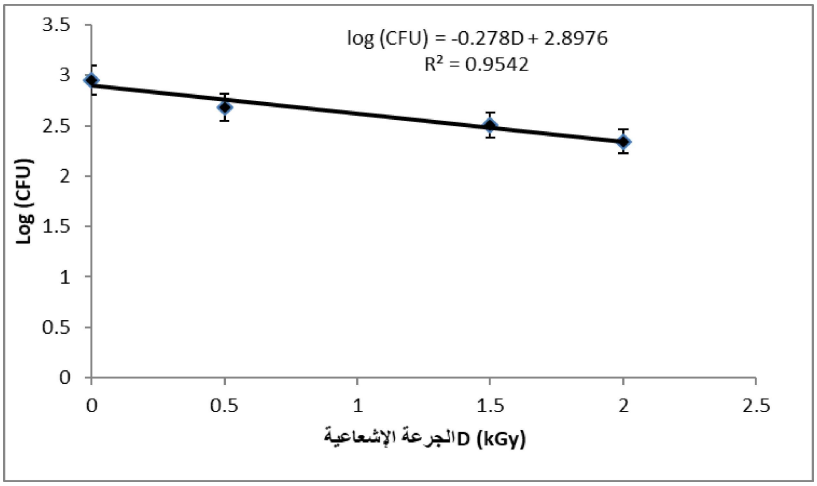
بمقارنة النتائج مع المواصفة القياسية السورية نجد أن كل العينات مطابقة للمواصفة من ناحية الحد العام، لكنها غير مطابقة من ناحية الخمائر والفطور Moulds and yeasts.

ثالثاً– عينات الشوكولا والمخزن بدرجة حرارة الغرفة بعد 60 يوم من التشعيع:

الجدول رقم (9): دراسة الحمولة الميكروبية لعينات الشوكولا والمخزن في درجة حرارة الغرفة 30°C بعد 60 يوم من التشعيع

E. coli cell/g	Moulds and yeasts cell /g	*Staphylococcus aureus*, cell/g	Coliform cell /g	Log CFU	Total Count (CFU/g)	D (kGy)
1	480	2	18	2.949 ± 0.26	890	الشاهد
2	330	4	17	2.681 ± 0.07	480	0.5
0	230	2	2	2.505 ± 0.05	320	1.5
0	150	2	6	2.342 ± 0.16	220	2
1	170	7	14	2.390± 0.12	250	4
0	210	1	16	2.579± 0.002	380	6

من الجدول رقم (9) وبالمقارنة مع النتائج التي أخذت للعينات المخزنة عند درجة الحرارة C^0 5– نجد أن الحمولة الحيوية من ناحية التعداد العام كبيرة بشكل واضح كما إن العد بالنسبة للجراثيم القولونية *Coliform* والفطور والخمائر Moulds and yeasts أكبر من مثيله في العينات المخزنة في البراد بينما بالنسبة للمكورات العنقودية *Staphylococcus aureus* فالفرق ليس كبيراً، حيث نلاحظ التباين بالنسبة للجرع المختلفة فبالنسبة للجرعة 4 kGy الفرق واضح كذلك بالنسبة للجرعة 6 kGy أما بالنسبة للسالمونيلا فكلا الحالتين خالية من هذه الممرضات مع الفرق البسيط بالنسبة لممرضات الإشريكية القولونية *E. coli*. وبرسم العلاقة الخطية بين الجرعة الإشعاعية والحمولة الميكروبية نجد:



الشكل رقم (5): العلاقة بين الجرعة الإشعاعية والحمولة الميكروبية عينات الشوكولا والمخزنة في درجة حرارة الغرفة 30°C بعد 60 يوم من التشعيع.

من الشكل رقم **(5)** نجد أن الحمولة الحيوية للعينات المعرضة للأشعة هي أصغر مما هي عليه بالنسبة للشاهد، بالاستفادة من الشكل نجد:

$$\log (CFU) = -0.278\ D + 2.897$$

$$1.897 = -0.278\ D + 2.897$$

$$D_{10} = 3.597\ kGy$$

$$SAL = 10^5$$

$$D = 3.597.\times 2. = 7.19\ kGy$$

يتضح من الدراسة السابقة أن D_{10}=3.597 kGy وأن أفضل جرعة للتخلص من أكبر كمية من الحمولة الحيوية هي عند وهي 7.19 kGy نتيجة متوافقة مع المراجع التي تضع الحد الأدنى لتعقيم الشوكولا بحوالي 5kGy وتم حساب الخطأ المعياري بواسطة برنامج Excel ووجد أنه 12,99%.

ومن خلال هذه الدراسة نجد أن جميع عينات الشوكولا المخزنة عند درجة حرارة الغرفة 30°C مطابقة للمواصفة القياسية السورية من ناحية العد العام Total Count وكذلك بالنسبة لممرضات Coliform أما من ناحية ممرضات *Staphylococcus aureus* فالعينات غير مطابقة، لكن إذا أخذنا بعين الاعتبار نسبة الخطأ 12,99% يمكن أن تصل العينات لمستوى المواصفة القياسية السورية وخصوصاً أن قيمه عد هذه الممرضات صغير نسبياً.

بالمقارنة مع النتائج المأخوذة للعينات عند درجة حرارة التجميد $-5\ C^0$ (تم اختيار هذه الدرجة بناء على مواصفات جهاز التبريد المتوفر) التي طابقت المواصفة القياسية السورية نجد أنه يجب حفظ عينات الشوكولا في البراد لكي تصبح صالحة للاستخدام بالإضافة لتعقيمها بالتشعيع.

3- الاستنتاجات:

1- تم التأكد من أن التشعيع بالنسبة للمواد الغذائية التالية: الطحين، الشوكولا ،جميعها تناقصت الحمولة الميكروبية لها بالمقارنة مع الحمولة الميكروبية لعينات الشاهد وهذا يوضح نجاح عملية التعقيم بأشعة غاما.

2- تم تعيين الجرعة العشرية لكل عينة بالإضافة للجرعة الأمثل للتشعيع في كلا الحالتين التخزين في البراد والتخزين عند درجة حرارة الغرفة.

3- تم تعيين الجرعة الأمثل D لكل من عينات الطحين والشوكولا وهي متوافقة مع المراجع المعتمدة في الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

4- قورنت النتائج مع المواصفات القياسية السورية وبينت المواد المطابقة غير المطابقة وذلك مع الأخذ بعين الاعتبار شروط التخزين العادية أو بظروف الحرارة المنخفضة

التوصيات:

1. يوصى بتطبيق الطريقة أينما أمكن ضمن مواصفات الأمان المذكورة في الدراسة وخصوصاً لأنواع الغذاء قليل الرطوبة.
2. يوصى بإحداث محطة تقيم للأغذية وغيرها في المحافظات الكبرى في سورية تحت إشراف هيئة الطاقة الذرية السورية وللقطاع العام والخاص.
3. التطوير الدائم لمخابر الإشعاع والأغذية في الجامعة، وبناء مراكز بحثية متفرغة ضمن الجامعة.

المراجع

1. Rollema H., 2003- Caseinates. In: Progress in Biotechnology: Industrial Proteins in Perspective,. *J. Elsevier Science Ltd*, 23 (3):255-259.

2. HERZ K., 1974- Problems of international harmonization of microbiological standards for food. FAO Nutrition Newsletter 12 (3-4).

3. حمد نزار.، 1994- حقائق حول تشعيع الغذاء، سلسلة نشرات الحقائق الصادرة عن ICGFI، هيئة الطاقة الذرية السورية-دمشق، ط8، صفحة7.

4. Anellis A.; Berkowitz d.; kemper d., 1973- Compativie rsistance of nonsporogenic bacteria to low temperature gamma irradiation. Appl Microbiol. 25 : 517-523.

5. Anderson a.; nordan h.; chain r.; parrish g.; duggan k., 1956- Studies on radioresistnt micro-coccus. Isolation, morphology, cultural characteristics and resistance to gamma radiation. Food Technol. 10: 575-577.

6. BERAHA L., 1964- Gamma radiation dose-response of some decay pathogens. Phytopathol. 54: 755.

7. CIESLA K.; SALMIERI S., 2004- Gamma irradiation influence on physical properties of milk proteins. *J. Radiation Physics and Chemistry* 71 (1):93-97.

8. ZEGOTA H, MATOLEPSZY B. 2008- The decontamination of industrial case in and milk powder by irradiation. *J. Radiation Physics and Chemistry* 77 (10): 1108– 1111.

9. HAM J.; LEE C.; YOO Y. 2009- Irradiation effect on alpha - and bita -caseins of milk and Queso Blanco cheese determined by capillary electrophoresis. *J. Radiation Physics and Chemistry* 78 (2): 158–163.

10. LEE J.; KIM J.; YOOK H. 2005- Effects of gamma radiation on the allergenicity and antigenicity properties of milk proteins. *J Food Prot*, 64 (6): 272–276.

11. الاشتراطات الخاصة بالأحياء الدقيقة الواجب تحققها في المنتجات الغذائية. المراجعة الثانية. م.ق.س2179\2007.

12. صباغ سعيد.؛ حمادي حسن، 2011- تقانات الفيزياء الإشعاعية لتعقيم مياه الصرف الصحي المعالج والحمأة. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الأساسية، العدد 77.