

دراسة إحصائية للإشعاعات البيئية

الدكتور جبور نوفل جبور*
الدكتور جهاد كامل ملحم**
حسام إحسان حاج قاسم***

(تاريخ الإيداع 18 / 10 / 2009. قُبل للنشر في 2 / 12 / 2009)

□ الملخص □

تتعدد مصادر التلوث في البيئة سواء أكانت في الهواء أو في البحار أو على سطح الأرض. وتعتبر الإشعاعات البيئية ضمن الملوثات التي تحيط بنا، وهي تؤثر بنا دون أن نشعر بها. وتتألف هذه الإشعاعات بشكل رئيسي من الإشعاعات الكونية الثانوية منخفضة الطاقة، وإشعاعات غاما، ثم النيوكليدات الطبيعية المشعة والمحمولة جواً أو المنقولة إلى الغلاف الجوي من سطح الأرض أو الموجودة ضمن القشرة الأرضية. بالإضافة إلى هذه الإشعاعات يوجد مصادر صناعية أخرى للإشعاع تنجم عن حوادث مفاعلات الطاقة النووية وعن اختبار الأسلحة النووية التي تتم على سطح الأرض، وفي باطنها، وفي طبقات الغلاف الجوي المختلفة، بالإضافة إلى غيرها من المصادر المشعة التي صنعها الإنسان.

حاولنا في هذه الدراسة التأكد فيما إذا كانت الإشعاعات البيئية توصف بنفس الطريقة التي توصف بها الإشعاعات الناتجة عن المصادر المشعة النقطية أم لا من خلال المقارنة بين القياسات المأخوذة بواسطة الكاشف الومضاني، وعداد ((غايغر-موللر))، حيث قمنا بتحديد الصيغة الرياضية الأنسب لوصف هذه الإشعاعات. وقد تبين أن الإشعاعات البيئية تخضع لنفس الصيغ الرياضية التي يمكن أن تطبق على الإشعاعات الصادرة عن المصادر النقطية.

الكلمات المفتاحية: الأشعة الكونية- أشعة غاما- فوتونات ذات طاقة عالية- إلكترونات- جسيمات ألفا- ميونات - نيترونات- النشاط الإشعاعي- التوزيعات الإحصائية.

* أستاذ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية .

** أستاذ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية .

***طالب دراسات عليا (ماجستير) - اختصاص فيزياء إشعاعية - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Statistical Study for The Environmental Raddations

Dr. Jabbour N. Jabbour*
Dr. Jehad K. Mulhem**
Husam A. Haj Qasem***

(Received 18 / 10 / 2009. Accepted 2 / 12 / 2009)

□ ABSTRACT □

There are many sources of pollution in the environment, as in the air, seas, and soil. One of these materials (pollutant) which surround us is Environmental Radiations that affect on our bodies without any feeling. These radiation components are low energy secondary cosmic rays, gamma rays, and natural airborne radionuclide, which transfer from the atmosphere to the surface of the Earth. In addition to these radiations, there are artificial sources of radiation result from nuclear reactors accident and nuclear weapon tests, which happen in the layers of the atmosphere, surface of the Earth, in addition to the man made radiations.

In this study we made sure that whether the environmental radiations are described in the same way that the radiations of point sources. By comparing between the measurements of scintillation detector and ((Geiger – Mueller)) detector, we have identified the best mathematical formula for these sources and we have found that the environmental radiations subjected to the same mathematical formula used for radiations of point sources.

Key words: Cosmic Ray, Gamma Ray, High Energy Photons, Alfa Particles, Electrons, Muons, Neutrons, Radioactivity, Statistical Distributions.

The Measurements were done in The Department of Physics, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria in 2001, and it was Resumed the Second Part in 2008.

*Professor, Department of Physics, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Professor, Department of Physics, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

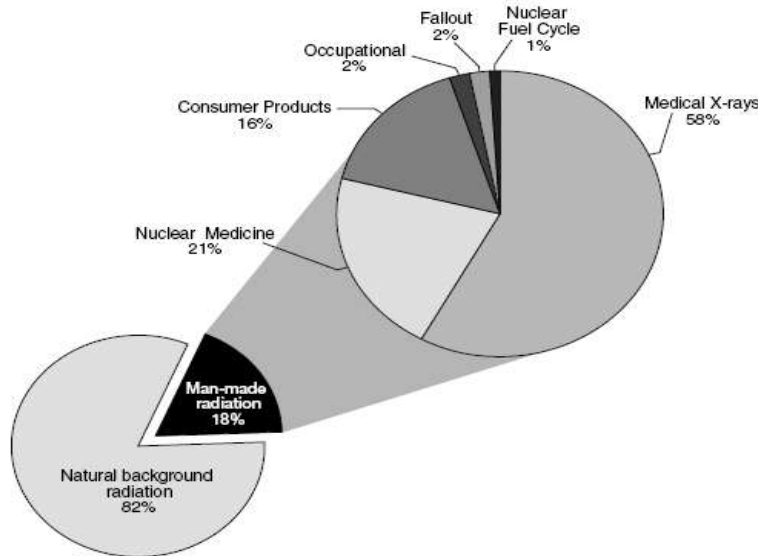
*** Postgraduate Student , Radiation Physics, Department of Physics, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يعتبر التلوث الإشعاعي الناتج عن مصادر إشعاعية متعددة من أكثر الأخطار التي تهدد حياة الإنسان والكائنات الحية، لذلك كان من الضروري القيام بدراسات حولها بغية معرفة طرائق ووسائل انتشارها في الأوساط التي تعيش فيها هذه الكائنات، حيث يتعرض الإنسان للإشعاع الطبيعي من مصادر مختلفة، فمنها ما ينتج عن الإشعاعات المؤينة التي تدخل إلى غلافنا الجوي من الفضاء الخارجي ومنها ما ينجم عن المواد المشعة الموجودة في القشرة الأرضية، ومواد البناء والهواء والطعام. وتساهم جميعها بـ 82% من مجمل الإشعاعات التي يتعرض لها الإنسان والكائنات الحية. في حين تساهم المصادر الصناعية التي أوجدها الإنسان بـ 18% من مجمل التعرض الذي تتلقاه الكائنات الحية.

تتسبب الاستخدامات الطبية للأشعة السينية بـ 58% من التعرض للإشعاعات الصناعية. وتساهم المواد المشعة المستخدمة في مجال العلاج والتشخيص الإشعاعي وفي الطب النووي بـ 21%، بينما تشارك مخلفات الاختبارات النووية التي تجرى في طبقات الغلاف الجوي وفي المحيطات وفي طبقات القشرة الأرضية بـ 2% فقط. ويشكل التعرض المهني للمواد المشعة من جراء الصناعات النووية والمجالات الصناعية التي تتطلب التعامل مع المواد المشعة 2% أيضاً. وتساهم المواد المشعة المتسربة إلى القشرة الأرضية من صناعة الطاقة النووية بـ 1%، بينما يشكل التعرض الناتج عن استخدام المواد الاستهلاكية التي تستخدم بعض المواد المشعة كالتبغ ومواد البناء وكواشف الدخان وشاشات أجهزة التلفاز والحاسوب بـ 16% من إجمالي التعرض للإشعاعات الصناعية كما هو

مبين في الشكل (1):[1]



يبين الشكل (1) الإشعاع الطبيعي والصناعي التي يتعرض لها الإنسان [1]

1. Natural back ground radiation 82% : الإشعاع الطبيعي الخلفي:
2. Man – made radiation 18% : الإشعاعات الصناعية:
 - Nuclear Medicine 21% : الطب النووي
 - Consumer products 16% : المنتجات الاستهلاكية :
 - Occupational 2% : المهني
 - Fallout 2% : السقط الإشعاعي :
 - Nuclear fuel cycle 1% : دورة الوقود النووي
 - Medical X – rays 58% : الأشعة السينية الطبية :

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة الإشعاعات البيئية المحيطة بنا إحصائياً بهدف مقارنتها مع الإشعاعات الناجمة عن المصادر النقطية والتوصل إلى التوزيع الإحصائي لهذه الظاهرة.

طرائق البحث ومواده:

يقسم العمل في هذا البحث إلى قسمين: قسم الإشعاعات البيئية وقسم المصادر النقطية. لقد تم الحصول على النتائج في هذا البحث بواسطة كاشف وميض من أجل قياس الإشعاعات البيئية وعداد (غايجر - موللر) من أجل قياس الإشعاعات الصادرة عن المصادر النقطية المستخدمة في العمل التجريبي.

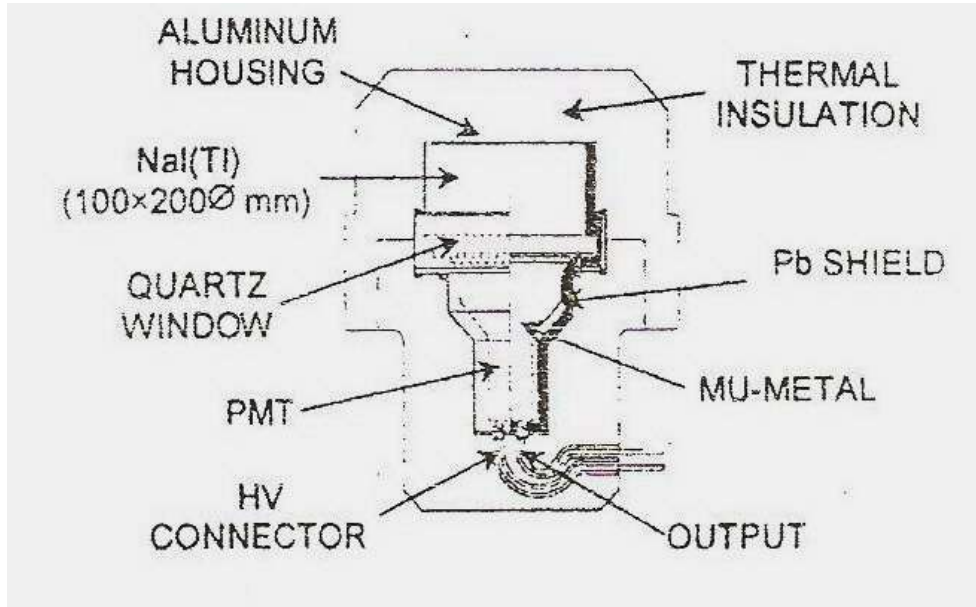
أولاً: قسم الإشعاعات البيئية:

استخدمنا الخطوط الطيفية للإشعاعات البيئية التي تم الحصول عليها من قبل مجموعة من الفيزيائيين من قسم الفيزياء في جامعة تشرين بالتعاون مع المجموعة الفيزيائية في جامعة بولونيا في إيطاليا التي تعمل في هذا المجال. وأجريت القياسات خلال الفترة الزمنية الممتدة ما بين (21/3/2001- 20/5/2001) بواسطة كاشف وميض قادر على كشف الإشعاعات البيئية وخصوصاً أشعة غاما ذات الطاقة الأكبر من 50 keV. يحتوي الكاشف على بلورة يوديد الصوديوم المشوبة بالتاليوم mono-crystal NaI(Tl) ذات الأبعاد $(10\text{cm} \times 20\phi\text{cm})$ (أي إن البلورة لها شكل اسطوانة طولها 10 cm ونصف قطرها $\phi = 20\text{cm}$))، بحيث تحاط البلورة NaI(Tl) وأنبوب مضاعفة الفوتونات PMT (Photomultiplier) بغلاف مؤلف من 1 cm من الرصاص و 0.1 cm من النحاس و 0.3 cm من الألمنيوم كما في الشكل (2).

تم عرض الطيف الطاقى على 2048 قناة بواسطة محلل متعدد الأقتية باستخدام برنامج يسمح بمعالجة وتحليل المعطيات التي تم تخزينها وتمثيلها وفق بيانات ورسوم تخطيطية، فلقد تم وضع الكاشف على سطح مبنى قسم الفيزياء في جامعة تشرين، وتم تحديد الزمن الكافي لقياس الطيف الطاقى الواحد بـ 15 دقيقة حيث تم الحصول خلال فترة القياس على عدد كبير من الأطياف الخطوط الطاقية التي تمثل القيم المقاسة، ويبين الشكل (4) أحد هذه الأطياف.

معايرة الكاشف الوميضي:

لقد تم معايرة الكاشف والتأكد من صحة عمله باستخدام منبعين مشعين معلومين الأول البوتاسيوم ^{40}K والثاني التاليوم ^{208}Tl ، حيث وضع كل من هذين المنبعين أمام الكاشف، فلو حظ جمع الخطتين الطيفيتين للبوتاسيوم ^{40}K (1461keV) والتاليوم ^{208}Tl (2615keV) عند القناتين (525)، و(950) على الترتيب وذلك طوال مدة القياس، فحصلنا على مستقيم المعايرة التالي الموضح في الشكل (3).



الشكل (2) يمثل رسم توضيحي للكاشف الوميضي الذي يستخدم بلورة NaI(Tl) [2,3,4]

Aluminum Housing : حاوية من الألمنيوم:

Thermal Insulation : عازل حراري:

Pb Shield : درع رصاصي:

Mu-Metal : معادن متعددة:

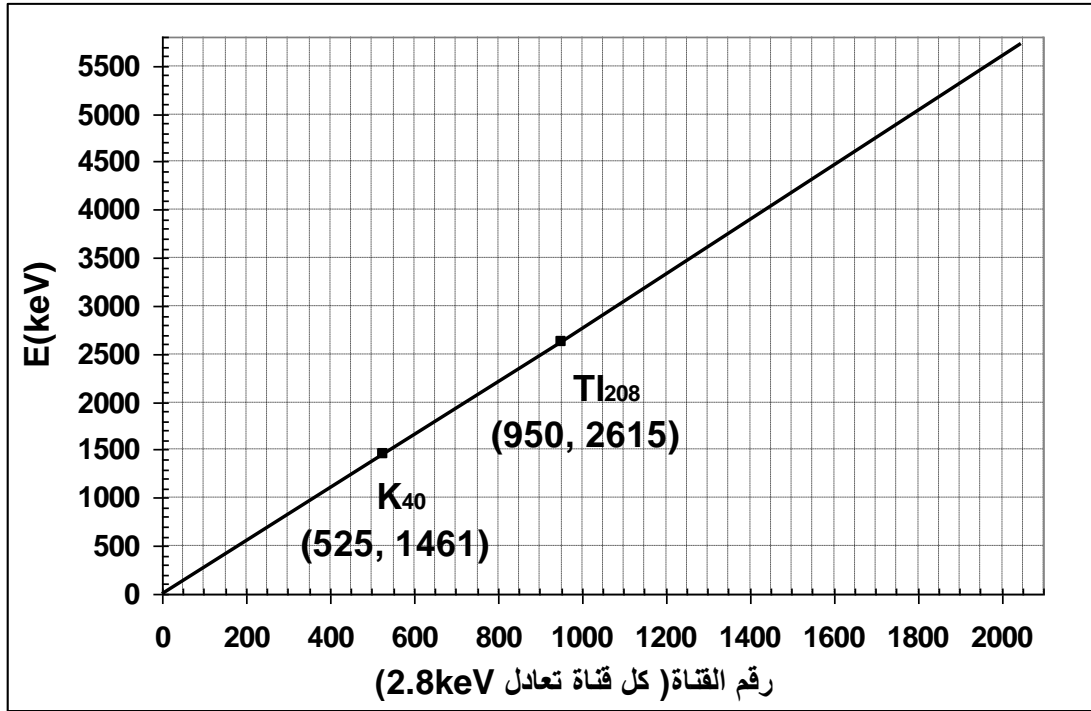
Quartz Window : نافذة الكوارتز:

Photo Multiplier Tube (PMT) : أنبوب مضاعفة الفوتونات:

Output : الناتج:

Hv connector : موصل التغذية ذات الجهد العالي:

NaI(Tl) : بلورة يوديد الصوديوم المشوية بالتاليوم:



الشكل (3) مستقيم معايرة الكاشف

يعبر هذا الرسم عن تغيرات الطاقة مع القناة وتبين لنا أن القناة ذات الرقم 525 تقابل طاقة قدرها 1461 keV والتي تقابل بدورها عنصر البوتاسيوم ^{40}K (1461keV). وبنفس الطريقة من أجل القناة 950 والتي تقابل طاقة التاليوم ^{208}Tl (2615keV)، وهذا يعني أنه من خلال هذا المستقيم نستطيع استنتاج طاقة الخطوط الطيفية لعناصر مجهولة وذلك من خلال معرفة رقم القناة لكل خط طيفي يتم كشفه.

ثانياً: قسم المنابع النقطية:

لقد تم أخذ القياسات للمنابع النقطية التالية:

((الأمريشيوم ^{241}Am - الكوبالت ^{60}Co - منبع مزيج السيزيوم ^{137}Cs والأمريشيوم ^{241}Am))

كل خمسة دقائق وتم تكرار العملية على جميع المنابع السابقة 500 مرة لكل واحد منها.

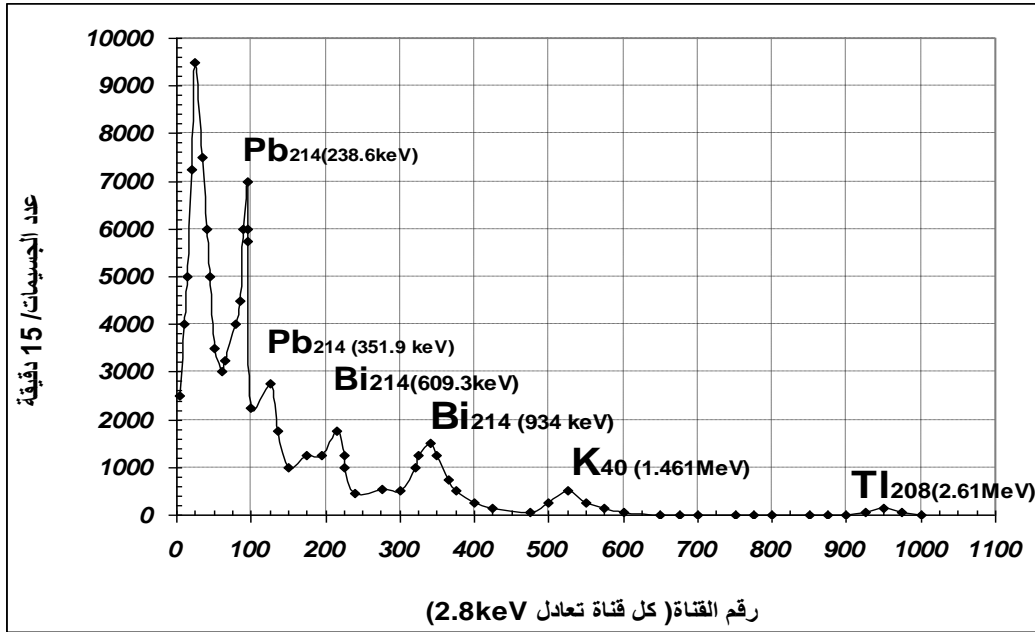
وبعد أن تم تجميع نتائج القياسات الإشعاعية بواسطة الكاشف الوميضي والمنابع النقطية تم تحليلها باستخدام توزع بواسون والتوزع الطبيعي، ومن بعد ذلك خضعت النتائج لاختبار χ^2 للتأكد من مدى التطابق بين القيم التجريبية والقيمة المتوقعة، ومن ثم تحديد أي من التوزيعين يصف بشكل أفضل النتائج التجريبية التي حصلنا عليها.

النتائج والمناقشة:

تحليل نتائج الإشعاعات البيئية:

جمعت القياسات خلال الفترة الممتدة ما بين (20/5/2001- 21/3/2001) من الكاشف الوميضي، وتم الحصول على عدد كبير من الأطياف الطاقية المتماثلة في الشكل، لكن محتوى كل خط طيفي يختلف من طيف إلى آخر ويمكن أن تكون متماثلة. وقد اخترنا بشكل عشوائي أحد هذه الأطياف الطاقية لأحدى هذه القياسات، ونشير هنا

إلى الخطتين الطيفين لنظيري البوتاسيوم ^{40}K والتاليوم ^{208}Tl لأنهما معزولين ومنفصلين عن بقية الخطوط الطيفية للنظائر الأخرى. ويبين الشكل التالي أحد الأطياف الطاقة لأحدى هذه القياسات:



الشكل (4): طيف طاقي تم الحصول عليه بواسطة الكاشف المستخدم [5,6]

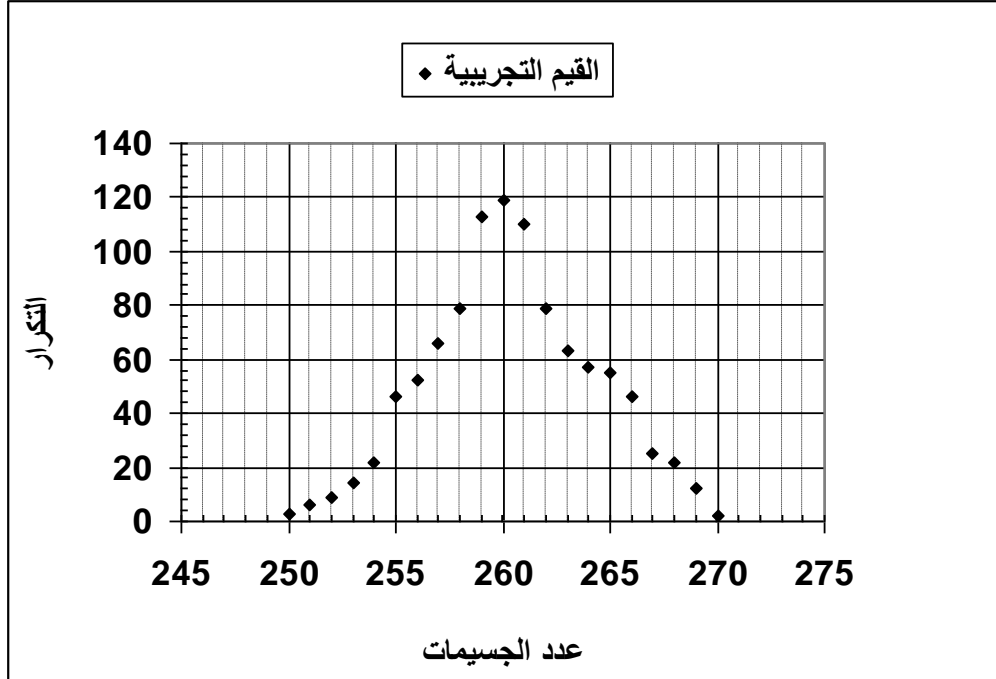
وبالاعتماد على الأطياف الطاقة التي تم تسجيلها أجري تحليل للخطوط الطيفية المرافقة لكل من البوتاسيوم ^{40}K والتاليوم ^{208}Tl فقط، حيث تم إحصاء عدد الجسيمات المرافقة لكل خط طيفي (لكلي النظيرين المذكورين سابقاً) ومن أجل 1000 طيف طاقي حصلنا على الجدول التالي :

الجدول (1) يوضح عدد الجسيمات والتكرار لكلا النظيرين البوتاسيوم ^{40}K والتاليوم ^{208}Tl

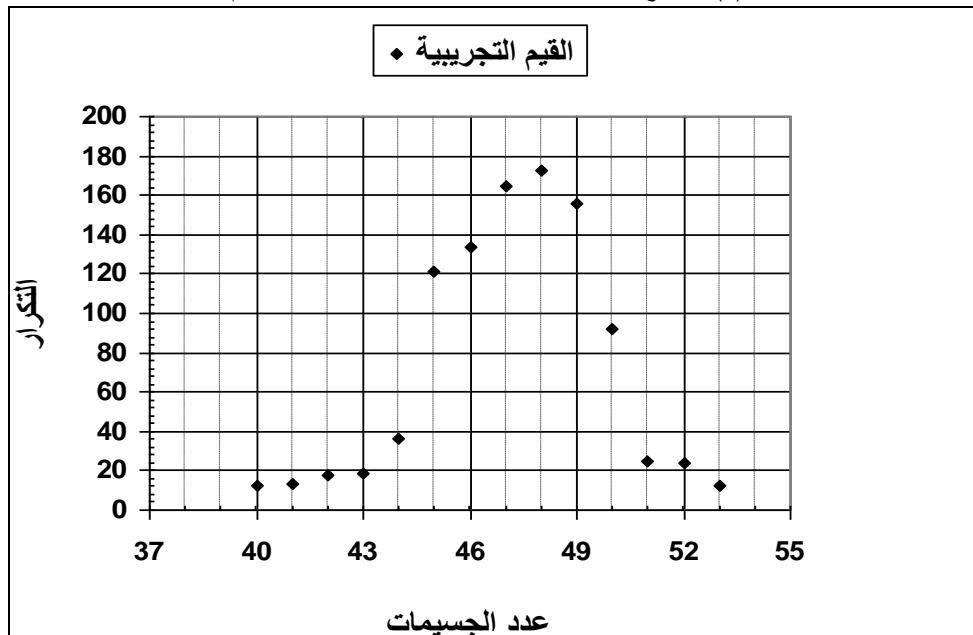
البوتاسيوم ^{40}K		التاليوم ^{208}Tl	
عدد الجسيمات	التكرار	عدد الجسيمات	التكرار
250	3	40	12
251	6	41	13
252	9	42	18
253	14	43	19
254	22	44	36
255	46	45	121
256	52	46	134
257	66	47	165
258	79	48	173
259	113	49	156
260	119	50	92
261	110	51	25
262	79	52	24
263	63	53	12

264	57		
265	55		
266	46		
267	25		
268	22		
269	12		
270	2		

والتمثيل البياني للجدول السابق يوضح على الشكلين (5) و(6).



الشكل (5): يوضح تغيرات التكرار بتابعة عدد الجسيمات للبيوتاسيوم ^{40}K



الشكل (6): يوضح تغيرات التكرار بتابعة عدد الجسيمات للثاليوم ^{208}Tl

تحليل النتائج التجريبية وفق النماذج الرياضية:

قمنا بحساب القيمة الوسطى والانحراف المعياري من أجل كل من النتائج المقاسة لعنصري البوتاسيوم والتاليوم وذلك من أجل حساب القيمة المتوقعة وفق التوزيع الطبيعي (توزع غاوس) الموضح بالعلاقة التالية [7]:

$$P_i(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x_i - \bar{x})^2 / 2\sigma^2}$$

البوتاسيوم ^{40}K :

قمنا بحساب القيمة الوسطى والانحراف المعياري من أجل حساب الاحتمال المقابل لكل قيمة وذلك وفق التوزيع الطبيعي:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n f_i} = \frac{260422}{1000} = 260.42 \quad \text{A- حساب القيمة الوسطى [7]:}$$

B- الانحراف المعياري [8]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^N f_i}} = \sqrt{\frac{14407.61}{1000}} = \sqrt{14.40761} = 3.80$$

وباستخدام قانون التوزيع الطبيعي نحصل على التكرار المتوقع وفق هذا التوزيع.

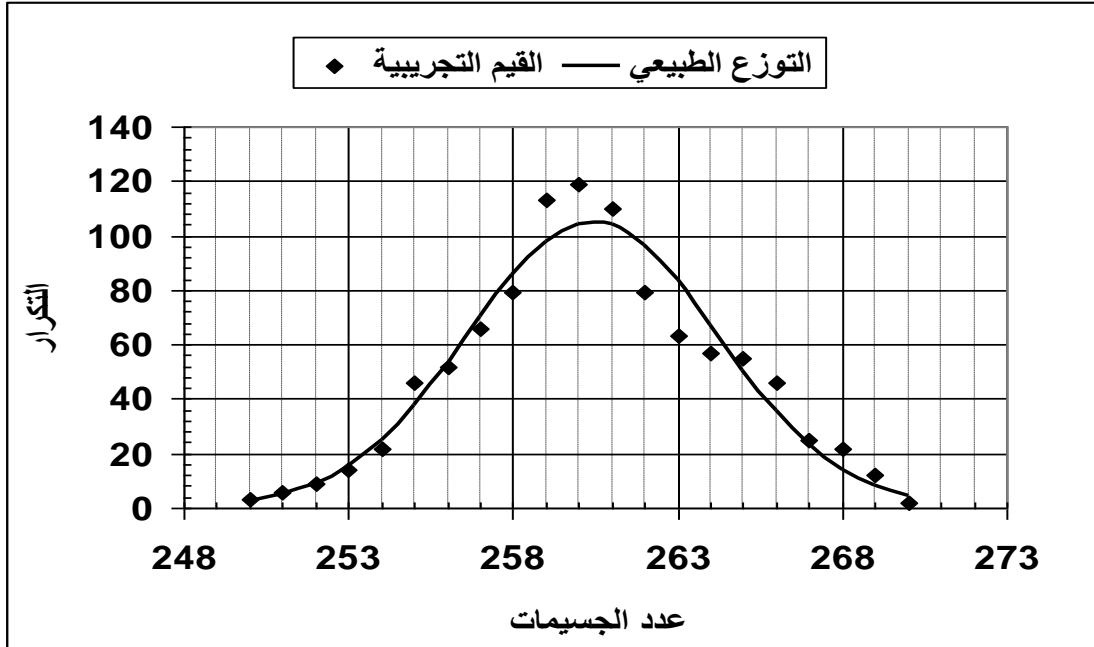
C- اختبار χ^2 (كاي تربيع) [8]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(x_{\text{exp } i} - x_{\text{the } i})^2}{x_{\text{the } i}} = 28.40 \quad \text{التوزيع الطبيعي (غاوس):}$$

الجدول (2) يوضح عدد الجسيمات والتكرار المقاس والتكرار وفق التوزيع الطبيعي لنظير البوتاسيوم ^{40}K

البوتاسيوم ^{40}K			
رقم القياس	عدد الجسيمات N	التكرار المقاس	التكرار المتوقع وفق التوزيع الطبيعي
1	250	3	2.44
2	251	6	4.85
3	252	9	9.01
4	253	14	15.59
5	254	22	25.17
6	255	46	37.94
7	256	52	53.34

8	257	66	69.99
9	258	79	85.69
10	259	113	97.89
11	260	119	104.34
12	261	110	103.78
13	262	79	96.31
14	263	63	83.40
15	264	57	67.39
16	265	55	50.81
17	266	46	35.75
18	267	25	23.47
19	268	22	14.37
20	269	12	8.21
21	270	2	4.38



الشكل (7): يوضح تغيرات التكرار بتابعة عدد الجسيمات للبوتماسيوم ^{40}K وفق القيم التجريبية ووفق التوزيع الطبيعي

التاليوم ^{208}Tl :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n f_i} = \frac{47241}{1000} = 47.24 \quad \text{A- حساب القيمة الوسطى:}$$

B- الانحراف المعياري:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^N f_i}} = \sqrt{\frac{5750.91}{1000}} = \sqrt{5.750} = 2.40$$

وباستخدام البيانات السابقة يمكن أن نحصل على قيم التكرار المتوقع من أجل كل قيمة مقاسة وفق التوزيع الطبيعي:

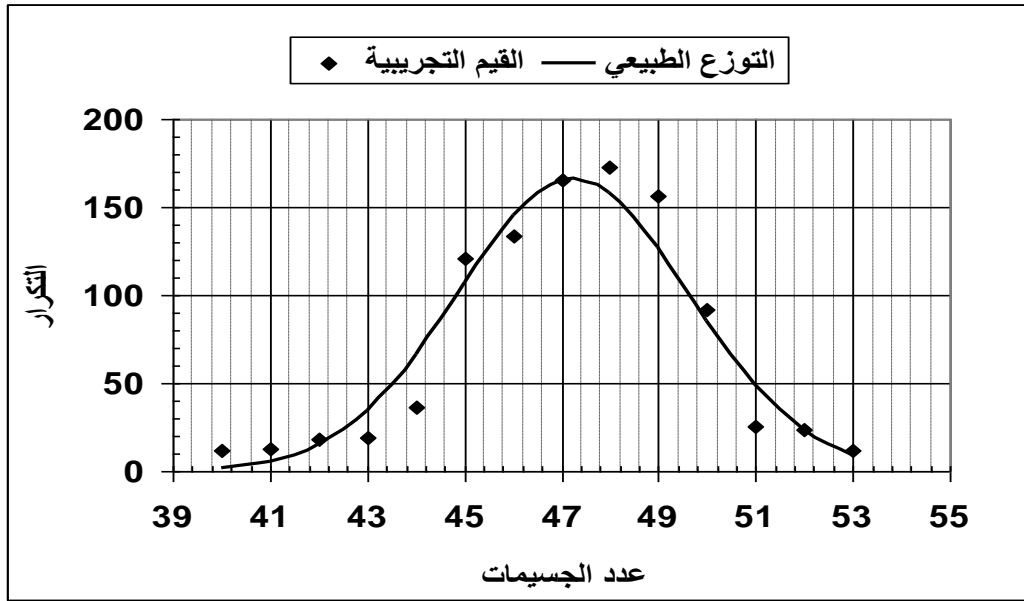
الجدول (3) يوضح عدد الجسيمات والتكرار المقاس والتكرار وفق التوزيع الطبيعي للتاليوم ^{208}Tl

التاليوم ^{208}Tl			
رقم القياس	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار المتوقع وفق التوزيع الطبيعي
1	40	12	1.74
2	41	13	5.63
3	42	18	15.27
4	43	19	34.83
5	44	36	66.75
6	45	121	107.50
7	46	134	145.51
8	47	165	165.52
9	48	173	158.23
10	49	156	127.12
11	50	92	85.83
12	51	25	48.70
13	52	24	23.22
14	53	12	9.31

C- اختبار χ^2 كاي تربيع:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(x_{\text{exp } i} - x_{\text{the } i})^2}{x_{\text{the } i}} = 115.19$$

التوزيع الطبيعي (غاوس) :



الشكل (8) تغيرات التكرار بتابعة عدد الجسيمات للتاليوم ^{208}Tl وفق القيم التجريبية ووفق التوزيع الطبيعي

ثانياً: تحليل النتائج التجريبية المتعلقة بالمنابع النقطية:

لقد تم تحليل النتائج الناتجة عن قياس المنابع النقطية بشكل مشابه لتحليل نتائج الكاشف الوميضي. منبع مزيج السيزيوم ^{137}Cs والأمريشيوم ^{241}Am :

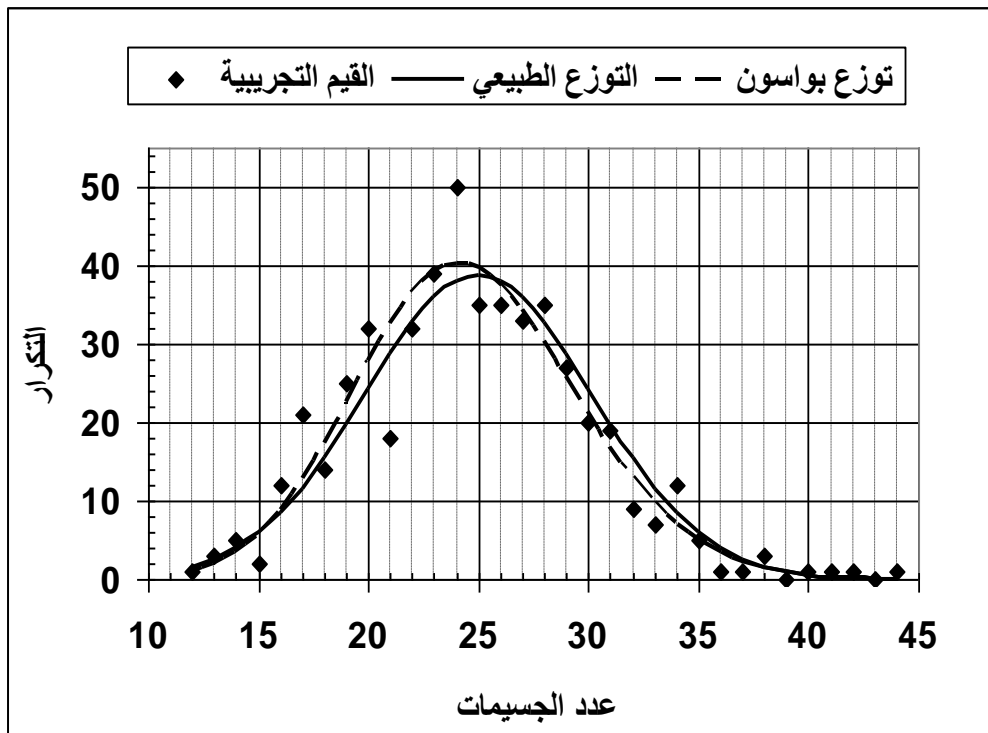
الجدول (4) يوضح عدد الجسيمات، والتكرار المقاس، والتكرار وفق التوزيع الطبيعي وتوزيع بواسون

للقياسات الناتجة عن منبع السيزيوم ^{137}Cs والأمريشيوم ^{241}Am

منبع السيزيوم ^{137}Cs والأمريشيوم ^{241}Am								
التوزيع الطبيعي					توزيع بواسون			
رقم القياس	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار	χ^2	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار	χ^2
1	12	1	1.6020	0.2262	12	1	1.0300	0.0009
2	13	3	2.5665	0.0732	13	3	1.9539	0.5601
3	14	5	3.9593	0.2735	14	5	3.4416	0.7056
4	15	2	5.8822	2.5622	15	2	5.6580	2.3650
5	16	12	8.4155	1.5268	16	12	8.7204	1.2334
6	17	21	11.5944	7.6299	17	21	12.6498	5.5121
7	18	14	15.3832	0.1244	18	14	17.3302	0.6399
8	19	25	19.6549	1.4536	19	25	22.4927	0.2795
9	20	32	24.1836	2.5263	20	32	27.7335	0.6564
10	21	18	28.6550	3.9619	21	18	32.5671	6.5158
11	22	32	32.6968	0.0148	22	32	36.5047	0.5559
12	23	39	35.9283	0.2626	23	39	39.1394	0.0005
13	24	50	38.0186	3.7759	24	50	40.2158	2.3804

14	25	35	38.7421	0.3614	25	35	39.6688	0.5495
15	26	35	38.0186	0.2397	26	35	37.6244	0.1831
16	27	33	35.9283	0.2387	27	33	34.3636	0.0541
17	28	35	32.6968	0.1622	28	35	30.2645	0.7410
18	29	27	28.6550	0.0956	29	27	25.7353	0.0622
19	30	20	24.1836	0.7237	30	20	21.1544	0.0630
20	31	19	19.6549	0.0218	31	19	16.8280	0.2804
21	32	9	15.3832	2.6487	32	9	12.9681	1.2142
22	33	7	11.5944	1.8206	33	7	9.6907	0.7471
23	34	12	8.4155	1.5268	34	12	7.0286	3.5163
24	35	5	5.8822	0.1323	35	5	4.9521	0.0005
25	36	1	3.9593	2.2119	36	1	3.3922	1.6870
26	37	1	2.5665	0.9561	37	1	2.2609	0.7032
27	38	3	1.6020	1.2199	38	3	1.4672	1.6014
28	39	0	0.9630	0.9630	39	0	0.9277	0.9277
29	40	1	0.5575	0.3513	40	1	0.5719	0.3204
30	41	1	0.3108	1.5285	41	1	0.3440	1.2510
31	42	1	0.1668	4.1606	42	1	0.2020	3.1531
32	43	0	0.0863	0.0863	43	0	0.1158	0.1158
33	44	1	0.0429	21.3306	44	1	0.0649	13.4690

ويبين الشكل التالي التمثيل البياني للقيم السابقة التي تم تحليلها:



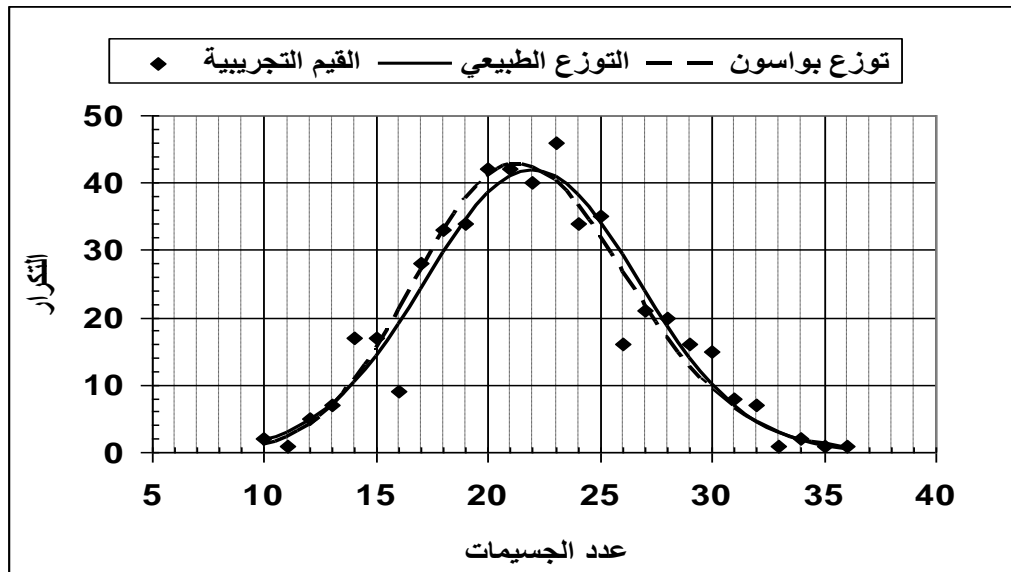
الشكل (9) يوضح تغيرات التكرار بتأثير عدد الجسيمات وفق القيم التجريبية ووفق التوزيع الطبيعي وتوزيع بواسون للقياسات الناتجة عن منبع السيزيوم ^{137}Cs والأمريشيوم ^{241}Am

الكوبالت ^{60}Co :

الجدول (5): يوضح عدد الجسيمات والتكرار المقاس والتكرار وفق التوزيع الطبيعي وتوزيع بواسون للقياسات الناتجة عن منبع الكوبالت ^{60}Co

منبع الكوبالت ^{60}Co								
التوزيع الطبيعي					توزيع بواسون			
رقم القياس	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار	χ^2	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار	χ^2
1	10	2	1.7707	0.0297	10	2	1.1197	0.6921
2	11	1	2.9383	1.2786	11	1	2.2221	0.6721
3	12	5	4.6650	0.0241	12	5	4.0423	0.2269
4	13	7	7.0868	0.0011	13	7	6.7880	0.0066
5	14	17	10.3011	4.3564	14	17	10.5844	3.8887
6	15	17	14.3266	0.4989	15	17	15.4038	0.1654
7	16	9	19.0650	5.3136	16	9	21.0166	6.8707
8	17	28	24.2751	0.5716	17	28	26.9878	0.0380
9	18	33	29.5746	0.3967	18	33	32.7302	0.0022
10	19	34	34.4753	0.0066	19	34	37.6052	0.3456
11	20	42	38.4530	0.3272	20	42	41.0461	0.0222
12	21	42	41.0378	0.0226	21	42	42.6684	0.0105
13	22	40	41.9053	0.0866	22	40	42.3387	0.1292
14	23	46	40.9437	0.6244	23	46	40.1849	0.8415
15	24	34	38.2769	0.4779	24	34	36.5515	0.1781
16	25	35	34.2388	0.0169	25	35	31.9168	0.2978
17	26	16	29.3044	6.0403	26	16	26.7979	4.3509
18	27	21	23.9982	0.3746	27	21	21.6666	0.0205
19	28	20	18.8042	0.0760	28	20	16.8922	0.5718
20	29	16	14.0983	0.2565	29	16	12.7157	0.8483
21	30	15	10.1136	2.3608	30	15	9.2528	3.5698
22	31	8	6.9420	0.1613	31	8	6.5158	0.3381
23	32	7	4.5592	1.3067	32	7	4.4450	1.4687
24	33	1	2.8650	1.2140	33	1	2.9404	1.2805
25	34	2	1.7226	0.0447	34	2	1.8879	0.0067
26	35	1	0.9911	0.0001	35	1	1.2804	0.0614
27	36	1	0.5455	0.3786	36	1	0.7814	0.0612

وباستخدام البيانات السابقة تم رسم الشكل التالي:



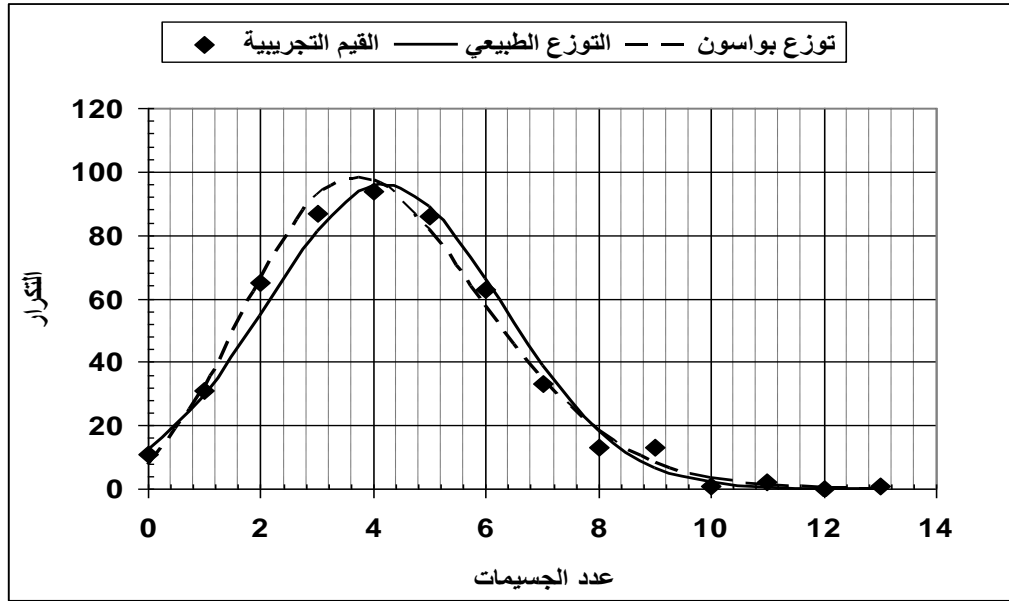
الشكل (10) يوضح تغيرات التكرار بتابعة عدد الجسيمات وفق القيم التجريبية وفق التوزيع الطبيعي وتوزع بواسون للقياسات الناتجة عن منبع الكوبالت ^{60}Co

: الأمريشيوم ^{241}Am

الجدول (6) يوضح عدد الجسيمات والتكرار المقاس والتكرار وفق التوزيع الطبيعي وتوزع بواسون للقياسات الناتجة عن منبع الأمريشيوم ^{241}Am

^{241}Am منبع الأمريشيوم								
التوزيع الطبيعي					توزيع بواسون			
رقم القياس	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار	χ^2	عدد الجسيمات	التكرار المقاس	التكرار	χ^2
1	0	11	12.4192	0.1622	0	11	7.4232	1.7234
2	1	31	29.2422	0.1057	1	31	31.2516	0.0020
3	2	65	54.6477	1.9611	2	65	65.7845	0.0094
4	3	87	81.0547	0.4361	3	87	92.3180	0.3063
5	4	94	95.4177	0.0211	4	94	97.1645	0.1031
6	5	86	89.1506	0.1113	5	86	81.8125	0.2143
7	6	63	66.1096	0.1463	6	63	57.4050	0.5453
8	7	33	38.9089	0.8974	7	33	34.5251	0.0674
9	8	13	18.1752	1.4736	8	13	18.1688	1.4705
10	9	13	6.7383	5.8187	9	13	8.4990	2.3838
11	10	1	1.9828	0.4871	10	1	3.5781	1.8575
12	11	2	0.4631	5.1013	11	2	1.3694	0.2904
13	12	0	0.0858	0.0858	12	0	0.4804	0.4804
14	13	1	0.0126	77.2092	13	1	0.1556	4.5828

وباستخدام البيانات السابقة تم رسم الشكل التالي:



الشكل (11) يوضح تغيرات التكرار بتابعة عدد الجسيمات وفق القيم التجريبية ووفق التوزيع الطبيعي وتوزع بواسون للقياسات الناتجة عن منبع الأمريشيوم ^{241}Am

جدول المقارنة بين النتائج :

الجدول (7) يمثل مختصر للنتائج المأخوذة من قياس عدد غايغر - مولر و التي تم تحليلها وفق التوزيع الطبيعي وتوزع بواسون

المنبع	نوع التوزيع	عدد القيم	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	χ^2
$^{137}\text{Cs} + ^{241}\text{Am}$	الطبيعي (غاوس)	33	5.15	25	65.19
$^{137}\text{Cs} + ^{241}\text{Am}$	بواسون	33	4.97	24.66	52.04
^{60}Co	الطبيعي (غاوس)	27	4.76	21.97	26.25
^{60}Co	بواسون	27	4.69	21.97	26.97
^{241}Am	الطبيعي (غاوس)	14	2.08	4.21	94.02
^{241}Am	بواسون	14	2.05	4.21	14.04

الاستنتاجات والتوصيات:

نظراً لكون ظاهرة النشاط الإشعاعي عشوائية فلا بد أن تتبع أحد التوزيعات الرياضية التي تصف هذه الظاهرة. فإذ تبين لنا من الرسوم البيانية، والنتائج التي تم الحصول عليها لكل من الإشعاعات البيئية ((بشكل خاص التاليوم ^{208}Tl والبوتاسيوم ^{40}K)) والمنابع المشعة النقطية التي تم دراستها ((الكوبالت ^{60}Co - الأمريشيوم ^{241}Am - منبع مزيج السيزيوم ^{137}Cs والأمريشيوم ^{241}Am)) إن ظاهرة النشاط الإشعاعي تخضع إما للتوزيع الطبيعي أو لتوزيع بواسون وذلك اعتماداً على عدد الجسيمات المقاسة في كل مرة، مع العلم أن عدد الجسيمات يتأثر بعامل البعد عن المنبع الذي تُجرى عليه التجربة حيث يوجد تناسب عكسي بينهما، فعدد الجسيمات يتناسب عكساً مع مربع بعد المنبع المشع عن الكاشف. أي كلما زادت المسافة بين العداد والمنبع المشع

كلما تناقص عدد الجسيمات المكشوفة، ففي حالة الأمريشيوم²⁴¹Am تخضع القيم التجريبية لتوزع بواسون حيث يبين اختبار كاي تربيع وجود تطابق بين القيم التجريبية و توزع بواسون بشكل أكبر منه مع التوزع الطبيعي، وبشكل مشابه فإن كل من القياسات الناتجة عن الكوبالت⁶⁰Co والمنبع المـزيج ((السيزيوم ¹³⁷Cs والأمريشيوم²⁴¹Am)) تتبع التوزع الطبيعي، أما بالنسبة للإشعاعات البيئية فيظهر لنا بشكل واضح وبالمقارنة مع نتائج المنابع النقطية أنها تتبع التوزع الطبيعي، أي أن التوزع الطبيعي يصف بشكل أفضل توزع الإشعاعات البيئية من توزع بواسون.

المراجع:

- [1]- *Health Risks from Exposure to low levels of Ionizing radiation: BEIR VII-Phase 2.* Committee to Assess Health Risks from Exposure to low levels of Ionizing radiation, National Research Council. The national Academies Press Washington DC, 2006,424.
- [2]- BERNARDINI, G.; FERRETTI, B. *Il Nuovo Cimento*.16 ,1939, 137.
- [3]- BRUNETTI, M.; others. *Cosmic Ray Conf. Proc.*26th Int.(salt lake City, a) 1999, 7,355.
- [4]- BRUNETTI, M.; CECCHINI, S.; GALLI M.; GIOVANNINI, G.; LONGO, G.; PAGLIARIN, A. *Cosmic Ray Conf Proc.*26th Int. (salt lake City, b) 1999, 7,429.
- [5]- MULHEM, J. K.; JABBOUR, J. N. *Using a compact Scintillation Na(Tl) Detector to Study the Environmental Radiation.* Yarmouk University Publications Jordan, Vol 15,2006,189-194.
- [6]- JABBOUR, J. N. ; others. *Measurement of the Environmental Radiation at the Physics Department of Tishreen University.* Tishreen University Journal Syria, Vol 25, N° 13 ,2003,198-190.
- [7]- BLUMAN, A. G. *Elementary Statistics a Step by step Approach.*6nded, The Me Graw-Hill companies, 100,118, 2007,586,802.
- [8]- FELLER, W.; Higgins, E. *An Introduction to Probability Theory and its Applications.* 2nd Ed., Princeton University, John Willey& sons, Inc New York, Chichester& Brisbane& Toronto& Singapore, Vol 1,2007,509.