مجلة جامعة بابل / العلوم الصرفة والتطبيقية / العدد (١) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

دراسة التوزيع الإحصائي لطيف طاقة السيزيوم Cs-137 باستخدام الكاشف الوميضي NaI(Tl)

خالد حسين هاتف العطية **احمد مسحور علي رفاس**

كلية العلوم –جامعة بابل

E-mail:mybony19@Gmail .com E-mail:Kalid.hsen@Yahoo.com

الخلاصة

درس في هذا البحث التوزيع الاحصائي لطيف الطاقة لمصدر السيزيوم Cs-137 المشع باستخدام الكاشف الوميضي يوديد الصوديوم NaI(Tl) بعد تقسيم طيفه الى مناطق وتبين من خلال الدراسة أن القمم متداخلة مع بعضها أي أن هناك اكثر من توزيع احصائي في المنحني الواحد. ولوحظ أيضا وجود اكثر من قمة في المنحني وهذا يختلف عن التوزيع الثنائي وتوزيع بواسون والتوزيع الطبيعي الذي يتميز بوجود قمة واحده ، ووجد أيضا ان المساحات الاكبر والاصغر للطيف تأخذ اقل تكرار بينما المساحات المتوسطة تأخذ اكثر عدد تكرار ووجد ايضا ان المنحني يستقر في بعض النقاط عندما يكون طول الفئة (20) بينما يتغير باستمرار عندما يكون طول الفئة (10) ولا يوجد تناظر على جانبي المتوسط الحسابي، اي ان هذا التوزيع يختلف عن التوزيع الطبيعي . وتم التوصل الى ان عدد القمم المتداخلة تزداد كلما زاد طول الفئة فعندما يكون طول الفئة (20) يصبح عدد القمم اكثر فيما لو كان طول الفئة (10) وكلما كان التباين بين مساحات الطيف كبيرا كان المنحني اكثر انخفاضا واكثر عرضا ، اذ تبين ان المنحنيات التي تمثل المساحة الكلية تختلف عن تلك التي تمثل مساحة القمة الضوئية وصافي المساحة للقمة الضوئية.

الكلمات الدالة: التوزيع الاحصائي، الكاشف الوميضي NaI(Tl)، الطبيعة الإحصائية للانحلال الاشعاعي .

Abstract

In this paper, the statistical distribution has been studied the power spectrum of the source of cesium cs-137 irradiated using a reagent fluorescence sodium iodide NaI(Tl) after split its spectrum into areas, shows that the tops are interwoven with each other i.e. there is more than a statistical distribution per curve. It was also noted the presence of more than one top in curved and this is different from bilateral distribution and Poisson distribution and normal distribution which is characterized by the existence of a single top. It was also found that the biggest and the smallest of the spectrum take less space while repeating medium-sized take over number of repetitions .It is also found that the curved settle at some points when the length category (20) period, while continuously changing when the length category (10) period, and there is no symmetry on both sides of the arithmetic average i.e. this distribution differs from the normal distribution. It was reached that the number of overlapping tops increases as the increased length of the category (20) thus, the number of tops more than it is in the case of (10) period. Whenever a big contrast between the spectrum space, the curve is lower and more width, so it is shown that the curves representing the total area differ from those representing the photo top area and net area of the photo top .

Key Words: Statistical Distribution, Scintillation Detector NaI(Tl), The statistical nature of the radioactive decay.

1.المقدمة: Introduction

الانحلال الاشعاعي للنوى عمليه عشوائية والقوانين التي تنظم عملية الانحلال غير معروفه ماعدا قانون نصف العمر (half life) والذي يمكن تعريفه بانه الزمن الذي يتم به تقليل عدد النوى المشعة الى نصف قيمته الأصلية [J.B.Gard ,1972] . ولمعرفة وفهم طبيعة هذا الانحلال يدرس عن طريق ادخال الاحصاء الرياضي وخواصه الإحصائية في مساحات ومناطق طيف الاشعاع .

والاحصاء علم يبحث في خواص المجموعات التي تتكون من عدد كبير من المفردات المختلفة وهو يبحث ويعالج المجموعات التي تتكون من مفردات كثيره ويمنحنا الوسائل التي تعيننا على جمع وتنظيم البيانات العينية عن هذه المجموعات وعلى تحليلها والحكم عليها ومقارنتها بغيرها من المجموعات [الغرابي ،1985

]. لذا فان الانحلال الاشعاعي هو عمليه إحصائية حيث ان العدد الكلي للعدات التي يسجلها الكاشف الوميضي يكون معرضا لتغيرات إحصائية اي ان احتمال انحلال نواة معينه في المدة الزمنية التي تبقى فيها غير منحله يبقى ثابتا او بمعنى اخر فان النواة لا تصبح عجوزا كما تفعل المجموعات البيولوجية واحتمال انحلالها في المدة الزمنية بين هذه اللحظة وبعد ثانيه من هذه اللحظة قد يكون (1%) مثلا واذا بقيت النواة لمدة ساعه فان احتمال انحلالها خلال ثانيه معينه يكون أيضا (1%) [عاصم ، 1982] . وكذلك ان عملية القياس والكشف تخضع للأجهزة والعامل البشري فنجد ان الاحصاء حاضر في مثل هذه القياسات ويضاف الى دقة القياس

2.الهدف من البحث: The Aim of the Research

يهدف البحث الى تطبيق قوانين الاحصاء الرياضي على طيف الطاقة لمصدر السيزيوم المشع بعد تقسيم طيفه الى مناطق لمحاولة التعرف على الطبيعة الإحصائية للانحلال الاشعاعي ولأي قانون احصائي تخضع .

3.الجزء النظري

1.3.الطبيعة الاحصائية للإشعاع Statistical nature radiation

ان الطبيعة الاحصائية للإشعاع ناتجة من اللادقة في مستوى الطاقة للنواة غير المستقرة واحتمالية التحلل لعدد من النوى خلال مدة زمنية معينة تعتمد على العلاقة الاحصائية التي اشتقها رذرفورد وسودي

كما في المعادلة $N = N_{\circ}e^{-\lambda t}$ (1)

حيث $N_{\circ}$ عدد النوى عند بدء التحلل وهذا هو قانون الانحلال الاشعاعي بدلالة عدد النوى وهناك ثلاثة من النماذج الاحصائية [الدركزلي ، 1989]

1.1.3. التوزيع الاحصائي الثنائي (توزيع برنولي) Binomial Distribution

ويعني احتمالية ملاحظة N من الانحلالات في n من النوى وفي مدة زمنية t وهو النموذج الاحصائي الاكثر عمومية وان التوزيع الاحصائي له يكون منفصلا ويأخذ الصيغة التالية [Knoll , 2000]

$$w_{N_i} = \frac{n!}{N!(n-N)!}p^N(1-p)^{n-N} \qquad (2)$$

حيث:- w_{N_i} دالة التوزيع الاحصائي الثنائي لكل قراءة اي الاحتمالية النسبية

p احتمالية حصول الانحلال في قراءة واحده

$1-p$ احتمالية عدم حصول الانحلال في قراءة واحده

n عدد القراءات

ومن خصائص هذا التوزيع أنه

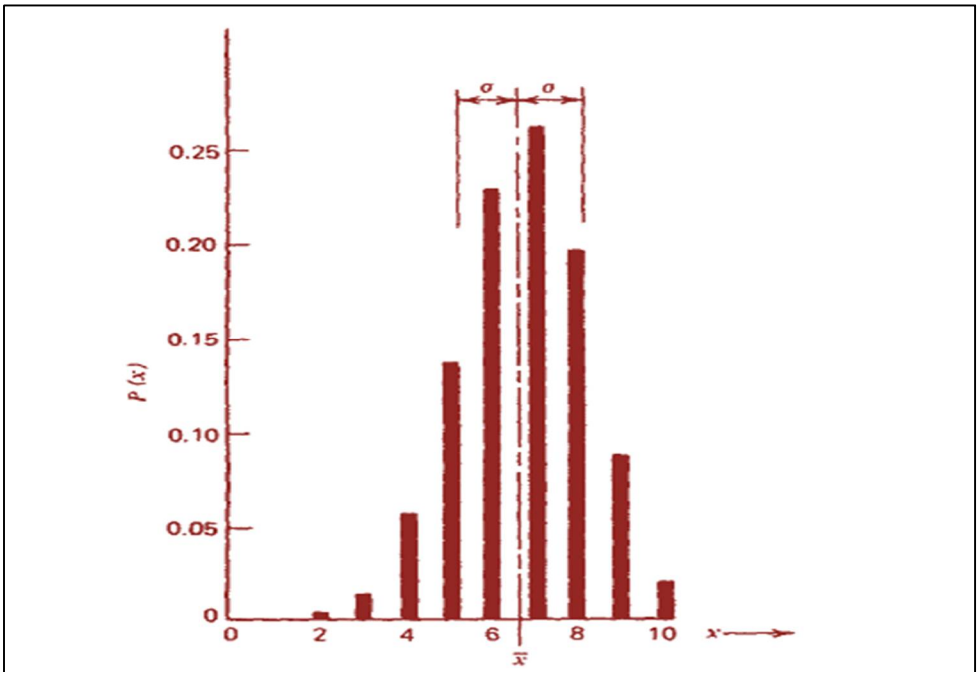
a- توزيع معياري اي ان عياريته تساوي واحد $\sum_{N=0}^{n} w_{N_i} = 1$

b- يمكن حساب وسطه الحسابي او معدله من العلاقة $\bar{N} = pn$

c- الانحراف المعياري له $\sigma = \sqrt{np(1-p)}$

d- يمكن الاستفادة من التوزيع الثنائي عندما تكون قيمة n صغيرة اما اذا كانت كبيرة وقيمة p او 1-p قريبتين من النصف او بعيدتين عن الصفر فانه يقترب من التوزيع الطبيعي.

والشكل (1) يوضح توزيع برنولي



الشكل رقم (1) يوضح التوزيع الاحصائي الثنائي . [Knoll , 2000]

2.1.3. توزيع بواسون Poisson Distribution

يعد توزيع بواسون نموذجا جيدا لوصف الانحلال الاشعاعي والذي يمكن ان يحصل خلال مدة زمنية معينة والتوزيع الاحصائي له يأخذ الصيغة التالية [Knoll ,2000]

$$W_{N_i} = \frac{pn^N e^{-pn}}{N!} \qquad (3)$$

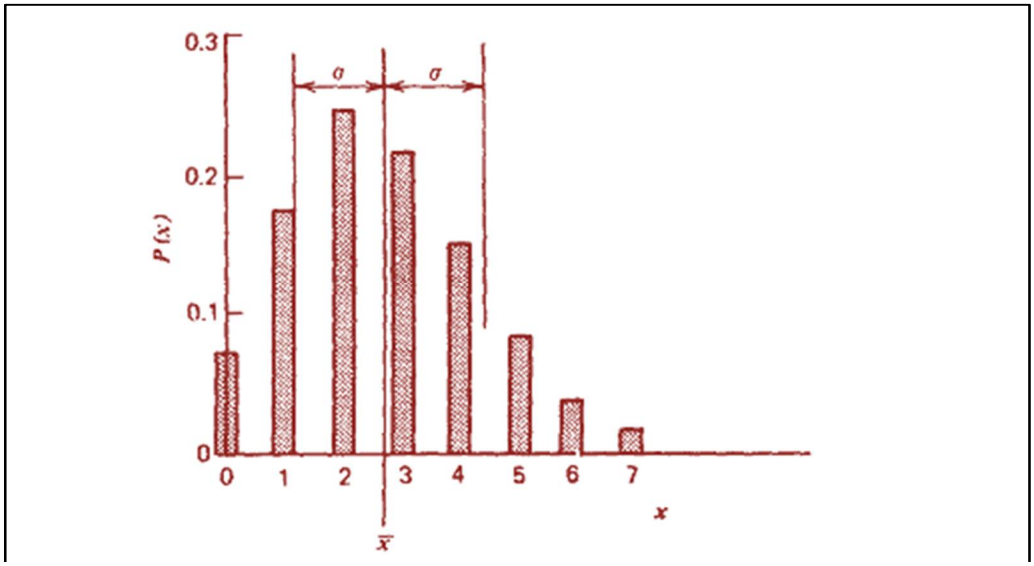
ومن خصائص هذا التوزيع انه

a- الانحراف المعياري له $\sigma = \sqrt{\bar{N}}$

b- ان هذا التوزيع هو تقريب للتوزيع الثنائي عندما تكون n كبيرة والزمن صغير مقارنة بعمر النصف للعنصر المشع لذلك فان معادلته تصبح $w_{N_i} = \frac{\bar{N}^N e^{-\bar{N}}}{N!}$

c- يقترب من التوزيع الطبيعي كلما استمرت قيمة n بالزيادة وتستمر قيمة p بالنقصان

والشكل (2) يوضح توزيع بواسون



الشكل رقم (2) يوضح توزيع بواسون الاحصائي . [Knoll , 2000]

3.1.3.التوزيع الطبيعي (توزيع كاوس) Normal Distribution

ان توزيع بواسون هو تبسيط رياضي للتوزيع الثنائي عندما تكون p<<1 والوسط الحسابي له كبير ولغرض الزيادة في التبسيط فان ذلك يقودنا الى التوزيع الطبيعي وهو من اهم التوزيعات المتصلة التي تستخدم في الاحصاء ويأخذ الصيغة التالية [Knoll , 2000]

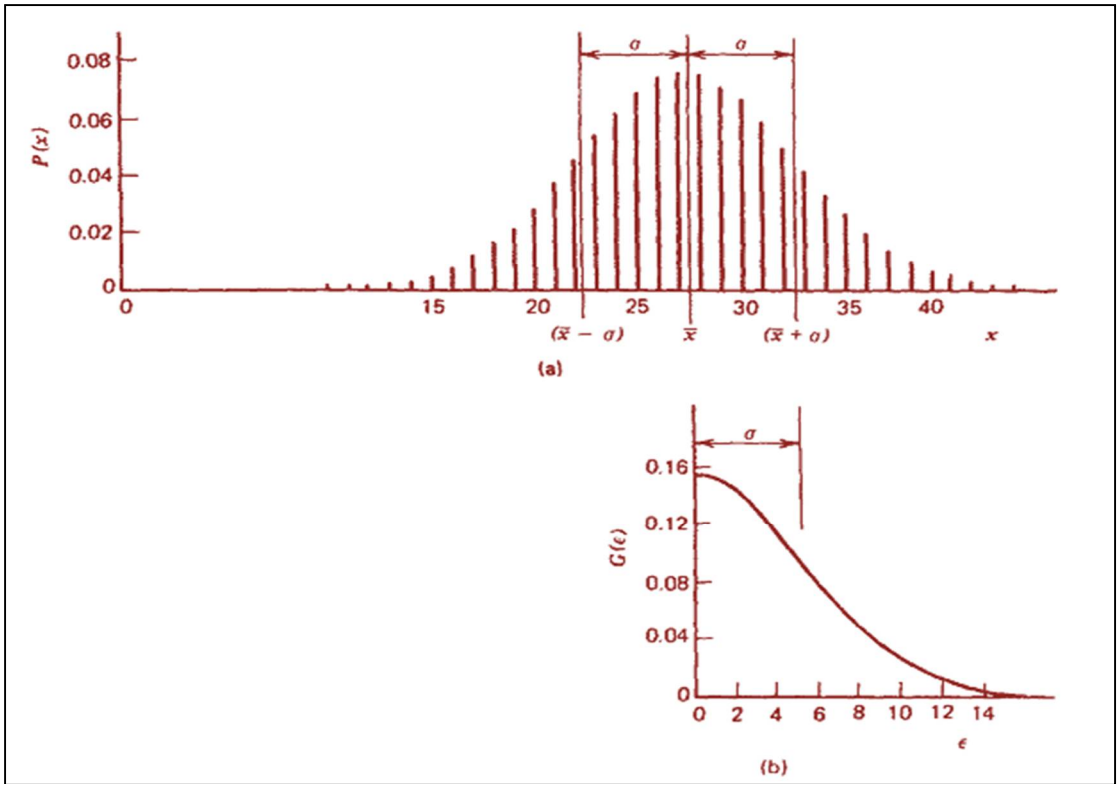
$$w_{N_i} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{th}} e^{\frac{(\bar{N}-N_i)^2}{2\sigma^2}} \qquad (4)$$

ومن خصائص هذا التوزيع انه

a- توزيع معياري $\sum_{N=0}^{\infty} w_{N_i} =$ 1

b- يعتبر التوزيع المناسب في حالات النشاط الاشعاعي ويعتمد على الفرق بين قراءة مقدار العد N ومعدل العد $\bar{N}$.

والشكل (3) يوضح توزيع كاوس



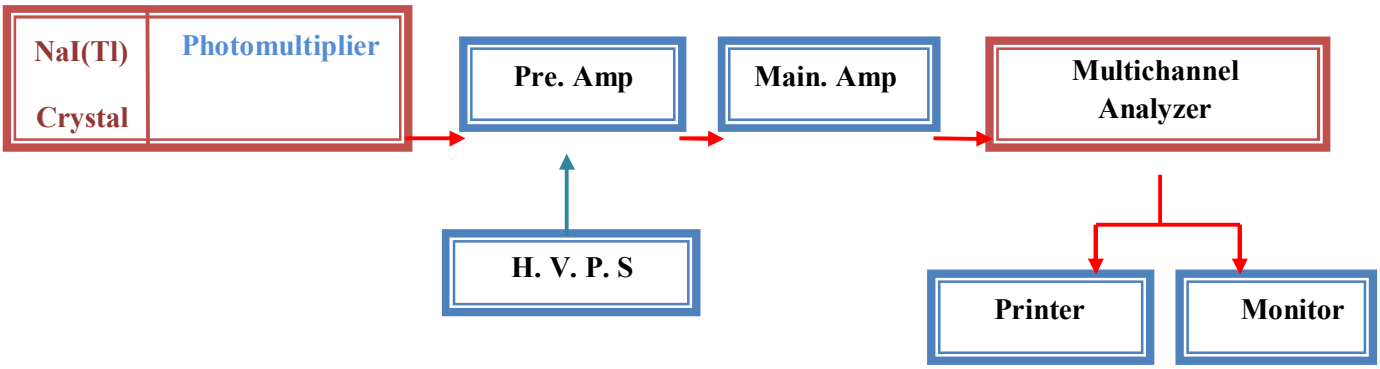
الشكل رقم (3) يوضح التوزيع الاحصائي الطبيعي . [Knoll , 2000]

4.الجزء العملي

أستخدمت منظومة العد والتحليل الالكترونية باستخدام الكاشف الوميضي يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) ، ودراسة كل جزء من أجزائها وتهيئتها لغرض الحصول على أفضل النتائج.

1.4.منظومة القياس: Measurement system

قيس طيف أشعه كاما لمصدر (السيزيوم Cs-137) على مسافة (1cm) بين المصدر المشع والكاشف باستخدام منظومة العد والتحليل الإلكترونية المستخدمة في الكشف عن الأشعة النووية والمجهزة من شركه (Spectrum Techniquws LLC) نوع (UCS-30) وان زمن التجميع المستخدم لقياس الطيف هو(300 sec) وتضخيم الطيف بمقدار (2) وكما موضحة بالشكل رقم (4).



الشكل (4) يوضح أجزاء منظومة القياس. [الحوامدة ، 2010]

2.4. الكاشف الوميضي: Scintillation Detector

يتكون الكاشف الوميضي من جزئيين رئيسين هما المادة الوميضية والمضاعف الضـــــــــــــوئي ، تتميز المادة الوميضية بإنتاج الوميض (الفوتون) عند امتصاصها لأشعة كاما وينتج الفوتون عادة بإزاله التهيج الذي يحصل في المادة بعد امتصاصها لأشعة كاما.

أما المضاعف الضوئي الذي يواجه البلورة فانه يتكون من كاثود ضوئي (Photo Cathode) ومجموعه دايونودات (Dynodes). يؤدي الفوتون الناتج في البلورة عند سقوطه على الكاثود الضوئي إلى إنتاج إلكترون ،ثم تعمل الدايونودات على مضاعفه عدد الإلكترونات الناتجة من الكاثود الضوئي .وتكون النبضة الناتجة من أنود المضاعف الضوئي مؤشرا للإشعاع المؤين الذي تفاعل مع البلورة . [Knoll , 2006]

3.4. المضخم الابتدائي Pre amplifier

هو جهاز الكتروني يستقبل الشحنة الخطية القادمة من الكاشف ويحولها الى نبضة تياريه ثم الى نبضة جهديه وتضخيم النبضة الجهديه الى المستوى الذي يمكن تغذيته الى المضخم الرئيس دون تشوه في سعتها ٠ كما يعمل بصورة اساسية على تشكيل النبضة لتميزها عن الضوضاء الالكترونية والتشكيل الصحيح يؤدي الى تقليل الضوضاء وتحسين شكل النبضة مما يؤدي الى ارتفاع نسبة النبضة الى الضوضاء ومن ثم تحسين قابلية تحليل الطاقة.[الطائي ، 2013]

4.4. المضخم الرئيس Main amplifier

يعمل المضخم الرئيس على تكبير النبضة الخارجة من المضخم الابتدائي ووصولها الى مستوى يمكن تحليلها من محلل متعدد القنوات (MCA)، بتحديد شكل النبضة (Shaping) وترشيحها (Filtering) من الضوضاء (Noises) القادمة مع الاشارة ، اذ يتناسب تضخيم الاشارة طرديا مع سعة النبضة الداخلة اليه.[العرباوي،2011]

5.4. مجهز الفولطية العالية: High Voltage Power Supply

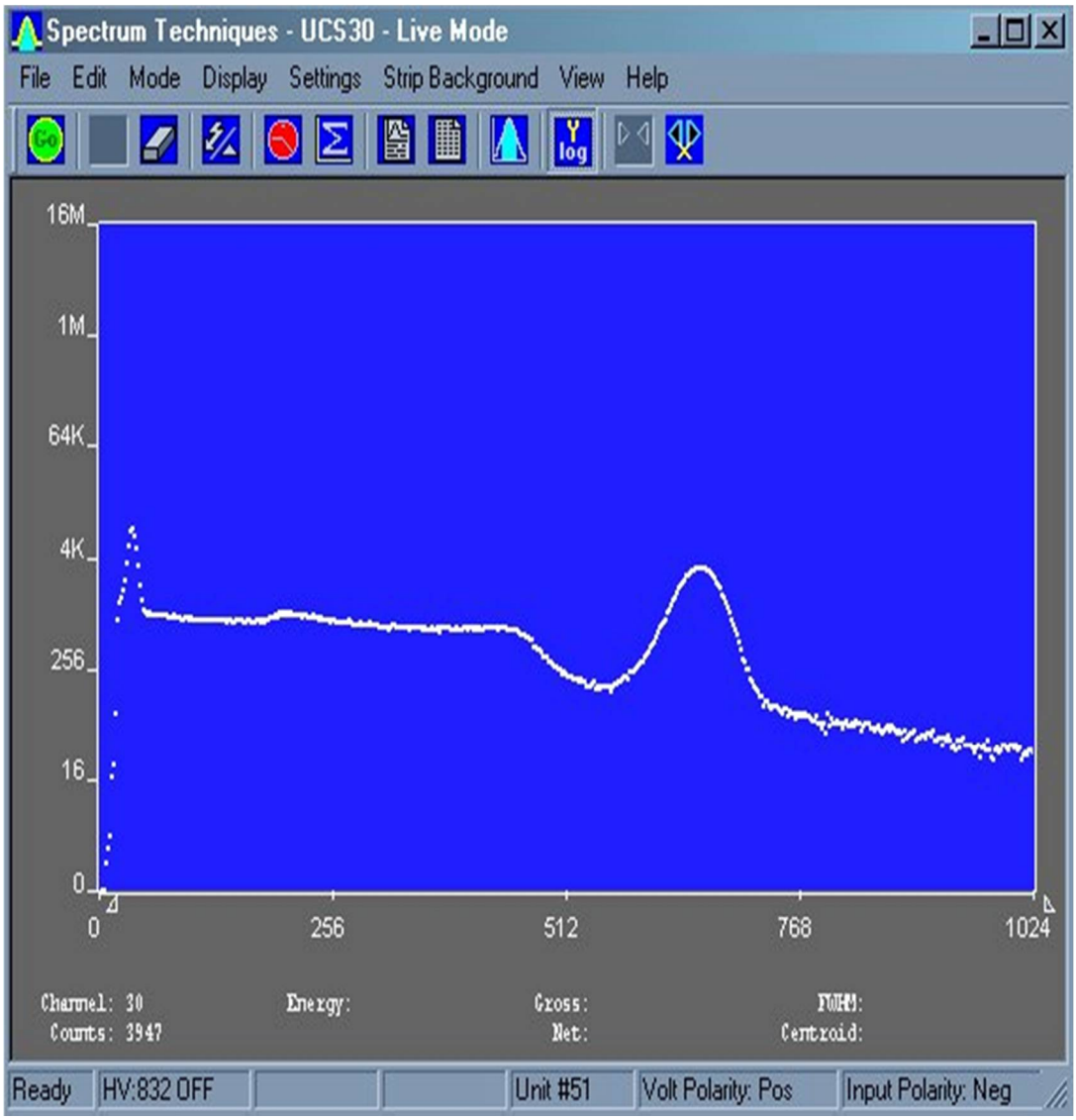
يقوم مجهز الفولتية العالية نوع (7762 Wall Triana High Way) بتجهيز الفولتية اللازمة لعمل المضاعف الضوئي بمدى(0-2000) فولت ، وكانت الفولتية المجهزة للكاشف (575) فولت وهي ضمن منطقة الاستقرار النسبي للكاشف.

6.4. المحلل المتعدد القنوات: Multi Channel Analyzer

ان الميزة الرئيسة لهذا الجهاز هي قدرته العالية على تحليل اطياف اشعة كاما المعقدة ، اذ يحول النبضة القادمة من المضخم الرئيسي الى اعداد رقمية بواسطة (Analogue Digital Converter) (ADC) وهو مجهز بوسائل لإنجاز وظائف متعددة من قبيل تجميع النبضات ذات الجهد المتشابه في قنوات متناظرة وخزن المعلومات في ذاكرة (Memory) المحلل وعرضها على شكل صور مرئية لطيف اشعة كاما[الجبوري،2004] وذلك عند ربطه الى حاسبة الكترونية وباستخدام برنامج خاص لهذا الغرض يدعى (Universal Computer Spectrometer) (UCS-30) حيث يظهر تحليل عال للأطياف النووية يحتوي على نافذة تتمثل بمحورين هما محور العد Y-axis ومحور عدد القنوات او الطاقة X-axis وبها تدخل الفولطية والتضخيم المراد بهما قياس الطيف فضلا عن زمن تجميع الطيف .

7.4. واجهة برنامج UCS-30 Universal Computer Spectrometer

إن واجهة البرنامج المستخدم في أجراء الحسابات موضحة بالشكل (5).



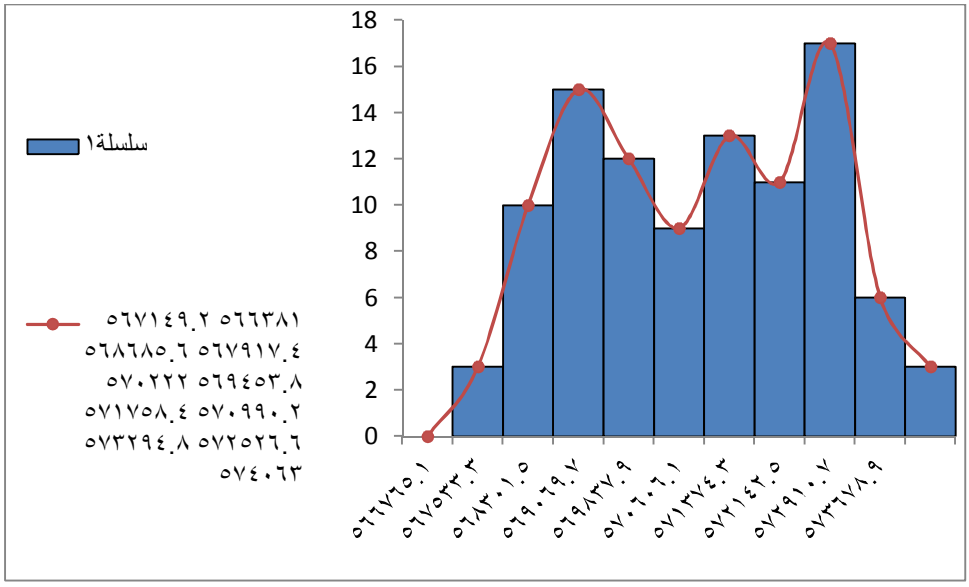
الشكل (5) يوضح واجهة البرنامج

5. النتائج: Results

بعث مصدر السيزيوم Cs-137 فوتونات بطاقة (0.662 MeV) وعمر نصف (30 Year). الطيف الناتج عن انبعاث هذه الفوتونات يحتوي على قمة ضوئية واحده . تجمع مائة قراءة لطيف السيزيوم وزمن تجميع كل طيف هو (300sec). وعند تضخيم 2 . وكانت المسافة (1cm) بين المصدر المشع والكاشف . درس التوزيع الاحصائي لمناطق طيف (السيزيوم Cs-137) المشع باستخدام العلاقات والمعالجات الاحصائية للتنبؤ بالقراءة الاكثر احتمالا وللحصول على اكبر ما يمكن من الدقة في البيانات كالتالي:-

1.5. دراسة التوزيع الاحصائي لمساحة الطيف الكلية (cross) وبتقسيمها الى عشر فئات.

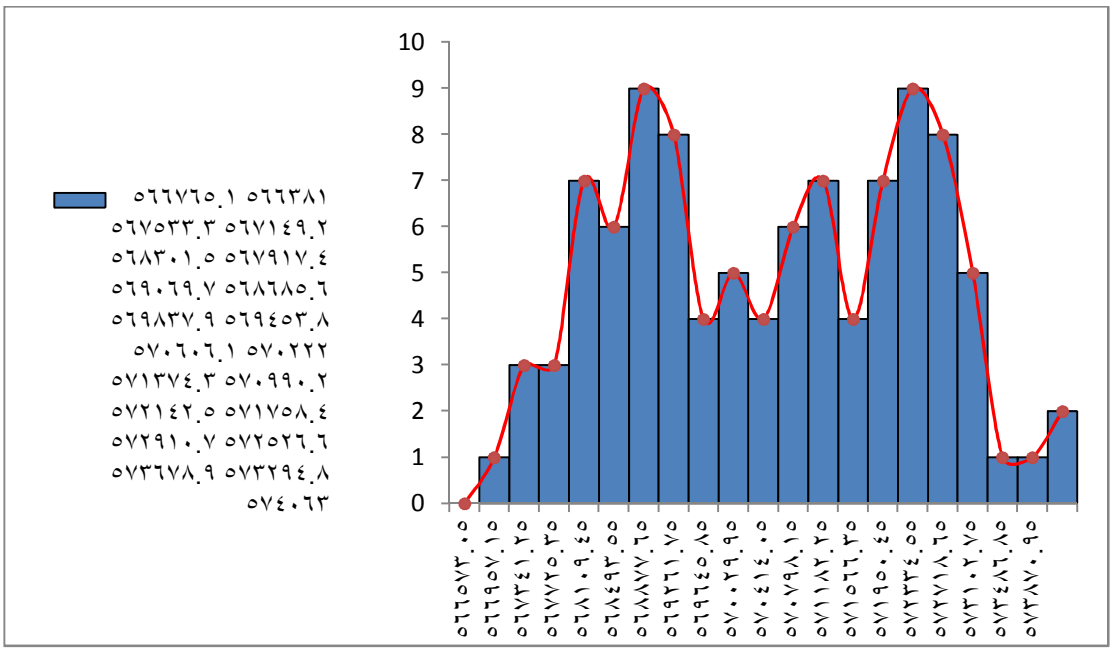
حسبت المساحة الكلية للطيف الناتج cross بعد تقسيمها الى عشر فئات لمعرفة الطبيعة الاحصائية للانحلال كما في الشكل (6) .



الشكل (6) التوزيع الاحصائي للمساحة الكلية لطيف السيزيوم بتقسيمها الى عشر فئات

2.5. دراسة التوزيع الاحصائي لمساحة الطيف الكلية (cross) بتقسيمها الى عشرين فئة.

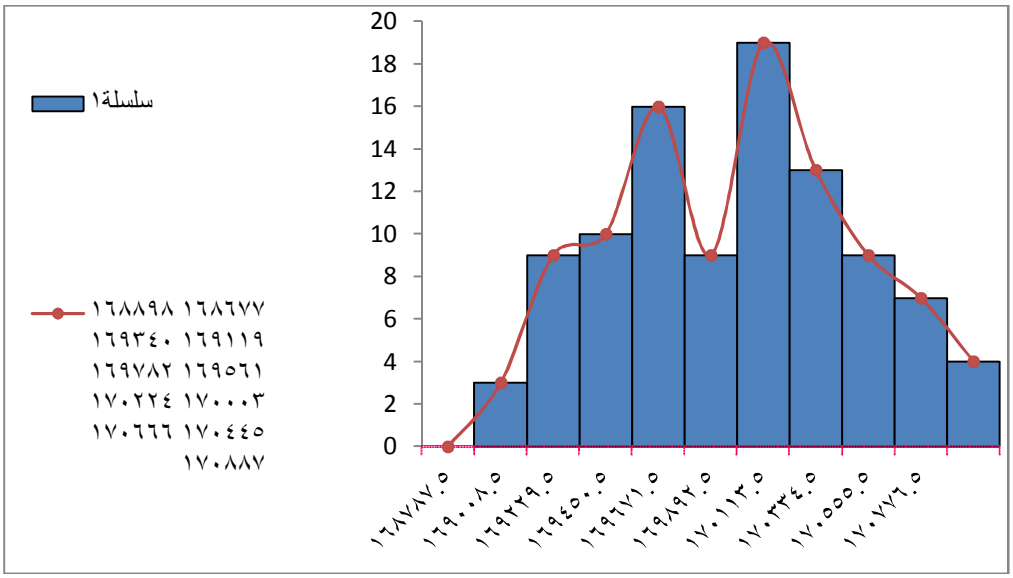
حسبت المساحة الكلية للطيف الناتج cross بعد تقسيمها الى عشرين فئة لمعرفة الطبيعة الاحصائية للانحلال كما في الشكل (7) .



الشكل (7) التوزيع الاحصائي للمساحة الكلية لطيف السيزيوم بتقسيمها الى عشرين فئة

3.5. دراسة التوزيع الاحصائي لمساحة القمة الضوئية للطيف (cross) بتقسيمها الى عشر فئات

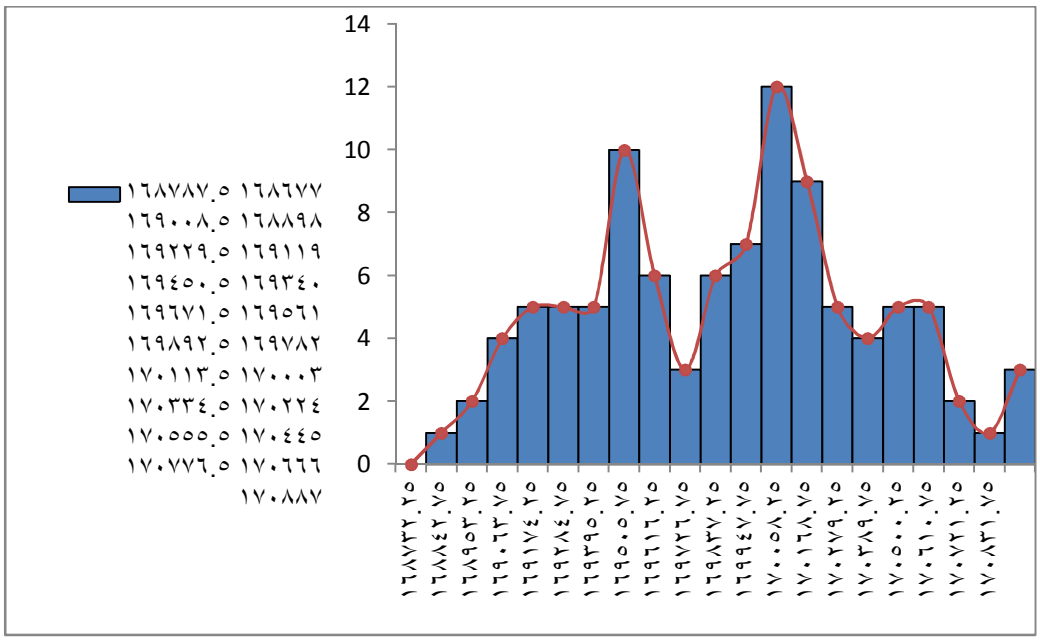
حسبت المساحة الكلية للقمة الضوئية للطيف الناتج cross بعد تقسيمها الى عشر فئات لمعرفة الطبيعة الاحصائية للانحلال كما في الشكل (8).



الشكل (8) التوزيع الاحصائي للمساحة الكلية للقمة الضوئية لطيف السيزيوم بتقسيمها الى عشر فئات

4.5. دراسة التوزيع الاحصائي لمساحة القمة الضوئية للطيف (cross) بتقسيمها الى عشرين فئة

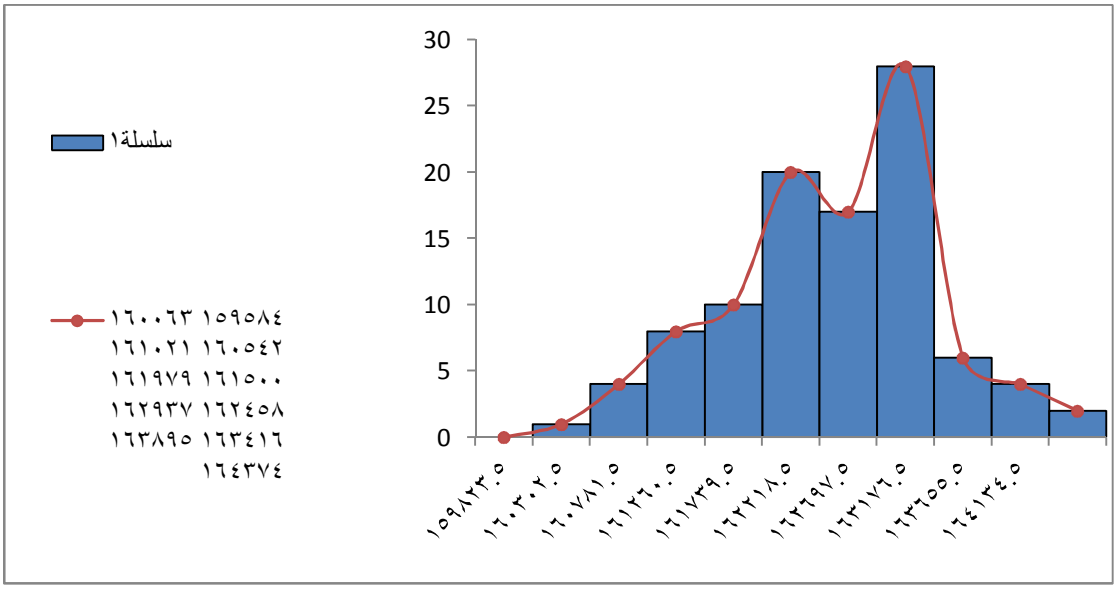
حسبت المساحة الكلية للقمة الضوئية للطيف الناتج cross بعد تقسيمها الى عشرين فئة لمعرفة الطبيعة الاحصائية للانحلال كما في الشكل (9).



الشكل (9) التوزيع الاحصائي للمساحة الكلية للقمة الضوئية لطيف السيزيوم بتقسيمها الى عشرين فئة

5.5. دراسة التوزيع الاحصائي لصافي مساحة القمة الضوئية للطيف (Net) بتقسيمها الى عشر فئات

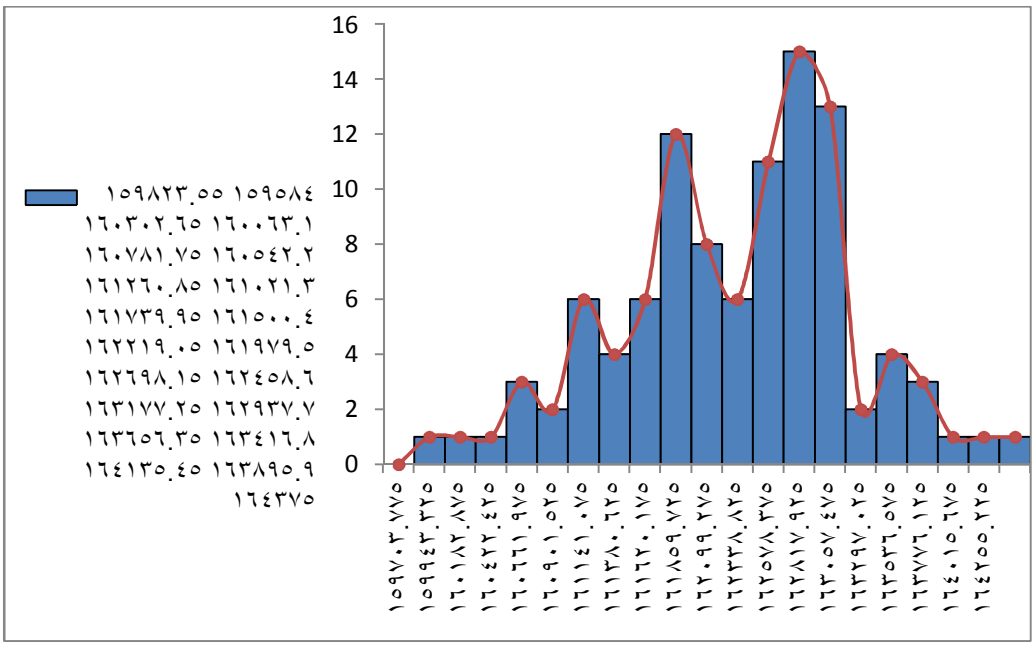
حسبت صافي المساحة للقمة الضوئية للطيف الناتج Net بعد تقسيمها الى عشر فئات لمعرفة الطبيعة الاحصائية للانحلال كما في الشكل (10) .



الشكل (10) التوزيع الاحصائي لصافي المساحة الكلية للقمة الضوئية لطيف السيزيوم بتقسيمها الى عشر فئات

6.5. دراسة التوزيع الاحصائي لصافي مساحة القمة الضوئية للطيف (Net) بتقسيمها الى عشرين فئة

حسبت صافي المساحة للقمة الضوئية للطيف الناتج Net بعد تقسيمها الى عشرين فئة لمعرفة الطبيعة الاحصائية للانحلال كما في الشكل (11) .



الشكل (11) التوزيع الاحصائي لصافي المساحة الكلية للقمة الضوئية لطيف السيزيوم بتقسيمها الى عشرين فئة

7.5.المناقشة و الاستنتاجات:

وبملاحظة الاشكال (6) (7) (8) (9) (10) (11) نستنتج أن:-

1- وجود اكثر من قمة وهذا يختلف عن التوزيع الطبيعي والثنائي وبواسون الذي يتميز بقمة واحده

2- ان القمم متداخلة مع بعضها أي أن هناك اكثر من توزيع في الشكل الواحد

3- مساحات الطيف الاكبر والاصغر قيم تأخذ اقل تكرار بينما المساحات ذات القيم المتوسطة تأخذ اكثر عدد تكرار وهذا واضح من القمم في منتصف الشكل

4- يقل عدد تكرار المساحات في حالة زيادة عدد الفئات الى 20 فئة بينما يكون عدد التكرار للمساحات اكبر في حالة عشر فئات

5- لا يوجد تناظر كما في التوزيع الطبيعي

6- نجد ان هناك الكثير من مساحات الطيف تثبت أي ان المنحني يستقر في فئة من الفئات لعدد التكرارات نفسها في حالة عشرين فئة وهذا يختلف في حالة عشر فئات اذ لا يستقر المنحني بل يتغير باستمرار

7- يزداد عدد القيم المتداخلة في حالة تقسيم الفئات الى عشرين فئة فنلاحظ هناك خمس قمم بينما هناك قمتين او ثلاث في حالة عشر فئات

8- تتشابه المنحنيات في الهيئة سواء لعشر فئات او عشرين فئة ولا تختلف الا في حالة زيادة القمم ونقصان عدد التكرارات

9- كلما كان التباين بين مساحات الطيف كبيرا كان المنحني اكثر انخفاضا واعرض وهذا واضح عند اخذ قيم المساحة الكلية وقيم مساحة القمة الضوئية الكلية وقيم صافي المساحة للقمة الضوئية

6. المصادر: References

الجبوري ، عامر حسن علي ، (2004) ، "تحديد تركيز اليورانيوم المنضب في بقايا معدات عسكرية في مواقع معينة من جنوب العراق باستخدام كاشفي CR-39 و HPGe" ، جامعة الموصل ، رسالة ماجستير.

الحوامدة ، حسين احمد علي ، (2010) ، "دراسة تأثير خلط المصادر المشعة على الأطياف النووية باستخدام الكاشف الوميضي (NaI(Tl" ،جامعه بابل ، رسالة ماجستير.

الدركزلي، شذى سلمان ، (1989) ، "الكشف عن الاشعة النووية" ، جامعة بغداد ، العراق .

الطائي ، حسين طامي سم فرحان ، (2013) ، "دراسة تأثير عدد قنوات المحلل المتعدد القنوات على قابلية تحليل الطاقة لكاشف (NaI(Tl" ، جامعة بابل ، بحث .

عاصم عبد الكريم عزوز ، (1982) ، "مقدمة في الفيزياء النووية" ، جامعة بغداد .

العرباوي، حسين مع الله حسين ، (2011) ، "دراسة عامل التراكم لأشعة كاما باستخدام دروع متحركة" ، جامعة بابل ، بحث .

الغرابي ، سليم اسماعيل ، (1985) ، "مبادئ الاحصاء" ، جامعة بغداد، العراق .

J.B.G,(1972) , "Statistical Properties Of Nuclei" , State University , New York, Albany Plenum Press .

Knoll . G,(2000) , "Radiation Detection and Measurement" , John Willey & Sons, New York ,Third .

Knoll . G,(2006) , "Nuclear and Particle Physics" , John Willey, USA .