



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم

## دراسة معلمات توهين اشعة كاما والنيوترونات

PDF Reducer Demo

## السريرة لمواد تدريع مختلفة

PDF Reducer Demo

رسالة مقدمة الى

كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم - جامعة بغداد

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء

من قبل

**سلوى كريم داود**

بكالوريوس علوم فيزياء / ٢٠١٤

باشراف

**أ.م.د احمد فاضل مخبير**

٢٠١٨ م

١٤٣٩ هـ

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

یَرْفَعِ اللّٰهُ الَّذِیْنَ اٰمَنُوْا مِنْكُمْ  
وَالَّذِیْنَ اَوْثَرُوْا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللّٰهُ  
بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِیْرٌ

صَدَقَ اللّٰهُ الْعَلِیُّ الْعَظِیْمُ

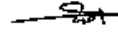
سورة المجادلة الآیة (۱۱)

## القرار المشرف

لقد ان لعداد هذه الرسالة تم تحت اشرافي في كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم / جامعة بغداد ، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء .

اسم المشرف : د. احمد فاضل مخيير

المرتبة العلمية : استاذ مساعد

التوقيع : 

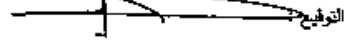
لتاريخ : ٨ / ٢٠١٧

## توصية رئيس قسم الفيزياء

بناء على التوصية المقدمة من قبل د. احمد فاضل مخيير احيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة لبيان الرأي فيها .

الاسم : د. كريم علي جاسم

المرتبة العلمية : استاذ

التوقيع : 

التاريخ : / / 2017

## أقرار الخبير النقوي

أشهد ان هذه الرسالة الموسومة بـ (دراسة مطهرات توهين اشعة كاما والنيوترونات السريعة لمواد تدريع مختلفة) التي تقدمت بها الطالبة (مسوى كريم داود) وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في (قسم الفيزياء) ، سليمة من الناحية النقوية و أصبحت مسالحة واسلوبها سليم بعد ان قامت الطالبة بتصحيح الاخطاء اللغوية المؤثرة من قبل ولاجله وقعت .

التوقيع :

اسم الخبير النقوي : حسين عيد المهدي هاشم

التاريخ : ٢٠١٧ / ١١ / ٢٠

## إقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعين أدناه نشهد ونقر بأننا اطلعنا على هذه الرسالة الموسومة بـ  
(دراسة معلمات توهين اشعة كاما والنيوترونات السريعة لمواد تدريع مختلفة) وقد  
ناقشنا الطالبة (سلوى كويم داود) فيها وفي ما له علاقة بها وقررنا أنها جديرة بالقبول لنيل درجة  
ماجستير في علوم الفيزياء .

عضو اللجنة :

التوقيع :

الاسم : د. هدى مجيد توفيق

المرتبة العلمية : استاذ مساعد

التاريخ : ٢٠١٧/٥/٢

المشرف :

التوقيع :

الاسم : د. احمد فاضل مخيبر

المرتبة العلمية : استاذ مساعد

التاريخ : ٢٠١٧/٥/٢

رئيس اللجنة :

التوقيع :

الاسم : د. هدى فاضل توفيق

المرتبة العلمية : استاذ

التاريخ : ٢٠١٧/٥/٧

عضو اللجنة :

التوقيع :

الاسم : د. بشرى جودة حسين

المرتبة العلمية : استاذ مساعد

التاريخ : ٢٠١٨/٥/٢

مصادقة عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الميثم

PDF Reducer Demo

التوقيع :

التوقيع :

الاسم : د. خالد محمد علي

المرتبة العلمية : استاذ

التاريخ :

## الاهداء

الى من يسعد قلبي بلقبها .... روضة الحب التي تنبت ازكى الازهار

و القلب الناصح بالبياض .... امي

و الى رمز الرجولة والتضحية .... و من دفعني الى العلم وبه ازداد افتخاراً

ابي

و الى من هم اقرب اليّ من روحي .... و سندي وقوتي وملاذي بعد الله

الى من هم اعتمد عزتي واصراري .... اخوتي

و الى من خافتم السطور عن ذكرهم فوسعهم قلبي .... و أنسني في دراستي

تذكّاراً وتقديراً .... صديقاتي

و الى كل محبي العلم والمعرفة

و الى من هم احرم هذا مكانة ..... الاهداء

و الى كل من أسمو في انجاح هذا العمل

جامعة بغداد / كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الصيتم / قسم الفيزياء

سلوى

## شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين نبينا وقدوتنا محمد وعلى

آله الطيبين الطاهرين..

اما بعد .. فلا يسعني الا ان اتوجه بكثير شكري و عظيم تقديري لأستاذي المشرف

الدكتور **احمد فاضل مخير** وجهده المخلص في امداد البحث بالأفكار و

المعلومات و الملاحظات القيمة وما ابدى لي في هذا البحث من صبر و تأنٍ طوال مدة

البحث اتمنى له دوام الموفقية و العطاء الدائم ان شاء الله .

و كما اتقدم بالشكر والتقدير الى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم ، و رئاسة

قسم الفيزياء و اساتذتها ..

و كذلك اشكر افراد عائلتي وصديقاتي كافة لصبرهم ومعاشتهم عملي المتواضع هذا.

وختاماً "فأن شكر الله اوفر حظاً ، وجزاؤه اعظم اجراً ، عسى ربنا ان يباركنا ويمن علينا

بالتوفيق ، انه ولي حميم.

سلوى

## الخلاصة

تمت في هذا البحث دراسة بعض معاملات التوهين لاشعة كاما والنيوترونات السريعة لدروع مكونة من مواد متراكبة ذات اساس بوليمري (البولي ستايرين ، و شمع البرافين) مدعم كل منها بمواد مختلفة ( طين الكاؤولين ،  $B, B_2O_3, Fe_2O_3, W$ ) وبتراكيز مختلفة % (5,15,25,35,45) ولمديات مختلفة من الطاقات (0.5- 10) MeV ، ولغرض معرفة مدى ملائمة هذه الدروع للاستعمال في مجال الوقاية من اشعة كاما والنيوترونات السريعة . لذا حُسبت بعض معاملات التدرّيع مثل معامل التوهين الخطي الكلي ( $\mu$ ) ، والعدد الذري المؤثر ( $Z_{eff}$ )، والكثافة الالكترونية المؤثرة ( $N_{eff}$ )، وسمك النصف ( $X_{1/2}$ ) ، ومعدل المسار الحر ( $\lambda$ ) ، والمقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة ( $\Sigma$ )، حيث اظهرت النتائج ان معامل التوهين الخطي ، العدد الذري المؤثر والكثافة الالكترونية المؤثرة تتأثر بتغير نسب التدعيم وطاقة اشعة كاما ، حيث تبين انه بزيادة نسب التدعيم فأن كل من معامل التوهين الخطي والعدد الذري المؤثر ايضاً يزدادان (ما عدا الكثافة الالكترونية المؤثرة فأن قيمها تقل ثم تبدأ بالزيادة وهذا يرجع الى العلاقة الرياضية التي تربط العدد الذري المؤثر بالكثافة الالكترونية المؤثرة ) . ومن جانب آخر فأن هذه المعلمات الثلاثة سوف تقل مع زيادة طاقة اشعة كاما خاصة عند التراكيز العالية (%45) وعند الطاقات الواطئة ، واعتمادا على قيم هذه المعلمات فأن الدرّع (A4) يعد الافضل نوعا من بقية الدروع في توهين اشعة كاما .

اما المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة فهو يتأثر ايضاً بتغير نسب التدعيم ، حيث يزداد بزيادة تركيز مواد التدعيم بسبب زيادة المقاطع العرضية لها ، حيث ان المقطع العرضي للتوهين يعتمد على الكثافة والتركيب الكيميائي لمواد التدرّيع ، ومن خلال هذا المعلم يتضح ان الدرّع (B1) يمتلك اعلى قيمة للمقطع العرضي لتوهين النيوترونات السريعة بسبب وجود عنصر البورون والنسبة العالية للهيدروجين .

اما بالنسبة لسمك النصف ومعدل المسار الحر لاشعة كاما والنيوترونات ، فقد وجد أنهما يقلان بزيادة التراكيز .

وبينت الدراسة ايضاً ان هناك تقارباً كبيراً بقيم معاملات التوهين لاشعة كاما والنيوترونات بين مادتي طين الكاؤولين و  $Fe_2O_3$  الأمر مما يعطي امكانية استبدال  $Fe_2O_3$  بطين الكاؤولين كونه اكثر وفرة و أرخص ثمناً وأخف وزناً .



## المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
9-1	الفصل الاول	
1	المقدمة	1-1
2	الدراسات السابقة	2-1
9	الهدف من الدراسة	3-1
25-10	الفصل الثاني : الجانب النظري	
10	تفاعل فوتونات اشعة كاما مع المادة	1-2
10	الظاهرة الكهروضوئية	1-1-2
11	تفاعل استطارة كومبتن	2-1-2
13	إنتاج الزوج	3-1-2
15	توهين اشعة كاما	2-2
16	معامل التوهين الخطي الكلي لاشعة كاما	1-2-2
17	العدد الذري المؤثر لمادة الدرع	2-2-2
18	الكثافة الالكترونية المؤثرة لمادة الدرع	3-2-2
18	طبقة سمك النصف لاشعة كاما	4-2-2
18	معدل المسار الحر لاشعة كاما	5-2-2
19	تفاعل النيوترونات مع المادة	3-2
19	تفاعلات الاستطارة	1-3-2
20	الامتصاص	2-3-2

## المحتويات

20	تصنيف النيوترونات	4-2
21	توهين النيوترونات السريعة	5-2
21	المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة	1-5-2
22	طبقة سمك النصف للنيوترونات	2-5-2
22	معدل المسار الحر للنيوترونات	3-5-2
22	المواد المتراكبة	6-2
23	المتراكبات ذات الاساس البوليمري	1-6-2
23	البوليمرات	2-6-2
23	البولي ستايرين	3-6-2
24	شمع البرافين	4-6-2
24	كثافة المواد المتراكبة	7-2
<b>31-26</b>	<b>الفصل الثالث : البرامجيات المستخدمة في البحث</b>	
26	المقدمة	1-3
29	برنامج X-Com	2-3
<b>98-32</b>	<b>الفصل الرابع : النتائج والمناقشة</b>	
32	معامل التوهين الخطي الكلي لاشعة كاما	1-4
44	العدد الذري المؤثر	2-4
53	علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر لاشعة كاما	3-4

## المحتويات

56	الكثافة الالكترونية المؤثرة	4-4
64	سمك النصف لاشعة كاما	5-4
72	معدل المسار الحر لاشعة كاما	6-4
80	المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة وعلاقته بتركيز المواد المضافة	7-4
93	سمك النصف لتوهين النيوترونات السريعة	8-4
95	معدل المسار الحر للنيوترونات	9-4
97	الاستنتاجات	
98	الاعمال المستقبلية	
109-99	المصادر	

## قائمة الرموز والوحدات

الرمز	المصطلح	الوحدة
T	الطاقة الحركية للإلكترون	eV
$E_\gamma$	طاقة الفوتون الساقط	eV
$B_e$	طاقة ربط الإلكترون	eV
$\tau$	المقطع العرضي للتأثير الكهروضوئي	barn
Z	العدد الذري	—
$\lambda'$	الطول الموجي للفوتون المستطار	m
$\lambda$	الطول الموجي للفوتون الساقط	m
$\theta$	زاوية استطارة الفوتون	degree
$m_0$	كتلة سكون الإلكترون	kg
c	سرعة الضوء	m/sec
$h$	ثابت بلانك	J.s
$E_\gamma'$	طاقة الفوتون المستطار	eV
$\sigma$	المقطع العرضي لاستطارة كومبتن	barn
$\sigma_a$	المقطع العرضي لفقدان طاقة الفوتون بالتصادم مع e	barn
$\sigma_s$	المقطع العرضي لاستطارة الفوتونات	barn
$T_{e^+}$	الطاقة الحركية للبيوترون	eV

## قائمة الرموز والوحدات

barn	المقطع العرضي لإنتاج الزوج	K
cm <sup>-1</sup>	معامل التوهين الخطي الكلي	$\mu$
J/s.m	شدة الحزمة النافذة بعد اختراقها سمك مقداره x	I <sub>(x)</sub>
J/s.m	شدة الحزمة الساقطة	I <sub>o</sub>
cm	سمك المادة (الدرع)	X
cm <sup>2</sup> /gm	معامل التوهين الكتلي	$\mu_m$
gm/cm <sup>3</sup>	كثافة المادة الماصة	$\rho$
barn	المقطع العرضي الذري	$\sigma_a$
barn	المقطع العرضي الالكتروني	$\sigma_{el}$
mol <sup>-1</sup>	عدد افوكادرو	N <sub>A</sub>
—	العدد الذري لكل عنصر في المركب	Z <sub>i</sub>
—	العدد الذري للبوليمر	Z <sub>p</sub>
%	الكسر الوزني لكل مادة	W <sub>i</sub>
—	عدد ذرات عنصر (i) الى العدد الكلي لذرات العناصر في الخليط	f <sub>i</sub>
—	الوزن الذري لكل عنصر في المركب	A <sub>i</sub>
—	العدد الذري المؤثر	Z <sub>eff</sub>

## قائمة الرموز والوحدات

electron/g	الكثافة الالكترونية المؤثرة	$N_{\text{eff}}$
—	عدد الذرات الكلية	$n$
—	عدد الذرات لكل عنصر	$n_i$
cm	سمك النصف	$X_{1/2}$
cm	معدل المسار الحر	$\lambda$
eV	طاقة النيوترون بعد الاستطارة	$E'_n$
eV	طاقة النيوترون قبل الاستطارة	$E_n$
—	الوزن الذري	$A$
atom/cm <sup>3</sup>	عدد الذرات من المادة في السنتيمتر المكعب	$N$
barn	المقطع العرضي المجهري	$\sigma_n$
cm <sup>-1</sup>	المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة	$\Sigma$
cm <sup>2</sup> /gm	المقطع العرضي العياني الكتلي	$\Sigma / \rho$
gm/cm <sup>3</sup>	الكثافة الجزئية	$\rho_i$
%	الكسر الحجمي لمادة التدعيم	$V_f$
gm/cm <sup>3</sup>	كثافة مادة التدعيم	$\rho_f$
gm/cm <sup>3</sup>	كثافة المادة الاساس	$\rho_m$

## قائمة الرموز والوحدات

%	الكسر الوزني لمادة التدعيم	$\psi$
gm	وزن المادة المترابطة	$W_c$
gm	وزن مادة التدعيم	$W_f$
gm	وزن مادة الاساس	$W_m$
—	عنصر البورون	B
—	ثلاثي اوكسيد البورون	$B_2O_3$
—	ثلاثي اوكسيد الحديد	$Fe_2O_3$
—	عنصر التنكستن	W
—	طين الكاؤولين	$Al_2Si_2O_9H_4$

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل	الصفحة
الشكل (1-2) يوضح التأثير الكهروضوئي	11
الشكل (2-2) يوضح ظاهرة تأثير كومبتن	12
الشكل (3-2) يوضح إنتاج الزوج	14
الشكل (4-2) يوضح العمليات الثلاثة لتفاعل اشعة كاما مع المادة	15
الشكل (5-2) يوضح الصيغة الجزيئية للبولي ستايرين	24
الشكل (1-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1	36
الشكل (2-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2	36
الشكل (3-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3	36
الشكل (4-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4	36
الشكل (5-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5	36
الشكل (6-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1	37
الشكل (7-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2	37
الشكل (8-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3	37
الشكل (9-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4	37



## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (10-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5	37
الشكل (11-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1	39
الشكل (12-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2	39
الشكل (13-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3	39
الشكل (14-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4	39
الشكل (15-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5	39
الشكل (16-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1	40
الشكل (17-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2	40
الشكل (18-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3	40
الشكل (19-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4	40
الشكل (20-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5	40
الشكل (21-4) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 0.5 MeV لدروع المجموعة الاولى A	41
الشكل (22-4) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 3MeV لدروع المجموعة الاولى A	41

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (4-23) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 7MeV لدروع المجموعة الاولى A	41
الشكل (4-24) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 10 MeV لدروع المجموعة الاولى A	42
الشكل (4-25) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 0.5 MeV لدروع المجموعة الثانية B	42
الشكل (4-26) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 3 MeV لدروع المجموعة الثانية B	42
الشكل (4-27) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 7 MeV لدروع المجموعة الثانية B	43
الشكل (4-28) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 10 MeV لدروع المجموعة الثانية B	43
الشكل (4-29) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 0.5 MeV لدروع المجموعتين الاولى والثانية A و B	43
الشكل (4-30) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1	48
الشكل (4-31) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2	48
الشكل (4-32) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3	48
الشكل (4-33) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4	48
الشكل (4-34) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5	48
الشكل (4-35) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1	49
الشكل (4-36) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2	49

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (37-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3	49
الشكل (38-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4	49
الشكل (39-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5	49
الشكل (40-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1	51
الشكل (41-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2	51
الشكل (42-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3	51
الشكل (43-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4	51
الشكل (44-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5	51
الشكل (45-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1	52
الشكل (46-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2	52
الشكل (47-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3	52
الشكل (48-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4	52
الشكل (49-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5	52
الشكل (50-4) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة A1	54

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (4-51) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة A2	54
الشكل (4-52) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة A3	54
الشكل (4-53) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة A4	54
الشكل (4-54) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة A5	54
الشكل (4-55) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة B1	55
الشكل (4-56) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة B2	55
الشكل (4-57) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة B3	55
الشكل (4-58) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة B4	55
الشكل (4-59) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة 0.5 MeV للمجموعة B5	55
الشكل (4-60) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1	60
الشكل (4-61) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2	60
الشكل (4-62) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3	60
الشكل (4-63) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4	60
الشكل (4-64) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5	60

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (4-65) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1	61
الشكل (4-66) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2	61
الشكل (4-67) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3	61
الشكل (4-68) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4	61
الشكل (4-69) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5	61
الشكل (4-70) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1	62
الشكل (4-71) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2	62
الشكل (4-72) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3	62
الشكل (4-73) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4	62
الشكل (4-74) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5	62
الشكل (4-75) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1	63
الشكل (4-76) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2	63
الشكل (4-77) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3	63
الشكل (4-78) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4	63

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (4-79) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5	63
الشكل (4-80) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1	68
الشكل (4-81) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2	68
الشكل (4-82) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3	68
الشكل (4-83) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4	68
الشكل (4-84) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5	68
الشكل (4-85) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1	69
الشكل (4-86) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2	69
الشكل (4-87) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3	69
الشكل (4-88) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4	69
الشكل (4-89) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5	69
الشكل (4-90) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1	70
الشكل (4-91) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2	70
الشكل (4-92) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3	70

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (93-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4	70
الشكل (94-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5	70
الشكل (95-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1	71
الشكل (96-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2	71
الشكل (97-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3	71
الشكل (98-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4	71
الشكل (99-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5	71
الشكل (100-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1	76
الشكل (101-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2	76
الشكل (102-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3	76
الشكل (103-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4	76
الشكل (104-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5	76
الشكل (105-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1	77
الشكل (106-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2	77
الشكل (107-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3	77

## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (4-108) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4	77
الشكل (4-109) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5	77
الشكل (4-110) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1	78
الشكل (4-111) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2	78
الشكل (4-112) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3	78
الشكل (4-113) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4	78
الشكل (4-114) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5	78
الشكل (4-115) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1	79
الشكل (4-116) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2	79
الشكل (4-117) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3	79
الشكل (4-118) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4	79
الشكل (4-119) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5	79
الشكل (4-120) يبين علاقة المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة بنوع مادة التدعيم وعند تركيز 45 % لدروع المجموعة الأولى (A)	91
الشكل (4-121) يبين علاقة المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة بنوع مادة التدعيم وعند تركيز 45 % لدروع المجموعة الثانية (B)	91



## قائمة الرسوم و الأشكال

الشكل (4-122) يبين علاقة المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة بنوع مادة التدعيم وعند تركيز 45 % لدروع المجموعتين الأولى والثانية (A,B)	91
الشكل (4-123) يبين قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الأولى (A)	92
الشكل (4-124) يبين قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الثانية (B)	92
الشكل (4-125) يبين قيم سمك النصف كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الأولى (A)	94
الشكل (4-126) يبين قيم سمك النصف كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الثانية (B)	94
الشكل (4-127) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الأولى (A)	96
الشكل (4-128) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الثانية (B)	96

## قائمة الجداول

رقم و عنوان الجدول	الصفحة
(1-3) تفاصيل الدروع المصممة للمجموعة الاولى (A) .	27
(2-3) تفاصيل الدروع المصممة للمجموعة الثانية (B) .	28
(3-3) بعض خصائص المواد المستخدمة في تصميم الدروع .	29
(4-3) الاعداد الذرية والاوزان الذرية لعناصر المواد المستخدمة .	29
(1-4) قيم معاملات التوهين الخطي الكلي لاشعة كما (μ) لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A) .	33-32
(2-4) قيم معاملات التوهين الخطي الكلي لاشعة كما (μ) لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B) .	35-34
(3-4) قيم العدد الذري المؤثر $Z_{eff}$ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A) .	45-44
(4-4) قيم العدد الذري المؤثر $Z_{eff}$ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B) .	47-46
(5-4) قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة $N_{eff}$ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A) .	57-56
(6-4) قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة $N_{eff}$ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B) .	59-58
(7-4) قيم سمك النصف $X_{1/2}$ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A) .	65-64
(8-4) قيم سمك النصف $X_{1/2}$ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B) .	67-66
(9-4) قيم معدل المسار الحر λ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A) .	73-72
(10-4) قيم معدل المسار الحر λ لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B) .	75-74
(11-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة Σ لمادة البورون (B) للمجموعة الاولى (A) .	81

## قائمة الجداول

82	(12-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة ( $B_2O_3$ ) للمجموعة الاولى (A) .
83	(13-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة ( $Fe_2O_3$ ) للمجموعة الاولى (A) .
84	(14-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة (W) للمجموعة الاولى (A) .
85	(15-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة (كاؤولين) للمجموعة الاولى (A) .
86	(16-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة البورون (B) للمجموعة الثانية (B) .
87	(17-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة ( $B_2O_3$ ) للمجموعة الثانية (B) .
88	(18-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة ( $Fe_2O_3$ ) للمجموعة الثانية (B) .
89	(19-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة (W) للمجموعة الثانية (B) .
90	(20-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة $\Sigma$ لمادة (كاؤولين) للمجموعة الثانية (B) .
93	(21-4) قيم سمك النصف ( $X_{1/2}$ (cm) لمادة الاساس البولي ستايرين المجموعة الاولى (A) .
93	(22-4) قيم سمك النصف ( $X_{1/2}$ (cm) لمادة الاساس شمع البرافين المجموعة الثانية (B) .
95	(23-4) قيم معدل المسار الحر ( $\lambda$ (cm) لمادة الاساس البولي ستايرين المجموعة الاولى (A) .
95	(24-4) قيم معدل المسار الحر ( $\lambda$ (cm) لمادة الاساس شمع البرافين المجموعة الثانية (B) .

# الفصل الأول

PDF Reducer Demo

1-1 المقدمة :

Introduction

تستخدم التكنولوجيا النووية في العديد من المجالات مثل الصناعة والطب والزراعة والبحث العلمي ولها العديد من المزايا ، و تستند هذه التقنية على الإشعاع المؤين الذي له مخاطر وتأثيرات ضارة على صحة الانسان والبيئة . لذلك ، كان من الضروري تقييم تلك المخاطر وتحديد الأساليب المناسبة للحماية منها . إن الاشعة التي يتعين أخذها بنظر الاعتبار والتركيز عليها هي الاشعة المؤينة والتي من أهمها اشعة كاما والاشعة السينية والنيوترونات وذلك لقدرتها العالية على اختراق المواد ، حيث يتفاعل كل نوع من هذه الإشعاعات بطرائق مختلفة مع مواد التدريع . فبالنسبة لتفاعل اشعة كاما مع المادة فإنه يوصف بالكثير من المعلمات والتي من أهمها معامل التوهين الكتلي والخطي والعدد الذري المؤثر وسمك النصف ، وقد تم التركيز على دراسة هذه المعلمات من قبل الباحثين بسبب الاستعمال المستمر لمصادر اشعة كاما وفي الكثير من التطبيقات .

أما بالنسبة للنيوترونات فإن أهم معلم يوصف تفاعلها مع المادة هو المقطع العرضي العياني للتوهين والذي يماثل في مفهومه معامل التوهين الخطي لاشعة كاما .

وللتقليل من مخاطر هذه الاشعة كان من الضروري تحديد الأساليب المناسبة للحماية منها ، ويعد التدريع أحد أهم تلك الاساليب إضافة الى عاملي الزمن والمسافة ، ففي بعض الاحيان يكون النشاط الاشعاعي للمصدر كبيراً ، بحيث لا يمكن الاقتراب منه حتى عشرات الأمتار ، لذلك تستخدم الدروع الواقية من الاشعاع والتي تعتمد فعاليتها على نوع وطاقة الاشعاع وكذلك على نوع مواد التدريع المستخدمة .

ولأجل صناعة دروع واقية من اشعاعات كاما يفضل استعمال مواد ذات اعداد ذرية كبيرة، نظرا لزيادة قدرتها على امتصاص هذا النوع من الاشعاعات . ومن أهم المواد المستعملة لحجب هذه الاشعة هي الرصاص والخرسانة والحديد ، لكن لكون هذه المواد تمتاز بحجمها الكبير بالاضافة الى كلفتها تم ابدالها بالمواد المترابكة التي تتألف من مادتين هما ، المادة الاساس ومادة التدعيم، فهي تتصف بجمع خواص مادتين او اكثر مع قدرتها على تجاوز مساوي كل مادة على انفراد . لذلك تم استعمال مواد مترابكة ذات اساس بوليمري لكونها تمتاز بخفة وزنها وإمكانيتها لمقاومة المواد الكيماوية كما إنها غير قابلة للتآكل والصدأ ويمكن تشكيلها بأشكال وأحجام مختلفة .

اما لصناعة دروع واقية من النيوترونات السريعة فيفضل استعمال مواد ذات اعداد ذرية قليلة مثل الهيدروجين والبورون لأنها قادرة على الامتصاص بسبب المقطع العرضي العالي لها.

## Previous Studies

## 2-1 الدراسات السابقة

لقد أُجريت بحوث كثيرة ودراسات متعددة حول توهين الاشعة السينية واشعة كاما وكذلك النيوترونات لما لها اهمية في تقييم المخاطر التي يسببها التعرض لتلك الاشعة وتحديد مستوى التعرض لمثل هذه الاشعاعات وتطوير تقنيات للحماية منها وذلك من خلال اجراء قياسات وحسابات متعلقة بمعلماتها. وفيما يلي مجموعة من الدراسات المتيسرة منها لمعلمات التوهين .

حضّر Vogel وآخرون عام 1971 [1] دروعاً ضد اشعاع كاما والنيوترونات من مواد متراكبة ذات اساس بوليمري قابلة للتشكيل بحسب متطلبات الاستعمال وهي عبارة عن لوح ورقي مرن , وتتكون بصورة اساسية من مواد بلاستيكية صناعية تحتوي على مطاط صناعي او طبيعي ومدعمة على الاقل بعنصر واحد من مجموعة عناصر وهي (رصاص Pb , وبزموث Bi, وتنتستن W , وزركونيوم Zr, وحديد Fe, وقصدير Sn, وكاديوم Cd, وليثيوم Li, وباريوم Ba).

في حين قام Harold وآخرون عام 1984 [2] باستعمال مواد متراكبة ذات اساس بوليمري (polyacrylonitrile) او (polyester + cotton) ومادة التدعيم كانت عبارة عن عنصر النيكل (Ni) بطرائق تدعيم متعددة , من اجل الحصول على دروع قابلة للاستخدام في توهين الاشعاع الكهرومغناطيسي ذي المجال القصير المدى والمجال الطويل المدى ايضاً , وبين تردد  $(5 \times 10^7 - 10^{11})$  Hz.

اما Sergio Grifoni عام 1988 [3] فقد قام بصناعة دروع للوقاية من الاشعاعات المؤينة , حيث استعمل الاسمنت كمادة اساس لصناعة خرسانة قابلة لتوهين اشعة كاما والنيوترونات , اما مواد التدعيم فكانت تتمثل بمعدنين هما الرصاص (Pb) او البورون (B) او احد المعادن المشتقة منهما بصورة مباشرة.

في عام 1992 قام Mollah وآخرون [4] بتحضير درع ضد النيوترونات باستعمال مواد سيراميكية تحتوي على كونكريت ثقيل وباستعمال مصدر  $^{252}\text{Cf}$  , حيث استنتجوا ان قيم معامل

التوهين تعتمد على سمك هذه الدروع وقاموا باجراء حسابات نظرية وعملية لتوهين النيوترونات ووجدوا بينهما توافقاً جيداً .

وفي العام نفسه 1992 قام نعمة [5] بتصنيع دروع واقية من النيوترونات مؤلفة من مواد متراكبة (حديد- بولي اثلين- المنيوم، و حديد- كونكريت- المنيوم، و حديد- كرافيت-المنيوم) وبتراكيب مختلفة حيث تمت دراسة المقطع العرضي لتوهين النيوترونات السريعة وقد وجد ان قيم المقطع العرضي للتوهين تختلف باختلاف مكونات الدروع وحسب تركيب هذه المواد ضمن الدرع الواحد.

اما في عام 1993 حضر Azharul وآخرون [6] دروعا ضد النيوترونات المنبعثة من مصدر  $^{252}\text{Cf}$  حيث تم استعمال الخرسانة الثقيلة والعادية والرصاص مع البولي اثيلين لتصنيع دروع متعددة الطبقات وتوصلوا الى ان استعمال الخرسانة الثقيلة مع البولي اثيلين تؤدي الى نتائج افضل وخصوصا عند سمك اكبر من 27 cm .

قام El-Enany عام 1998 [7] بتصنيع دروع واقية من اشعة كاما الصادرة من مصدر  $^{137}\text{Cs}$  و مصدر  $^{60}\text{Co}$  باستعمال مركبات (desert sand & granite rocks) واستنتج ان مادة ( desert sand) هي الاكثر ملائمة كدرع للحماية من اشعة كاما .

قام Stover وآخرون عام 1999 [8] بتصنيع دروع, وعمل دراسة عليها لتوهين اشعة كاما الصادرة من مصدر  $^{60}\text{Co}$  , وكانت الدروع مصنعة من مواد الفولاذ والتنكستن والحديد ومواد متراكبة بوليمرية مع البلاستيك الحراري , حيث استنتج ان هذه المواد توهن الاشعة بكمية قريبة من الرصاص وبكثافة اقل من الرصاص بكثير.

في حين قام El-Sayed abdo عام 2002 [9] بحساب معاملات توهين النيوترونات واشعة كاما لاربعة انواع مختلفة من الخرسانات ولمدى طاقي (10keV – 1GeV) ووجد ان قيم معامل التوهين الكتلي لاشعة كاما تنخفض مع زيادة طاقة الفوتون لجميع انواع الخرسانات وانها تعتمد على كثافة الخرسانة . اما قيم معامل توهين النيوترونات فأنها تتأثر بمحتوى الهيدروجين والتركيب العنصري لكل نوع وتزداد هذه القيم بزيادة كثافة الخرسانة .

وقامت وجدان عام 2003 [10] بتصنيع دروع واقية من اشعة كاما مكونة من كونكريت مسلح بألياف عالية الكثافة والأداء ، حيث استنتجت بأن معامل توهين اشعة كاما وكفاءة الدرع تزداد بزيادة كثافة الكونكريت .

وقام نبيل عام 2006 [11] بحساب معامل التوهين الكتلي لاشعة كاما لدروع مصنعة من الكربون الاسود والكرافيت بنسب مختلفة بعد خلطها مع مادة راتنج الايبوكسي لمصدري  $^{60}\text{Co}$  و  $^{137}\text{Cs}$  وقد اجري حسابات نظرية وعملية ووجد بأنها متقاربة.

في العام 2007 قام Mortazavi وآخرون [12] باجراء مقارنة بين كونكريت غالينا (Galena concrete) والكونكريت العادي ( Ordinary concrete ) وباستخدام مصدر  $^{60}\text{Co}$  الباعث لاشعة كاما وبينوا ان ( Galena concrete ) هي الفضلى في تدريع اشعة كاما من الاخرى وذلك عن طريق قياسات سمك النصف لها.

وقد قامت رونق عام 2009 [13] بتصميم دروع من مواد متراكبة للوقاية من اشعة كاما وباستخدام طريقة مونتي كارلو حيث استنتجت بأن مقدار التوهين يتأثر بكثافة وسمك الدرع وكذلك يتأثر بالمسافة بين المصدر والكاشف والدرع. ووضحت النتائج ان معامل الامتصاص للبولي اثيلين قليل ولكنه يزداد باضافة مواد التدعيم له كالتنكستن (W) او الرصاص (Pb) او النحاس (Cu) او الحديد (Fe).

كما درس الباحثان El-Khayatt و El-Sayed abdo عام 2009 [14] المقطع العرضي لتوهين النيوترونات السريعة ( $\Sigma$ ) بطريقتين الاولى باستخدام برنامج MERCSEF-N والثانية الطريقة التقليدية لبعض المخاليط والمواد المتراكبة والمركبات وبينت النتائج المستحصلة من البرنامج المستخدم بأنها اكثر دقة ومنفقة مع النتائج العملية.

قام El-Khayatt عام 2010 [15] بدراسة خواص تدريع اشعة كاما والمقطع العرضي لتوهين النيوترونات السريعة ( $\Sigma$ ) بمدى طاقي (1keV - 100GeV) لدروع من مواد متراكبة مكونة من مادة الكونكريت مع نسب مختلفة من (lime/silica) ووضحت النتائج ان قيم ( $\Sigma$ ) تعتمد على محتوى الهيدروجين وعلى كثافة الدرع كما ان زيادة نسبة Ca (الموجودة في الكونكريت) تؤدي الى زيادة قيم معامل التوهين الكتلي لاشعة كاما.



قام Akkurt وآخرون عام 2010 [16] بقياس معامل توهين اشعة كاما ومعدل المسار الحر ( $\lambda$ ) للكونكريت والمدعم بالباريت ضمن مدى الطاقات (1keV – 1GeV) باستخدام مطيافية كاما لمصدري  $^{60}\text{Co}$  و  $^{137}\text{Cs}$  اوضحت النتائج ان قيم معامل التوهين تتأثر بكثافة الدرع واستعمال الباريت مع الكونكريت يمكن ان يصبح كمادة بديلة للرصاص.

في حين حضر Yilmaz وآخرون عام 2011 [17] دروعا ضد اشعة كاما والنيوترونات مكونة من مادة الكونكريت مع المواد المضافة (Silica fume - Water - Cement - Mortars - Aggregate - Blast furnace slag - Fly ash) لحساب بعض معاملات التوهين كمعامل التوهين الكتلي والعدد الذري المؤثر ( $Z_{\text{eff}}$ ) والكثافة الالكترونية المؤثرة ( $N_{\text{eff}}$ ) وايضا سمك النصف ( $X_{1/2}$ ) ، وقد استنتجوا ان محتوى الهيدروجين وكثافة الكونكريت تسهمان بشكل كبير في توهين النيوترونات واشعة كاما فضلا عن ان الاسمنت هو اكثر فعالية لتوهين النيوترونات السريعة وبينت الدراسة ان سمك النصف يزداد ( العدد الذري المؤثر والكثافة الالكترونية المؤثرة تقل ) مع اضافة ( Silica fume و Fly ash و Blast furnace slag ) .

قام Osman وآخرون عام 2011 [18] بقياس معاملات توهين اشعة كاما والنيوترونات للكونكريت بنسب مختلفة من الهيميائيت حيث بينت النتائج ان معامل التوهين يعتمد على كثافة المواد وان فعالية الدروع للحماية من اشعة كاما في حالة زيادة التركيز تكون افضل ، الا انه لم يكن هناك اي تأثير لاضافة الهيميائيت على خصائص تدريع النيوترونات والسبب هو محتوى الهيدروجين الذي يعد واحداً من اهم المعايير التي تؤثر على توهين النيوترون.

وقد قام كل من Rezaei-ochbelagh و Azimkhani عام 2012 [19] بتصنيع درع من الكونكريت يحتوي على نسب مختلفة من الرصاص للوقاية من اشعة كاما لمصدري  $^{60}\text{Co}$  و  $^{137}\text{Cs}$  وقد قاما بقياس طيف طاقي باستخدام كاشف NaI(Tl) وتم الحصول على اعلى قيمة لمعامل التوهين الخطي في حالة اضافة الرصاص بنسبة 90 % الى الكونكريت.

استعمل Mahdi وآخرون عام 2012 [20] مواد متراكبة مكونة من البولي أستر غير المشبع كمادة اساس مدعم بـ (Fe,Al,pb) حيث بينت نتائج الدراسة ان معامل التوهين الخطي لاشعة كاما يتناقص مع زيادة طاقة الفوتون ويزداد بزيادة تركيز المعادن .

وقام El-Khayat و Akkurt عام 2013 [21] بدراسة معامل التوهين الكتلي لاشعة كما والعدد الذري المؤثر ( $Z_{eff}$ ) والكثافة الالكترونية المؤثرة ( $N_{eff}$ ) ضمن مدى (1keV – 100GeV) لستة انواع كونكريتية وبنسب رخام مختلفة، حيث بينت الدراسة ان معامل التوهين الكتلي يقل بزيادة الطاقة وان ( $Z_{eff}$ ) و ( $N_{eff}$ ) تظهران سلوكا مشابهاً تقريباً وتعتمدان على الطاقة.

قام Almahroug وآخرون عام 2013 [22] بحساب معامل التوهين لاشعة كما والنيوترونات لبعض المواد المترابكة ( Pure polyethylene ، lithium polyethylene ، 30% Borated polyethylene ، Borated lead polyethylene ، Bismuth-loaded polyethylene ) بمدى طاقات (1keV – 1GeV) واستنتجوا ان المقطع العرضي لتوهين النيوترون الذي يعتمد على التركيب الذري وعلى كثافة المواد وافضل درع فعال للنيوترونات السريعة هو (30% Borated polyethylene) وبينت الدراسة ايضا ان هناك تحسناً في خصائص المادة الاساس (polyethylene) تجاه تدريع اشعة كما من خلال اضافة Bismuth-loaded.

قام الباحثان Badiger و Vishwanath عام 2013 [23] بحساب المقطع العرضي لتوهين النيوترونات السريعة لمواد مترابكة من (fly-ash brick , brick of mud, common brick) بينت النتائج ان استخدام ( fly-ash brick و common brick ) هي بديل اكثر ملائمة من (brick of mud).

قام الباحثان Vishwaanath و Nagappa عام 2014 [24] بدراسة بعض معاملات التدريع لاشعة كما والنيوترونات السريعة لبعض انواع من الكونكريت العادي ، الثقيل ، والفائق الجودة منها (Ordinary ، Hematite-Serpentine ، Ilmenite-limonite ، Basalt-، Magnetite ، Steel-Scrap ، Steel-Magnetite ، Portland ، HCON (Cr) ، HCON (Fe) ، وظهرت النتائج بأن اكبر قيمة لمعامل توهين اشعة كما والعدد الذري المؤثر كانت لمادة الكونكريت الفائق الجودة وقد اجريا مقارنة بين قيم ( $Z_{eff}$ ) العملية مع النتائج التي تم الحصول عليها من برنامج Auto- $Z_{eff}$  ووجدا بين القيمتين اختلافاً طفيفاً ، هذا وقد اظهرت النتائج بأن اعظم قيمة لتوهين النيوترونات السريعة كانت لمادة ( Steel-Magnetite ) يليه HCON(Fe). واستنتجا ان الخرسانة فانقة الجودة تكون مادة تدريع جيدة لتشغيل المفاعل.

قام Vishwanath وآخرون عام 2014 [25] بدراسة معامل التوهين للنيوترونات السريعة ولاشعة كما وسمك النصف لمواد بناء متكونة من (fly ash ، brick ، marble ، glass) ، (gypsum plaster ، limestone ، cement) لمدى طاقة (0.015Mev – 15 Mev). بينت الدراسة أن ادنى قيمة لسمك النصف هي لمادة (limestone) ولذلك فأنها الأكثر فعالية لتدريع اشعة كما وان اعلى قيمة لتوهين النيوترونات السريعة كانت لمادة (gypsum plaster).

قام Elmahroug وآخرون عام 2014 [26] بدراسة تدريع النيوترون واشعة كما لبعض انواع الراتنجات (resin, epoxy resin , resin 250wd , k-resin) لمدى طاقي (1keV-1GeV) حيث اظهرت النتائج ان استخدام (resin) و (epoxy resin) كانت افضل من الانواع الاخرى لتدريع اشعة كما بسبب الكثافة العالية لهذه الراتنجات ، اما بالنسبة لتدريع النيوترونات فأن مادة (resin 250wd) هي الاكثر ملائمة.

اجرى Nulk وآخرون عام 2014 [27] دراسة نظرية لمعاملات توهين اشعة كما والعدد الذري المؤثر للكونكريت المدعم بمادة الالياف البازلتية basalt fibre (مادة تصنع من ألياف عالية الجودة من البازلت ، والذي يتكون من معدن بلاغيوكلاس و بيروكسين و أوليفين) واستنتجوا ان معاملات التوهين تزداد بإضافة الالياف البازلتية الى الكونكريت وينسب مختلفة حسنت من خصائص التدريع لاشعة كما مقارنة بالكونكريت العادي وان العدد الذري المؤثر يزداد ايضاً بإضافة الالياف البازلتية.

قام الباحثان Abdelghany و Ashraf عام 2014 [28] بحساب المقطع العرضي العياني لتوهين النيوترونات السريعة ( $\Sigma$ ) لمواد مختلفة هي (مركبات ، و مواد متراكبة ، و سباتك) حيث تم استنتاج معادلات جديدة تجريبية لحساب ( $\Sigma$ ) ولمديات مختلفة من العدد الذري والعدد الكتلي.

قام Sariyer وآخرون عام 2015 [29] بدراسة تأثير كثافة الخرسانة التي تحتوي على (B4-C) و (Fe-B) لتدريع النيوترونات حيث بينت الدراسة ان إضافة مادة (Fe-B) الى الخرسانة هي اكثر فعالية في تدريع النيوترونات.

قام El-Fiki وآخرون عام 2015 [30] باستخدام مواد متراكبة مؤلفة من مادة اساس هي مطاط السيلكون ومدعمة بمادة البزموت للوقاية من اشعة كما الصادرة من مصدري  $^{60}\text{Co}$  و  $^{232}\text{Th}$

واستنتجوا أن مطاط السيلكون المدعم بالبزموت يوهن من اشعة كاما ويمكن ان يحل محل الرصاص بسبب العدد الذري العالي له.

قام Ripan وآخرون عام 2015 [31] بدراسة معامل التوهين الكتلي ومعدل المسار الحر ( $\lambda$ ) ولمدى من الطاقات (0.001 MeV - 20 MeV) لاشعة كاما لبعض المواد المترابكة وأشارت النتائج الى ان الفوتونات منخفضة الطاقة تفقد طاقتها ضمن مسافات قصيرة وان فعالية التدريع تعتمد على كثافة الدرع المصنعة وكذلك على تراكيز العناصر المضافة ، وبينت النتائج ان معامل التوهين الكتلي يتناقص مع زيادة طاقة الفوتون.

صّمم Elmahroug وآخرون 2015 [32] برنامجا جديدا يسمى Parshield يحدد فيه معلمات توهين اشعة كاما والنيوترونات لبعض المركبات مثل (dolomite-sand ،  $\text{CaCO}_3$ ) وتمت مقارنة النتائج المستحصلة من هذا البرنامج مع تلك التي تم الحصول عليها عن طريق برامج اخرى ولمواد مختلفة وقد كانت النتائج متوافقة الى حد ما.

وقام كل من Ahmed و Abdulraheem عام 2015 [33] باستخدام مواد مترابكة الالبيوكسي (كمادة اساس) مدعم ب (Bi,Ni,C,PbO) بتراكيز مختلفة وطاقات (0.662,1.173,1.332)MeV لاشعة كاما حيث بينت الدراسة ان قيم معامل التوهين والعدد الذري المؤثر وكثافة الدرع تزداد مع زيادة تركيز مواد التدعيم ، مما يجعلها مناسبة للاستخدام كدروع في التطبيقات النووية.

اجرى الباحث Mehmet عام 2016 [34] دراسة حساب العدد الذري المؤثر والكثافة الالكترونية المؤثرة لمدى طاقى (1keV – 20MeV) لبعض مركبات اللانثينيدات ومن خلال النتائج التي ظهرت تبين ان ( $Z_{\text{eff}}$ ) و ( $N_{\text{eff}}$ ) يرتبطان ارتباطاً وثيقاً ، لأنهما يعتمدان على الطاقة وتوصل ايضاً بأن المركبات المستعملة يمكن ان تستخدم في مجالات الوقاية من الاشعاع.

قام Aycan وآخرون عام 2017 [35] بتصنيع درع للوقاية من اشعة كاما باستعمال الكونكريت المحتوي على اوكسيد الحديد الاسود والليمونييت بنسب مختلفة عند الطاقة 1.25 eV ، و استنتجوا ان اضافة اوكسيد الحديد الاسود والليمونييت الى الكونكريت هو بديل يمكن استخدامه لتدريع اشعة كاما حيث يزداد معامل التوهين بزيادة التركيز.

## The Aim Of the Study

## 3-1 الهدف من الدراسة

دراسة معلمات توهين اشعة كاما والنيوترونات لمجموعة من الدروع مكونة من مواد متراكبة ذات اساس بوليمري (البولي ستايرين وشمع البرافين) مدعمة بمواد مختلفة (بورون - ثلاثي اوكسيد البورون - ثلاثي اوكسيد الحديد - التنكستن - الكاؤولين ) لمعرفة مدى ملائمتها للاستخدام في الوقاية من الاشعاع من خلال دراسة تأثيرتغير تراكيز مواد التدعيم على سلوك المعلمات المتعلقة بمعامل توهين اشعة كاما مثل العدد الذري المؤثر ، والكثافة الالكترونية المؤثرة ، ومعدل المسار الحر، و سمك النصف والمعلمات المتعلقة بالنيوترونات السريعة مثل المقاطع العرضية العيانية لتوهين النيوترونات وسمك النصف ومعدل المسار الحر. تمت كذلك دراسة تأثير تغير طاقة فوتونات اشعة كاما الساقطة على سلوك تلك المعلمات .

# الفصل الثاني

PDF Reducer Demo

# الجانب النظري

PDF Reducer Demo

PDF Reducer Demo

## 1-2 تفاعل فوتونات اشعة كاما مع المادة :

**Interaction of Gamma-Ray photons with the matter**

اشعة كاما هي عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية تنبعث من النواة [36] . ليس لها كتلة وشحنة لذلك فإن لها قوة اختراق كبيرة أكثر بكثير من جسيمات الفا وبيتا [37].  
تتفاعل اشعة كاما مع المادة بطرائق مختلفة اهمها [38] :-

\* التأثير الكهروضوئي Photoelectric effect

\* استطارة كومبتن Compton scattering

\* إنتاج الزوج Pair production

**Photoelectric effect****1-1-2 الظاهرة الكهروضوئية**

يتفاعل الفوتون الساقط مع الكترون ذري مقيد ونتيجة لهذا التفاعل ، يختفي الفوتون ويخرج الالكترن الذري باعتباره الكترون حر ويدعى بالالكترن الكهروضوئي. وبطاقة حركية تعطى بالعلاقة الآتية [39]:

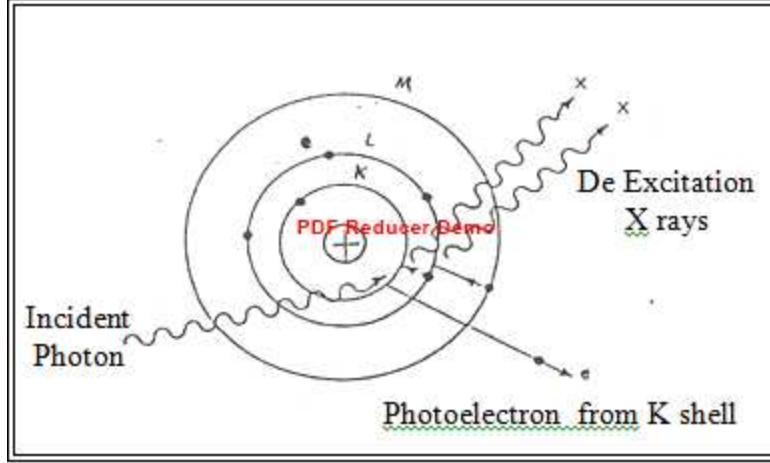
$$T = E_{\gamma} - B_e \quad \dots (1-2)$$

T : تمثل الطاقة الحركية للالكترن

$E_{\gamma}$  : هي طاقة الفوتون الساقط

$B_e$  : طاقة ربط الالكترن

وعادة تخلق فجوة في القشرة الذرية (K) نتيجة لذلك . ان الالكترونات من القشرة الاعلى ستشغل هذه الفجوة باعثة اشعة سينية مميزة (X-Ray) [40].



الشكل (1-2) يوضح التأثير الكهروضوئي [41]

المقطع العرضي (وهو احتمالية حدوث التفاعل) للتأثير الكهروضوئي يتناسب طردياً مع العدد الذري  $Z^5$  وعكسياً مع طاقة الفوتون  $E_\gamma$  [42] ويعطى بالعلاقة الآتية [40] :-

$$\tau \equiv \text{Constant} * Z^5 / E_\gamma^3 \quad \dots(2-2)$$

$\tau$  : المقطع العرضي للتأثير الكهروضوئي

$Z$  : العدد الذري للمادة الماصة

$E_\gamma$  : طاقة الفوتون الساقط

حيث يسود التأثير الكهروضوئي في الطاقات الواطئة للفوتون [41] .

## 2-1-2 تفاعل استطارة كومبتن: Compton Scattering interaction

هي استطارة غير مرنة [43] حيث يتفاعل الفوتون الساقط مع الكترون حر (Free) او ضعيف الارتباط (Very loosely bound) مما يسبب انتقال جزء من طاقة الفوتون الى الالكترن [40] الذي يرتد بطاقة حركية ( $E_e$ ) وبزاوية  $\phi$  ويستطار الفوتون بزواوية  $\theta$  وبطاقة  $E_\gamma'$  [44] ويعطى التغير بالطول الموجي بين الفوتون الساقط والمستطار بالعلاقة الآتية [45] :-

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta) \quad \dots(3-2)$$



حيث إن :

$\lambda'$  : تمثل الطول الموجي للفوتون المستطار

$\lambda$  : الطول الموجي للفوتون الساقط

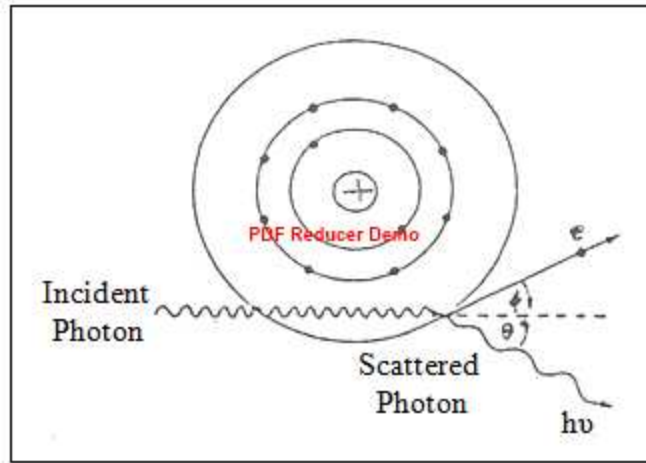
$\theta$  : زاوية استطارة الفوتون

$m_0$  : كتلة سكون الالكترون

$c$  : سرعة الضوء

$h$  : ثابت بلانك

وان كلاً من الزخم والطاقة يكونان محفوظان خلال التصادم [40] .



الشكل (2-2) يوضح ظاهرة تأثير كومبتن [41]

أما طاقة الفوتون المستطار فتعطى بالعلاقة الآتية [46]:-

$$E_{\gamma}' = \frac{E_{\gamma}}{1 + \left[ \frac{E_{\gamma}}{m_0 c^2} (1 - \cos \theta) \right]} \quad \dots(4-2)$$

حيث إن:

$E_{\gamma}'$  : هي طاقة الفوتون المستطار

$E_\gamma$  : طاقة الفوتون الساقط

$m_0c^2$  : طاقة كتلة السكون

$\theta$  : زاوية استطارة الفوتون

أما احتمالية تأثير كومبتن (المقطع العرضي) فتعطى بالعلاقة الآتية [40] :-

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_s \quad \dots(5-2)$$

حيث إن :

$\sigma$  : هي المقطع العرضي لاستطارة كومبتن

$\sigma_a$  : المقطع العرضي لفقدان طاقة الفوتون بواسطة التصادم مع الإلكترون

$\sigma_s$  : المقطع العرضي لاستطارة الفوتونات

تناسب الاحتمالية طردياً مع العدد الذري (Z) وعكسياً مع الطاقة (E) وحسب العلاقة الآتية [40] :-

$$\sigma \equiv \text{constant} \times Z/E \quad \dots(6-2)$$

حيث تسود ظاهرة استطارة كومبتن لاشعة كما في الطاقات المتوسطة والمواد ذات الاعداد الذرية القليلة [47] .

## Pair production

## 3-1-2 إنتاج الزوج :

عندما يمر فوتون بالقرب من نواة الذرة ، فإنه يختفي وبدلاً من ذلك يتم إنتاج زوج بوزترون والكترون وهذا ما يطلق عليه ظاهرة إنتاج الزوج. تحدث هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتون أعلى من او مساوية الى مجموع الطاقة السكونية لكل من الالكترون والبوزترون [48] . وتمثل النواة دورا اساسيا في هذه العملية عند ارتدادها للحفاظ على الزخم [49] ، وهذا يعني ان الشرطين الاساسيين لحدوث هذه العملية هما ان تكون طاقة الفوتون اكبر من أو مساوية لـ (1.022 MeV) ووجود النواة لتحقيق قانون الحفظ للزخم .

وبتطبيق قانون حفظ الطاقة فإن الطاقة الحركية لكل من الالكترن والبوزترون تعطى بالعلاقة الآتية [39]:-

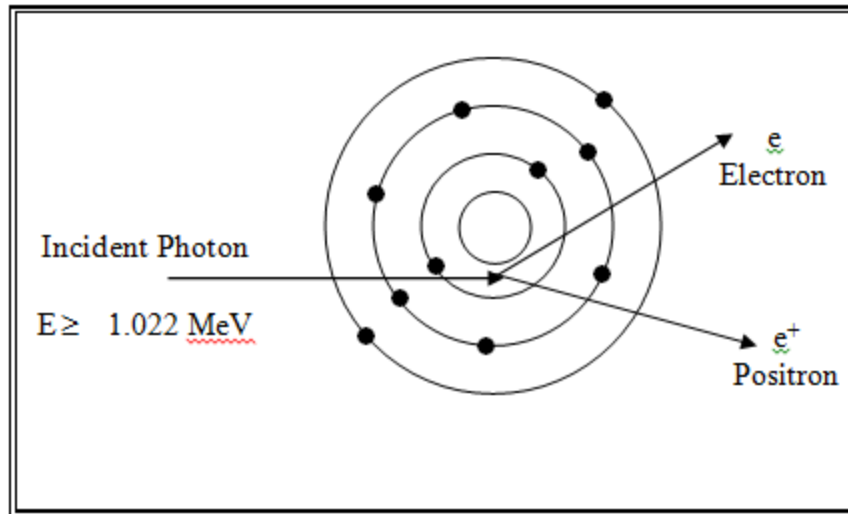
$$T_{e^-} + T_{e^+} = E_\gamma - (m_0c^2)_{e^-} - (m_0c^2)_{e^+} = E_\gamma - 1.022 \text{ MeV} \quad \dots(7-2)$$

حيث إن :

$T_{e^-}$  و  $T_{e^+}$  هما الطاقة الحركية للبوزترون والالكترن على التوالي

$(m_0c^2)_{e^-}$  و  $(m_0c^2)_{e^+}$  هما الطاقة السكونية للبوزترون والالكترن على التوالي

$E_\gamma$  هي طاقة الفوتون الساقط



الشكل (2-3) يوضح إنتاج الزوج [40]

ان احتمالية حدوث هذه الظاهرة تتناسب طردياً مع  $Z^2$  لمادة الوسط [45,50]. وتعطى احتمالية إنتاج الزوج ( المقطع العرضي ) بالعلاقة الآتية [40] :-

$$K \equiv \text{constant} \times Z^2 [E_\gamma - 1.022] \quad \dots(8-2)$$

حيث إن :

$Z$  : هي العدد الذري للمادة الماصة

K : احتمالية انتاج الزوج (المقطع العرضي)

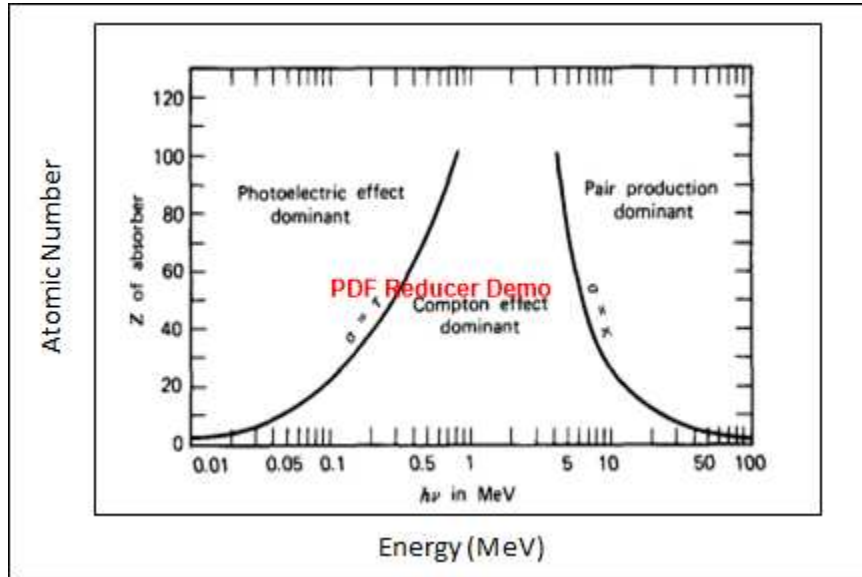
عند الطاقات العالية والاعداد الذرية العالية آلية انتاج الزوج تكون هي العملية المهيمنة [51].

ان مجموع الاحتمالات للعمليات الثلاثة تسمى معامل التوهين الخطي الكلي ( $\mu$ ) ويعطى بالعلاقة الآتية [39]:-

$$\mu = \tau + \sigma + K \quad \dots (9-2)$$

$\mu$  : معامل التوهين الخطي الكلي بوحدة  $\text{cm}^{-1}$

ويتم التعبير عن معامل التوهين الخطي الكلي بمعامل التوهين الكتلي ( $\frac{\mu}{\rho}$ )  $\text{cm}^2/\text{g}$  وهو عبارة عن معامل التوهين الخطي الكلي لكل وحدة كتلة من المادة [52].  
والشكل ادناه يوضح العمليات الثلاثة لتفاعل اشعة كاما مع المادة [53]:



الشكل (4-2) يوضح العمليات الثلاثة لتفاعل اشعة كاما مع المادة [53]

## Gamma Ray Attenuation

## 2-2 توهين اشعة كاما :

ان عملية توهين حزمة من اشعة كاما خلال مرورها في وسط معترض (مادة موهنة) فإن كل فوتون في هذه الحزمة سيكون أمامه ؛ أما ألا يتفاعل على الإطلاق مع مادة الوسط أو يتم حذفه كليا من الحزمة بواسطة الامتصاص والاستطارة وهذا يؤدي الى توهين (تضعيف) أسي بزيادة سمك

الوسط الممتص [45].

لقد ركز الباحثون مؤخراً على دراسة معلمات تفاعل الفوتون مع المادة مثل معامل التوهين والعدد الذري المؤثر والكثافة الإلكترونية المؤثرة وغيرها ويرجع ذلك الى زيادة استخدام المصادر المشعة في المجالات المختلفة مثل الطب والفيزياء الحيوية للاشعاع والصناعة النووية وغيرها [54]. وفيما يأتي وصف لبعض هذه المعلمات منها :-

### 1-2-2 معامل التوهين الخطي الكلي ( $\mu$ ) : Total Linear Attenuation Factor

عند سقوط حزمة من اشعة كما على مادة معينة ، فإن احتمالية ازالة فوتون اشعة كما من هذه الحزمة لكل وحدة طول من المسار يسمى بمعامل التوهين الخطي الكلي ( $\mu$ ) [53] .

تعتمد قيمة معامل التوهين الخطي الكلي على عدد من المتغيرات مثل طاقة الفوتون الساقط وكل من الكثافة والعدد الذري للمادة الماصة [54,55].

فعند سقوط حزمة من اشعة كما شدتها  $I_0$  على مادة معينة سمكها ( $x$ ) ، فإن بعضها يمتص وبعضها الآخر يمر من دون تفاعل والبعض الآخر يستطار بطاقة اقل من طاقة الحزمة الساقطة . وان شدة الحزمة النافذة من دون تفاعل تعطى بالعلاقة الآتية [40] :-

$$I_{(x)} = I_0 e^{-\mu x} \quad \dots (10-2)$$

$I_0$  : هي شدة الحزمة الساقطة

$I_x$  : تمثل شدة الحزمة النافذة بعد اختراقها سمك مقداره  $x$

$\mu$  : معامل التوهين الخطي الكلي بوحدة  $cm^{-1}$  (مجموع الاحتمالات للعمليات الثلاثة المذكورة سابقا)

$X$  : سمك المادة (الدرع) بوحدة  $cm$

يرتبط معامل التوهين الخطي الكلي بمعامل التوهين الكتلي بالعلاقة الآتية [56] :-

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad \dots (11-2)$$

حيث  $\rho$  : تمثل كثافة المادة الماصة بوحدة  $gm/cm^3$

$\mu_m$  : معامل التوهين الكتلي ويقاس بوحدة  $cm^2/g$

## 2-2-2 العدد الذري المؤثر ( $Z_{eff}$ ): Effective Atomic Number

يعد العدد الذري من المعلمات المهمة لتفاعل الفوتون مع المادة ويمثل معلمة مناسبة لتقييم تفاعلات اشعة كاما للمركبات والمخاليط [57]. ان رقماً واحداً صحيحاً لا يمكن ان يمثل العدد الذري للمواد المترابطة كما في العناصر النقية وانما يمثل بكمية تسمى العدد الذري المؤثر ( $Z_{eff}$ ) وانه يتغير مع طاقة الفوتون الساقط [59,58].

يمكن حساب العدد الذري المؤثر من خلال المعادلات الآتية [62,61,60]:-

$$Z_{eff} = \sum_{i=1}^2 w_i Z_i \quad \dots (12-2)$$

$$Z_p = \frac{\sigma_a}{\sigma_{el}} \quad \dots (13-2)$$

$$\sigma_{el} = \frac{1}{N_A} \sum \frac{f_i A_i}{Z_i} (\mu/\rho)_i \quad \dots (14-2)$$

$$\sigma_a = \frac{\mu/\rho}{N_A \sum_i (\frac{w_i}{A_i})} \quad \dots (15-2)$$

$\sigma_a$  هو المقطع العرضي الذري

$\sigma_{el}$  المقطع العرضي الالكتروني

$N_A$  عدد افوكادرو

$Z_i$  العدد الذري لكل عنصر في المركب ( لكل عناصر المادة الاساس)

$Z_p$  العدد الذري للبوليمر

$w_i$  الكسر الوزني لكل مادة (نسبة وزن كل عنصر في المادة المترابطة)

$f_i$  عدد ذرات عنصر ( $i$ ) الى العدد الكلي لذرات العناصر في الخليط

$A_i$  الوزن الذري ( العدد الكتلي ) لكل عنصر في المركب

### 3-2-2 الكثافة الإلكترونية المؤثرة ( $N_{\text{eff}}$ ) : Effective Electron Density

هي معلمة اخرى لتفاعل الفوتون مع المادة [57] حيث ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالعدد الذري المؤثر ويعبر عنها بعدد الالكترونات لكل وحدة كتلة وتعطى بالصيغة الرياضية الآتية [59,63] :-

$$N_{\text{eff}} = \frac{N_A * n * Z_{\text{eff}}}{\sum_i n_i A_i} \quad \dots (16-2)$$

$N_{\text{eff}}$  تمثل الكثافة الإلكترونية المؤثرة

$n$  عدد الذرات الكلي

$n_i$  عدد الذرات لكل عنصر

### 4-2-2 طبقة سمك النصف ( $X_{1/2}$ ) لاشعة كاما:

#### Half Value layer of Gamma Rays

هي مقياس بسيط لفعالية مادة الدرع [64] وتعرف بانها سمك المادة اللازم لتوهين شدة اشعة كاما ذات الطاقة الاحادية الى نصف قيمتها الاصلية ويرمز له بالرمز  $X_{1/2}$  وتعطى بحسب العلاقة الآتية [66,65] :-

$$X_{1/2} = \frac{0.693}{\mu} \quad \dots (17-2)$$

حيث ان :-  $X_{1/2}$  تمثل سمك النصف بوحدة cm

### 5-2-2 معدل المسار الحر ( $\lambda$ ) لاشعة كاما: Mean Free Path of Gamma Rays

عندما يمر فوتون اشعة كاما خلال مادة ما ، فإنه يعاني عدة تصادمات والتي من شأنها ان تغير اتجاه حركته . لذا فإن معدل المسافة بين كل تصادمين تسمى معدل المسار الحر ( $\lambda$ ) ويعطى بالعلاقة الآتية [39,38] :-

$$\lambda = \frac{\int_0^{\infty} x e^{-\mu x} dx}{\int_0^{\infty} e^{-\mu x} dx} = \frac{1}{\mu} \quad \dots (18-2)$$

$\lambda$ : معدل المسار الحر بوحدة cm

وهكذا فإن معدل المسار الحر هو ببساطة معكوس معامل التوهين الخطي الكلي [39] ، وهو يعتمد على خصائص المادة وعلى طاقة الفوتونات الساقطة على الهدف [67].

### 2-3 تفاعل النيوترونات مع المادة :

#### Interaction of Neutron with the matter

ان النيوترون جسيم متعادل الشحنة ، [68] فهو لا يتفاعل مع المادة بوساطة قوة (كولوم) ، اي له القدرة على اختراق الالكترونات الذرية ويتم تفاعله مع النواة مباشرة ، (اي ان تفاعله مع المادة يختلف عن تفاعل الفوتونات) [70,69] .

تتفاعل النيوترونات مع المادة بعدة طرق حسب طاقة النيوترون ونوعية المادة ، وتنقسم هذه التفاعلات الى نوعين رئيسيين [69] :-

#### Scattering Reactions

#### 2-3-1 تفاعلات الاستطارة :

وتكون على نوعين :-

#### Elastic Scattering (n,n)

#### ● الاستطارة المرنة :

في هذا النوع من التفاعلات ، يتفاعل النيوترون مع النواة والتي عادة ما تكون مستقرة، حيث يخضع هذا التفاعل الى قوانين حفظ الزخم والطاقة [71,64] ، وان اعظم طاقة يفقدها النيوترون يعطى بالعلاقة الآتية [49] :-

$$E'_n / E_n = \left( \frac{A-1}{A+1} \right)^2 \quad \dots(19-2)$$

$E'_n$  : طاقة النيوترون بعد الاستطارة

$E_n$  : طاقة النيوترون قبل الاستطارة

A : الوزن الذري



## ● الاستطارة غير المرنة: Inelastic Scattering (n, n')

في هذا النوع من التفاعلات ، فإن جزءاً من طاقة النيوترون الحركية يمكن ان يتحول الى طاقة داخلية للنواة وهذا ما يطلق عليه بالتصادم غير المرن [64] حيث تترك النواة مثارة بعد التفاعل ويتبع ذلك عودة النواة المثارة الى الحالة المستقرة الارضية بإطلاق اشعة كما [72] . لا يخضع هذا النوع من التفاعلات الى قانون حفظ الطاقة ويكون هذا التفاعل اكثر اهمية واحتمالية في حالة النيوترونات السريعة (اي تزداد نسبة حدوثها بزيادة طاقة النيوترون) وفي المواد الثقيلة (ذات الاعداد الذرية العالية) [72,65] .

## 2-3-2 الامتصاص : Absorption

في هذا التفاعل يمتص النيوترون ويؤسر من قبل النواة ولذلك تتحول النواة المستقرة الى نواة مشعة غير مستقرة ، لذا تقوم النواة بالتخلص من الطاقة الزائدة (العودة الى حالة الاستقرار) عن طريق اطلاق اشعة كما [73,69] . وهناك نوعان من تفاعلات الامتصاص هما الانشطار النووي والتنشيط النيوتروني [74] .

## 2-4 تصنيف النيوترونات : Classification of Neutrons

تصنف النيوترونات بحسب طاقتها الى [45] :-

● نيوترونات حرارية (0.025 eV) : وهي التي تكون في حالة توازن حراري تام مع الذرات المحيطة بها ، وهي ناتجة من تهدئة النيوترونات السريعة .

● نيوترونات فوق الحرارية ( $\approx 1\text{eV}$ )

● نيوترونات بطيئة ( $\approx \text{keV}$ )

● نيوترونات سريعة ( $\approx 0.1 - 10 \text{ MeV}$ )

## 5-2 توهين النيوترونات السريعة : Fast Neutron Attenuation

عند مرور حزمة من النيوترونات على مادة معينة ، فإنها يمكن ان تحدث او لا تحدث تفاعل اي انها احتمالية يعبر عنها بالمقطع العرضي العياني . فعند سقوط حزمة نيوترونات في مادة معينة ، تنخفض شدتها نتيجة اصطدام النيوترونات مع نوى مواد الهدف ويتم ذلك عن طريق الاستطارة (المرنة وغير المرنّة) او الامتصاص. ويحسب مقدار التوهين من خلال العلاقة الآتية [75,72]:-

$$I_x = I_0 e^{-\Sigma x} \quad \dots (20-2)$$

$\Sigma$  هو المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة (استطارة وامتصاص) ويقاس بوحدة  $\text{cm}^{-1}$

$I_x$  شدة الحزمة النافذة

$I_0$  شدة الحزمة الساقطة

$x$  سمك مادة الوسط بوحدة  $\text{cm}$

وهناك عدة معاملات تصف تفاعل النيوترونات السريعة مع المادة أهمها :-

### 1-5-2 المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة :

## Total Macroscopic Cross-Section of Fast Neutron Attenuation

تمثل احتمالية تفاعل النيوترون خلال المسار الذي يقطعه داخل المادة ويعطى بالعلاقة الآتية [72,69]:-

$$\Sigma = N \sigma_n \quad \dots (21-2)$$

حيث إن :

$N$  ( $N = m N_A / A$ ) تمثل عدد الذرات من المادة لكل سنتيمتر مكعب ( $\text{atom}/\text{cm}^3$ )

$\sigma_n$  هي المقطع العرضي المجهرى ويقاس بوحدة (barn)

وفي حالة المركبات والخلائط فإن المقطع العرضي العياني الكلي يعطى بالعلاقة الآتية [76] :-

$$\Sigma = \sum_i \rho_i (\Sigma_i \rho)_i \quad \dots(22-2)$$

$\rho_i$  الكثافة الجزئية

$\Sigma/\rho$  المقطع العرضي العياني الكلي ويقاس بوحدة  $\text{cm}^2/\text{g}$

### 2-5-2 طبقة سمك النصف ( $X_{1/2}$ ) للنيوترونات:

#### Half Value layer of Neutrons

ويمثل سمك المادة اللازم لتوهين شدة النيوترونات الساقطة الى نصف قيمتها الأصلية ويعطى

بالمعادلة الآتية [77,73] :-

$$X_{1/2} = \frac{0.693}{\Sigma} \quad \dots(23-2)$$

ويقاس سمك النصف بوحدة  $\text{cm}$

### 3-5-2 معدل المسار الحر ( $\lambda$ ) للنيوترونات : Mean Free Path of Neutrons

يعرف بأنه مقدار المسافة التي يقطعها النيوترون من دون تفاعل ويعطى بالعلاقة الآتية

:-[46,72]

$$\lambda = \frac{1}{\Sigma} \quad \dots(24-2)$$

$\lambda$  : معدل المسار الحر ويقاس بوحدة  $\text{cm}$

#### Composite Material

### 6-2 المواد المترابطة :

نتيجة التطور الحاصل في العديد من المجالات ظهرت الحاجة لإيجاد بدائل للمواد التي تستخدم

صناعياً بمواد تملك مواصفات مرغوبة من حيث التكلفة والخفة في الوزن وغيرها من الخواص

بشكل عام ، ومن هنا ظهرت أهمية المواد المترابطة التي تتكون من مادتين مختلفتين او اكثر، لا

تنصهر ولا تذوب سوياً وينتج عنها مادة جديدة لها خواص جديدة [80,79,78] .

وتتكون المواد المترابطة من جزأين هما :-

الجزء الاول المادة الاساس Matrix او الطور المستمر (Continuous Phase) الذي يعمل على ربط مادة التقوية من اجل تثبيتها وحمايتها من التلف ، وتوجد المادة الاساس بثلاثة انواع هي ( معدنية ، بوليمرية و سيراميكية ) . والجزء الثاني مادة التدعيم Reinforcement Material وتستهمل بأشكال مختلفة كالمساحيق والالياف والقشور وايضاً الحبيبات البيضوية او الكروية ، حيث تعمل مادة التدعيم (التقوية) على تحسين او زيادة متانة وجساءة المادة الاساس وانها تتصف بمعامل مرونة عالي ، اما المطيلية (خاصية ميكانيكية تستخدم لوصف مادة يمكن أن تنتشوه بشكل لدن بدون أن تنكسر) فتكون مختلفة بحسب نوع المادة والغرض المستخدم لأجله [81].

## 1-6-2 المترابكات ذات الاساس البوليمري: Polymeric Matrix Composites

تؤدي هذه المواد دوراً أساسياً في معظم المجالات الهندسية والتكنولوجية حيث تعد واحدة من افضل الانواع لما تتميز به من سهولة التصنيع والكلفة المنخفضة والصفات الميكانيكية العالية ومن اهم متطلبات استعمالها هي متانتها الجيدة وادائها العالي والمقاومة الداخلية والخارجية للاجهادات المؤثرة عليها وكذلك مقاومتها لدرجة الحرارة والضغط وغيرها [82,83].

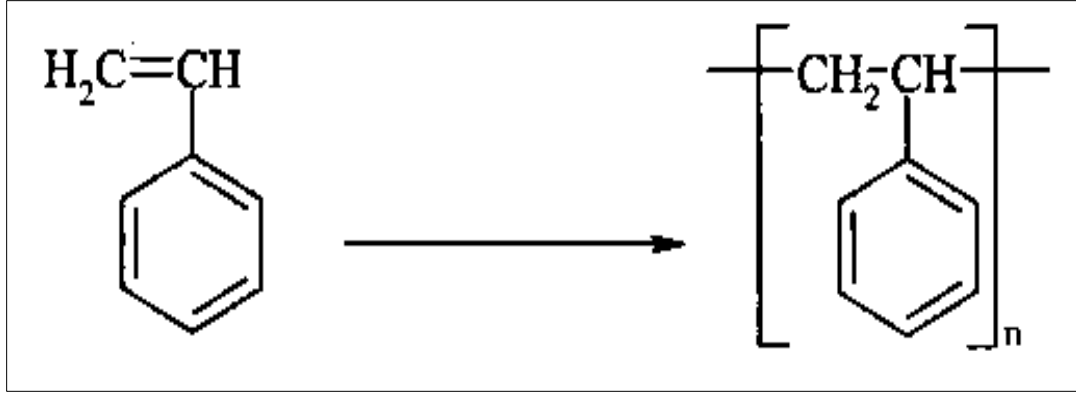
## 2-6-2 البوليمرات: Polymers

من المعروف ان اللدائن (plastics) او البوليمرات تنقسم الى قسمين هما لدائن صلبة ولدائن حرارية [80]. وتمثل المواد البوليمرية بشكل عام البلاستيك او المطاط او الالياف.

تصنف البوليمرات الى عدة تصنيفات منها من حيث اعتمادها على مصدرها فتقسم الى مصادر طبيعية ومصادر صناعية ومن حيث الهيكل البنائي للجزيئة قد تكون مستمرة او متفرعة او متشابكة ، ومن حيث تركيب الجزيئة اما ان تكون متجانسة او مركبة [84].

## 3-6-2 البولي ستايرين : Polystyrene

هو مركب كيميائي عضوي صيغته الكيميائية  $C_8H_8$  . وهو من البوليمرات الزجاجية المطاوعة للحرارة مما جعلت منه مادة مهمة جداً في الصناعة [84,85].



الشكل (5-2) يوضح الصيغة الجزيئية للبولي ستايرين [86]

### Paraffin Wax

### 4-6-2 شمع البرافين :

البرافين عبارة عن منتجات زيوت معدنية (بتروول) تتألف عموماً من العائلة العضوية الهيدروكربونية الثقيلة التي تدعى بالالكانات ، صيغته الكيميائية هو  $C_{2n+2}H_{4n+4}$  مع  $n \geq 16$  [87]. اما شمع البرافين فهو يتألف من خليط من الالكانات الطبيعية بشكل رئيسي .ان كمية الالكانات الطبيعية في شمع البرافين عادة ما تتجاوز 75% (ربما تصل الى 100%) ، والباقي يتكون معظمها من (alkyl benzene – cyclo alkanes – iso alkanes) [88] .

### The Density of Composite Material

### 7-2 كثافة المواد المترابطة :

تحسب كثافة المادة المترابطة بالعلاقة الآتية [89]:-

$$\rho = V_f \rho_f + (1 - V_f) \rho_m \quad \dots (25-2)$$

$\rho$  هي كثافة المادة المترابطة

$V_f$  الكسر الحجمي لمادة التدعيم

$\rho_f$  كثافة مادة التدعيم

$\rho_m$  كثافة المادة الاساس

اما الكسر الحجمي فيتم حسابه من خلال المعادلة الآتية [90]:-

$$V_f = \frac{1}{1 + \left[ \left( \frac{1-\psi}{\psi} \right) \cdot \frac{\rho_f}{\rho_m} \right]} \quad \dots (26-2)$$

حيث  $\psi$  يمثل الكسر الوزني لمادة التدعيم ويتم حسابه من خلال العلاقة الآتية [91]:-

$$\psi = \frac{W_f}{W_c} \times 100\% \quad \dots (27-2)$$

$$W_c = W_f + W_m \quad \dots (28-2)$$

$\psi$  يمثل الكسر الوزني لمادة التدعيم

$W_c$  وزن المادة المترابطة

$W_f$  وزن مادة التدعيم

$W_m$  وزن مادة الاساس

الفصل الثالث

PDF Reducer Demo

البرامجيات المستخدمة في

PDF Reducer Demo

PDF Reducer Demo

البحث

PDF Reducer Demo

## 1-3 المقدمة:

## Introduction

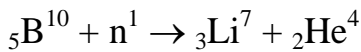
نتناول في هذا الفصل التعريف بالمواد الاولية المستخدمة في تصميم الدروع ، وكذلك وصف البرامجيات اللازمة للحسابات المطلوبة.

تم تقسيم الدروع الى مجموعتين رئيسيتين إعتياداً على نوع المادة الاساس ونوع مادة التدعيم حيث رمزنا للمجموعة الاولى بالرمز (A) والتي تكون فيها مادة البولي ستايرين هي المادة الاساس وتنفرد منها خمس متراكبات فرعية بحسب مادة التدعيم وكالاتي :

- 1- المتراكبة (A1) : متراكبة مكونة من مادة البولي ستايرين كأساس وعنصر البورون كمادة تدعيم.
- 2- المتراكبة (A2) : هي مكونة من مادة البولي ستايرين كأساس وثلاثي اوكسيد البورون كمادة تدعيم .
- 3- المتراكبة (A3) : هي مكونة من مادة البولي ستايرين كأساس وثلاثي اوكسيد الحديد كمادة تدعيم .
- 4- المتراكبة (A4) : هي مكونة من مادة البولي ستايرين كأساس وعنصر التتكنستن كمادة تدعيم .
- 5- المتراكبة (A5) : هي مكونة من مادة البولي ستايرين كأساس واطيان عراقية قياسية (كاؤولين) كمادة تدعيم .

اما المجموعة الثانية فرمزنا لها بالرمز (B) والتي تكون فيها مادة شمع البرافين هي المادة الاساس وتنفرد منها خمس متراكبات فرعية بحسب مادة التدعيم وكالاتي :

- 1- المتراكبة (B1) : متراكبة مكونة من مادة شمع البرافين كأساس وعنصر البورون كمادة تدعيم . وكما هو معلوم ، فإن النيوترون عند تفاعله مع البورون يعطي اشعة الفا كما في التفاعل الاتي :



- 2- المتراكبة (B2) : هي مكونة من مادة شمع البرافين كأساس وثلاثي اوكسيد البورون كمادة تدعيم .
- 3- المتراكبة (B3) : هي مكونة من مادة شمع البرافين كأساس وثلاثي اوكسيد الحديد كمادة تدعيم .
- 4- المتراكبة (B4) : هي مكونة من مادة شمع البرافين كأساس وعنصر التتكنستن كمادة تدعيم .
- 5- المتراكبة (B5) : هي مكونة من مادة شمع البرافين كأساس واطيان عراقية قياسية (كاؤولين) كمادة تدعيم . كما هو موضح في الجدولين (1-3) و (2-3)، اما الجدولان (3-3) و(4-3) فيوضحان الصيغ الكيميائية والكثافة والاعداد الذرية والاوزان الذرية للمواد والعناصر المستخدمة في تصميم الدروع.



الجدول (1-3) تفاصيل الدروع المصممة للمجموعة الاولى (A)

اسم المجموعة	مادة الاساس	تركيز الاساس %	مادة التدعيم	تركيز التدعيم %
A	البولي ستايرين	100	-	0
A1	البولي ستايرين	95	B	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
A2	البولي ستايرين	95	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
A3	البولي ستايرين	95	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
A4	البولي ستايرين	95	W	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
A5	البولي ستايرين	95	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub> H <sub>4</sub>	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45

الجدول (2-3) تفاصيل الدروع المصممة للمجموعة الثانية (B)

اسم المجموعة	مادة الاساس	تركيز الاساس %	مادة التدعيم	تركيز التدعيم %
B	شمع اليرافين	100	-	0
B1	شمع اليرافين	95	B	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
B2	شمع اليرافين	95	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
B3	شمع اليرافين	95	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
B4	شمع اليرافين	95	W	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45
B5	شمع اليرافين	95	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub> H <sub>4</sub>	5
		85		15
		75		25
		65		35
		55		45

الجدول (3-3) بعض خصائص المواد المستخدمة في تصميم الدروع

الكثافة ( $\text{g/cm}^3$ )	الصيغة الكيميائية	المواد
1.04	$\text{C}_8\text{H}_8$	البولي ستايرين Polystyrene
0.95	$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	شمع البرافين Paraffin Wax
2.34	B	البورون
2.46	$\text{B}_2\text{O}_3$	ثلاثي اوكسيد البورون
5.24	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	ثلاثي اوكسيد الحديد
19.25	W	التنكستن
2.6	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9\text{H}_4$	طين الكاولين

الجدول (4-3) الاعداد الذرية والاوزان الذرية لعناصر المواد المستخدمة

العناصر	الوزن الذري (A)	العدد الذري (Z)
C	12.0107	6
H	1.00794	1
B	10.811	5
O	15.9994	8
Fe	55.845	26
W	183.84	74
Al	26.981538	13
Si	28.0855	14

### 2-3 برنامج X-Com :

هو برنامج عالمي اصدار (3.1) صمم بديلاً للحسابات اليدوية ، ويشمل البرنامج بيانات عن تشتت الفوتونات وامتصاصها (الاشعة السينية و اشعة كاما) المستخدمة في الكثير من التطبيقات العلمية والهندسية والطبية . ويشمل البرنامج جداول متاحة عادة لحساب معاملات توهين اشعة كاما والمقاطع العرضية للعناصر والمركبات والمخاليط وعند مدى من الطاقات (1 keV – 100 GeV) ولأعداد الذرية من (Z=1-100) ولجميع العناصر.

يوفر البرنامج معلومات عن المقاطع العرضية الكلية ومعاملات التوهين وكذلك المقاطع العرضية الجزئية لعمليات تفاعل الفوتون مع المادة . إن معلومات الادخال تحدد بنوع المادة المراد حساب معاملات التوهين لها ، فبالنسبة للعناصر يتوجب كتابة الصيغة الكيميائية او العدد الذري للعنصر .

اما بالنسبة للمركبات فيتم ادخال صيغة المركب ويكون الاخراج دائماً لمعاملات التفاعل الجزئي ومعاملات التوهين الكتلي الكلي بوحدات  $\text{cm}^2/\text{g}$  .

اما فيما يخص المخاليط فيتم ادخال عدد المكونات في الخليط مع تحديد الرمز الكيميائي بالاضافة الى الكسر الوزني لكل مكون (عنصر او مركب) ؛ اما الاخراج فالحال كما هو عليه بالنسبة للمركبات .

اضافة الى ما سبق فإن البرنامج يقوم بحساب الكسور الوزنية للمواد الداخلة في تركيب مادة الدروع اعتماداً على نسبة مشاركة كل عنصر في الخلطة الواحدة بحيث يكون مجموع الكسور الوزنية مساوياً لـ (1) .

اما بالنسبة لقائمة الطاقات المستخدمة وكيفية الادخال فيكون للمستخدم ثلاثة اختيارات هي :

1- مدى الطاقات القياسية (1 keV – 100 GeV).

2- مدى الطاقات القياسية مع الطاقات المختارة من قبل المستخدم .

3- مدى الطاقات المختارة من قبل المستخدم فقط . (حيث تم اختيار هذا المدى من الطاقات MeV (0.5-10) لكي يشمل جميع عمليات توهين اشعة كاما وكذلك توهين النيوترونات السريعة) .

تم ادخال الصيغ الكيميائية للخلطات الموضحة في الجدولين (1-3) و (2-3) ، مع تحديد الكسر الوزني لكل عنصر في الخلطات وتم الحصول على معاملات التوهين الكتلية ، وباستعمال معادلة (11-2) تم الحصول على معامل توهين اشعة كاما الخطي . وتمت الاستعانة بالموقع (Molecular weight and molar mass for chemistry problems) لحساب الوزن الجزيئي .

اما فيما يخص حسابات التوهين للنيوترون فتم استعمال المعادلة التجريبية الآتية [40] :

$$\Sigma/\rho \text{ (cm}^2\text{/g)} = 0.206 A^{-1/3} Z^{0.294} \quad \dots (1-3)$$

حيث ان Z هو العدد الذري للعنصر و A هو الوزن الذري .

تم استخدام المعادلة (1-3) لحساب المقطع العرضي العياني الكتلي لتوهين النيوترونات لكل عنصر في الخلطة ، وباستعمال المعادلة (2-2) تم حساب المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة وذلك بحاصل جمع المقطع العرضي العياني الكتلي للتوهين لكل عنصر في الخلطة مضروباً في الكثافة الجزئية لكل عنصر فيها .

# الفصل الرابع

PDF Reducer Demo

# النتائج والمناقشة

PDF Reducer Demo

1-4 معامل التوهين الخطي الكلي لاشعة كاما ( $\mu$ ): -

**Total Linear Attenuation coefficient of Gamma Rays**

تم حساب معامل التوهين الخطي الكلي لمختلف المتراكبات والموضحة في الجدولين (1-3) و (2-3)، ولمختلف التراكيز والطاقات وكما مبين في الجدولين (1-4) و (2-4)، حيث تم رسم العلاقة بين قيم معامل التوهين الخطي الكلي وتراكيز مواد التدعيم المتمثلة في الاشكال (1-4) – (10-4)، وهذه الاشكال توضح ان معامل التوهين الخطي الكلي للمتراكبات (الخلطات) يزداد مع زيادة تركيز مواد التدعيم في جميع الخلطات ولكل الطاقات، وسبب هذه الزيادة يمكن ان يعزى الى الطريقة التي تنتجت بها مواد التدعيم في المتراكبات حيث تحدث زيادة في الكثافة ومن ثم تحدث زيادة في الامتصاص وبما ان معامل التوهين الخطي الكلي يعتمد على كثافة المواد فان توهين اشعة كاما يزداد. لذلك فان مواد الاساس (البولي ستايرين وشمع البرافين) لوحدها تكون غير مفيدة في تدريع اشعة كاما ولكن عند اضافة مواد تدعيم لها تصبح اكثر كفاءة وهذا يتفق مع الدراسة [33].

الجدول (1-4) قيم معاملات التوهين الخطي الكلي لاشعة كاما ( $\mu$ ) لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	Energy(MeV)	$\mu$ (cm <sup>-1</sup> )					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A1	0.5	0.09754	0.09962	0.10417	0.10930	0.11515	0.12186
	1.0	0.07121	0.07273	0.07605	0.07981	0.08407	0.08898
	2.0	0.04969	0.05075	0.05306	0.05568	0.05865	0.06207
	3.0	0.03976	0.04061	0.04245	0.04454	0.04692	0.04964
	4.0	0.03391	0.03464	0.03621	0.03798	0.04001	0.04234
	5.0	0.03006	0.03069	0.03209	0.03365	0.03544	0.03750
	6.0	0.02731	0.02789	0.02915	0.03058	0.03220	0.03406
	7.0	0.02527	0.02580	0.02697	0.02827	0.02977	0.03149
	8.0	0.02369	0.02419	0.02528	0.02650	0.02790	0.02951
	9.0	0.02243	0.02291	0.02394	0.02510	0.02643	0.02794
10.0	0.02142	0.02187	0.02285	0.02395	0.02521	0.02667	
A2	0.5	0.09754	0.09998	0.10532	0.11139	0.11833	0.12636
	1.0	0.07121	0.07299	0.07689	0.08132	0.08638	0.09225
	2.0	0.04969	0.05093	0.05366	0.05677	0.06032	0.06442
	3.0	0.03976	0.04076	0.04297	0.04548	0.04835	0.05166
	4.0	0.03391	0.03478	0.03670	0.03886	0.04134	0.04420
	5.0	0.03006	0.03083	0.03255	0.03449	0.03673	0.03930
	6.0	0.02731	0.02804	0.02961	0.03141	0.03346	0.03583
	7.0	0.02527	0.02595	0.02743	0.02911	0.03103	0.03325
	8.0	0.02369	0.02433	0.02574	0.02733	0.02917	0.03129
	9.0	0.02243	0.02306	0.02441	0.02594	0.02770	0.02973
10.0	0.02142	0.02202	0.02332	0.02481	0.02651	0.02846	

تكملة الجدول (1-4)

المجاميع	Energy(MeV)	$\mu$ (cm <sup>-1</sup> )					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A3	0.5	0.09754	0.10114	0.10932	0.11915	0.13117	0.14620
	1.0	0.07121	0.07378	0.07963	0.08665	0.09523	0.10597
	2.0	0.04969	0.05152	0.05567	0.06066	0.06677	0.07439
	3.0	0.03976	0.04130	0.04481	0.04903	0.05421	0.06066
	4.0	0.03391	0.03532	0.03853	0.04237	0.04707	0.05295
	5.0	0.03006	0.03139	0.03441	0.03806	0.04251	0.04807
	6.0	0.02731	0.02860	0.03154	0.03506	0.03938	0.04477
	7.0	0.02527	0.02653	0.02942	0.03288	0.03711	0.04241
	8.0	0.02369	0.02494	0.02780	0.03123	0.03543	0.04067
	9.0	0.02243	0.02369	0.02654	0.02995	0.03413	0.03937
10.0	0.02142	0.02268	0.02552	0.02894	0.03313	0.03836	
A4	0.5	0.09754	0.10478	0.12167	0.14275	0.16976	0.20571
	1.0	0.07121	0.07461	0.08257	0.09249	0.10520	0.12212
	2.0	0.04969	0.05196	0.05727	0.06390	0.07240	0.08370
	3.0	0.03976	0.04186	0.04678	0.05293	0.06080	0.07127
	4.0	0.03391	0.03602	0.04093	0.04706	0.05492	0.06537
	5.0	0.03006	0.03220	0.03723	0.04349	0.05152	0.06222
	6.0	0.02731	0.02953	0.03471	0.04116	0.04945	0.06046
	7.0	0.02527	0.02756	0.03292	0.03958	0.04815	0.05954
	8.0	0.02369	0.02606	0.03159	0.03849	0.04735	0.05912
	9.0	0.02243	0.02489	0.03060	0.03774	0.04689	0.05905
10.0	0.02142	0.02395	0.02985	0.03720	0.04664	0.05920	
A5	0.5	0.09754	0.10025	0.10621	0.11301	0.12084	0.12996
	1.0	0.07121	0.07319	0.07752	0.08247	0.08816	0.09481
	2.0	0.04969	0.05108	0.05413	0.05762	0.06162	0.06630
	3.0	0.03976	0.04089	0.04339	0.04626	0.04955	0.05338
	4.0	0.03391	0.03492	0.03712	0.03963	0.04253	0.04590
	5.0	0.03006	0.03096	0.03298	0.03529	0.03793	0.04102
	6.0	0.02731	0.02817	0.03006	0.03222	0.03470	0.03760
	7.0	0.02527	0.02609	0.02790	0.02995	0.03233	0.03509
	8.0	0.02369	0.02448	0.02623	0.02821	0.03050	0.03317
	9.0	0.02243	0.02321	0.02490	0.02684	0.02908	0.03167
10.0	0.02142	0.02217	0.02384	0.02574	0.02792	0.03047	

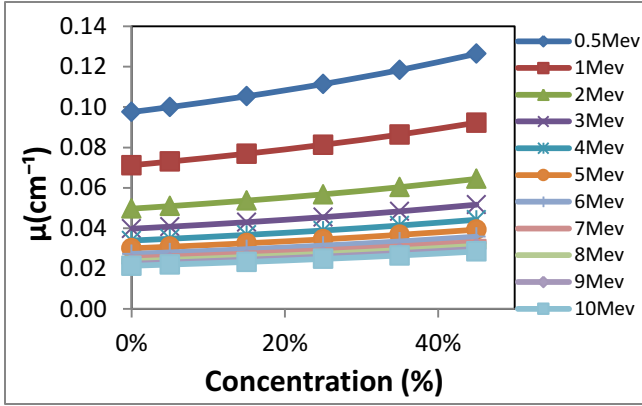


الجدول (2-4) قيم معاملات التوهين الخطي الكلي لاشعة كاما ( $\mu$ ) لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B)

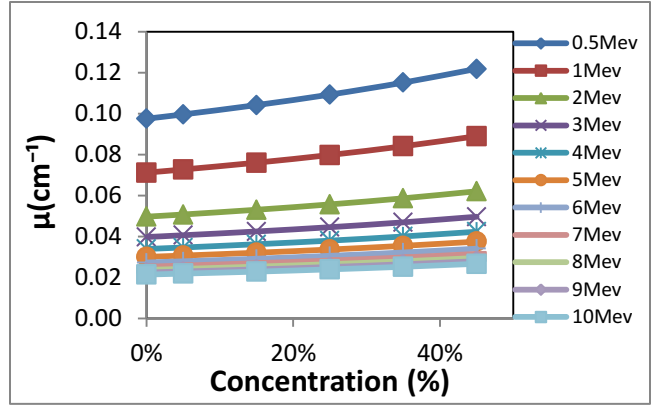
المجاميع	Energy(MeV)	$\mu$ ( $\text{cm}^{-1}$ )					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B1	0.5	0.09483	0.09679	0.10110	0.10602	0.11167	0.11825
	1.0	0.06924	0.07067	0.07383	0.07742	0.08154	0.08634
	2.0	0.04828	0.04928	0.05148	0.05399	0.05686	0.06021
	3.0	0.03856	0.03936	0.04112	0.04312	0.04543	0.04810
	4.0	0.03282	0.03350	0.03501	0.03672	0.03868	0.04097
	5.0	0.02901	0.02962	0.03095	0.03247	0.03421	0.03623
	6.0	0.02631	0.02686	0.02807	0.02944	0.03103	0.03287
	7.0	0.02427	0.02478	0.02591	0.02718	0.02864	0.03034
	8.0	0.02271	0.02317	0.02423	0.02543	0.02679	0.02840
	9.0	0.02145	0.02190	0.02290	0.02403	0.02533	0.02684
	10.0	0.02043	0.02086	0.02181	0.02289	0.02413	0.02558
B2	0.5	0.09483	0.09712	0.10215	0.10792	0.11459	0.12241
	1.0	0.06924	0.07091	0.07458	0.07880	0.08367	0.08936
	2.0	0.04828	0.04945	0.05202	0.05498	0.05839	0.06239
	3.0	0.03856	0.03951	0.04159	0.04398	0.04674	0.04997
	4.0	0.03282	0.03365	0.03545	0.03752	0.03990	0.04270
	5.0	0.02901	0.02976	0.03138	0.03324	0.03539	0.03791
	6.0	0.02631	0.02698	0.02848	0.03020	0.03218	0.03451
	7.0	0.02427	0.02491	0.02633	0.02793	0.02980	0.03199
	8.0	0.02271	0.02331	0.02465	0.02618	0.02796	0.03003
	9.0	0.02145	0.02204	0.02332	0.02480	0.02651	0.02850
	10.0	0.02043	0.02099	0.02225	0.02367	0.02532	0.02725
B3	0.5	0.09483	0.09814	0.10571	0.11484	0.12604	0.14017
	1.0	0.06924	0.07161	0.07701	0.08353	0.09154	0.10164
	2.0	0.04828	0.04996	0.05380	0.05843	0.06414	0.07131
	3.0	0.03856	0.03999	0.04323	0.04716	0.05197	0.05805
	4.0	0.03282	0.03412	0.03708	0.04065	0.04505	0.05057
	5.0	0.02901	0.03024	0.03304	0.03643	0.04059	0.04582
	6.0	0.02631	0.02750	0.03020	0.03348	0.03751	0.04257
	7.0	0.02427	0.02545	0.02811	0.03132	0.03527	0.04025
	8.0	0.02271	0.02386	0.02650	0.02968	0.03361	0.03854
	9.0	0.02145	0.02260	0.02524	0.02842	0.03232	0.03723
	10.0	0.02043	0.02158	0.02422	0.02740	0.03130	0.03622

تكملة الجدول (2-4)

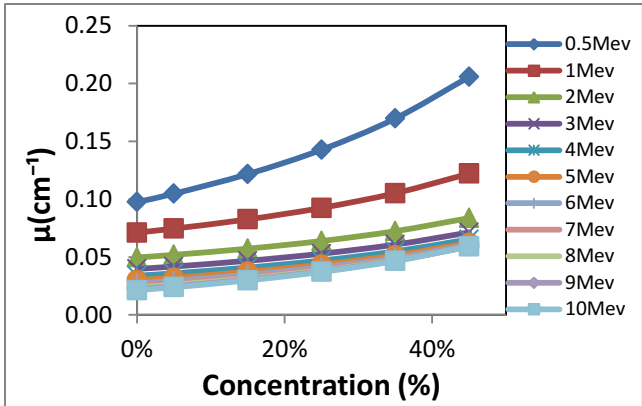
المجاميع	Energy(MeV)	$\mu$ (cm <sup>-1</sup> )					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B4	0.5	0.09483	0.10144	0.11689	0.13621	0.16102	0.19408
	1.0	0.06924	0.07236	0.07964	0.08874	0.10041	0.11598
	2.0	0.04828	0.05037	0.05523	0.06131	0.06912	0.07953
	3.0	0.03856	0.04049	0.04500	0.05063	0.05787	0.06751
	4.0	0.03282	0.03475	0.03926	0.04487	0.05209	0.06171
	5.0	0.02901	0.03099	0.03559	0.04134	0.04871	0.05854
	6.0	0.02631	0.02834	0.03307	0.03899	0.04660	0.05675
	7.0	0.02427	0.02637	0.03128	0.03740	0.04526	0.05573
	8.0	0.02271	0.02488	0.02994	0.03626	0.04441	0.05524
	9.0	0.02145	0.02370	0.02893	0.03547	0.04386	0.05505
10.0	0.02043	0.02275	0.02814	0.03489	0.04355	0.05510	
B5	0.5	0.09483	0.09736	0.10296	0.10939	0.11689	0.12571
	1.0	0.06924	0.07108	0.07516	0.07984	0.08529	0.09171
	2.0	0.04828	0.04958	0.05245	0.05575	0.05959	0.06411
	3.0	0.03856	0.03963	0.04198	0.04469	0.04784	0.05155
	4.0	0.03282	0.03376	0.03583	0.03822	0.04100	0.04427
	5.0	0.02901	0.02988	0.03177	0.03395	0.03650	0.03949
	6.0	0.02631	0.02711	0.02889	0.03095	0.03333	0.03614
	7.0	0.02427	0.02505	0.02675	0.02870	0.03098	0.03367
	8.0	0.02271	0.02345	0.02509	0.02699	0.02919	0.03178
	9.0	0.02145	0.02217	0.02378	0.02563	0.02777	0.03030
10.0	0.02043	0.02114	0.02272	0.02452	0.02664	0.02911	



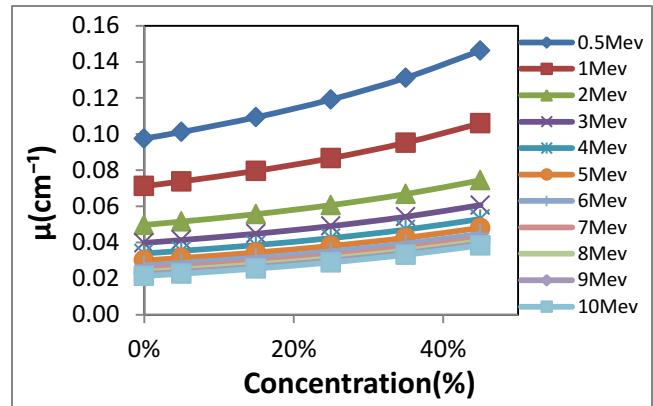
الشكل (2-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2



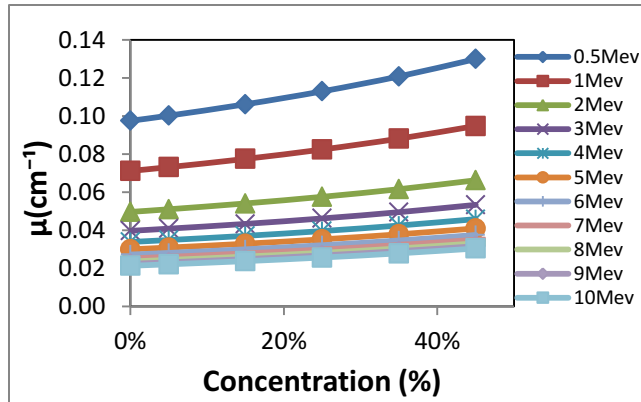
الشكل (1-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1



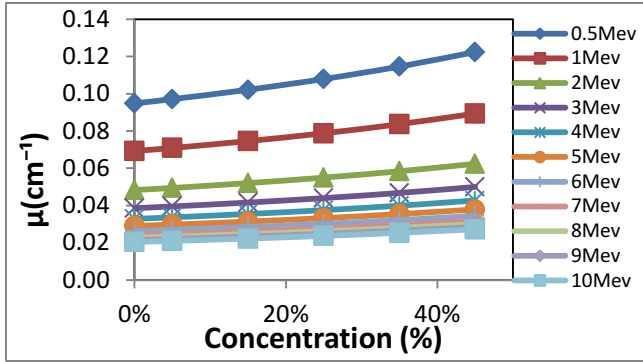
الشكل (4-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4



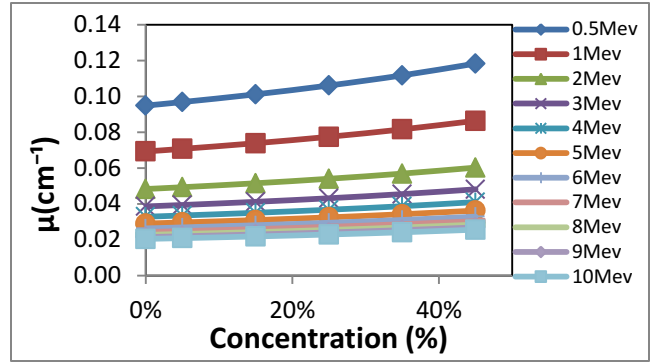
الشكل (3-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3



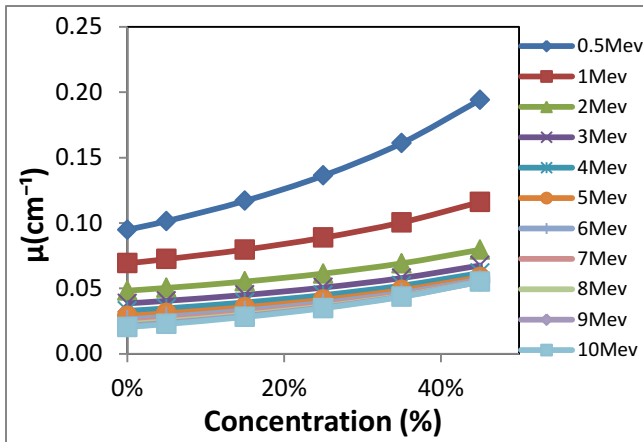
الشكل (5-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5



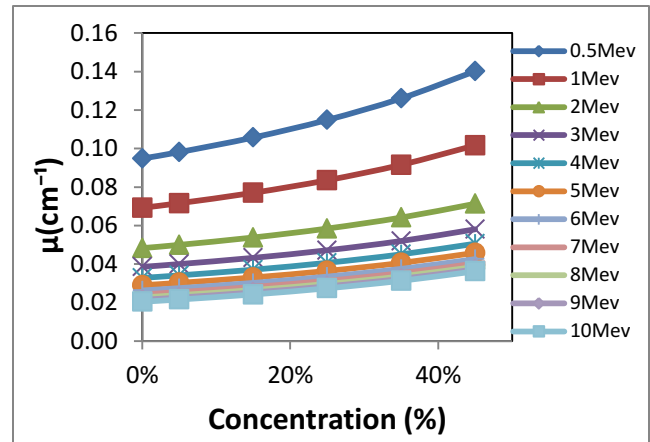
الشكل (7-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2



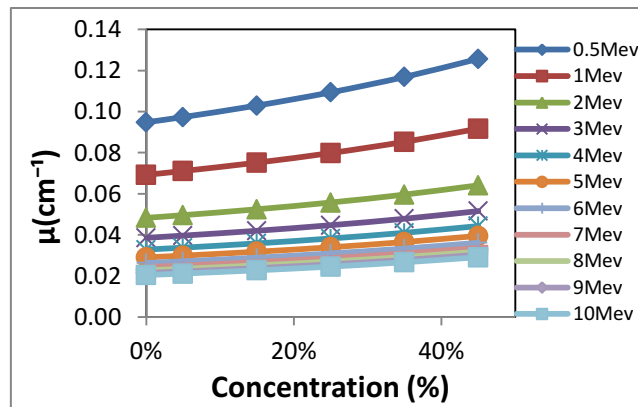
الشكل (6-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1



الشكل (9-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4

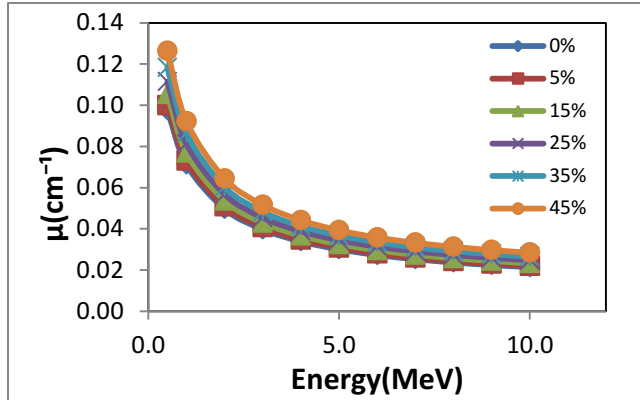


الشكل (8-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3

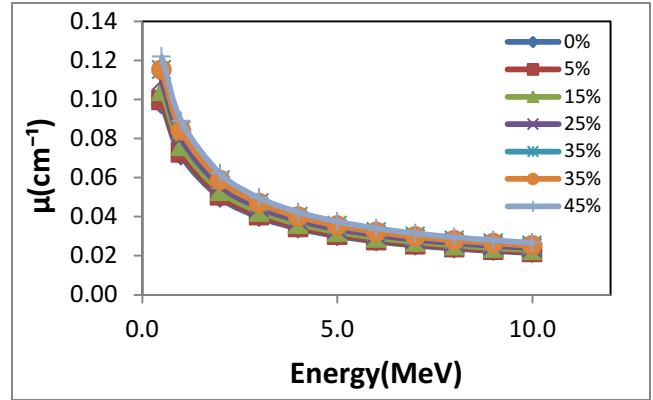


الشكل (10-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5

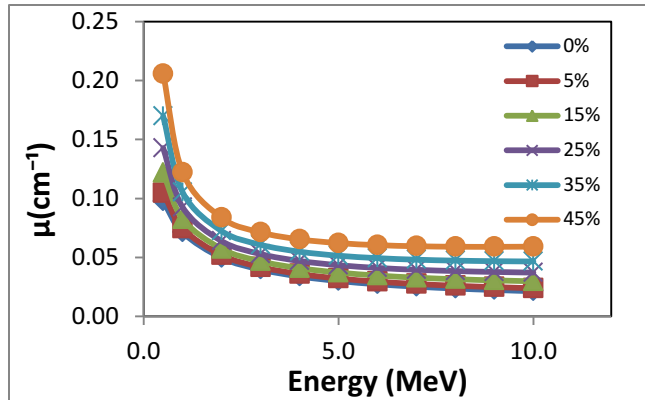
اما الاشكال (4-11) – (4-20) فتبين اعتماد معاملات التوهين على طاقة الفوتون، فزيادة طاقة الفوتون نلاحظ تناقص معامل التوهين، ويمكن تفسير ذلك من خلال معرفة كيفية تفاعل اشعة كاما مع المادة عند الطاقات المختلفة ، ويلاحظ من هذه الاشكال زيادة قيم معامل التوهين الخطي عند الطاقات المنخفضة حيث يكون التأثير الكهروضوئي هو السائد ضمن هذه الطاقات وبزيادة الطاقة يقل التأثير الكهروضوئي سريعا ويكون تأثير كومبتن ذا اهمية اكبر عند الطاقات المتوسطة . اما إنتاج الزوج فلا يحدث اطلاقاً اذا كانت طاقة اشعة كاما اقل من (1.022 MeV) ولكن عند زيادة الطاقة عن هذه القيمة فإن عملية إنتاج الزوج تصبح هي الفضلى والاهم بين العمليات الثلاث ونلاحظ انه لا يحدث في هذه المنطقة تغير ملحوظ في قيم معامل التوهين وهذا يتفق مع الدراسة [20] .



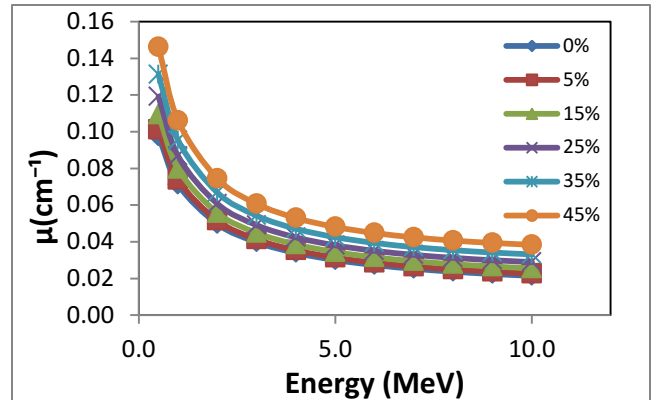
الشكل (12-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2



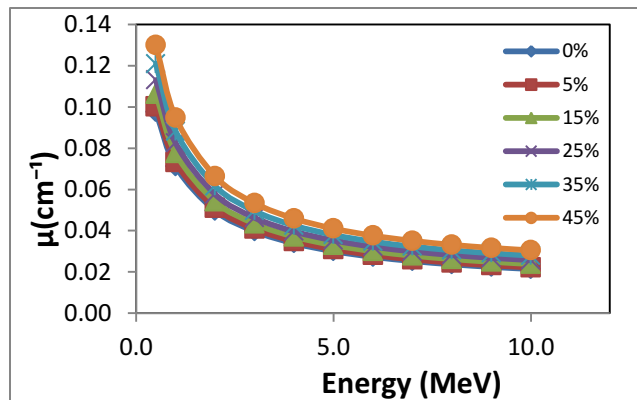
الشكل (11-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1



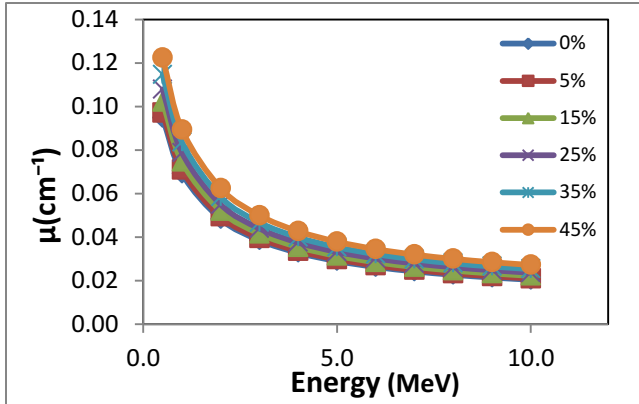
الشكل (14-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4



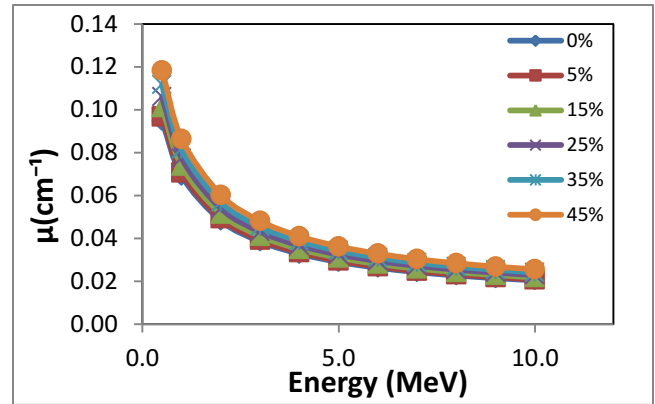
الشكل (13-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3



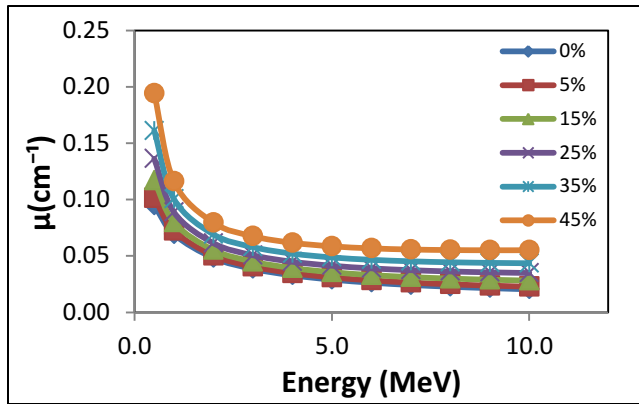
الشكل (15-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5



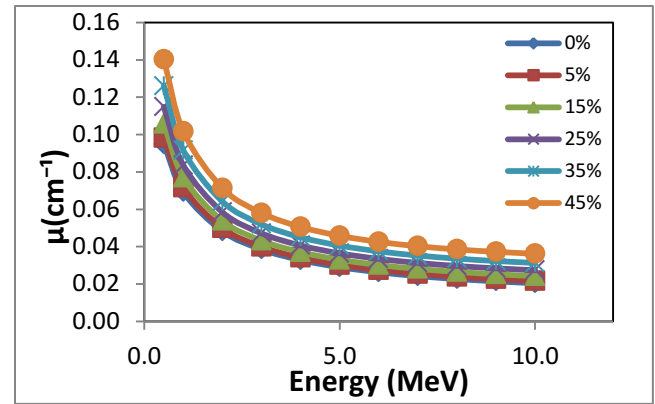
الشكل (17-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2



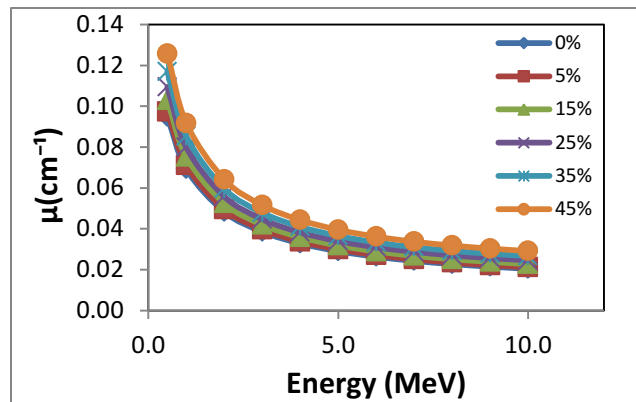
الشكل (16-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1



الشكل (19-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4

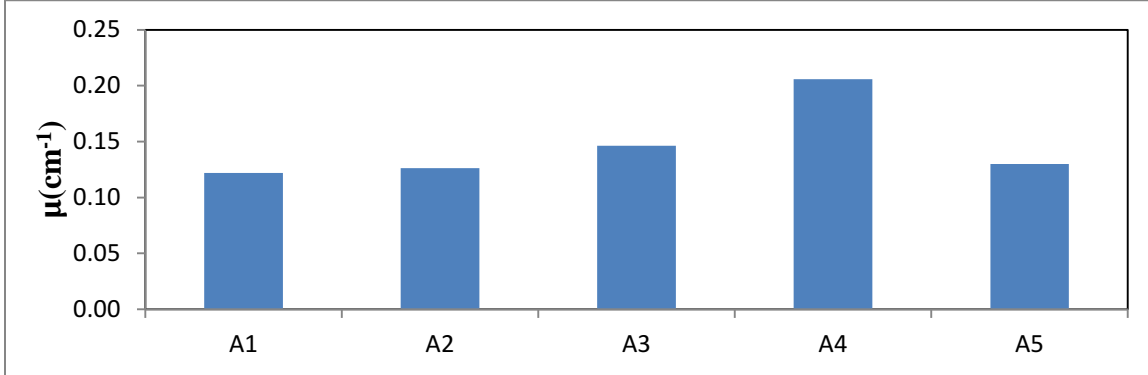


الشكل (18-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3

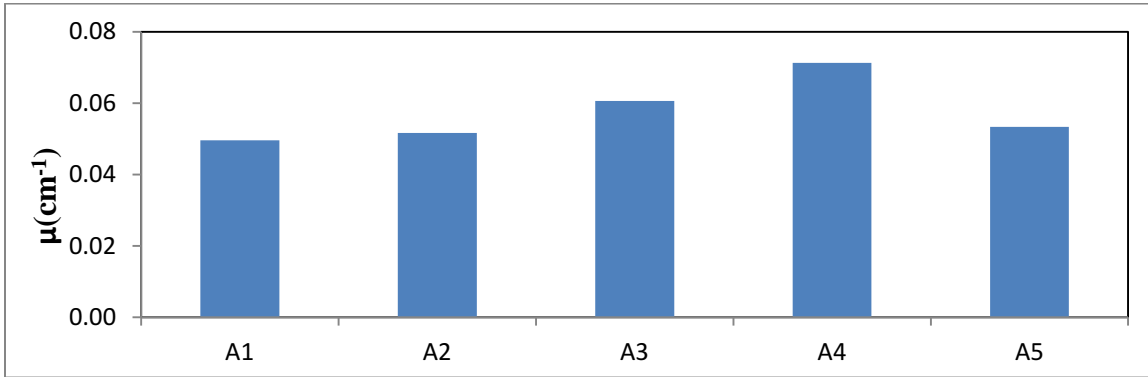


الشكل (20-4) يبين معامل التوهين الخطي الكلي كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5

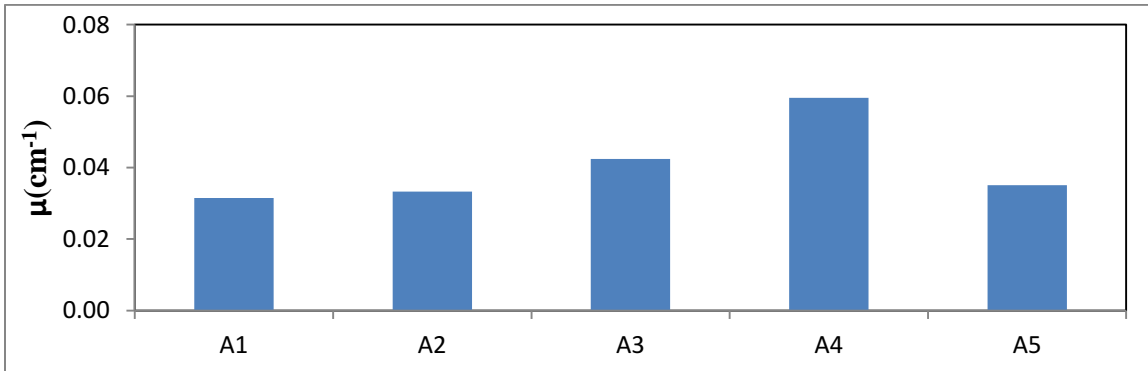
ولمعرفة اي نوع من الانواع الخمسة لمواد التدعيم هو الافضل في التدريع فقد تم رسم العلاقة بين معامل التوهين الخطي ونوع مادة التدعيم وعند تركيز معين (45%) ولطاقات مختلفة وكما موضح بالاشكال (21-4) – (29-4) . وقد تبين من هذه الاشكال ان الخلطة (A4) تعطي أفضل قيم للتوهين من باقي الخلطات والسبب يرجع الى العدد الذري العالي والكثافة العالية للتكنستن .



الشكل (21-4) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 0.5 MeV لدروع المجموعة الاولى A

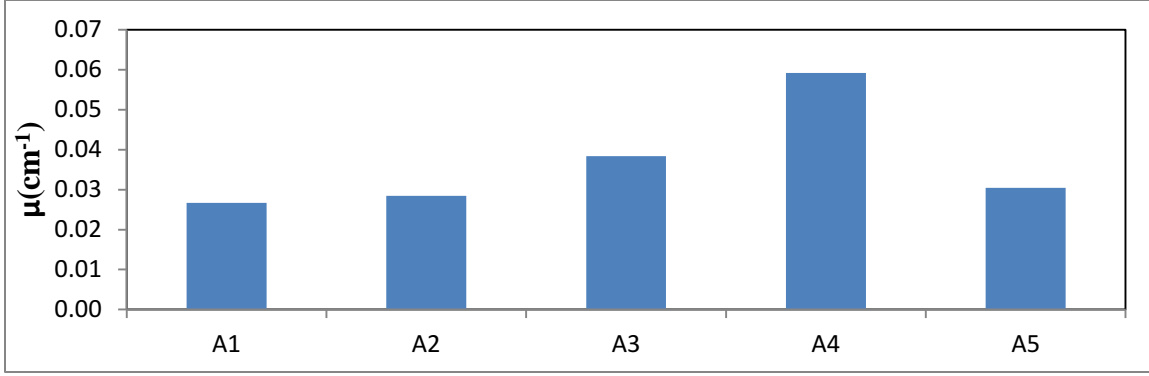


الشكل (22-4) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 3MeV لدروع المجموعة الاولى A

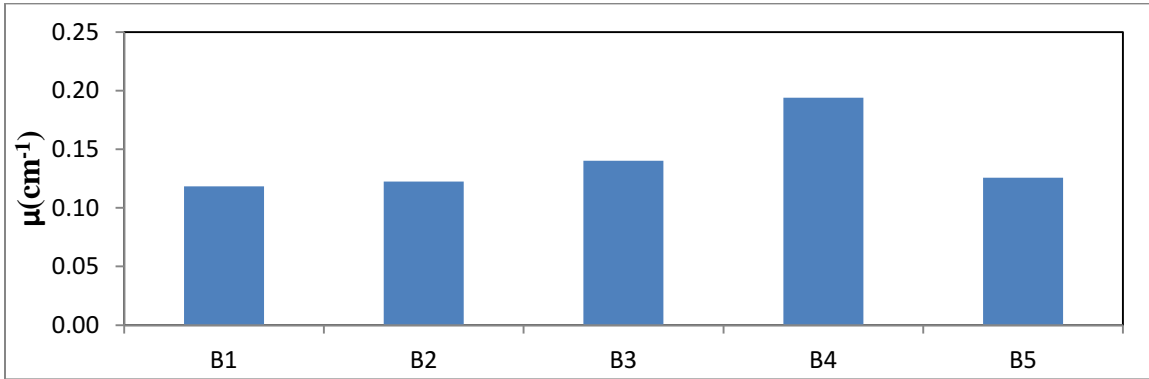


الشكل (23-4) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما 7MeV لدروع المجموعة الاولى A

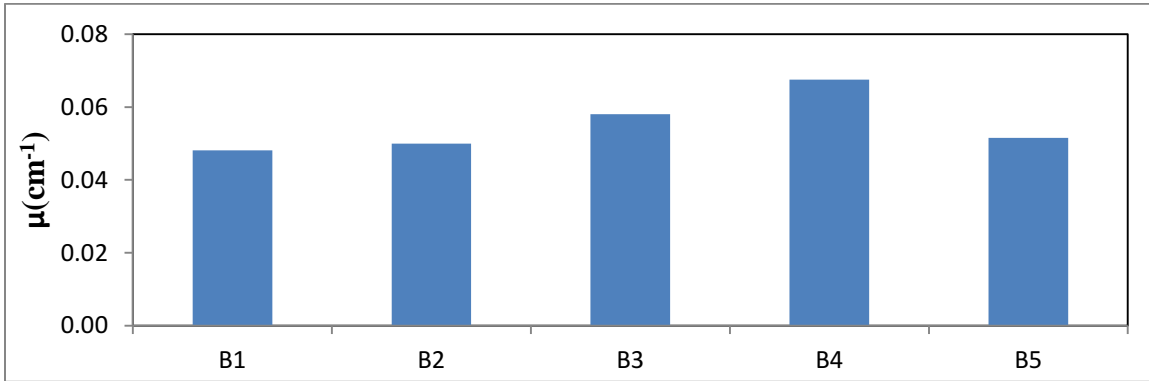




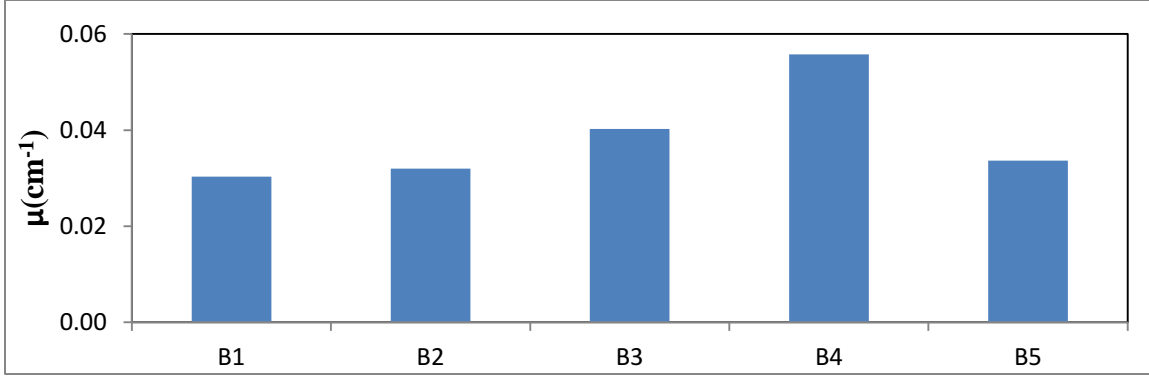
الشكل (4-24) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كاما 10 MeV لدروع المجموعة الاولى A



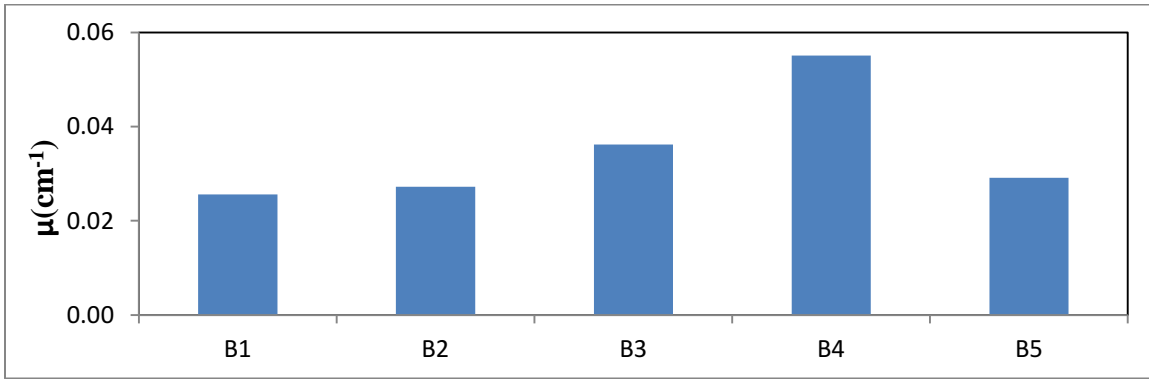
الشكل (4-25) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كاما 0.5 MeV لدروع المجموعة الثانية B



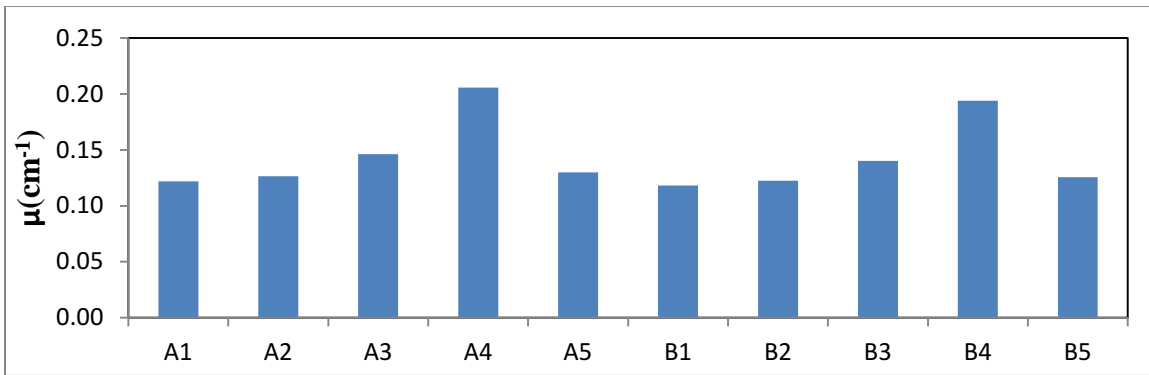
الشكل (4-26) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كاما 3 MeV لدروع المجموعة الثانية B



الشكل (4-27) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما  
7 MeV لدروع المجموعة الثانية B



الشكل (4-28) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما  
10 MeV لدروع المجموعة الثانية B



الشكل (4-29) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بنوع مواد التدعيم وعند تركيز 45 % لطاقة اشعة كما  
0.5 MeV لدروع المجموعتين الاولى والثانية A و B

**Effective atomic number**

**2-4 العدد الذري المؤثر ( $Z_{eff}$ ): -**

الجدولان (3-4) و (4-4) يبينان قيم العدد الذري المؤثر ( $Z_{eff}$ ) التي تم حسابها من برنامج الاكسل ومن خلال المعادلة (2-12) لتراكيز وطاقات مختلفة ، وقد رسمت العلاقة بين العدد الذري المؤثر وتركيز مواد التدعيم وكما موضح بالاشكال (4-30) – (4-39). حيث يلاحظ من هذه الاشكال ان الزيادة في الاعداد الذرية المؤثرة بزيادة تركيز مادة التدعيم يعكس التحسن الحاصل في خواص المادة الاساس باتجاه الاستخدام الحاصل في توهين اشعة كاما وهذا يتفق مع الدراسة [33].

الجدول (3-4) قيم العدد الذري المؤثر  $Z_{eff}$  لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	Energy(MeV)	$Z_{eff}$					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A1	0.5	3.50135	3.57628	3.72614	3.87601	4.02587	4.17574
	1.0	3.50035	3.57533	3.72530	3.87526	4.02523	4.17519
	2.0	3.50785	3.58245	3.73167	3.88088	4.03010	4.17932
	3.0	3.52773	3.60134	3.74857	3.89580	4.04302	4.19025
	4.0	3.55186	3.62427	3.76908	3.91390	4.05871	4.20352
	5.0	3.57984	3.65085	3.79287	3.93488	4.07690	4.21891
	6.0	3.60770	3.67731	3.81654	3.95577	4.09500	4.23423
	7.0	3.63772	3.70583	3.84206	3.97829	4.11452	4.25075
	8.0	3.66691	3.73357	3.86688	4.00018	4.13349	4.26680
	9.0	3.69331	3.75864	3.88931	4.01998	4.15065	4.28132
10.0	3.72409	3.78788	3.91548	4.04307	4.17066	4.29825	
A2	0.5	3.50135	3.66629	3.99617	4.32605	4.65593	4.98581
	1.0	3.50035	3.66532	3.99525	4.32518	4.65511	4.98504
	2.0	3.50785	3.67255	4.00196	4.33137	4.66079	4.99020
	3.0	3.52773	3.69183	4.02003	4.34824	4.67644	5.00465
	4.0	3.55186	3.71513	4.04165	4.36817	4.69470	5.02122
	5.0	3.57984	3.74218	4.06684	4.39150	4.71617	5.04083
	6.0	3.60770	3.76912	4.09196	4.41480	4.73765	5.06049
	7.0	3.63772	3.79812	4.11893	4.43973	4.76053	5.08134
	8.0	3.66691	3.82615	4.14463	4.46311	4.78159	5.10006
	9.0	3.69331	3.85172	4.16854	4.48537	4.80219	5.11901
10.0	3.72409	3.88127	4.19562	4.50997	4.82433	5.13868	

تكملة الجدول (3-4)

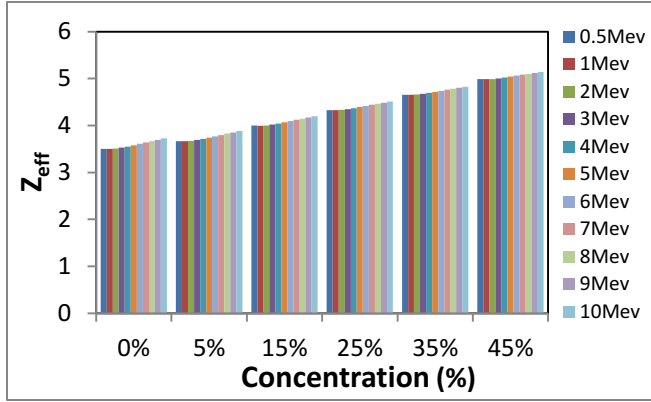
المجاميع	Energy(MeV)	$Z_{eff}$					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A3	0.5	3.50135	4.09372	5.27847	6.46322	7.64797	8.83272
	1.0	3.50035	4.08754	5.26192	6.43629	7.61067	8.78505
	2.0	3.50785	4.09812	5.27867	6.45922	7.63977	8.82032
	3.0	3.52773	4.12836	5.32964	6.53091	7.73218	8.93346
	4.0	3.55186	4.16427	5.38909	6.61392	7.83874	9.06356
	5.0	3.57984	4.20390	5.45201	6.70013	7.94824	9.19635
	6.0	3.60770	4.24277	5.51293	6.78309	8.05325	9.32340
	7.0	3.63772	4.28292	5.57331	6.86371	8.15410	9.44450
	8.0	3.66691	4.32140	5.63038	6.93936	8.24834	9.55733
	9.0	3.69331	4.35571	5.68053	7.00534	8.33015	9.65496
10.0	3.72409	4.39370	5.73293	7.07216	8.41139	9.75062	
A4	0.5	3.50135	7.02628	14.07614	21.12601	28.17587	35.22574
	1.0	3.50035	7.02533	14.07530	21.12526	28.17523	35.22519
	2.0	3.50785	7.03245	14.08167	21.13088	28.18010	35.22932
	3.0	3.52773	7.05134	14.09857	21.14580	28.19302	35.24025
	4.0	3.55186	7.07427	14.11908	21.16390	28.20871	35.25352
	5.0	3.57984	7.10085	14.14287	21.18488	28.22690	35.26891
	6.0	3.60770	7.12731	14.16654	21.20577	28.24500	35.28423
	7.0	3.63772	7.15583	14.19206	21.22829	28.26452	35.30075
	8.0	3.66691	7.18357	14.21688	21.25018	28.28349	35.31680
	9.0	3.69331	7.20864	14.23931	21.26998	28.30065	35.33132
10.0	3.72409	7.23788	14.26548	21.29307	28.32066	35.34825	
A5	0.5	3.50135	3.70909	4.12458	4.54006	4.95555	5.37104
	1.0	3.50035	3.70784	4.12283	4.53781	4.95280	5.36778
	2.0	3.50785	3.71597	4.13221	4.54845	4.96469	5.38093
	3.0	3.52773	3.73773	4.15772	4.57772	4.99772	5.41772
	4.0	3.55186	3.76408	4.18851	4.61294	5.03737	5.46180
	5.0	3.57984	3.79434	4.22333	4.65231	5.08130	5.51029
	6.0	3.60770	3.82468	4.25866	4.69263	5.12661	5.56058
	7.0	3.63772	3.85682	4.29501	4.73320	5.17139	5.60958
	8.0	3.66691	3.88801	4.33019	4.77238	5.21457	5.65675
	9.0	3.69331	3.91655	4.36303	4.80951	5.25598	5.70246
10.0	3.72409	3.94891	4.39856	4.84820	5.29785	5.74749	

الجدول (4-4) قيم العدد الذري المؤثر  $Z_{eff}$  لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B)

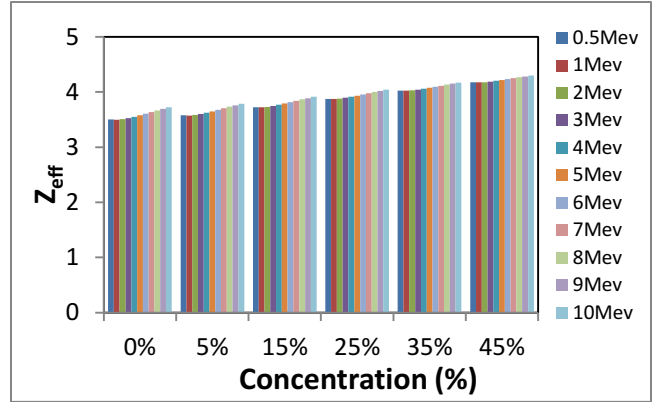
المجاميع	Energy(MeV)	$Z_{eff}$					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B1	0.5	2.63148	2.74991	2.98676	3.22361	3.46046	3.69731
	1.0	2.63072	2.74919	2.98611	3.22304	3.45997	3.69690
	2.0	2.63709	2.75524	2.99153	3.22782	3.46411	3.70040
	3.0	2.65468	2.77195	3.00648	3.24101	3.47554	3.71008
	4.0	2.67610	2.79230	3.02469	3.25708	3.48947	3.72186
	5.0	2.70057	2.81554	3.04548	3.27543	3.50537	3.73531
	6.0	2.72676	2.84043	3.06775	3.29507	3.52240	3.74972
	7.0	2.75284	2.86520	3.08992	3.31463	3.53935	3.76406
	8.0	2.78036	2.89134	3.11330	3.33527	3.55723	3.77920
	9.0	2.80569	2.91540	3.13483	3.35426	3.57370	3.79313
	10.0	2.83329	2.94163	3.15830	3.37497	3.59164	3.80831
B2	0.5	2.63148	2.83992	3.25678	3.67365	4.09052	4.50739
	1.0	2.63072	2.83917	3.25606	3.67296	4.08985	4.50675
	2.0	2.63709	2.84534	3.26182	3.67831	4.09480	4.51128
	3.0	2.65468	2.86244	3.27795	3.69346	4.10896	4.52447
	4.0	2.67610	2.88315	3.29725	3.71136	4.12546	4.53956
	5.0	2.70057	2.90686	3.31945	3.73204	4.14464	4.55723
	6.0	2.72676	2.93223	3.34317	3.75410	4.16504	4.57598
	7.0	2.75284	2.95749	3.36678	3.77607	4.18537	4.59466
	8.0	2.78036	2.98392	3.39106	3.79819	4.20532	4.61246
	9.0	2.80569	3.00848	3.41406	3.81965	4.22523	4.63082
	10.0	2.83329	3.03501	3.43844	3.84187	4.24531	4.64874
B3	0.5	2.63148	3.26735	4.53909	5.81082	7.08256	8.35430
	1.0	2.63072	3.26139	4.52273	5.78407	7.04541	8.30675
	2.0	2.63709	3.27091	4.53853	5.80615	7.07378	8.34140
	3.0	2.65468	3.29897	4.58755	5.87613	7.16471	8.45328
	4.0	2.67610	3.33230	4.64470	5.95710	7.26949	8.58189
	5.0	2.70057	3.36859	4.70463	6.04067	7.37671	8.71275
	6.0	2.72676	3.40589	4.76414	6.12239	7.48064	8.83889
	7.0	2.75284	3.44229	4.82117	6.20005	7.57893	8.95782
	8.0	2.78036	3.47917	4.87681	6.27445	7.67208	9.06972
	9.0	2.80569	3.51247	4.92605	6.33962	7.75319	9.16677
	10.0	2.83329	3.54744	4.97575	6.40406	7.83237	9.26068

تكملة الجدول (4-4)

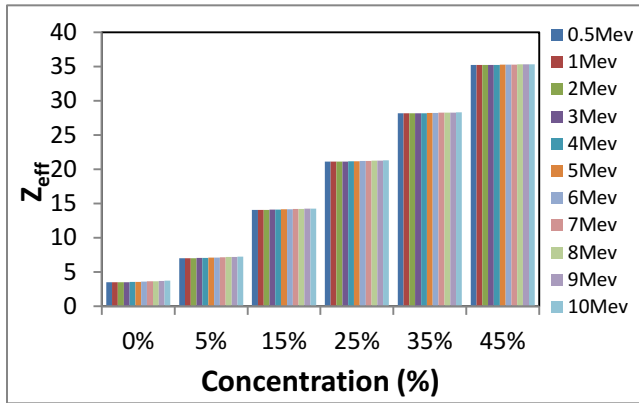
المجاميع	Energy(MeV)	$Z_{eff}$					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B4	0.5	2.63148	6.19991	13.33676	20.47361	27.61046	34.74731
	1.0	2.63072	6.19919	13.33611	20.47304	27.60997	34.74690
	2.0	2.63709	6.20524	13.34153	20.47782	27.61411	34.75040
	3.0	2.65468	6.22195	13.35648	20.49101	27.62554	34.76008
	4.0	2.67610	6.24230	13.37469	20.50708	27.63947	34.77186
	5.0	2.70057	6.26554	13.39548	20.52543	27.65537	34.78531
	6.0	2.72676	6.29043	13.41775	20.54507	27.67240	34.79972
	7.0	2.75284	6.31520	13.43992	20.56463	27.68935	34.81406
	8.0	2.78036	6.34134	13.46330	20.58527	27.70723	34.82920
	9.0	2.80569	6.36540	13.48483	20.60426	27.72370	34.84313
	10.0	2.83329	6.39163	13.50830	20.62497	27.74164	34.85831
B5	0.5	2.63148	2.88272	3.38519	3.88767	4.39014	4.89261
	1.0	2.63072	2.88170	3.38364	3.88559	4.38754	4.88949
	2.0	2.63709	2.88875	3.39207	3.89538	4.39870	4.90201
	3.0	2.65468	2.90833	3.41564	3.92294	4.43024	4.93754
	4.0	2.67610	2.93211	3.44411	3.95612	4.46813	4.98014
	5.0	2.70057	2.95902	3.47594	3.99286	4.50977	5.02669
	6.0	2.72676	2.98780	3.50987	4.03193	4.55400	5.07607
	7.0	2.75284	3.01618	3.54286	4.06954	4.59622	5.12290
	8.0	2.78036	3.04578	3.57662	4.10746	4.63831	5.16915
	9.0	2.80569	3.07331	3.60855	4.14379	4.67903	5.21427
	10.0	2.83329	3.10265	3.64138	4.18010	4.71883	5.25755



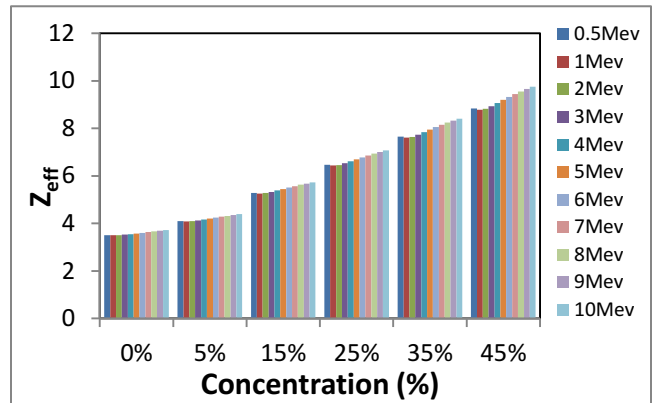
الشكل (4-31) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2



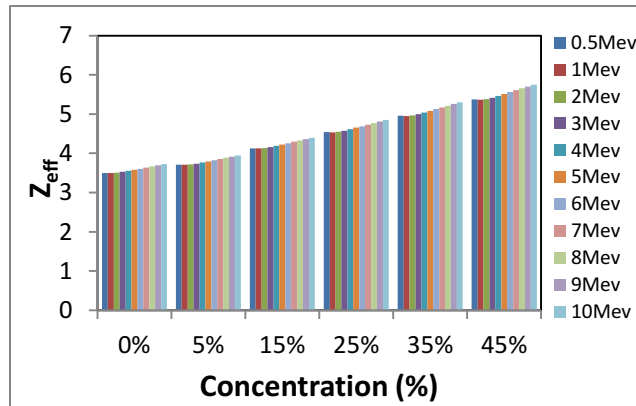
الشكل (4-30) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1



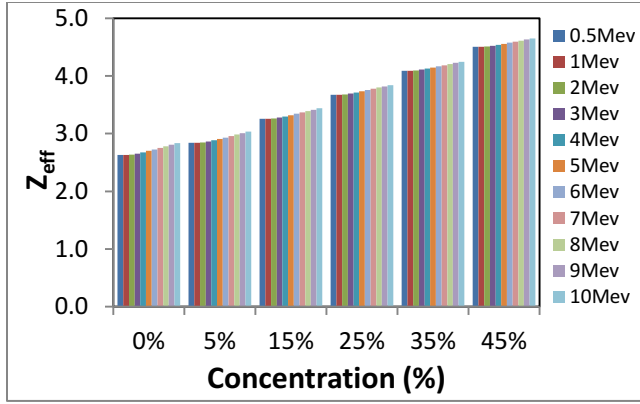
الشكل (4-33) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4



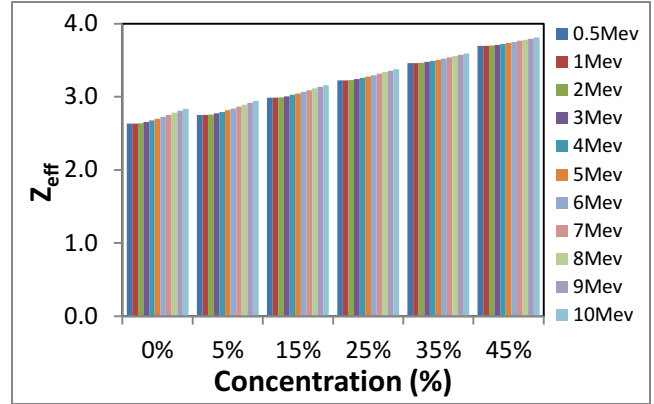
الشكل (4-32) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3



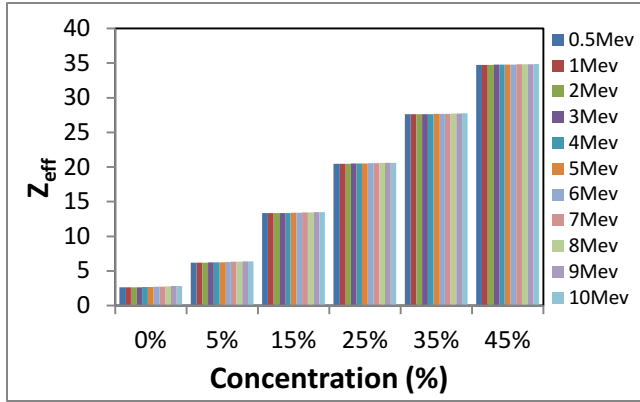
الشكل (4-34) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5



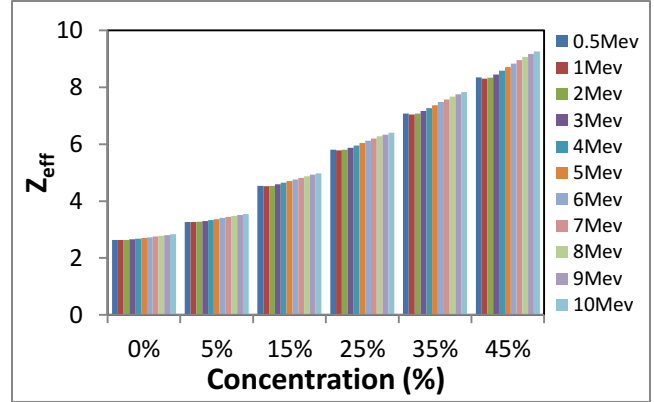
الشكل (4-36) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2



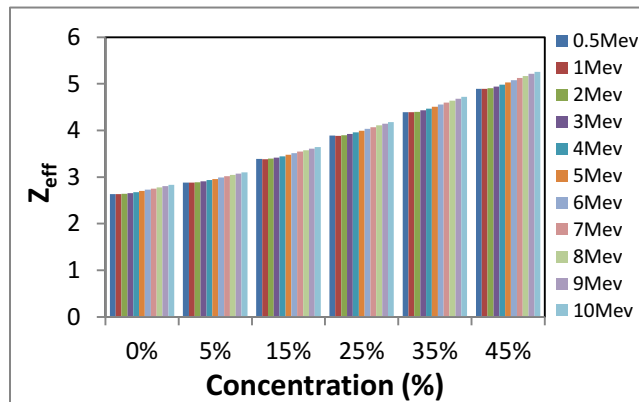
الشكل (4-35) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1



الشكل (4-38) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4



الشكل (4-37) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3

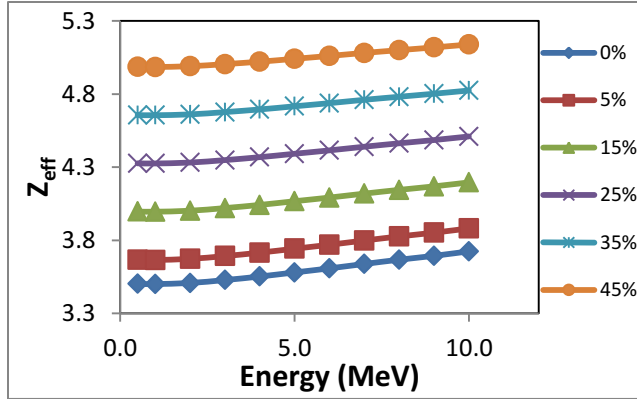


الشكل (4-39) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5

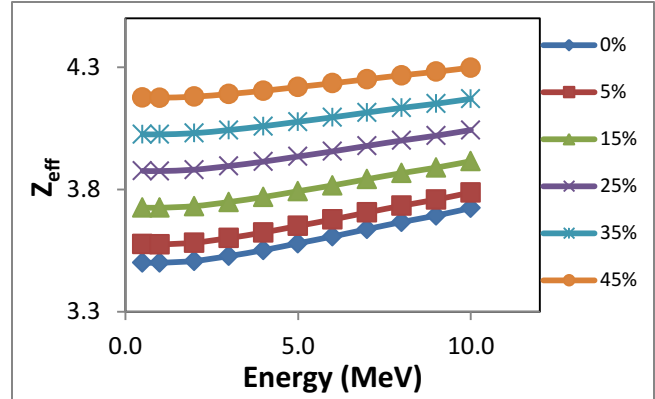


أما العلاقة بين العدد الذري المؤثر ( $Z_{\text{eff}}$ ) والطاقة فقد تم رسمها في الاشكال (40-4) – (49-4)، حيث نلاحظ من هذه الاشكال تغير قيم العدد الذري المؤثر مع الطاقة ، ويعد هذا السلوك نتيجة للعمليات (الظاهرة الكهروضوئية ، استطاره كومبتن و إنتاج الزوج) لتفاعل اشعة كاما مع مادة الدرع ولطاقات مختلفة .

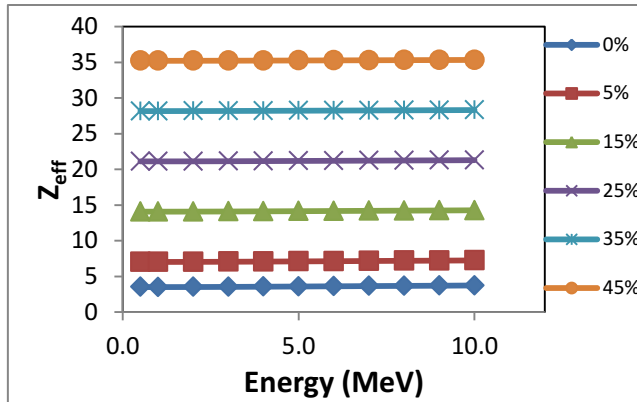
ان اقل قيم للعدد الذري المؤثر كانت عند مدى الطاقات المتوسطة حيث يكون تأثير كومبتن هو المهيمن ضمن هذا المدى من الطاقات والمقطع العرضي له يتناسب مع ( $Z$ )، ومن ثم يزداد العدد الذري المؤثر شيئاً فشيئاً مع زيادة الطاقة حيث يكون تأثير إنتاج الزوج هو المهيمن والذي يتناسب مقطعه العرضي مع ( $Z^2$ ) وهذا يتفق مع الدراسة رقم [92] .



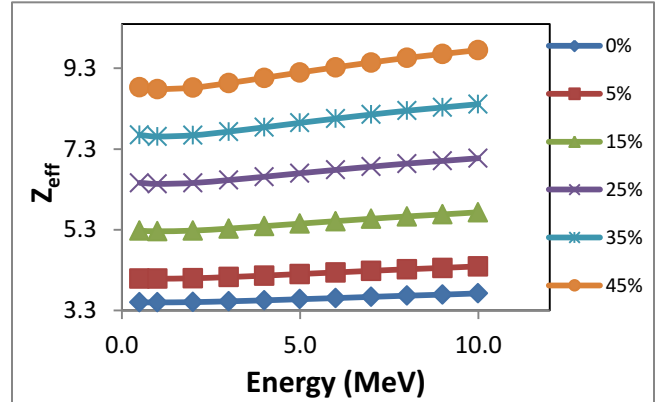
الشكل (41-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2



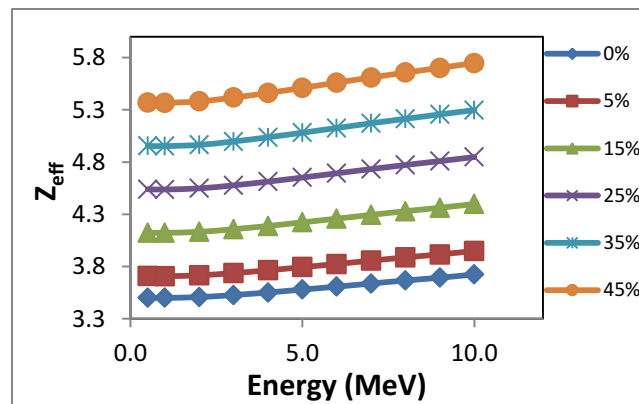
الشكل (40-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1



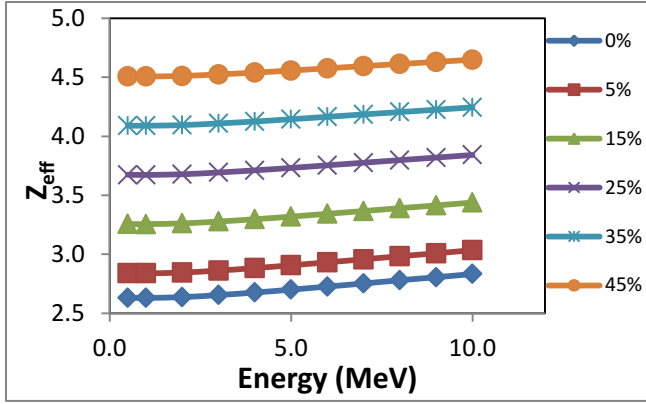
الشكل (43-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4



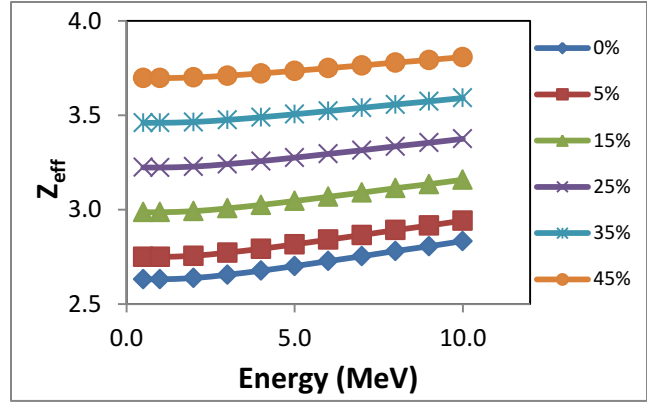
الشكل (42-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3



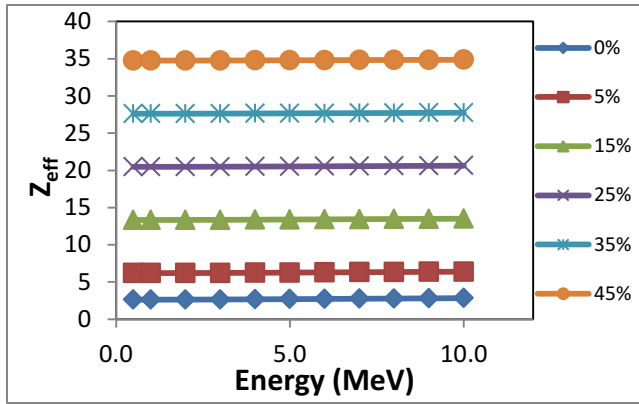
الشكل (44-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5



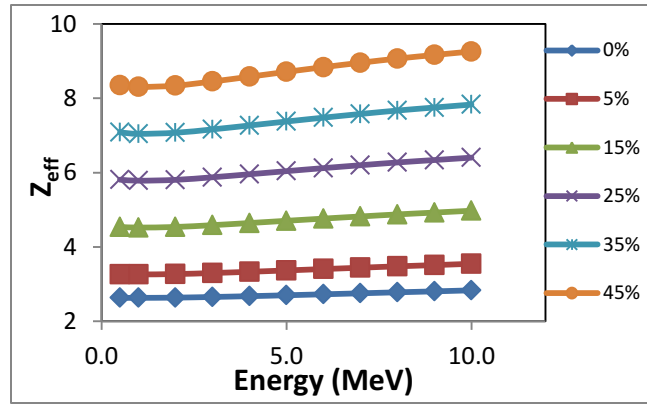
الشكل (46-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2



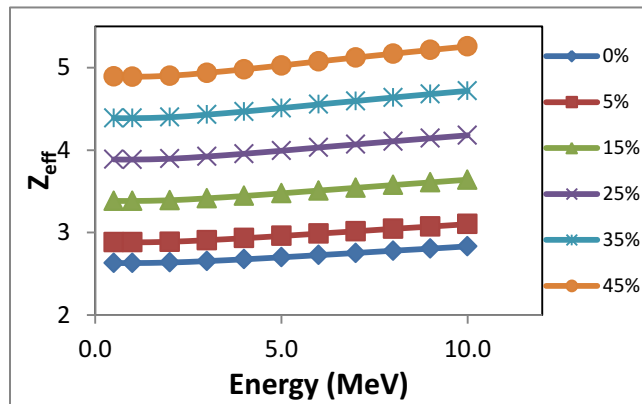
الشكل (45-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1



الشكل (48-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4



الشكل (47-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3

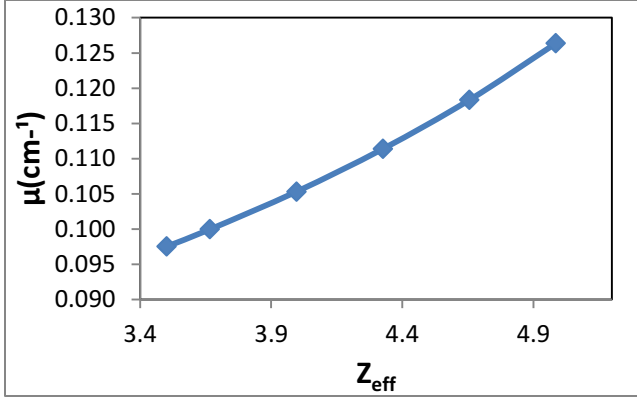


الشكل (49-4) يبين قيم الاعداد الذرية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5

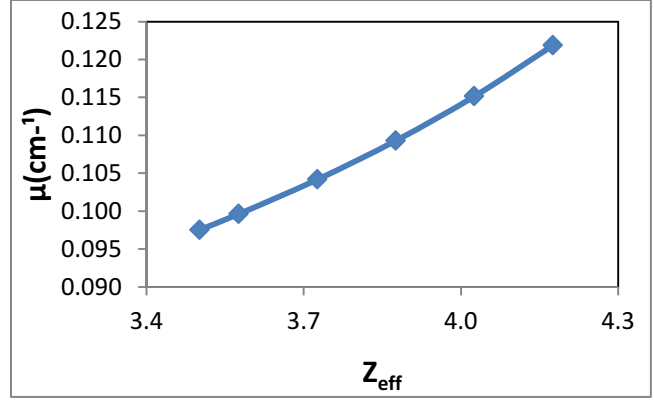
3-4 علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر لاشعة كما :

### The Relationship Between Total Linear Attenuation coefficient and Effective Atomic Number of Gamma Rays

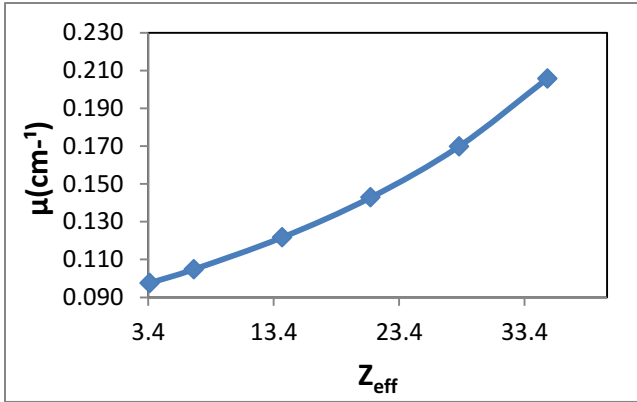
تم رسم العلاقة بين قيم معامل التوهين الخطي الكلي والعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كما (0.5 MeV) ولتراكيز مختلفة ، وكما موضح بالاشكال (4-50) – (4-59) ، ويتضح من هذه الاشكال تغير معامل التوهين الخطي بتغير العدد الذري المؤثر حيث يزداد معامل التوهين الخطي الكلي بزيادة العدد الذري المؤثر وهذا يعزى الى اعتماد معامل التوهين بقوة على العدد الذري كما هو موضح في معادلات المقاطع العرضية لاحتمالية تفاعلات اشعة كما مع المادة (2-2) ، (6-2) ، (8-2) .



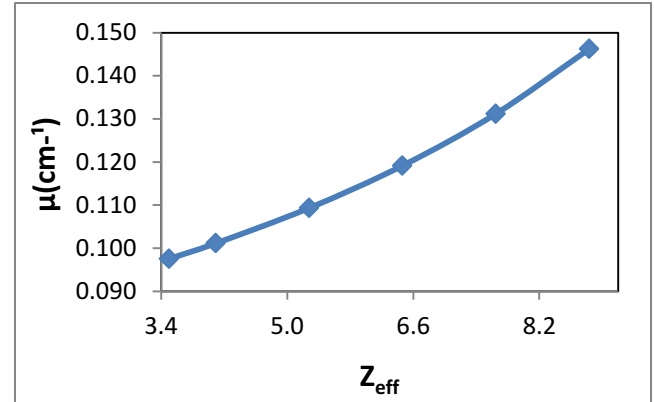
الشكل (4-51) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة A2



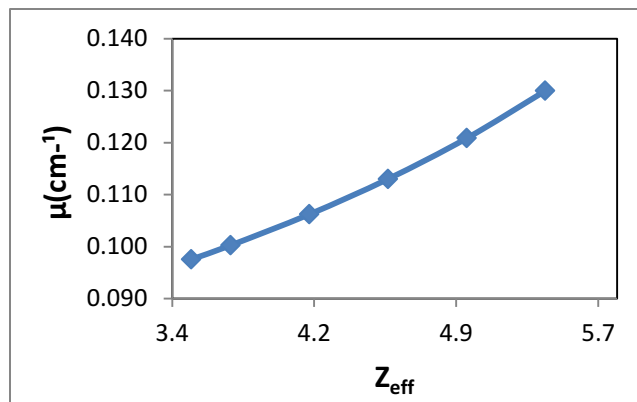
الشكل (4-50) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة A1



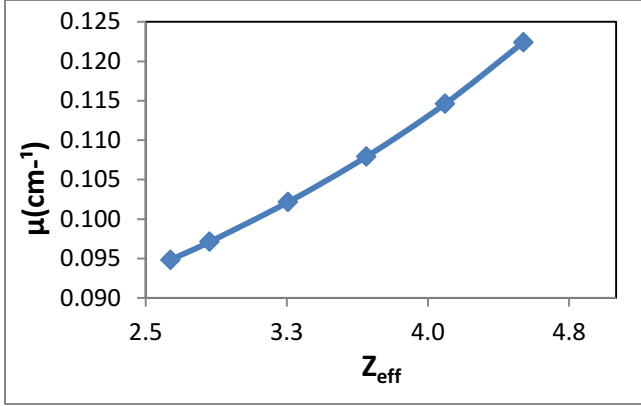
الشكل (4-53) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة A4



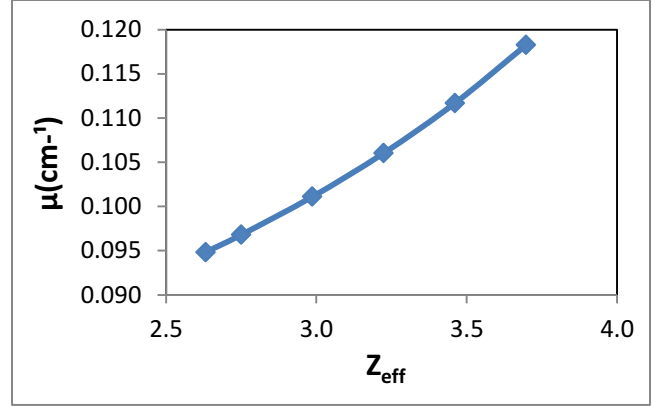
الشكل (4-52) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة A3



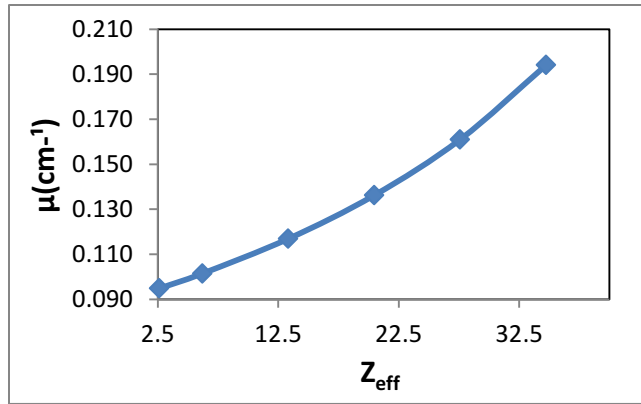
الشكل (4-54) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة A5



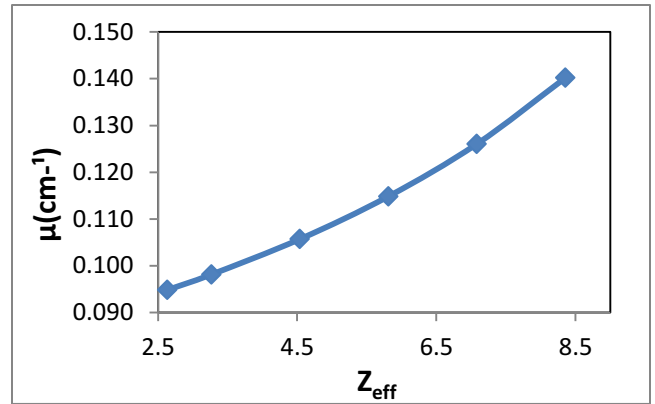
الشكل (4-56) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة B2



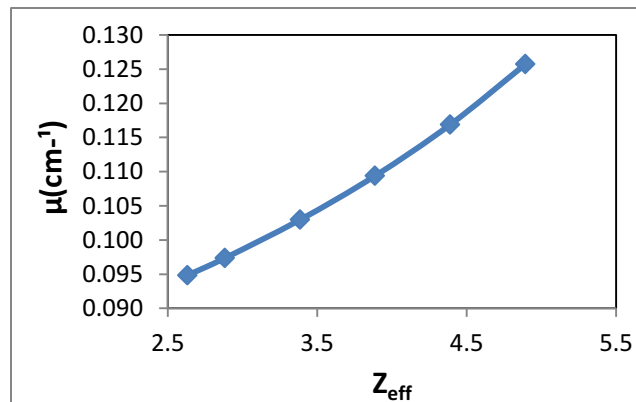
الشكل (4-55) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة B1



الشكل (4-58) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة B4



الشكل (4-57) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة B3



الشكل (4-59) يبين علاقة معامل التوهين الخطي الكلي بالعدد الذري المؤثر عند طاقة اشعة كاما 0.5 MeV للمجموعة B5

#### 4-4 الكثافة الإلكترونية المؤثرة ( $N_{eff}$ ) :- Effective Electron Density

الجدولان (5-4) و (6-4) يبينان قيم الكثافة الإلكترونية المؤثرة والمحسوبة من خلال العلاقة (16-2) ، وقد رسمت العلاقة بين الكثافة الإلكترونية المؤثرة ( $N_{eff}$ ) وبين التركيز والطاقة كما موضح بالأشكال (60-4) – (79-4)، حيث يمكن ان نلاحظ من هذه الاشكال ان سلوك الكثافة الإلكترونية مشابه الى حد كبير لسلوك العدد الذري المؤثر وعلاقته بالتركيز والطاقة، وهذا التشابه في السلوك ينتج عن العلاقة الخطية (16-2) التي تربط كل من  $N_{eff}$  و  $Z_{eff}$ .

الجدول (5-4) قيم الكثافة الإلكترونية المؤثرة  $N_{eff}$  لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	Energy(MeV)	$N_{eff} * 10^{23}$ (electron/g)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A1	0.5	3.23976	3.18527	3.31875	3.45223	3.58571	3.71919
	1.0	3.23883	3.18443	3.31799	3.45156	3.58513	3.71870
	2.0	3.24577	3.19077	3.32367	3.45657	3.58947	3.72237
	3.0	3.26417	3.20759	3.33872	3.46985	3.60098	3.73211
	4.0	3.28650	3.22801	3.35699	3.48597	3.61495	3.74393
	5.0	3.31239	3.25169	3.37818	3.50466	3.63115	3.75764
	6.0	3.33816	3.27525	3.39926	3.52327	3.64728	3.77128
	7.0	3.36594	3.30066	3.42199	3.54332	3.66466	3.78599
	8.0	3.39295	3.32536	3.44409	3.56283	3.68156	3.80029
	9.0	3.41738	3.34769	3.46408	3.58046	3.69684	3.81322
	10.0	3.44586	3.37374	3.48738	3.60102	3.71466	3.82830
A2	0.5	3.23976	2.66861	2.90873	3.14884	3.38895	3.62907
	1.0	3.23883	2.66791	2.90806	3.14821	3.38836	3.62851
	2.0	3.24577	2.67317	2.91294	3.15272	3.39249	3.63226
	3.0	3.26417	2.68720	2.92610	3.16499	3.40388	3.64278
	4.0	3.28650	2.70416	2.94183	3.17950	3.41717	3.65484
	5.0	3.31239	2.72385	2.96017	3.19648	3.43280	3.66911
	6.0	3.33816	2.74346	2.97845	3.21344	3.44843	3.68342
	7.0	3.36594	2.76457	2.99808	3.23158	3.46509	3.69860
	8.0	3.39295	2.78497	3.01679	3.24860	3.48041	3.71223
	9.0	3.41738	2.80359	3.03419	3.26480	3.49541	3.72602
	10.0	3.44586	2.82509	3.05390	3.28271	3.51152	3.74033

تكملة الجدول (5-4)

المجاميع	Energy(MeV)	$N_{eff} * 10^{23}$ (electron/g)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A3	0.5	3.23976	1.96252	2.53049	3.09845	3.66642	4.23439
	1.0	3.23883	1.95956	2.52255	3.08554	3.64854	4.21153
	2.0	3.24577	1.96463	2.53058	3.09653	3.66249	4.22844
	3.0	3.26417	1.97913	2.55502	3.13090	3.70679	4.28268
	4.0	3.28650	1.99634	2.58352	3.17070	3.75787	4.34505
	5.0	3.31239	2.01534	2.61368	3.21202	3.81037	4.40871
	6.0	3.33816	2.03398	2.64289	3.25180	3.86071	4.46962
	7.0	3.36594	2.05322	2.67183	3.29045	3.90906	4.52767
	8.0	3.39295	2.07167	2.69919	3.32672	3.95424	4.58176
	9.0	3.41738	2.08812	2.72323	3.35834	3.99345	4.62857
	10.0	3.44586	2.10633	2.74835	3.39038	4.03240	4.67442
A4	0.5	3.23976	2.49811	5.00460	7.51109	10.01759	12.52408
	1.0	3.23883	2.49777	5.00430	7.51083	10.01736	12.52389
	2.0	3.24577	2.50030	5.00656	7.51283	10.01909	12.52535
	3.0	3.26417	2.50702	5.01257	7.51813	10.02368	12.52924
	4.0	3.28650	2.51517	5.01987	7.52456	10.02926	12.53396
	5.0	3.31239	2.52462	5.02832	7.53203	10.03573	12.53943
	6.0	3.33816	2.53403	5.03674	7.53945	10.04216	12.54488
	7.0	3.36594	2.54417	5.04581	7.54746	10.04910	12.55075
	8.0	3.39295	2.55403	5.05464	7.55524	10.05585	12.55646
	9.0	3.41738	2.56294	5.06261	7.56228	10.06195	12.56162
	10.0	3.44586	2.57334	5.07192	7.57049	10.06906	12.56764
A5	0.5	3.23976	2.03477	2.26270	2.49063	2.71856	2.94649
	1.0	3.23883	2.03408	2.26174	2.48939	2.71705	2.94471
	2.0	3.24577	2.03854	2.26688	2.49523	2.72357	2.95192
	3.0	3.26417	2.05048	2.28088	2.51129	2.74169	2.97210
	4.0	3.28650	2.06493	2.29777	2.53061	2.76345	2.99629
	5.0	3.31239	2.08153	2.31687	2.55221	2.78755	3.02288
	6.0	3.33816	2.09818	2.33625	2.57433	2.81240	3.05047
	7.0	3.36594	2.11581	2.35619	2.59658	2.83697	3.07736
	8.0	3.39295	2.13292	2.37550	2.61807	2.86065	3.10323
	9.0	3.41738	2.14857	2.39351	2.63844	2.88337	3.12831
	10.0	3.44586	2.16633	2.41300	2.65967	2.90634	3.15301

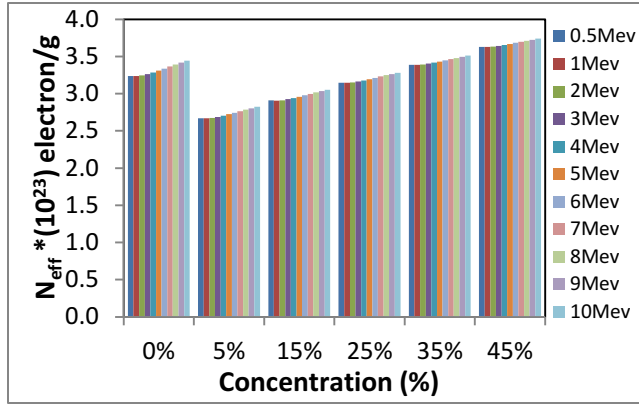


الجدول (6-4) قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة  $N_{eff}$  لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B)

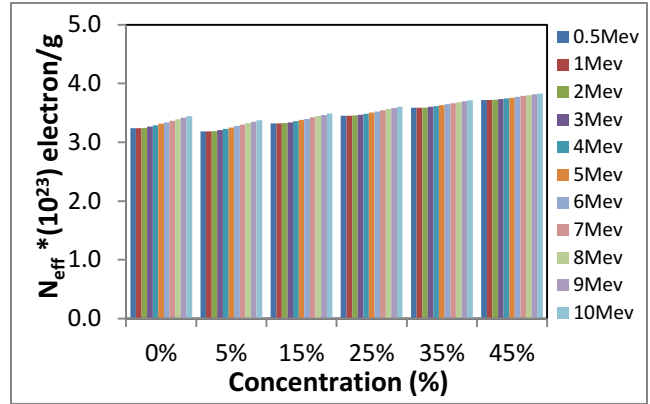
المجاميع	Energy(MeV)	$N_{eff} * 10^{23}$ (electron/g)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B1	0.5	3.44868	3.55222	3.85818	4.16414	4.47009	4.77605
	1.0	3.44768	3.55129	3.85734	4.16340	4.46945	4.77551
	2.0	3.45603	3.55911	3.86434	4.16957	4.47480	4.78004
	3.0	3.47908	3.58070	3.88366	4.18661	4.48957	4.79253
	4.0	3.50716	3.60698	3.90717	4.20737	4.50756	4.80775
	5.0	3.53922	3.63700	3.93404	4.23107	4.52810	4.82513
	6.0	3.57355	3.66915	3.96280	4.25645	4.55010	4.84374
	7.0	3.60773	3.70116	3.99144	4.28171	4.57199	4.86227
	8.0	3.64378	3.73492	4.02164	4.30837	4.59509	4.88182
	9.0	3.67698	3.76600	4.04946	4.33291	4.61636	4.89981
	10.0	3.71316	3.79988	4.07977	4.35965	4.63954	4.91943
B2	0.5	3.44868	3.36932	3.86390	4.35848	4.85306	5.34764
	1.0	3.44768	3.36843	3.86305	4.35766	4.85227	5.34688
	2.0	3.45603	3.37575	3.86988	4.36401	4.85813	5.35226
	3.0	3.47908	3.39604	3.88901	4.38197	4.87494	5.36791
	4.0	3.50716	3.42062	3.91192	4.40321	4.89451	5.38580
	5.0	3.53922	3.44875	3.93825	4.42776	4.91726	5.40677
	6.0	3.57355	3.47885	3.96639	4.45393	4.94147	5.42901
	7.0	3.60773	3.50881	3.99440	4.47999	4.96558	5.45117
	8.0	3.64378	3.54017	4.02320	4.50623	4.98926	5.47229
	9.0	3.67698	3.56931	4.05050	4.53169	5.01289	5.49408
	10.0	3.71316	3.60078	4.07942	4.55806	5.03670	5.51534
B3	0.5	3.44868	3.27705	4.55256	5.82808	7.10359	8.37910
	1.0	3.44768	3.27107	4.53616	5.80125	7.06633	8.33142
	2.0	3.45603	3.28062	4.55201	5.82339	7.09478	8.36617
	3.0	3.47908	3.30877	4.60117	5.89357	7.18598	8.47838
	4.0	3.50716	3.34220	4.65849	5.97478	7.29108	8.60737
	5.0	3.53922	3.37859	4.71860	6.05860	7.39861	8.73862
	6.0	3.57355	3.41600	4.77829	6.14057	7.50285	8.86514
	7.0	3.60773	3.45251	4.83548	6.21846	7.60144	8.98441
	8.0	3.64378	3.48950	4.89129	6.29308	7.69486	9.09665
	9.0	3.67698	3.52290	4.94067	6.35844	7.77621	9.19398
	10.0	3.71316	3.55798	4.99053	6.42308	7.85562	9.28817

تكملة الجدول (6-4)

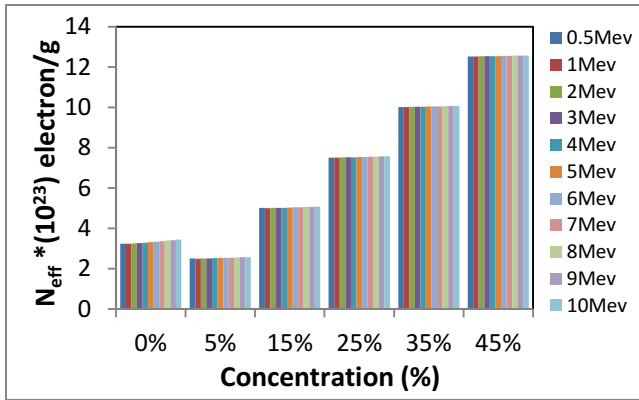
المجاميع	Energy(MeV)	$N_{\text{eff}} * 10^{23}$ (electron/g)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B4	0.5	3.44868	5.72454	12.31418	18.90383	25.49347	32.08311
	1.0	3.44768	5.72387	12.31359	18.90330	25.49301	32.08273
	2.0	3.45603	5.72946	12.31859	18.90771	25.49684	32.08596
	3.0	3.47908	5.74489	12.33239	18.91989	25.50739	32.09490
	4.0	3.50716	5.76368	12.34920	18.93473	25.52025	32.10577
	5.0	3.53922	5.78514	12.36840	18.95167	25.53493	32.11820
	6.0	3.57355	5.80812	12.38896	18.96981	25.55066	32.13150
	7.0	3.60773	5.83099	12.40943	18.98787	25.56631	32.14475
	8.0	3.64378	5.85512	12.43102	19.00692	25.58282	32.15872
	9.0	3.67698	5.87734	12.45090	19.02446	25.59802	32.17158
	10.0	3.71316	5.90156	12.47257	19.04358	25.61459	32.18560
B5	0.5	3.44868	2.77915	3.26357	3.74799	4.23241	4.71683
	1.0	3.44768	2.77816	3.26207	3.74599	4.22990	4.71381
	2.0	3.45603	2.78496	3.27019	3.75543	4.24066	4.72589
	3.0	3.47908	2.80384	3.29292	3.78199	4.27107	4.76014
	4.0	3.50716	2.82676	3.32037	3.81398	4.30759	4.80121
	5.0	3.53922	2.85271	3.35105	3.84940	4.34774	4.84608
	6.0	3.57355	2.88045	3.38376	3.88707	4.39038	4.89369
	7.0	3.60773	2.90782	3.41557	3.92333	4.43109	4.93884
	8.0	3.64378	2.93634	3.44812	3.95989	4.47166	4.98343
	9.0	3.67698	2.96289	3.47890	3.99491	4.51092	5.02693
	10.0	3.71316	2.99118	3.51055	4.02992	4.54929	5.06865



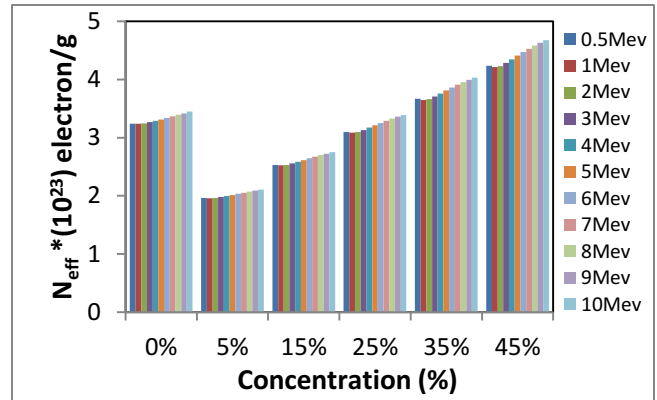
الشكل (4-61) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2



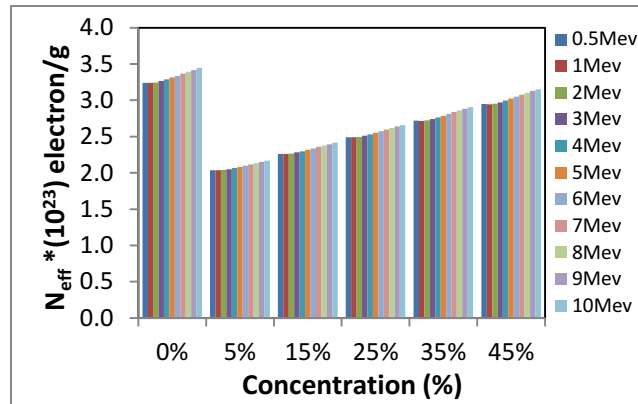
الشكل (4-60) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1



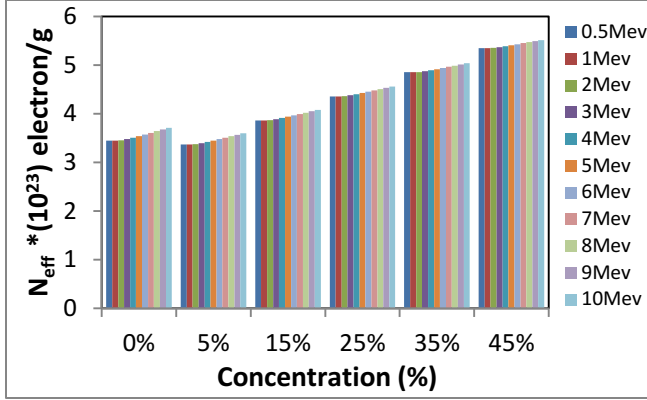
الشكل (4-63) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4



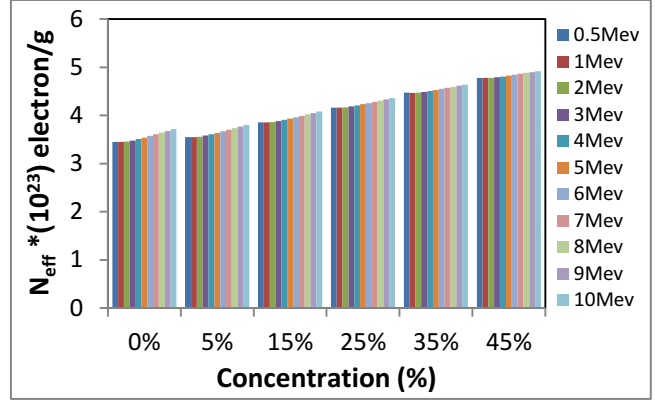
الشكل (4-62) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3



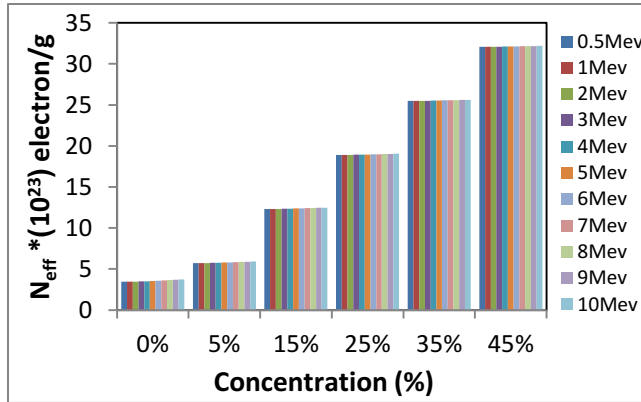
الشكل (4-64) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5



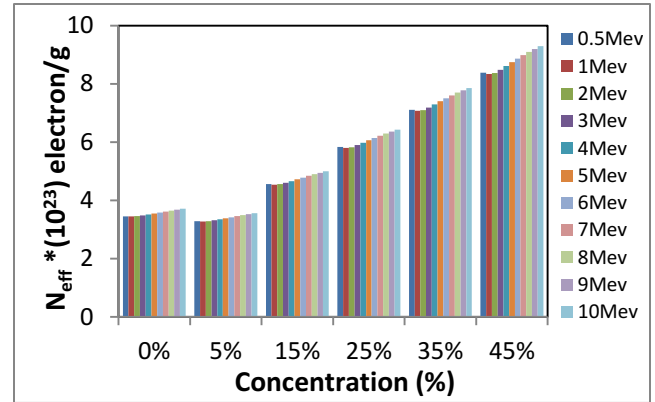
الشكل (4-66) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2



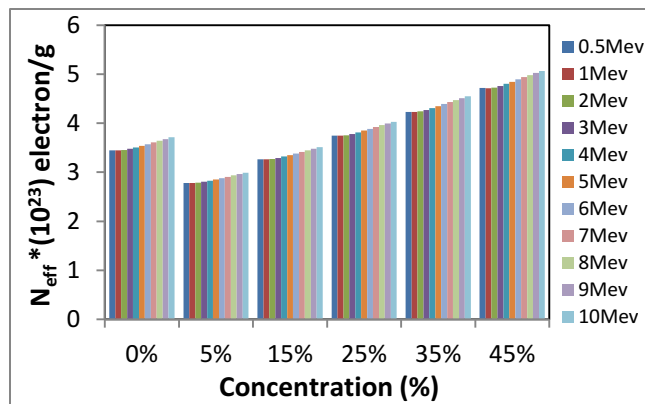
الشكل (4-65) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1



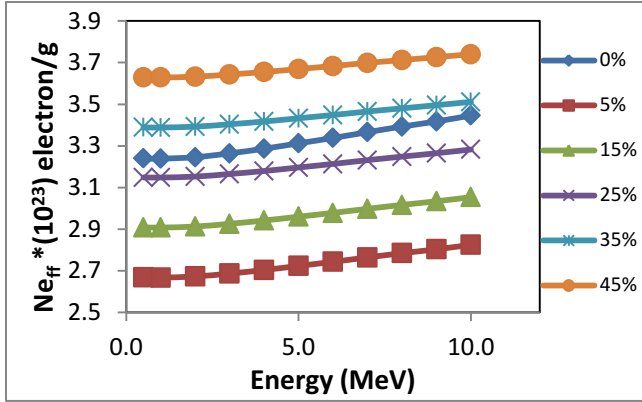
الشكل (4-68) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4



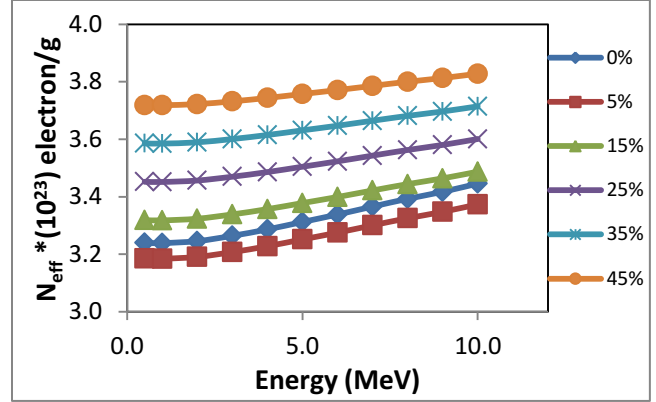
الشكل (4-67) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3



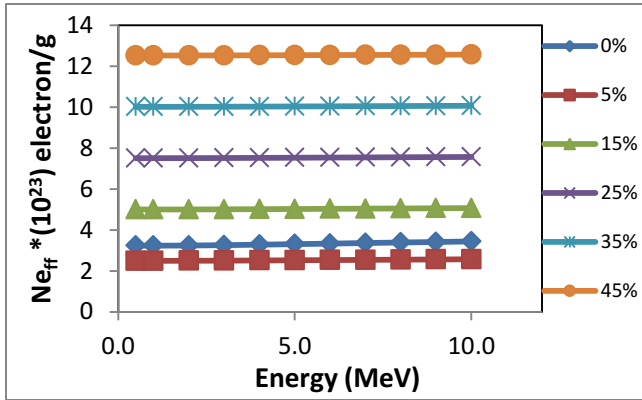
الشكل (4-69) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5



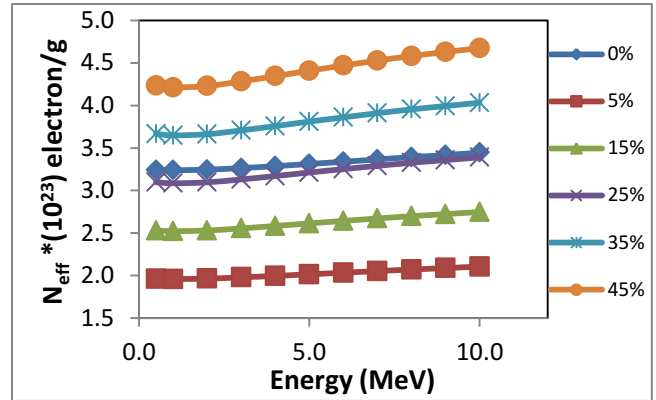
الشكل (71-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2



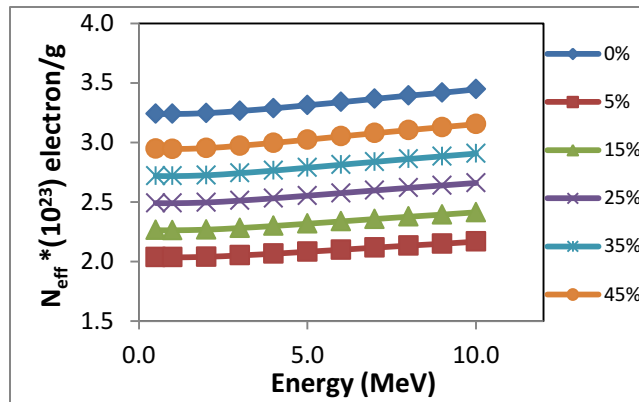
الشكل (70-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1



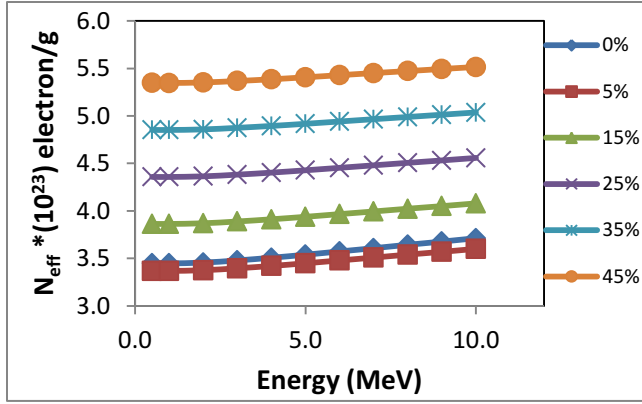
الشكل (73-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4



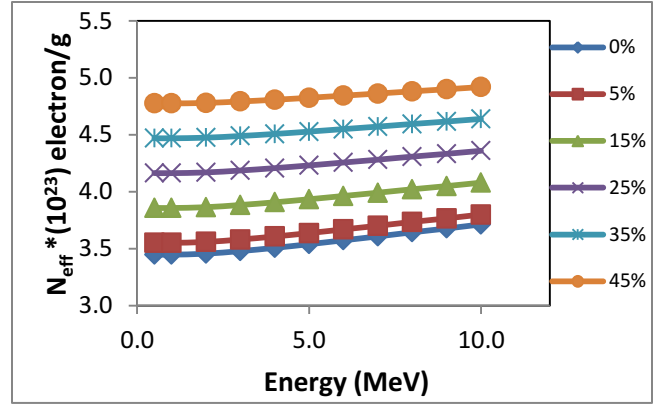
الشكل (72-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3



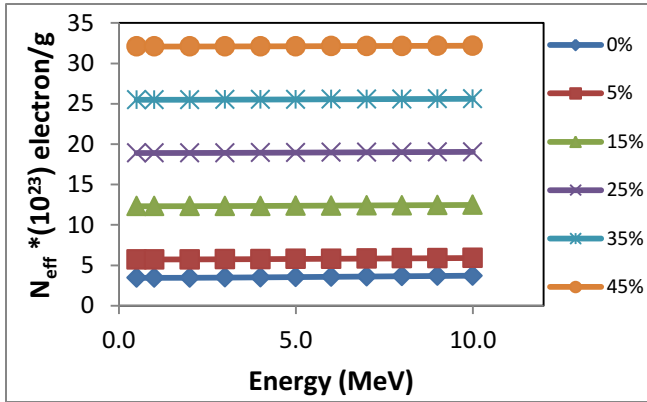
الشكل (74-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5



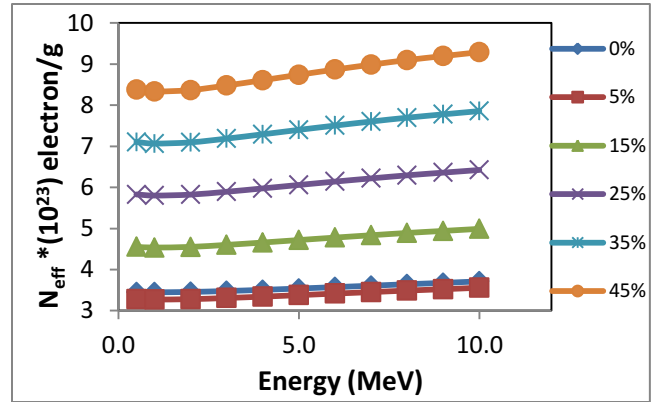
الشكل (76-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2



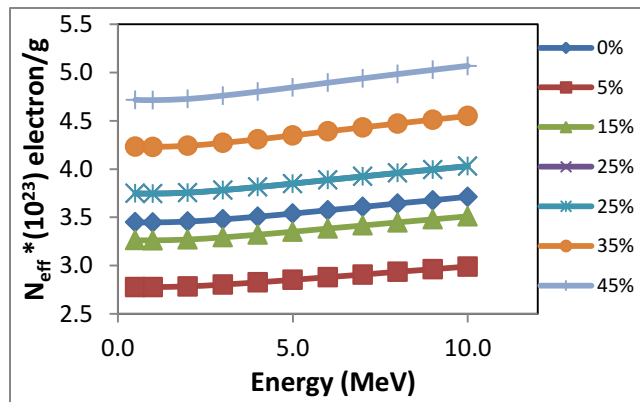
الشكل (75-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1



الشكل (78-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4



الشكل (77-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3



الشكل (79-4) يبين قيم الكثافة الالكترونية المؤثرة كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5

### 5-4 سمك النصف لاشعة كاما ( $X_{1/2}$ ): Half Value layer of Gamma Rays

تم حساب قيم سمك النصف للمجموعتين وكما مبين في الجدولين (7-4) و (8-4) عند تراكيز وطاقات مختلفة، حيث تم رسم العلاقة بين قيم سمك النصف وبين تركيز مواد التدعيم كما موضح بالاشكال (80-4) – (89-4) ، وتشير النتائج الى ان قيم سمك النصف تقل مع زيادة تركيز مواد التدعيم مما يدل على تحسن خصائص التوهين للمتراكبات المستخدمة ، ويعزى ذلك الى زيادة كثافة المتراكبات ، لذا تمت زيادة قيم معامل التوهين الخطي الكلي .

الجدول (7-4) قيم سمك النصف  $X_{1/2}$  لتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	Energy(MeV)	$X_{1/2}$ (cm)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A1	0.5	7.10466	6.95622	6.65231	6.34037	6.01840	5.68683
	1.0	9.73194	9.52836	9.11256	8.68347	8.24295	7.78804
	2.0	13.94613	13.65584	13.05997	12.44694	11.81556	11.16529
	3.0	17.42993	17.06620	16.32322	15.55867	14.77107	13.95973
	4.0	20.43380	20.00720	19.13580	18.24495	17.32109	16.36942
	5.0	23.05696	22.58045	21.59883	20.59597	19.55485	18.48219
	6.0	25.37495	24.84975	23.77637	22.66208	21.52288	20.34847
	7.0	27.42165	26.85875	25.69688	24.51105	23.27757	22.00609
	8.0	29.25137	28.65250	27.41539	26.15332	24.83946	23.48489
	9.0	30.89226	30.24431	28.94857	27.61327	26.22280	24.80191
	10.0	32.34690	31.69438	30.32844	28.93614	27.48493	25.98848
A2	0.5	7.10466	6.93138	6.58003	6.22131	5.85663	5.48432
	1.0	9.73194	9.49403	9.01307	8.52164	8.02238	7.51233
	2.0	13.94613	13.60625	12.91434	12.20686	11.48926	10.75811
	3.0	17.42993	17.00245	16.12753	15.23738	14.33216	13.41473
	4.0	20.43380	19.92344	18.88467	17.83493	16.76302	15.67894
	5.0	23.05696	22.47701	21.28901	20.09100	18.86881	17.63531
	6.0	25.37495	24.71785	23.40073	22.06589	20.71379	19.34351
	7.0	27.42165	26.70711	25.26579	23.80721	22.33192	20.83902
	8.0	29.25137	28.48210	26.91963	25.35272	23.75885	22.14906
	9.0	30.89226	30.05635	28.38866	26.71896	25.02226	23.31094
	10.0	32.34690	31.47438	29.71938	27.93644	26.14174	24.34647

تكملة الجدول (7-4)

المجاميع	Energy(MeV)	$X_{1/2}$ (cm)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A3	0.5	7.10466	6.85201	6.33905	5.81625	5.28340	4.74024
	1.0	9.73194	9.39259	8.70301	7.99800	7.27710	6.53984
	2.0	13.94613	13.45185	12.44924	11.42425	10.37921	9.31567
	3.0	17.42993	16.77952	15.46386	14.13334	12.78442	11.42412
	4.0	20.43380	19.62071	17.98818	16.35442	14.72407	13.08772
	5.0	23.05696	22.07923	20.13861	18.21008	16.30111	14.41643
	6.0	25.37495	24.22861	21.97282	19.76361	17.59969	15.47985
	7.0	27.42165	26.11822	23.55303	21.07701	18.67610	16.34083
	8.0	29.25137	27.78607	24.92495	22.19187	19.56000	17.04022
	9.0	30.89226	29.24715	26.11291	23.13621	20.30561	17.60353
	10.0	32.34690	30.56069	27.15308	23.94728	20.91691	18.06639
A4	0.5	7.10466	6.61405	5.69551	4.85460	4.08218	3.36882
	1.0	9.73194	9.28870	8.39321	7.49281	6.58747	5.67464
	2.0	13.94613	13.33787	12.09965	10.84549	9.57212	8.27991
	3.0	17.42993	16.55496	14.81423	13.09218	11.39795	9.72300
	4.0	20.43380	19.23887	16.93306	14.72538	12.61743	10.60104
	5.0	23.05696	21.52145	18.61424	15.93367	13.45123	11.13788
	6.0	25.37495	23.47071	19.96611	16.83528	14.01364	11.46144
	7.0	27.42165	25.14387	21.05410	17.50730	14.39373	11.63922
	8.0	29.25137	26.59752	21.93438	18.00290	14.63473	11.72121
	9.0	30.89226	27.84574	22.64671	18.36023	14.78030	11.73559
	10.0	32.34690	28.93723	23.21678	18.62915	14.85913	11.70687
A5	0.5	7.10466	6.91293	6.52506	6.13246	5.73496	5.33251
	1.0	9.73194	9.46907	8.93961	8.40347	7.86041	7.30927
	2.0	13.94613	13.56756	12.80349	12.02790	11.24571	10.45191
	3.0	17.42993	16.94700	15.96980	14.98000	13.98543	12.98190
	4.0	20.43380	19.84522	18.66913	17.48669	16.29253	15.09720
	5.0	23.05696	22.38084	21.01086	19.63918	18.27184	16.89586
	6.0	25.37495	24.60444	23.05603	21.51135	19.97010	18.43243
	7.0	27.42165	26.56633	24.84119	23.13701	21.43370	19.74957
	8.0	29.25137	28.31182	26.42150	24.56175	22.71954	20.89484
	9.0	30.89226	29.85491	27.82806	25.81559	23.83032	21.88177
	10.0	32.34690	31.25526	29.06872	26.91986	24.81904	22.74109

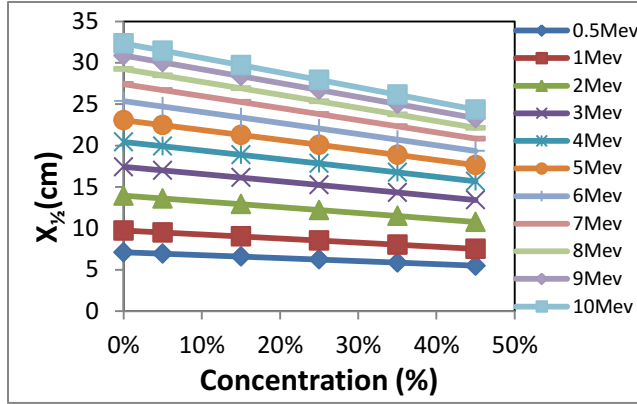


الجدول (8-4) قيم سمك النصف  $X_{1/2}$  بتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B)

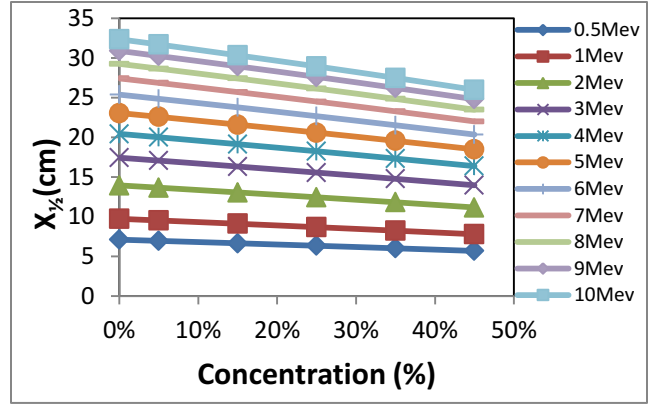
المجاميع	Energy(MeV)	$X_{1/2}$ (cm)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B1	0.5	7.30789	7.15969	6.85449	6.53631	6.20570	5.86051
	1.0	10.00924	9.80614	9.38655	8.95152	8.49850	8.02641
	2.0	14.35407	14.06333	13.46179	12.83624	12.18758	11.50902
	3.0	17.97176	17.60715	16.85199	16.07104	15.25377	14.40644
	4.0	21.11357	20.68402	19.79369	18.87408	17.91668	16.91389
	5.0	23.88584	23.39859	22.38794	21.34522	20.25992	19.12952
	6.0	26.34430	25.80413	24.69246	23.53717	22.33525	21.08398
	7.0	28.55083	27.96552	26.75017	25.49860	24.19652	22.84098
	8.0	30.52191	29.90314	28.60414	27.25519	25.86450	24.40543
	9.0	32.30619	31.64092	30.25838	28.83685	27.35857	25.82024
	10.0	33.91323	33.21480	31.77782	30.27027	28.71834	27.08966
B2	0.5	7.30789	7.13579	6.78386	6.42125	6.04747	5.66138
	1.0	10.00924	9.77312	9.29165	8.79424	8.28280	7.75529
	2.0	14.35407	14.01556	13.32077	12.60526	11.86812	11.10835
	3.0	17.97176	17.54118	16.66185	15.75737	14.82671	13.86866
	4.0	21.11357	20.59671	19.54866	18.47237	17.36676	16.23055
	5.0	23.88584	23.29002	22.08432	20.84846	19.58139	18.28185
	6.0	26.34430	25.68417	24.33169	22.94803	21.53217	20.08292
	7.0	28.55083	27.81610	26.32387	24.81042	23.25439	21.66516
	8.0	30.52191	29.73445	28.11157	26.46942	24.78389	23.07604
	9.0	32.30619	31.43998	29.71326	27.94260	26.14129	24.31966
	10.0	33.91323	33.01051	31.15280	29.28077	27.36530	25.43256
B3	0.5	7.30789	7.06108	6.55563	6.03462	5.49806	4.94394
	1.0	10.00924	9.67784	8.99867	8.29642	7.57013	6.81849
	2.0	14.35407	13.87017	12.88034	11.85954	10.80436	9.71789
	3.0	17.97176	17.32998	16.02944	14.69526	13.33451	11.93898
	4.0	21.11357	20.30802	18.68853	17.04874	15.38416	13.70391
	5.0	23.88584	22.91554	20.97329	19.02193	17.07500	15.12559
	6.0	26.34430	25.20214	22.94353	20.69814	18.47519	16.28005
	7.0	28.55083	27.23283	24.64927	22.12696	19.64689	17.21694
	8.0	30.52191	29.04157	26.15019	23.34683	20.61989	17.98303
	9.0	32.30619	30.65781	27.45153	24.38709	21.44401	18.61516
	10.0	33.91323	32.10699	28.61785	25.29071	22.13722	19.13311

تكملة الجدول (8-4)

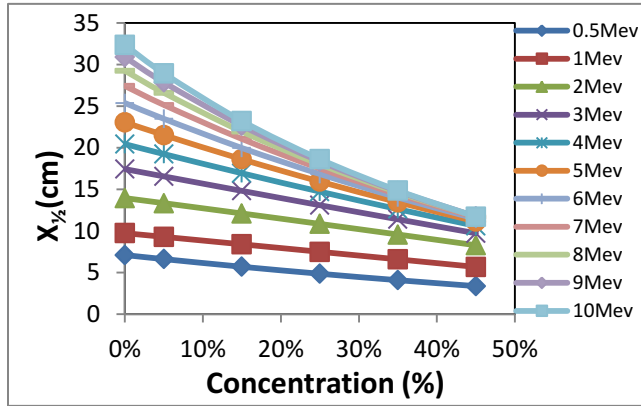
المجاميع	Energy(MeV)	$X_{1/2}$ (cm)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B4	0.5	7.30789	6.83185	5.92850	5.08787	4.30377	3.57065
	1.0	10.00924	9.57684	8.70140	7.80935	6.90141	5.97494
	2.0	14.35407	13.75841	12.54678	11.30292	10.02588	8.71419
	3.0	17.97176	17.11329	15.40155	13.68703	11.97433	10.26585
	4.0	21.11357	19.94258	17.65331	15.44304	13.30299	11.22974
	5.0	23.88584	22.36239	19.47251	16.76527	14.22848	11.83805
	6.0	26.34430	24.45616	20.95333	17.77258	14.87187	12.21210
	7.0	28.55083	26.27835	22.15575	18.53062	15.31162	12.43400
	8.0	30.52191	27.85884	23.14792	19.11010	15.60617	12.54612
	9.0	32.30619	29.24240	23.95469	19.53984	15.79865	12.58774
	10.0	33.91323	30.46030	24.62429	19.86085	15.91227	12.57636
B5	0.5	7.30789	7.11809	6.73089	6.33507	5.92881	5.51253
	1.0	10.00924	9.74918	9.22089	8.67970	8.12495	7.55625
	2.0	14.35407	13.97840	13.21384	12.43147	11.63039	10.81009
	3.0	17.97176	17.48771	16.50904	15.50635	14.48677	13.44221
	4.0	21.11357	20.52684	19.33875	18.13121	16.90339	15.65499
	5.0	23.88584	23.19634	21.81201	20.41042	18.98450	17.54729
	6.0	26.34430	25.56382	23.98370	22.39115	20.79321	19.17419
	7.0	28.55083	27.66660	25.90390	24.14404	22.36684	20.58272
	8.0	30.52191	29.55349	27.61638	25.67956	23.74254	21.80563
	9.0	32.30619	31.25347	29.14046	27.03707	24.95368	22.86768
	10.0	33.91323	32.77626	30.50053	28.25697	26.01773	23.80788



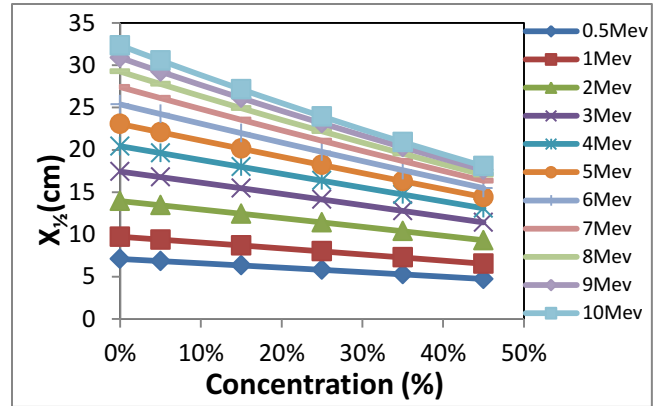
الشكل (4-81) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2



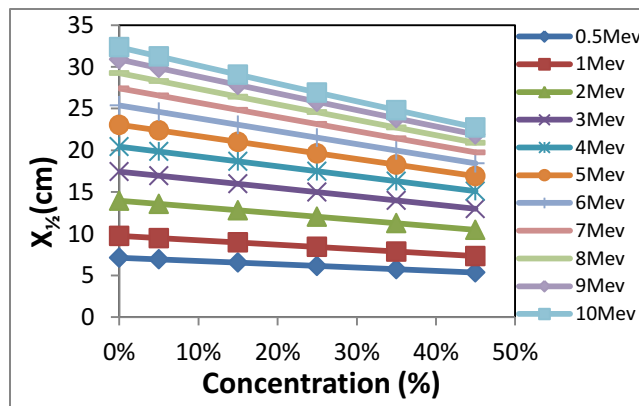
الشكل (4-80) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1



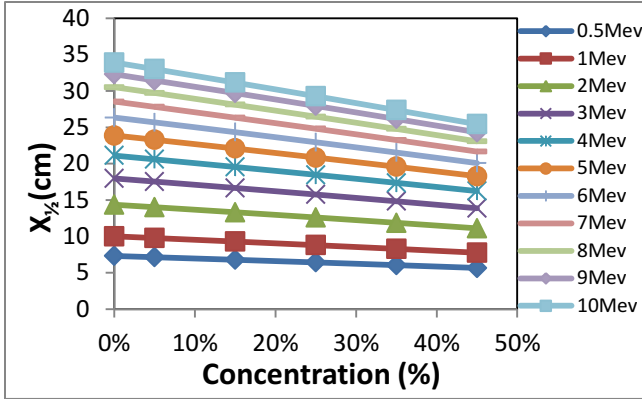
الشكل (4-83) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4



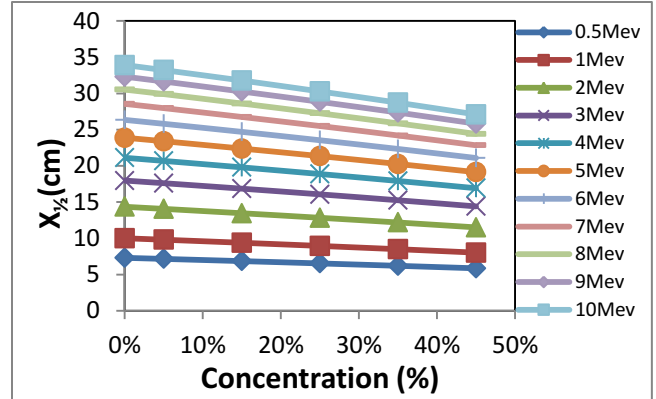
الشكل (4-82) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3



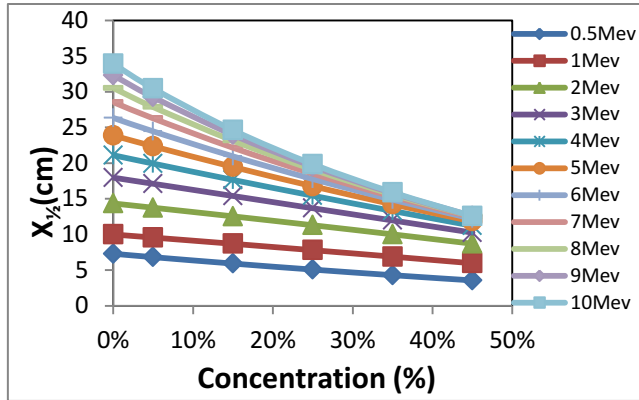
الشكل (4-84) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5



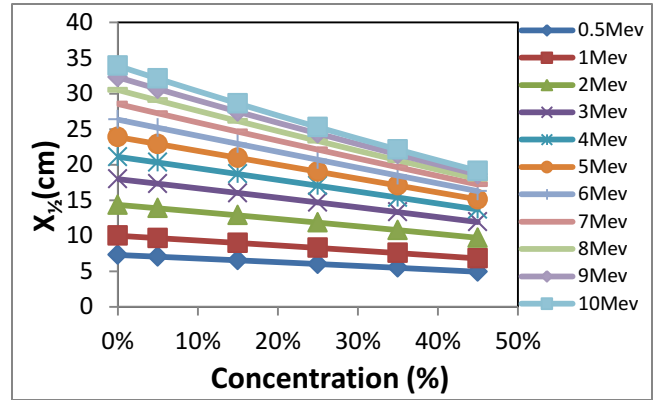
الشكل (86-4) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2



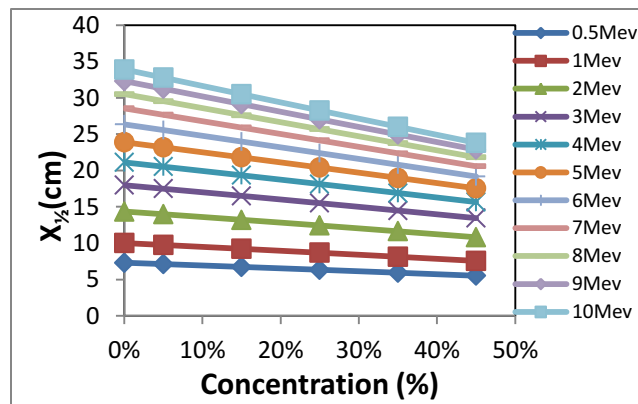
الشكل (85-4) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1



الشكل (88-4) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4

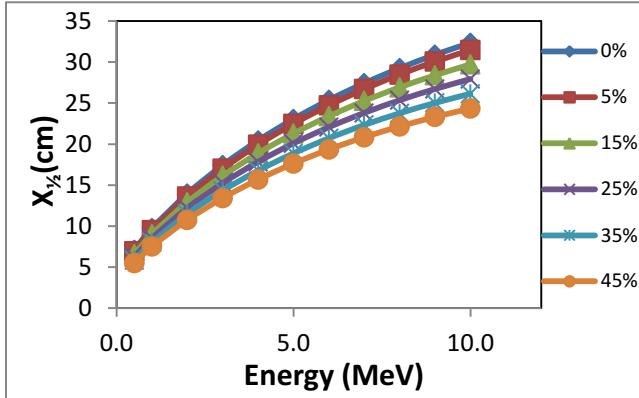


الشكل (87-4) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3

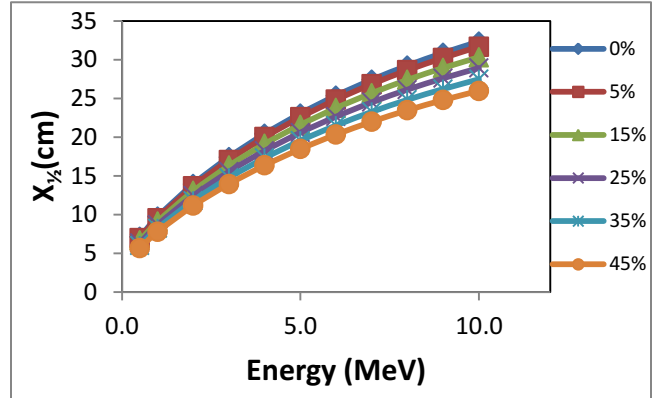


الشكل (89-4) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5

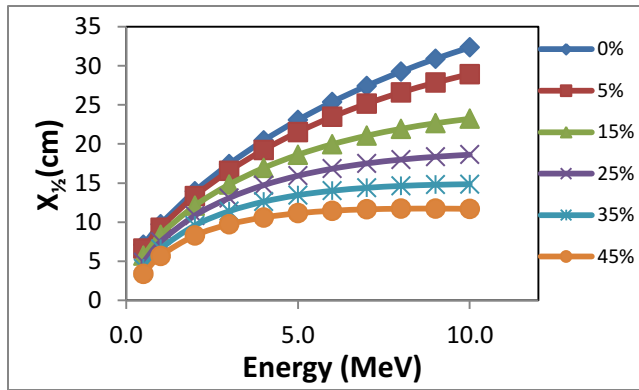
اما الاشكال (90-4) – (99-4) فتظهر علاقة قيم سمك النصف مع الطاقة، ويلاحظ من الاشكال ان قيم سمك النصف تزداد مع زيادة طاقة الفوتون الساقط ، ويفسر ذلك على اساس ان الطاقات العالية تحتاج الى طبقة سمك نصف اكبر من أجل توهينها الى نصف قيمتها الاصلية عما تحتاجه الطاقات الواطئة وهذا يتفق مع الدراسة [93].



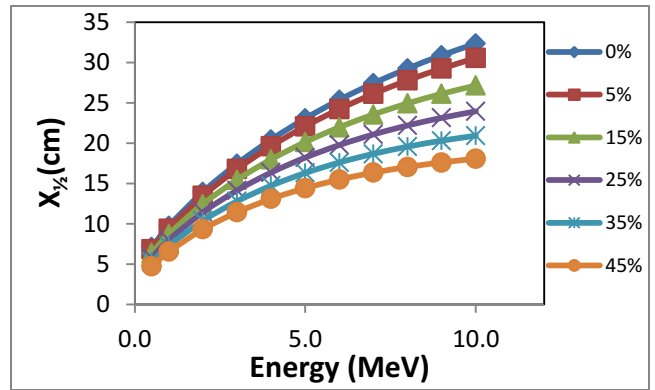
الشكل (91-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2



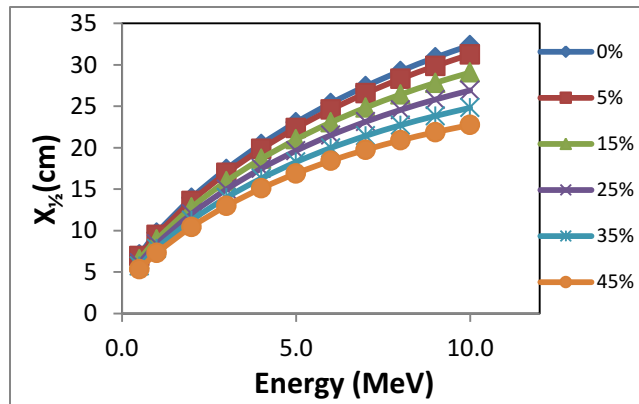
الشكل (90-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1



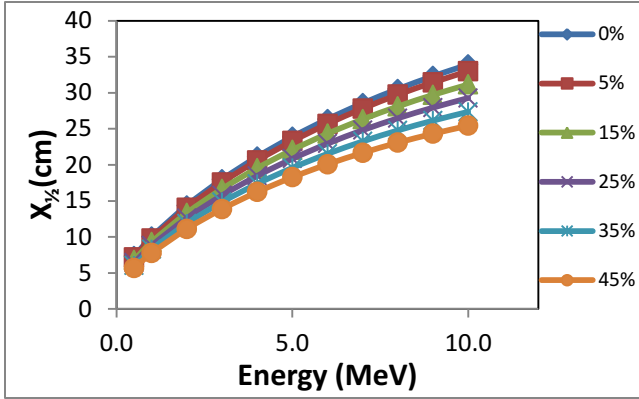
الشكل (93-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4



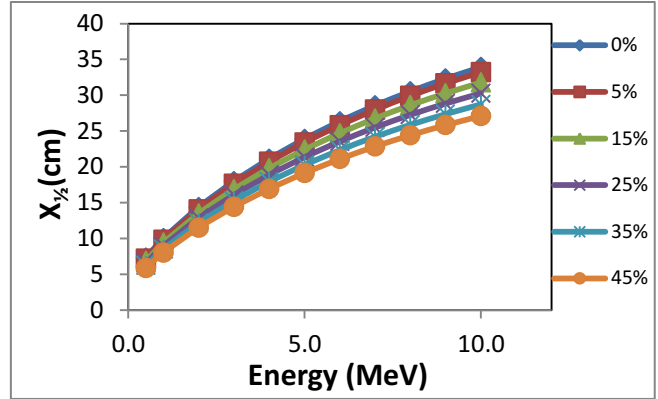
الشكل (92-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3



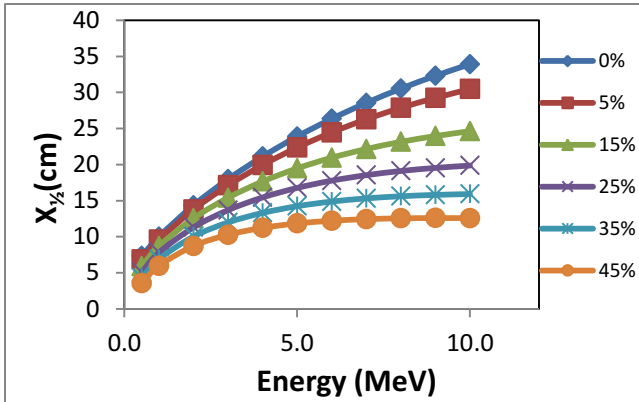
الشكل (94-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5



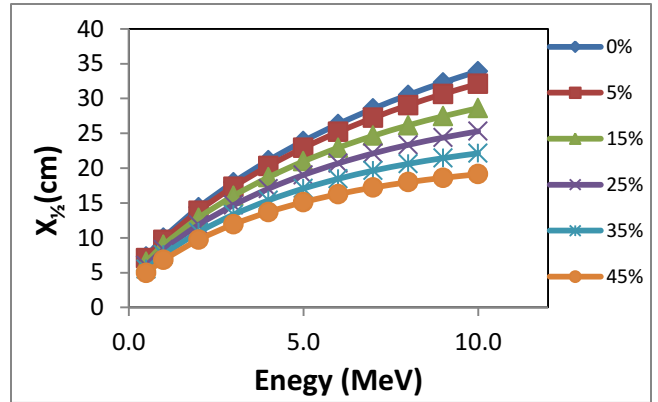
الشكل (96-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيذ مختلفة للمجموعة B2



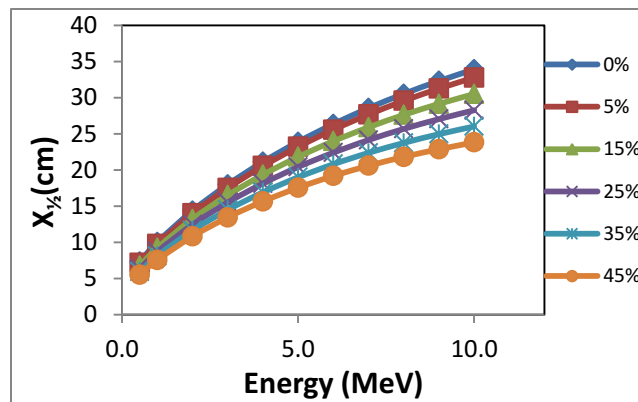
الشكل (95-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيذ مختلفة للمجموعة B1



الشكل (98-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيذ مختلفة للمجموعة B4



الشكل (97-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيذ مختلفة للمجموعة B3



الشكل (99-4) يبين قيم سمك النصف كدالة للطاقة وبتراكيذ مختلفة للمجموعة B5

### 6-4 معدل المسار الحر لاشعة كاما( $\lambda$ ): Mean Free Path of Gamma Rays-

معدل المسار الحر هو احد المعلمات المهمة والتي تعكس فعالية تدرّيع اشعة كاما فبعد ان حُسبت قيم معدل المسار الحر للمجموعتين (A, B) باستخدام المعادلة (2-18) وكما مبين بالجدولين (9-4) و (10-4) والتي توضح قيم معدل المسار الحر لتراكيز وطاقات مختلفة، وتم رسم علاقة معدل المسار الحر كدالة لتراكيز مواد التدعيم كما مبين في الاشكال (4-100) – (4-109)، ومن ملاحظة هذه الاشكال نجد ان معدل المسار الحر يقل مع زيادة تركيز مواد التدعيم ولكافة المتراكبات، وبما ان معدل المسار الحر يمثل متوسط المسافة المقطوعة بين تفاعلين متعاقبين، لذا فإن خصائص التدرّيع يمكن مقارنتها بسهولة من خلال دراسة هذا المعلم حيث كلما كانت قيمة معدل المسار الحر قليلة كانت المادة ذات خصائص تدرّيع جيدة .

الجدول (9-4) قيم معدل المسار الحر  $\lambda$  بتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	Energy(MeV)	$\lambda$ (cm)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A1	0.5	10.25204	10.03784	9.59929	9.14917	8.68455	8.20610
	1.0	14.04321	13.74943	13.14944	12.53026	11.89458	11.23815
	2.0	20.12429	19.70540	18.84556	17.96095	17.04986	16.11153
	3.0	25.15141	24.62656	23.55443	22.45118	21.31468	20.14391
	4.0	29.48600	28.87042	27.61299	26.32749	24.99436	23.62110
	5.0	33.27123	32.58362	31.16714	29.72002	28.21768	26.66983
	6.0	36.61609	35.85823	34.30933	32.70141	31.05755	29.36287
	7.0	39.56948	38.75722	37.08064	35.36948	33.58956	31.75483
	8.0	42.20977	41.34560	39.56045	37.73927	35.84338	33.88873
	9.0	44.57758	43.64258	41.77283	39.84599	37.83954	35.78919
	10.0	46.67662	45.73503	43.76399	41.75490	39.66080	37.50141
A2	0.5	10.25204	10.00198	9.49499	8.97735	8.45112	7.91388
	1.0	14.04321	13.69990	13.00588	12.29673	11.57630	10.84030
	2.0	20.12429	19.63384	18.63541	17.61452	16.57902	15.52397
	3.0	25.15141	24.53456	23.27205	21.98756	20.68133	19.35747
	4.0	29.48600	28.74955	27.25060	25.73583	24.18907	22.62474
	5.0	33.27123	32.43436	30.72008	28.99135	27.22772	25.44777
	6.0	36.61609	35.66789	33.76728	31.84111	29.89003	27.91271
	7.0	39.56948	38.53839	36.45857	34.35384	32.22500	30.07073
	8.0	42.20977	41.09970	38.84507	36.58401	34.28406	31.96112
	9.0	44.57758	43.37136	40.96488	38.55550	36.10716	33.63772
	10.0	46.67662	45.41757	42.88511	40.31232	37.72257	35.13199

تكملة الجدول (9-4)

المجاميع	Energy(MeV)	$\lambda(\text{cm})$					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
A3	0.5	10.25204	9.88746	9.14725	8.39286	7.62395	6.84017
	1.0	14.04321	13.55352	12.55846	11.54113	10.50087	9.43700
	2.0	20.12429	19.41103	17.96428	16.48521	14.97721	13.44252
	3.0	25.15141	24.21287	22.31437	20.39443	18.44793	16.48502
	4.0	29.48600	28.31272	25.95697	23.59945	21.24685	18.88560
	5.0	33.27123	31.86036	29.06004	26.27717	23.52252	20.80292
	6.0	36.61609	34.96192	31.70681	28.51892	25.39638	22.33744
	7.0	39.56948	37.68863	33.98706	30.41416	26.94964	23.57984
	8.0	42.20977	40.09533	35.96674	32.02291	28.22511	24.58906
	9.0	44.57758	42.20368	37.68097	33.38558	29.30103	25.40192
	10.0	46.67662	44.09912	39.18193	34.55595	30.18313	26.06982
A4	0.5	10.25204	9.54409	8.21863	7.00519	5.89059	4.86121
	1.0	14.04321	13.40361	12.11141	10.81214	9.50572	8.18851
	2.0	20.12429	19.24657	17.45981	15.65006	13.81259	11.94792
	3.0	25.15141	23.88884	21.37696	18.89203	16.44726	14.03031
	4.0	29.48600	27.76172	24.43443	21.24875	18.20697	15.29731
	5.0	33.27123	31.05549	26.86037	22.99231	19.41015	16.07197
	6.0	36.61609	33.86827	28.81112	24.29333	20.22170	16.53887
	7.0	39.56948	36.28265	30.38110	25.26305	20.77017	16.79541
	8.0	42.20977	38.38026	31.65135	25.97821	21.11793	16.91372
	9.0	44.57758	40.18144	32.67923	26.49384	21.32799	16.93447
	10.0	46.67662	41.75646	33.50185	26.88189	21.44174	16.89302
A5	0.5	10.25204	9.97536	9.41567	8.84915	8.27555	7.69482
	1.0	14.04321	13.66388	12.89986	12.12622	11.34258	10.54729
	2.0	20.12429	19.57801	18.47546	17.35628	16.22758	15.08212
	3.0	25.15141	24.45455	23.04445	21.61617	20.18100	18.73290
	4.0	29.48600	28.63668	26.93959	25.23332	23.51015	21.78528
	5.0	33.27123	32.29559	30.31870	28.33937	26.36629	24.38075
	6.0	36.61609	35.50425	33.26988	31.04092	28.81688	26.59802
	7.0	39.56948	38.33525	35.84588	33.38674	30.92886	28.49865
	8.0	42.20977	40.85399	38.12627	35.44264	32.78433	30.15128
	9.0	44.57758	43.08067	40.15593	37.25193	34.38718	31.57543
	10.0	46.67662	45.10138	41.94620	38.84540	35.81390	32.81542

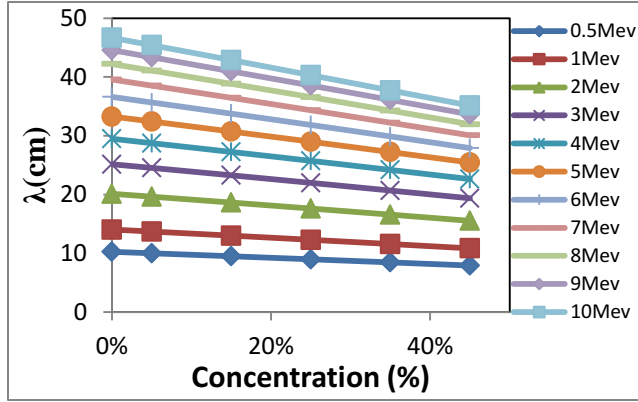


الجدول (10-4) قيم معدل المسار الحر  $\lambda$  بتراكيز وطاقات مختلفة للمجموعة الثانية (B)

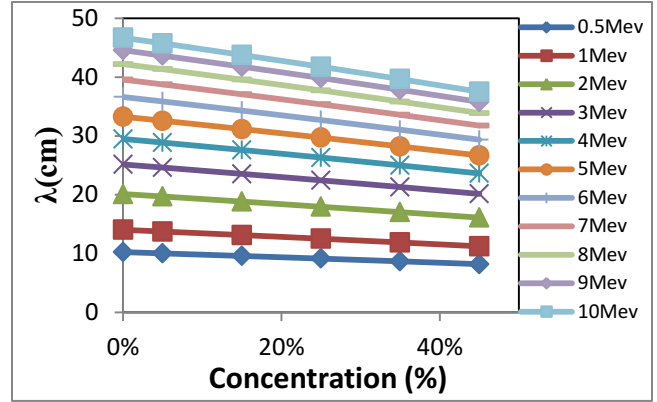
المجاميع	Energy(MeV)	$\lambda$ (cm)					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B1	0.5	10.54530	10.33145	9.89104	9.43191	8.95484	8.45673
	1.0	14.44335	14.15028	13.54481	12.91705	12.26335	11.58213
	2.0	20.71294	20.29340	19.42539	18.52272	17.58669	16.60753
	3.0	25.93327	25.40714	24.31745	23.19054	22.01122	20.78851
	4.0	30.46691	29.84708	28.56232	27.23532	25.85380	24.40677
	5.0	34.46731	33.76420	32.30583	30.80118	29.23510	27.60393
	6.0	38.01486	37.23540	35.63126	33.96417	32.22980	30.42421
	7.0	41.19889	40.35429	38.60053	36.79451	34.91562	32.95957
	8.0	44.04316	43.15027	41.27581	39.32928	37.32251	35.21707
	9.0	46.61787	45.65789	43.66289	41.61162	39.47845	37.25864
10.0	48.93685	47.92900	45.85543	43.68004	41.44060	39.09041	
B2	0.5	10.54530	10.29695	9.78913	9.26587	8.72650	8.16937
	1.0	14.44335	14.10262	13.40786	12.69010	11.95209	11.19089
	2.0	20.71294	20.22448	19.22189	18.18940	17.12572	16.02937
	3.0	25.93327	25.31195	24.04308	22.73791	21.39496	20.01250
	4.0	30.46691	29.72109	28.20875	26.65566	25.06026	23.42071
	5.0	34.46731	33.60754	31.86770	30.08436	28.25597	26.38074
	6.0	38.01486	37.06229	35.11066	33.11404	31.07095	28.97968
	7.0	41.19889	40.13867	37.98539	35.80148	33.55612	31.26285
	8.0	44.04316	42.90685	40.56504	38.19541	35.76319	33.29876
	9.0	46.61787	45.36794	42.87628	40.32121	37.72192	35.09331
10.0	48.93685	47.63421	44.95354	42.25220	39.48816	36.69922	
B3	0.5	10.54530	10.18914	9.45978	8.70797	7.93370	7.13411
	1.0	14.44335	13.96514	12.98509	11.97175	10.92370	9.83909
	2.0	20.71294	20.01467	18.58634	17.11334	15.59071	14.02293
	3.0	25.93327	25.00719	23.13050	21.20528	19.24172	17.22797
	4.0	30.46691	29.30450	26.96757	24.60136	22.19936	19.77476
	5.0	34.46731	33.06715	30.26449	27.44867	24.63925	21.82624
	6.0	38.01486	36.36672	33.10755	29.86744	26.65973	23.49213
	7.0	41.19889	39.29701	35.56894	31.92923	28.35049	24.84407
	8.0	44.04316	41.90702	37.73476	33.68951	29.75454	25.94954
	9.0	46.61787	44.23927	39.61259	35.19060	30.94374	26.86171
10.0	48.93685	46.33043	41.29560	36.49452	31.94404	27.60911	

تكملة الجدول (10-4)

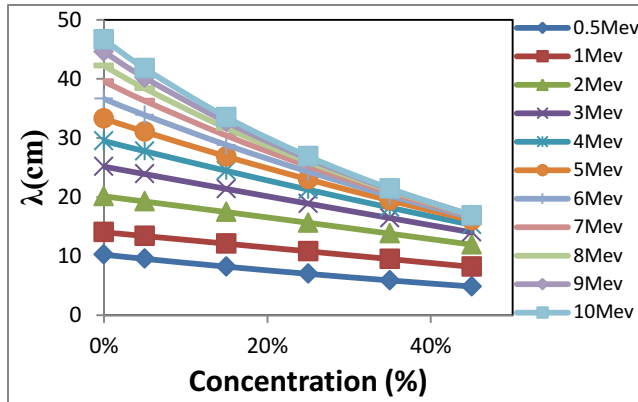
المجاميع	Energy(MeV)	$\lambda(\text{cm})$					
		0%	5%	15%	25%	35%	45%
B4	0.5	10.54530	9.85837	8.55484	7.34180	6.21035	5.15246
	1.0	14.44335	13.81939	12.55614	11.26891	9.95874	8.62185
	2.0	20.71294	19.85340	18.10502	16.31014	14.46736	12.57458
	3.0	25.93327	24.69450	22.22446	19.75040	17.27897	14.81364
	4.0	30.46691	28.77717	25.47376	22.28433	19.19623	16.20453
	5.0	34.46731	32.26896	28.09885	24.19230	20.53172	17.08232
	6.0	38.01486	35.29028	30.23569	25.64585	21.46014	17.62208
	7.0	41.19889	37.91969	31.97078	26.73971	22.09469	17.94229
	8.0	44.04316	40.20035	33.40249	27.57590	22.51973	18.10407
	9.0	46.61787	42.19683	34.56665	28.19602	22.79748	18.16413
	10.0	48.93685	43.95426	35.53288	28.65924	22.96143	18.14771
B5	0.5	10.54530	10.27142	9.71269	9.14151	8.55529	7.95459
	1.0	14.44335	14.06809	13.30576	12.52482	11.72432	10.90368
	2.0	20.71294	20.17085	19.06759	17.93862	16.78267	15.59898
	3.0	25.93327	25.23478	23.82257	22.37569	20.90443	19.39713
	4.0	30.46691	29.62025	27.90584	26.16336	24.39161	22.59017
	5.0	34.46731	33.47235	31.47476	29.45227	27.39466	25.32076
	6.0	38.01486	36.88863	34.60851	32.31046	30.00463	27.66839
	7.0	41.19889	39.92295	37.37937	34.83988	32.27538	29.70090
	8.0	44.04316	42.64573	39.85047	37.05564	34.26052	31.46555
	9.0	46.61787	45.09880	42.04973	39.01453	36.00820	32.99810
	10.0	48.93685	47.29619	44.01231	40.77485	37.54362	34.35481



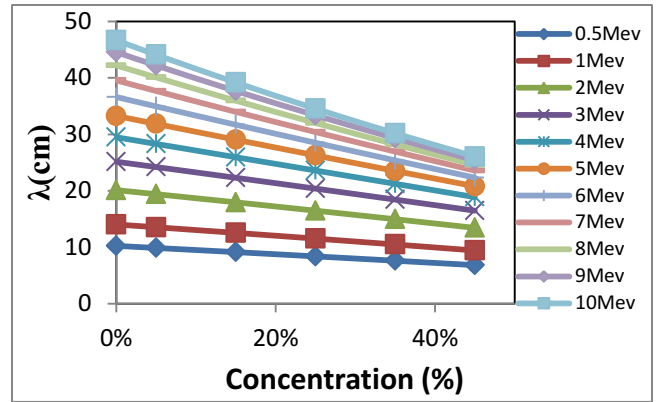
الشكل (4-101) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A2



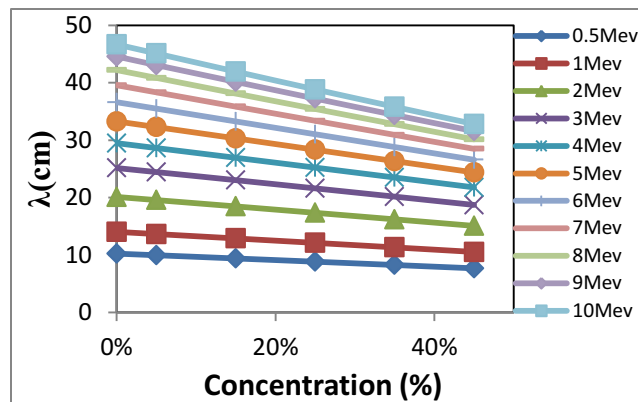
الشكل (4-100) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A1



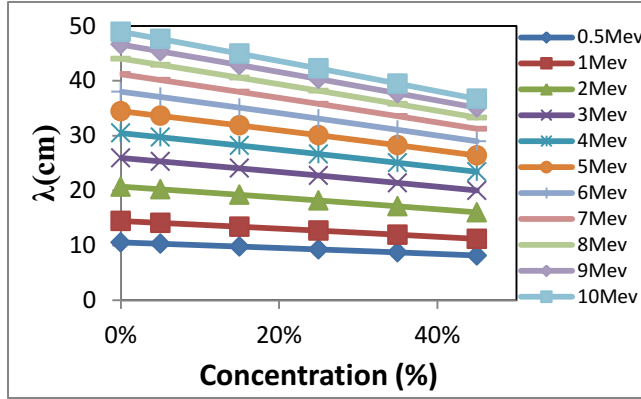
الشكل (4-103) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A4



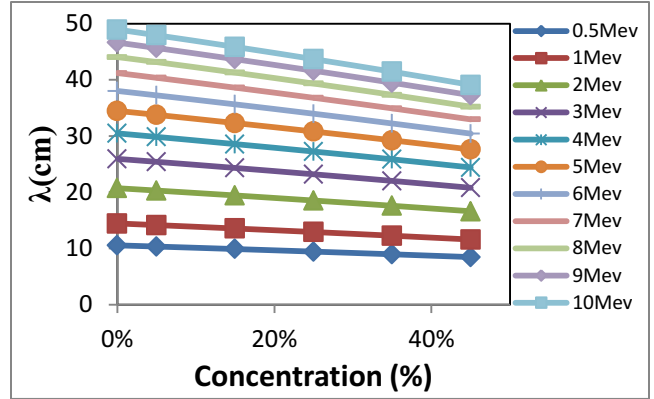
الشكل (4-102) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A3



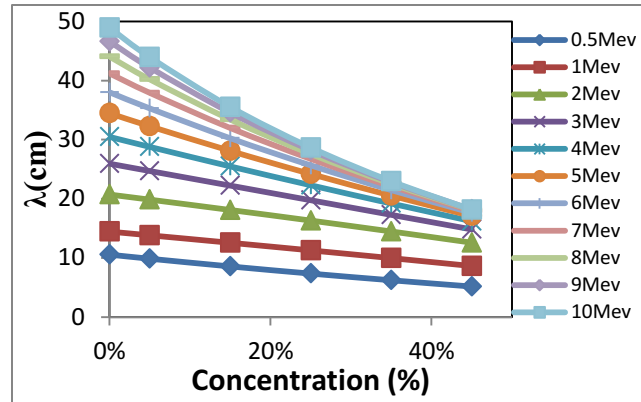
الشكل (4-104) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة A5



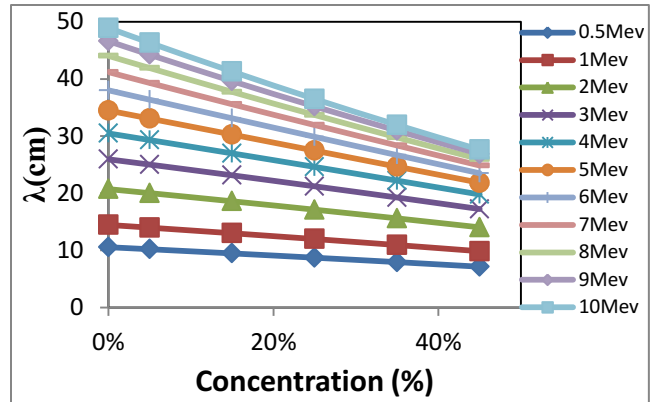
الشكل (4-106) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B2



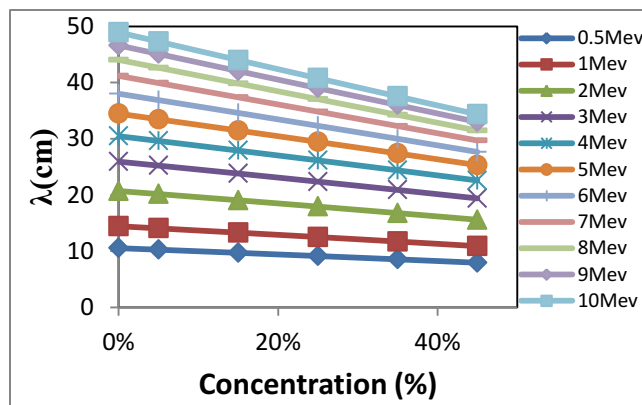
الشكل (4-105) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B1



الشكل (4-108) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B4

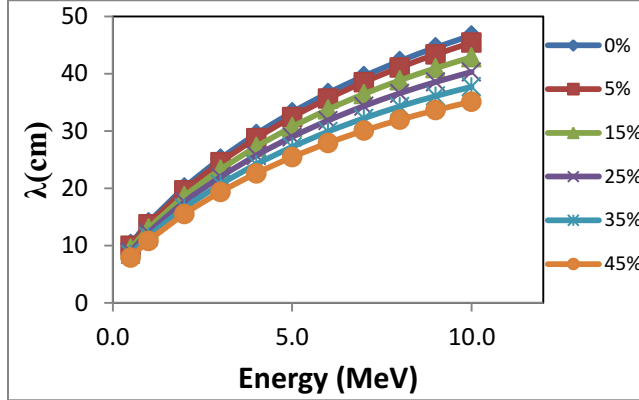


الشكل (4-107) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B3

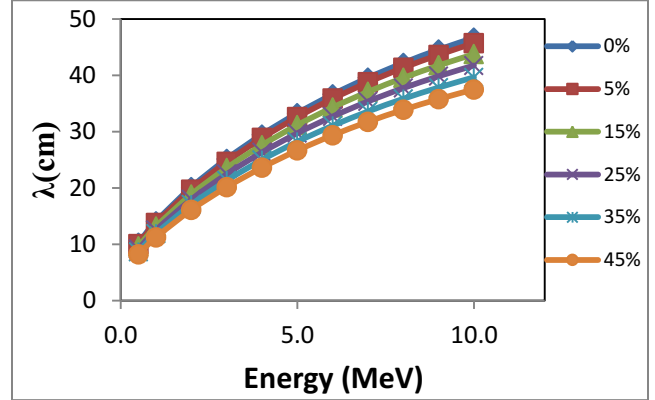


الشكل (4-109) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مادة التدعيم بطاقات مختلفة للمجموعة B5

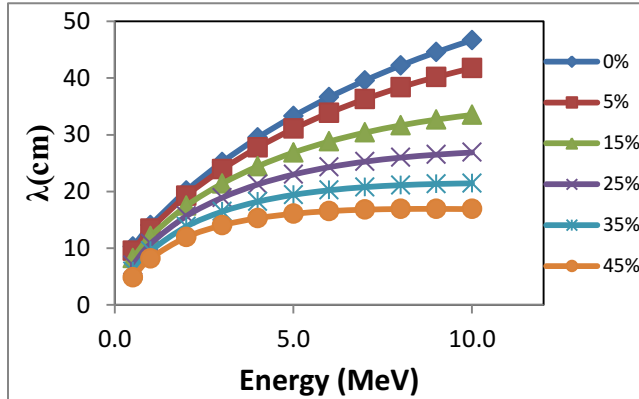
كذلك تم رسم العلاقة بين معدل المسار الحر وطاقة اشعة كما وكما موضح بالاشكال (110-4) – (119-4) ، حيث توضح هذه الاشكال ان معدل المسار الحر يزداد بزيادة الطاقة لجميع الخلطات ، ويمكن ان يعزى ذلك الى ان الفوتونات ذات الطاقة المنخفضة تفقد طاقتها في مسافة قصيرة في حين الفوتونات عالية الطاقة تحتاج الى مسافة اطول داخل المادة لتفقد طاقتها .



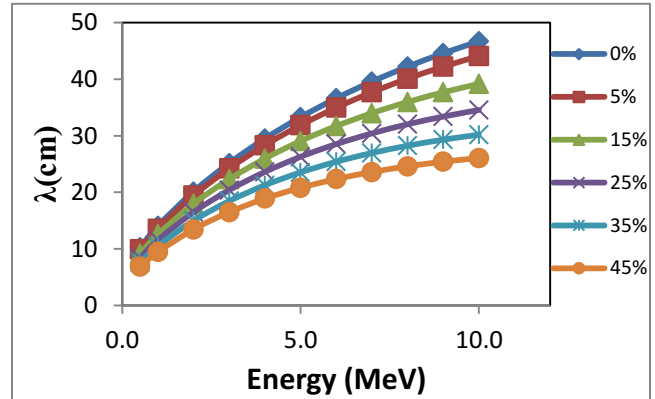
الشكل (111-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A2



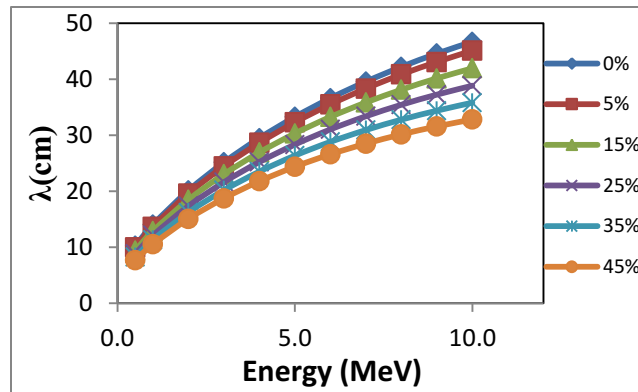
الشكل (110-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A1



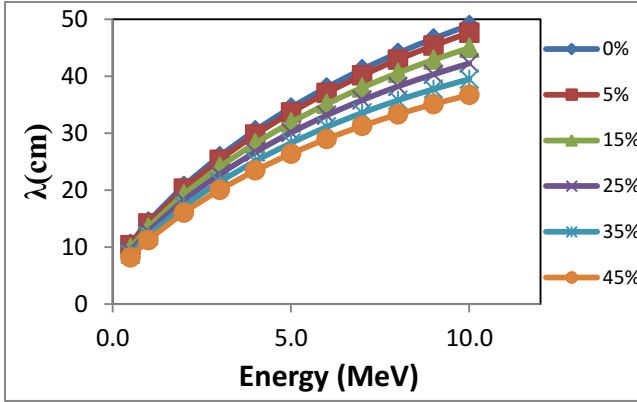
الشكل (113-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A4



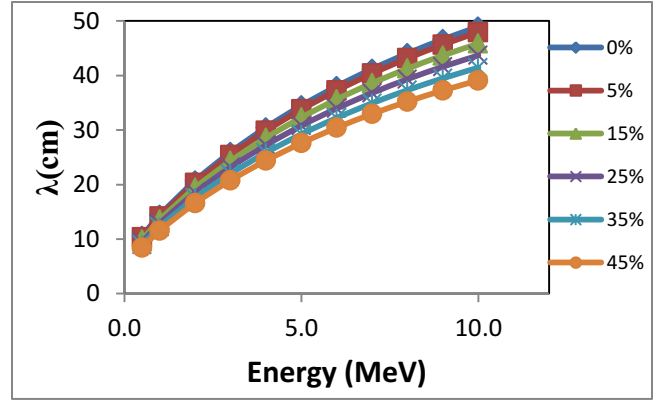
الشكل (112-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A3



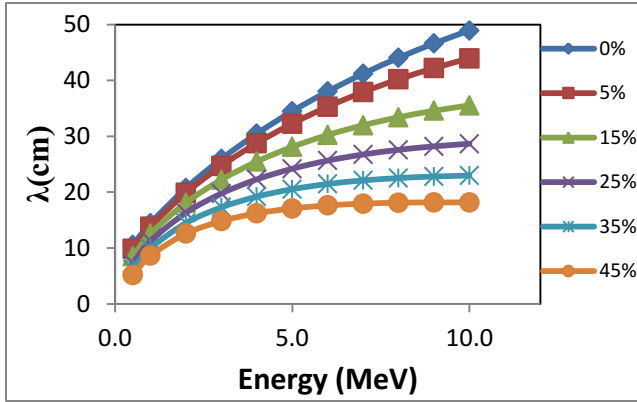
الشكل (114-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة A5



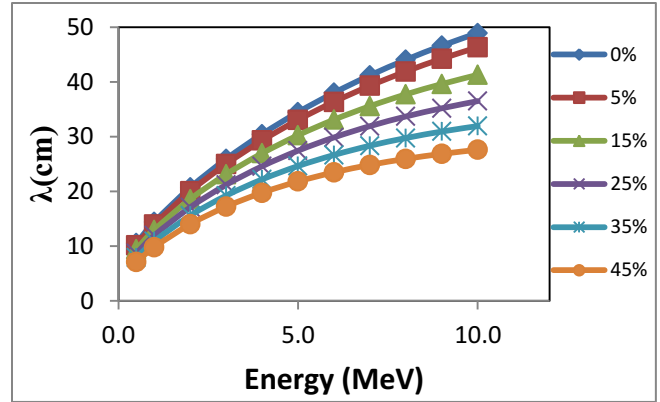
الشكل (116-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B2



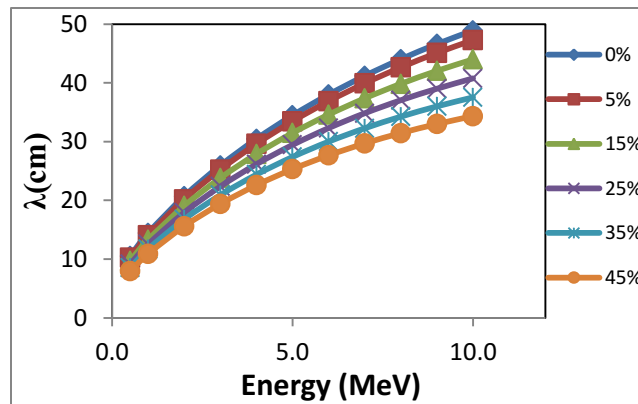
الشكل (115-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B1



الشكل (118-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B4



الشكل (117-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B3



الشكل (119-4) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة للطاقة وبتراكيز مختلفة للمجموعة B5

#### 7-4 المقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة وعلاقته بتركيز المواد المضافة

### Total Macroscopic Cross-Section of Fast Neutron Attenuation and its Relationship to Concentration of Additives

تم حساب المقطع العرضي العياني الكلي ( $\Sigma/\rho$ ) باستخدام المعادلة (1-3)، ولمختلف العناصر المكونة للدروع، ومن ثم تم حساب المقطع العرضي العياني الكلي ( $\Sigma$ ) باستخدام المعادلة (2-2) ولمختلف الدروع وبتراكيز مختلفة. وكما هو مبين في الجداول (11-4) – (20-4). ان ما يمكن ملاحظته من هذه الجداول بأن المقطع العرضي الكلي يعتمد على نوعية العناصر الداخلة في تركيب الدروع وكذلك على كثافة المواد المستخدمة، وان لمساهمة العناصر الخفيفة في تحديد قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات أهمية كبيرة اذا ما قورنت بالمواد الثقلى وخصوصاً عنصر الهيدروجين لما له من أهمية في توهين النيوترونات السريعة حيث يمتلك الهيدروجين أعلى مقطع عرضي كتلي اذا ما قورن بباقي العناصر، كذلك فإن زيادة النسبة الوزنية للهيدروجين سوف تسهم في زيادة المقطع العرضي العياني الكلي ( $\Sigma$ ).

بشكل عام، فإن قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات لدروع المجموعة الثانية هي أعلى من قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لدروع المجموعة الاولى، وذلك بسبب ان المادة الاساس في دروع المجموعة الثانية هي الشمع والذي يحتوي على نسبة عالية من الهيدروجين (0.14780) يكون أعلى مما موجود من الهيدروجين في البولي ستايرين (0.07742) مما يؤدي الى ان تكون قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية عالية. كذلك يتبين من هذه الجداول ان التركيز العالي لعنصري الهيدروجين والبورون في التركيب الكيميائي للخلطتين (B1،A1) مقارنة بباقي الخلطات الامر الذي يفسر لنا سبب امتلاك هاتين الخلطتين لأكبر قيم للمقاطع العرضية العيانية الكلية، أما الخلطان (B4،A4) فتمتلكان أقل قيمة للمقاطع العرضية العيانية الكلية وذلك لاحتوائهما على عنصر التنكستن والذي يمتلك أقل قيمة للمقطع العرضي الكلي (0.01022) لذلك فإن توهين النيوترونات السريعة باستعمال الخلطات (B1،A1) هما أفضل من غيرهما من الخلطات وكما موضح بالأشكال (120-4) و (121-4) و (122-4) ويتضح من الاشكال ايضاً، ان قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية للخلطتين اللتين تحتويان على ثلاثي اوكسيد الحديد والطين (كاؤولين) تكون

متقاربة نوعاً ما ، مما يعطي إمكانية الاستعاضة عن اوكسيد الحديد الثلاثي بمادة الطين (كاؤولين) حيث تكون اكثر وفرة وأرخص ثمناً .

تم رسم العلاقة بين المقاطع العرضية العيانية الكلية ( $\Sigma$ ) وتركيز المواد المضافة (مواد التدعيم) وكما موضح بالأشكال (4-123) و (4-124)، ويتضح من هذه الاشكال ان قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية تزداد مع زيادة تركيز المادة المضافة حيث بزيادة التركيز فأن الكسر الوزني للعناصر المضافة سوف يزداد ، و لذا فأن مساهمة كل عنصر في تحديد قيمة المقاطع العرضية العيانية الكلية سوف تزداد ولجميع الخلطات وبنسب متفاوتة تبعاً لنوع العنصر المضاف .

الجدول (4-11) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة البورون (B) للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	التركيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
A	0%	C	1.04	0.05312	0.92258	0.95948	0.05096	0.06751
		H		0.20546	0.07742	0.08052	0.01654	
A1	5%	C	1.06972	0.05312	0.87645	0.93756	0.04980	0.06907
		H		0.20546	0.07355	0.07868	0.01616	
		B		0.05804	0.05000	0.05349	0.00310	
	15%	C	1.13455	0.05312	0.78419	0.88970	0.04726	0.07248
		H		0.20546	0.06581	0.07466	0.01534	
		B		0.05804	0.15000	0.17018	0.00988	
	25%	C	1.20773	0.05312	0.69193	0.83566	0.04439	0.07632
		H		0.20546	0.05807	0.07013	0.01441	
		B		0.05804	0.25000	0.30193	0.01752	
35%	C	1.29103	0.05312	0.59968	0.77420	0.04112	0.08070	
	H		0.20546	0.05032	0.06496	0.01335		
	B		0.05804	0.35000	0.45186	0.02623		
45%	C	1.38667	0.05312	0.50742	0.70362	0.03737	0.08572	
	H		0.20546	0.04258	0.05904	0.01213		
	B		0.05804	0.45000	0.62400	0.03622		



الجدول (12-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة  $(B_2O_3)$  للمجموعة الأولى (A)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
A	0%	C	1.04	0.05312	0.92258	0.95948	0.05096	0.06751
		H		0.20546	0.07742	0.08052	0.01654	
A2	5%	C	1.07091	0.05312	0.87645	0.93860	0.04986	0.06864
		H		0.20546	0.07355	0.07877	0.01618	
		B		0.05804	0.01553	0.01663	0.00097	
		O		0.04436	0.03447	0.03691	0.00164	
	15%	C	1.13858	0.05312	0.78419	0.89286	0.04743	0.07112
		H		0.20546	0.06581	0.07493	0.01539	
		B		0.05804	0.04659	0.05305	0.00308	
		O		0.04436	0.10341	0.11774	0.00522	
	25%	C	1.21540	0.05312	0.69193	0.84097	0.04467	0.07394
		H		0.20546	0.05807	0.07058	0.01450	
		B		0.05804	0.07764	0.09436	0.00548	
		O		0.04436	0.17236	0.20949	0.00929	
	35%	C	1.30331	0.05312	0.59968	0.78157	0.04151	0.07716
		H		0.20546	0.05032	0.06558	0.01347	
		B		0.05804	0.10870	0.14167	0.00822	
		O		0.04436	0.24130	0.31449	0.01395	
45%	C	1.40494	0.05312	0.50742	0.71289	0.03787	0.08089	
	H		0.20546	0.04258	0.05982	0.01229		
	B		0.05804	0.13976	0.19635	0.01140		
	O		0.04436	0.31024	0.43587	0.01934		

الجدول (13-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة  $(Fe_2O_3)$  للمجموعة الأولى (A)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
A	0%	C	1.04	0.05312	0.92258	0.95948	0.05096	0.06751
		H		0.20546	0.07742	0.08052	0.01654	
A3	5%	C	1.08343	0.05312	0.87645	0.94957	0.05044	0.06832
		H		0.20546	0.07355	0.07969	0.01637	
		Fe		0.02068	0.03497	0.03789	0.00078	
		O		0.04436	0.01503	0.01628	0.00072	
	15%	C	1.18212	0.05312	0.78419	0.92701	0.04924	0.07015
		H		0.20546	0.06581	0.07780	0.01598	
		Fe		0.02068	0.10491	0.12402	0.00256	
		O		0.04436	0.04509	0.05330	0.00236	
	25%	C	1.30061	0.05312	0.69193	0.89993	0.04780	0.07236
		H		0.20546	0.05807	0.07553	0.01552	
		Fe		0.02068	0.17486	0.22742	0.00470	
		O		0.04436	0.07514	0.09773	0.00434	
	35%	C	1.44551	0.05312	0.59968	0.86684	0.04604	0.07505
		H		0.20546	0.05032	0.07274	0.01494	
		Fe		0.02068	0.24480	0.35386	0.00732	
		O		0.04436	0.10520	0.15207	0.00675	
45%	C	1.62674	0.05312	0.50742	0.82544	0.04385	0.07842	
	H		0.20546	0.04258	0.06927	0.01423		
	Fe		0.02068	0.31474	0.51200	0.01059		
	O		0.04436	0.13526	0.22003	0.00976		

الجدول (14-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة (W) للمجموعة الاولى (A)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
A	0%	C	1.04	0.05312	0.92258	0.95948	0.05096	0.06751
		H		0.20546	0.07742	0.08052	0.01654	
A4	5%	C	1.09154	0.05312	0.87645	0.95668	0.05082	0.06787
		H		0.20546	0.07355	0.08028	0.01649	
		W		0.01022	0.05000	0.05458	0.00056	
	15%	C	1.21190	0.05312	0.78419	0.95036	0.05048	0.06872
		H		0.20546	0.06581	0.07976	0.01639	
		W		0.01022	0.15000	0.18179	0.00186	
	25%	C	1.36213	0.05312	0.69193	0.94250	0.05006	0.06979
		H		0.20546	0.05807	0.07910	0.01625	
		W		0.01022	0.25000	0.34053	0.00348	
	35%	C	1.55460	0.05312	0.59968	0.93226	0.04952	0.07115
		H		0.20546	0.05032	0.07823	0.01607	
		W		0.01022	0.35000	0.54411	0.00556	
45%	C	1.81083	0.05312	0.50742	0.91885	0.04881	0.07298	
	H		0.20546	0.04258	0.07711	0.01584		
	W		0.01022	0.45000	0.81487	0.00833		

الجدول (4-15) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة (كاؤولين)

للمجموعة الأولى (A)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
A	0%	C	1.04	0.05312	0.92258	0.95948	0.05096	0.06751
		H		0.20546	0.07742	0.08052	0.01654	
A5	5%	C	1.07216	0.05312	0.87645	0.93969	0.04991	0.06834
		H		0.20546	0.07433	0.07969	0.01637	
		O		0.04436	0.02789	0.02990	0.00133	
		Al		0.03231	0.01045	0.01120	0.00036	
		Si		0.03119	0.01088	0.01167	0.00036	
	15%	C	1.14286	0.05312	0.78419	0.89622	0.04760	0.07017
		H		0.20546	0.06815	0.07789	0.01600	
		O		0.04436	0.08367	0.09562	0.00424	
		Al		0.03231	0.03135	0.03583	0.00116	
		Si		0.03119	0.03264	0.03730	0.00116	
	25%	C	1.22353	0.05312	0.69193	0.84660	0.04497	0.07226
		H		0.20546	0.06197	0.07582	0.01558	
		O		0.04436	0.13944	0.17061	0.00757	
		Al		0.03231	0.05226	0.06394	0.00207	
		Si		0.03119	0.05440	0.06656	0.00208	
	35%	C	1.31646	0.05312	0.59968	0.78945	0.04193	0.07466
		H		0.20546	0.05579	0.07345	0.01509	
		O		0.04436	0.19522	0.25700	0.01140	
		Al		0.03231	0.07316	0.09631	0.00311	
		Si		0.03119	0.07615	0.10025	0.00313	
45%	C	1.42466	0.05312	0.50742	0.72290	0.03840	0.07746	
	H		0.20546	0.04961	0.07068	0.01452		
	O		0.04436	0.25100	0.35759	0.01586		
	Al		0.03231	0.09406	0.13400	0.00433		
	Si		0.03119	0.09791	0.13949	0.00435		

الجدول (16-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة البورون (B) للمجموعة الثانية (B)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
B	0%	C	0.95	0.05312	0.85220	0.80959	0.04300	0.07185
		H		0.20546	0.14780	0.14041	0.02885	
B1	5%	C	0.97908	0.05312	0.80959	0.79265	0.04210	0.07319
		H		0.20546	0.14041	0.13747	0.02824	
		B		0.05804	0.05000	0.04895	0.00284	
	15%	C	1.04293	0.05312	0.72437	0.75547	0.04013	0.07613
		H		0.20546	0.12563	0.13102	0.02692	
		B		0.05804	0.15000	0.15644	0.00908	
	25%	C	1.11568	0.05312	0.63915	0.71309	0.03788	0.07948
		H		0.20546	0.11085	0.12367	0.02541	
		B		0.05804	0.25000	0.27892	0.01619	
	35%	C	1.19935	0.05312	0.55393	0.66436	0.03529	0.08333
		H		0.20546	0.09607	0.11522	0.02367	
		B		0.05804	0.35000	0.41977	0.02436	
45%	C	1.29659	0.05312	0.46871	0.60772	0.03228	0.08780	
	H		0.20546	0.08129	0.10540	0.02166		
	B		0.05804	0.45000	0.58347	0.03387		

الجدول (17-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة  $(B_2O_3)$

للمجموعة الثانية (B)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
B	0%	C	0.95	0.05312	0.85220	0.80959	0.04300	0.07185
		H		0.20546	0.14780	0.14041	0.02885	
B2	5%	C	0.98008	0.05312	0.80959	0.79346	0.04215	0.07280
		H		0.20546	0.14041	0.13761	0.02827	
		B		0.05804	0.01553	0.01522	0.00088	
		O		0.04436	0.03447	0.03378	0.00150	
	15%	C	1.04624	0.05312	0.72437	0.75794	0.04026	0.07490
		H		0.20546	0.12563	0.13145	0.02701	
		B		0.05804	0.04659	0.04875	0.00283	
		O		0.04436	0.10341	0.10820	0.00480	
	25%	C	1.12221	0.05312	0.63915	0.71726	0.03810	0.07729
		H		0.20546	0.11085	0.12440	0.02556	
		B		0.05804	0.07764	0.08713	0.00506	
		O		0.04436	0.17236	0.19342	0.00858	
	35%	C	1.20994	0.05312	0.55393	0.67022	0.03560	0.08007
		H		0.20546	0.09607	0.11624	0.02388	
		B		0.05804	0.10870	0.13152	0.00763	
		O		0.04436	0.24130	0.29196	0.01295	
45%	C	1.31255	0.05312	0.46871	0.61521	0.03268	0.08331	
	H		0.20546	0.08129	0.10670	0.02192		
	B		0.05804	0.13976	0.18344	0.01065		
	O		0.04436	0.31024	0.40721	0.01806		

الجدول (18-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة  $(Fe_2O_3)$  للمجموعة الثانية (B)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
B	0%	C	0.95	0.05312	0.85220	0.80959	0.04300	0.07185
		H		0.20546	0.14780	0.14041	0.02885	
B3	5%	C	0.99055	0.05312	0.80959	0.80194	0.04260	0.07255
		H		0.20546	0.14041	0.13908	0.02858	
		Fe		0.02068	0.03497	0.03464	0.00072	
		O		0.04436	0.01503	0.01489	0.00066	
	15%	C	1.08299	0.05312	0.72437	0.78449	0.04167	0.07414
		H		0.20546	0.12563	0.13606	0.02795	
		Fe		0.02068	0.10491	0.11362	0.00235	
		O		0.04436	0.04509	0.04883	0.00217	
	25%	C	1.19448	0.05312	0.63915	0.76345	0.04055	0.07606
		H		0.20546	0.11085	0.13241	0.02720	
		Fe		0.02068	0.17486	0.20887	0.00432	
		O		0.04436	0.07514	0.08975	0.00398	
	35%	C	1.33155	0.05312	0.55393	0.73759	0.03918	0.07842
		H		0.20546	0.09607	0.12792	0.02628	
		Fe		0.02068	0.2448	0.32596	0.00674	
		O		0.04436	0.1052	0.14008	0.00621	
45%	C	1.50415	0.05312	0.46871	0.70501	0.03745	0.08138	
	H		0.20546	0.08129	0.12227	0.02512		
	Fe		0.02068	0.31474	0.47342	0.00979		
	O		0.04436	0.13526	0.20345	0.00903		

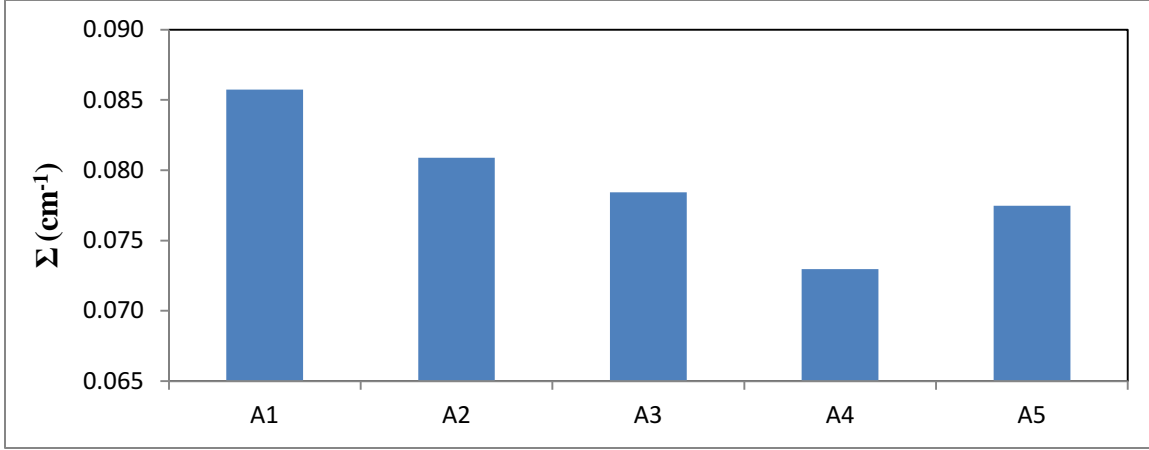
الجدول (19-4) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة (W) للمجموعة الثانية (B)

المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
B	0%	C	0.95	0.05312	0.85220	0.80959	0.04300	0.07185
		H		0.20546	0.14780	0.14041	0.02885	
B4	5%	C	0.99741	0.05312	0.80959	0.80749	0.04289	0.07218
		H		0.20546	0.14041	0.14005	0.02877	
		W		0.01022	0.05000	0.04987	0.00051	
	15%	C	1.10799	0.05312	0.72437	0.80259	0.04263	0.07293
		H		0.20546	0.12563	0.13920	0.02860	
		W		0.01022	0.15000	0.16620	0.00170	
	25%	C	1.24617	0.05312	0.63915	0.79649	0.04231	0.07387
		H		0.20546	0.11085	0.13814	0.02838	
		W		0.01022	0.25000	0.31154	0.00318	
	35%	C	1.42371	0.05312	0.55393	0.78864	0.04189	0.07508
		H		0.20546	0.09607	0.13678	0.02810	
		W		0.01022	0.35000	0.49830	0.00509	
45%	C	1.66024	0.05312	0.46871	0.77817	0.04133	0.07670	
	H		0.20546	0.08129	0.13496	0.02773		
	W		0.01022	0.45000	0.74711	0.00764		

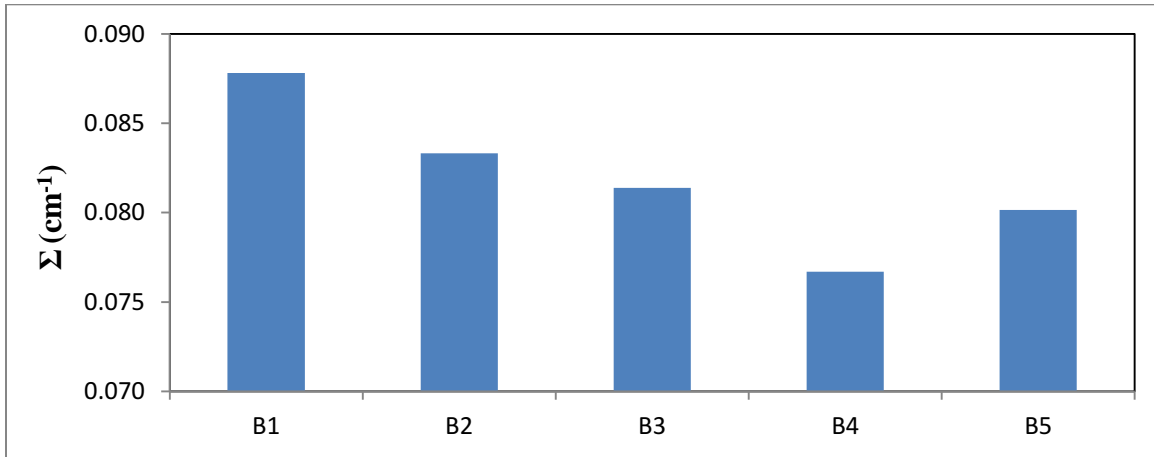


الجدول (4-20) قيم معاملات المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة  $\Sigma$  لمادة (كاؤولين) للمجموعة الثانية (B)

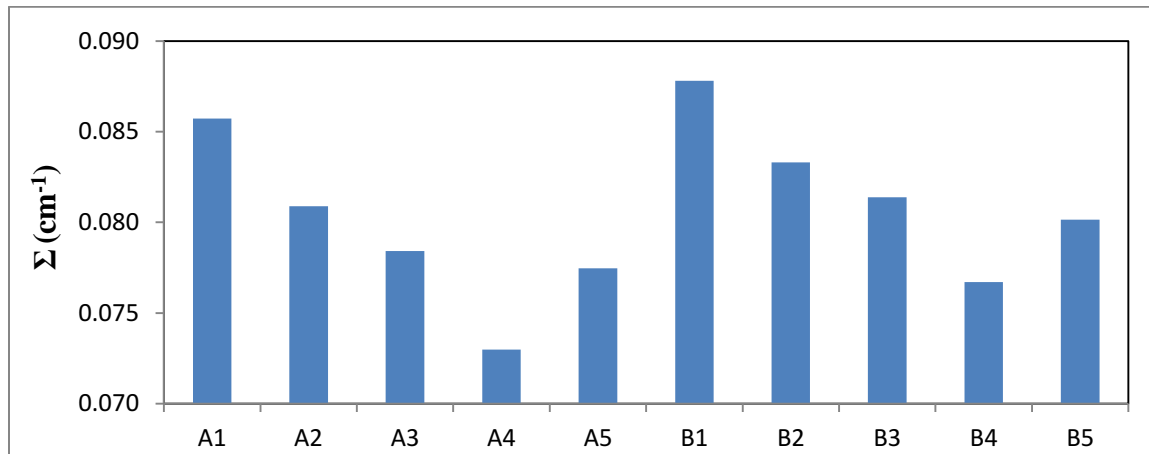
المجاميع	التراكيز	العناصر	Composite Density(g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma/\rho$ (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Fraction by Weight	Partial Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\Sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Total $\Sigma$
B	0%	C	0.95	0.05312	0.85220	0.80959	0.04300	0.07185
		H		0.20546	0.14780	0.14041	0.02885	
B5	5%	C	0.98113	0.05312	0.80959	0.79431	0.04219	0.07253
		H		0.20546	0.14119	0.13853	0.02846	
		O		0.04436	0.02789	0.02736	0.00121	
		Al		0.03231	0.01045	0.01025	0.00033	
		Si		0.03119	0.01088	0.01067	0.00033	
	15%	C	1.04995	0.05312	0.72437	0.76055	0.04040	0.07403
		H		0.20546	0.12797	0.13436	0.02761	
		O		0.04436	0.08367	0.08785	0.00390	
		Al		0.03231	0.03135	0.03292	0.00106	
		Si		0.03119	0.03264	0.03427	0.00107	
	25%	C	1.12914	0.05312	0.63915	0.72169	0.03833	0.07576
		H		0.20546	0.11475	0.12957	0.02662	
		O		0.04436	0.13944	0.15745	0.00698	
		Al		0.03231	0.05226	0.05901	0.00191	
		Si		0.03119	0.05440	0.06143	0.00192	
	35%	C	1.22126	0.05312	0.55393	0.67649	0.03593	0.07777
		H		0.20546	0.10153	0.12399	0.02548	
		O		0.04436	0.19522	0.23841	0.01058	
		Al		0.03231	0.07316	0.08935	0.00289	
		Si		0.03119	0.07615	0.09300	0.00290	
45%	C	1.32974	0.05312	0.46871	0.62326	0.03311	0.08014	
	H		0.20546	0.08832	0.11744	0.02413		
	O		0.04436	0.25100	0.33376	0.01481		
	Al		0.03231	0.09406	0.12508	0.00404		
	Si		0.03119	0.09791	0.13019	0.00406		



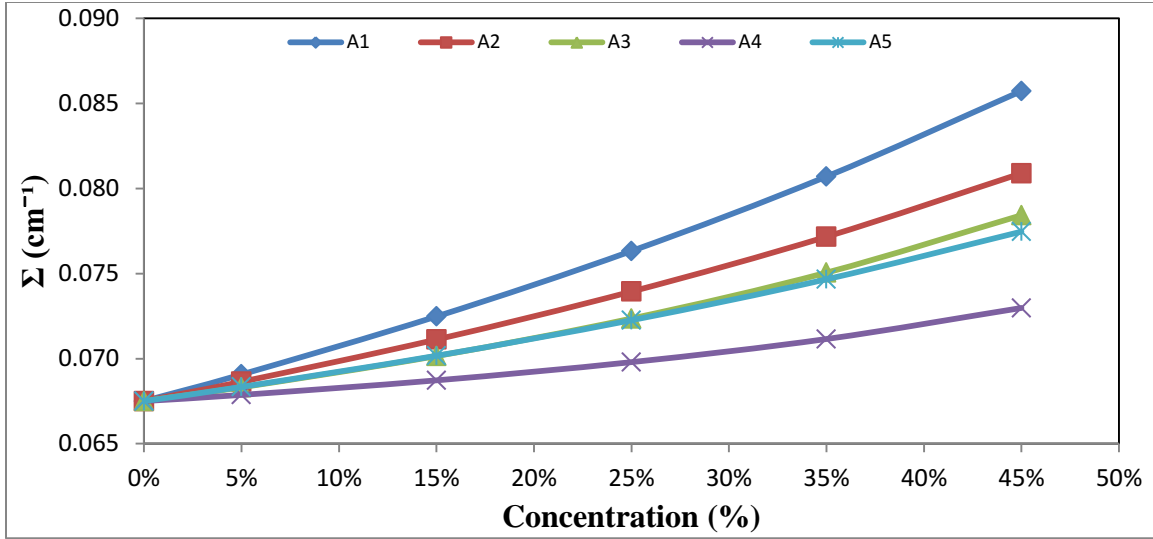
الشكل (4-120) يبين علاقة المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة بنوع مادة التدعيم وعند تركيز 45 % لدروع المجموعة الاولى (A)



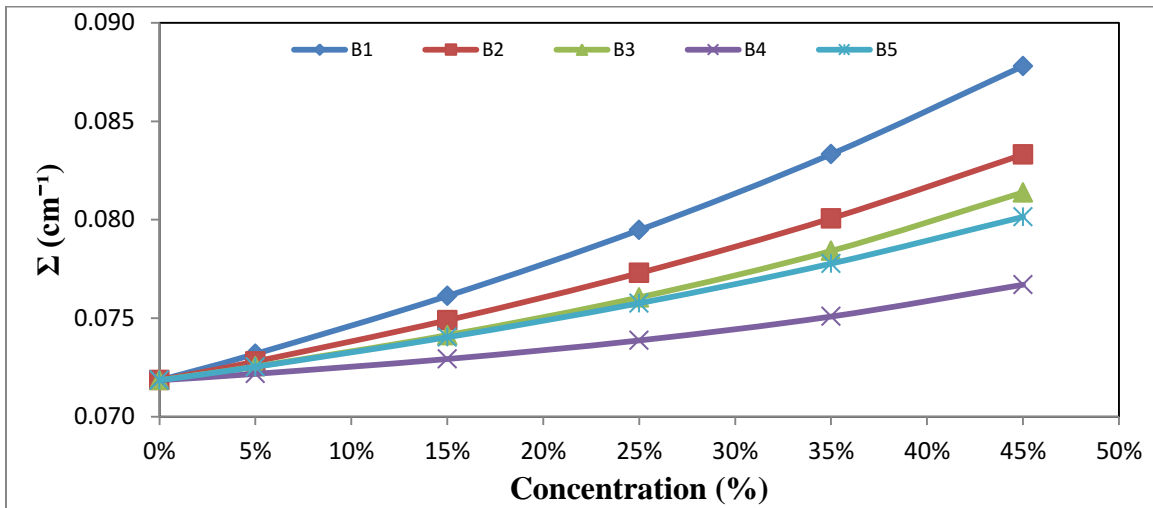
الشكل (4-121) يبين علاقة المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة بنوع مادة التدعيم وعند تركيز 45 % لدروع المجموعة الثانية (B)



الشكل (4-122) يبين علاقة المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة بنوع مادة التدعيم وعند تركيز 45 % لدروع المجموعتين الاولى والثانية (A,B)



الشكل (123-4) يبين قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الاولى (A)



الشكل (124-4) يبين قيم المقاطع العرضية العيانية الكلية لتوهين النيوترونات السريعة كدالة لتراكيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الثانية (B)

8-4 سمك النصف لتوهين النيوترونات السريعة :-

**Half Value layer of Fast Neutron Attenuation**

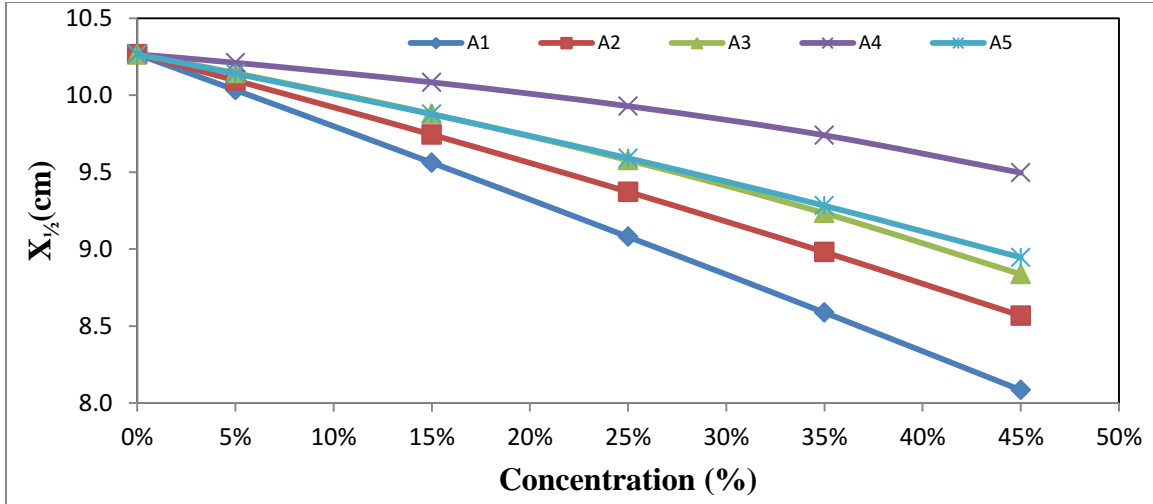
تم حساب قيم سمك النصف من المعادلة (23-2) ، والجدولان (21-4) و (22-4) يوضحان قيم سمك النصف عند تراكيز مختلفة و لجميع الخلطات، وقد رسمت العلاقة بين سمك النصف وتركيز المادة المضافة وكما موضح بالاشكال (125-4) ، (126-4) يلاحظ من الشكلين انه بزيادة تركيز المادة المضافة، يقل السمك اللازم لتوهين شدة حزمة النيوترونات الى النصف والسبب يعود الى علاقة المقطع العرضي العياني الكلي بزيادة تركيز المادة المضافة .

الجدول (21-4) قيم سمك النصف  $X_{1/2}$  (cm) لمادة الاساس البولي ستايرين المجموعة الاولى (A)

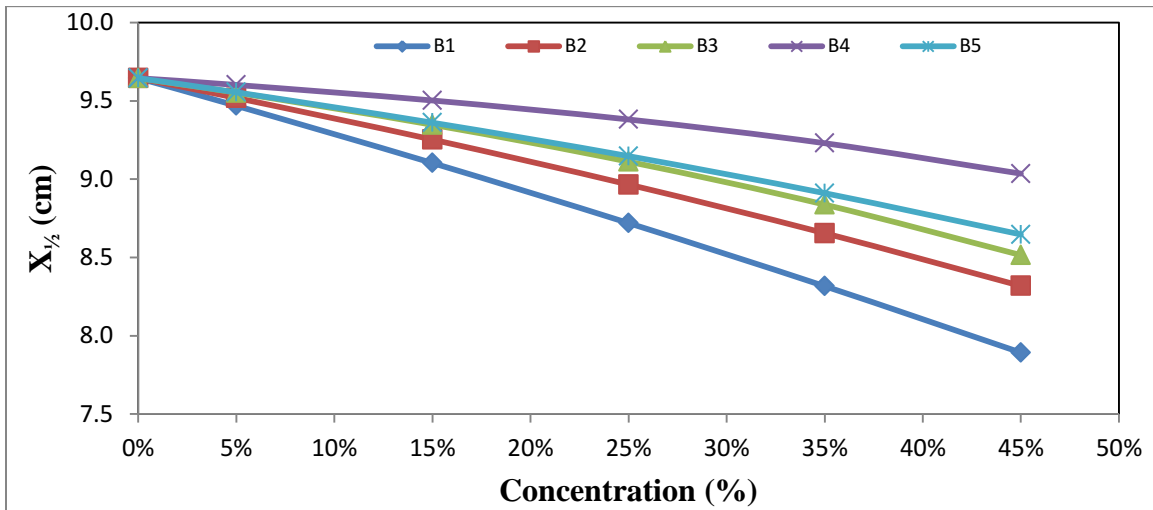
تركيز التدعيم	$X_{1/2}$ (cm)				
	A1	A2	A3	A4	A5
0%	10.26548	10.26548	10.26548	10.26548	10.26548
5%	10.03334	10.09593	10.14395	10.21090	10.14048
15%	9.56168	9.74366	9.87846	10.08370	9.87602
25%	9.07990	9.37236	9.57745	9.92909	9.59069
35%	8.58755	8.98102	9.23358	9.73958	9.28170
45%	8.08405	8.56720	8.83648	9.49607	8.94617

الجدول (22-4) قيم سمك نصف  $X_{1/2}$  (cm) لمادة الاساس شمع البرافين المجموعة الثانية (B)

تركيز التدعيم	$X_{1/2}$ (cm)				
	B1	B2	B3	B4	B5
0%	9.64490	9.64490	9.64490	9.64490	9.64490
5%	9.46854	9.51894	9.55214	9.60166	9.55454
15%	9.10307	9.25276	9.34730	9.50235	9.36061
25%	8.71961	8.96570	9.11155	9.38096	9.14705
35%	8.31667	8.65519	8.83753	9.22955	8.91055
45%	7.89278	8.31825	8.51509	9.03529	8.64696



الشكل (4-125) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الاولى (A)



الشكل (4-126) يبين قيم سمك النصف كدالة لتركيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الثانية (B)

#### 9-4 معدل المسار الحر ( $\lambda$ ) للنيوترونات :- Mean Free Path of Neutrons

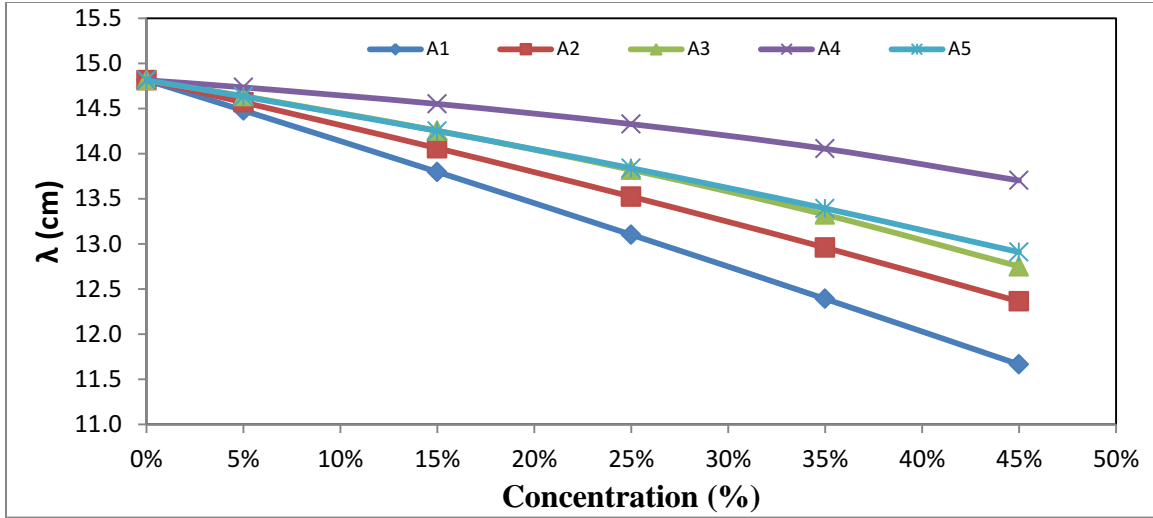
تم حساب قيم معدل المسار الحر من المعادلة (24-2) ، وكما موضح بالجدولين (23-4) و (24-4) وعند تراكيز مختلفة ، والشكلان (127-4) و (128-4) يوضحان علاقة معدل المسار الحر بزيادة تركيز مادة التدعيم ويتضح من الشكلين ان معدل المسار الحر يقل بزيادة التركيز وهذا يعود الى زيادة كثافة الدرع بزيادة التركيز حيث تقل المسافة المقطوعة من قبل النيوترون داخل الدرع مما يؤدي الى توهينه بشكل اكبر .

الجدول (23-4) قيم معدل المسار الحر ( $\lambda$  (cm) لمادة الاساس البولي ستايرين المجموعة الاولى (A)

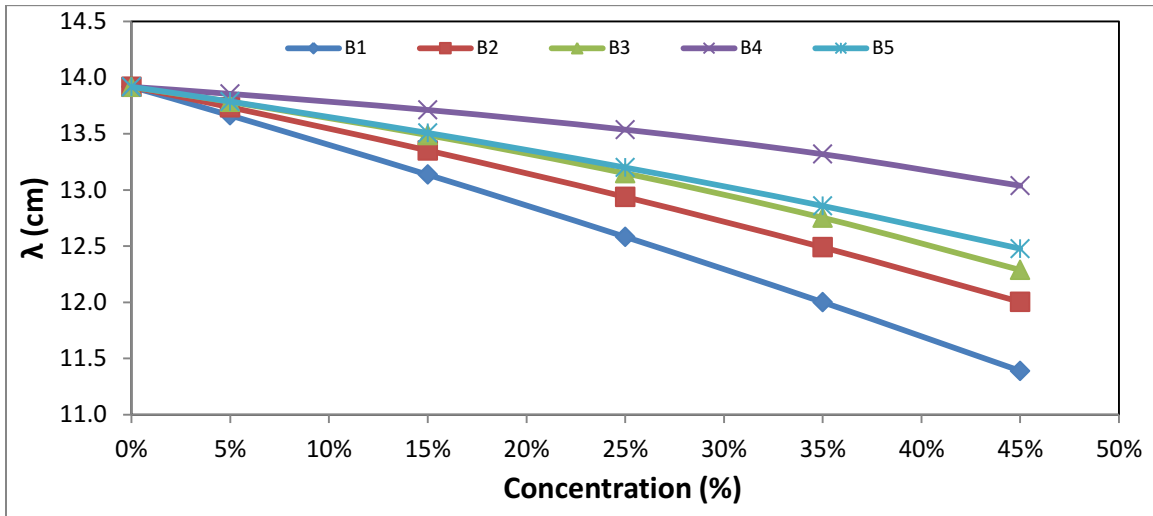
تركيز التدعيم	$\lambda$ (cm)				
	A1	A2	A3	A4	A5
0%	14.81310	14.81310	14.81310	14.81310	14.81310
5%	14.47812	14.56845	14.63774	14.73434	14.63273
15%	13.79753	14.06011	14.25463	14.55080	14.25111
25%	13.10231	13.52434	13.82028	14.32769	13.83938
35%	12.39184	12.95962	13.32407	14.05423	13.39350
45%	11.66529	12.36248	12.75106	13.70285	12.90934

الجدول (24-4) قيم معدل المسار الحر ( $\lambda$  (cm) لمادة الاساس شمع البرافين المجموعة الثانية (B)

تركيز التدعيم	$\lambda$ (cm)				
	B1	B2	B3	B4	B5
0%	13.91761	13.91761	13.91761	13.91761	13.91761
5%	13.66312	13.73585	13.78376	13.85520	13.78722
15%	13.13574	13.35175	13.48816	13.71191	13.50737
25%	12.58241	12.93752	13.14798	13.53673	13.19921
35%	12.00097	12.48946	12.75257	13.31826	12.85794
45%	11.38930	12.00325	12.28729	13.03793	12.47757



الشكل (4-127) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الاولى (A)



الشكل (4-128) يبين قيم معدل المسار الحر كدالة لتركيز مواد التدعيم لدروع المجموعة الثانية (B)

## الاستنتاجات:-

## Conclusions

1- بينت الدراسة ان معامل توهين اشعة كاما الكلي ( $\mu$ ) يعتمد على طاقة الفوتون الساقط وكذلك على التركيب الكيميائي لمادة الدرع، وقد بينت النتائج ان الدروع التي تحتوي على عنصر التنكستن هي دروع فعالة لاشعة كاما ، كون هذا العنصر يمتلك أعلى قيمة لمعامل التوهين الكلي مقارنة بباقي المواد .

2- أظهرت النتائج ان قيم معامل التوهين لاشعة كاما والنيوترونات تزداد بزيادة تركيز مواد التدعيم، وهذا يرجع الى زيادة المقاطع العرضية لتفاعلات اشعة كاما والنيوترونات مع زيادة التركيز ، ولذلك تتحسن خصائص المواد الاساس تجاه توهين اشعة كاما والنيوترونات .

3- ان اختيار مواد لتدريع النيوترونات السريعة يتطلب معرفة المقاطع العرضية العيانية الكلية للمواد المستخدمة حيث بينت النتائج ان المقطع العرضي العياني الكلي يعتمد على الكثافة والتركيب الكيميائي لمواد التدريع حيث ان الدروع التي تحتوي على عنصر البورون تكون فعالة لتوهين النيوترونات السريعة.

4- اظهرت النتائج ان المعلمات الثلاثة (معامل التوهين الخطي الكلي ، العدد الذري المؤثر ، والكثافة الالكترونية المؤثرة ) سوف تقل مع زيادة طاقة اشعة كاما خاصة عند التراكيز العالية (45%) وعند الطاقات الواطئة ، واعتمادا على قيم هذه المعلمات فأن الدرع (A4) يعد الافضل نوعا من بقية الدروع في توهين اشعة كاما .

5- يتضح من الدراسة ان الدرع (B1) يمتلك اعلى قيمة للمقطع العرضي العياني الكلي لتوهين النيوترونات السريعة بسبب وجود عنصر البورون والنسبة العالية للهيدروجين .

6- بينت النتائج ان سمك النصف ومعدل المسار الحر لاشعة كاما والنيوترونات ، أنهما يقلان بزيادة التراكيز .

7- يلاحظ من خلال الدراسة هناك تقارب كبير بقيم معاملات التوهين لاشعة كاما والنيوترونات بين مادتي اوكسيد الحديد والطين ، مما يعطي امكانية استبدال اوكسيد الحديد بالطين كونه أكثر وفرة وارخص ثمناً وأخف وزناً .



**Future Works****الاعمال المستقبلية :-**

- 1- إجراء دراسة عملية لاختبار كفاءة الدروع المصممة في الدراسة الحالية ومقارنة النتائج العملية مع النتائج المحسوبة نظرياً .
- 2- تصميم دروع مكونة من مواد متعددة الطبقات يمكن استخدامها للحد من اشعة كاما والنيوترونات.
- 3- دراسة تأثير إضافة المواد النانوية على كفاءة دروع اشعة كاما .
- 4- تصميم دروع من مواد ذات اعداد ذرية منخفضة للوقاية من أشعة الكبح الناتجة من مصادر بيتا .

# المصادر

PDF Reducer Demo

## References

## المصادر

[1] Reihard Ernst Vogel, Munich, Hariaching, Germany ,(1971); " Shaped polymeric shield against neutron and gamma radiation ", Unites state patent No. 3,609,372.

[2] Harold Ebneith, Leverkusen; Hans G. Fitzky, Odenthal; Wolfgang Oberkirch, Collegne, all of Fed.Rep.of Germany ,(1984); " composite material for shielding against electromagnetic radiation ", united states patent, patent No. 4,471,015.

[3] Sergio Grifoni ,(1988); " Shield against radiations ", united states patent, patent No. 4,727,257.

[4] A.S. Mollah , G.U. Ahmad b and S.R. Husain ,(1992); " Measurements of neutron shielding properties of heavy concretes using a Cf-252 source ", Nuclear Engineering and Design, 135:321-325, North-Holland.

[5] علي مدلول نعمة ، (١٩٩٢)؛ " قياس المقطع العرضي للزالة النيوترونية لمواد وتراكيب دروع مختلفة " ، رسالة ماجستير، جامعة بغداد.

[6] S. M. Azharul Islam, M. M. Akramuzzaman, M. A. Awal and M. Nurul islam, (1993); " A Study of Neutron Shielding Properties of Some Multilayers Containing Polyethylene " , Appl. Radiat. Isot., Vol. 44 , No. 8: 1161-I 164, Printed in Great Britain.

[7] N. EL-Enany, (1998); " Study of Gamma-Ray Shielding Properties of Desert Sand and Granite Rocks ",Intern. J. Environmental Studies, Vol. 55: 121-128, Printed in India.

- [8] L. Stover, and J.Frankish, M.A.hanna (1999); "Engineered Materials" 89: 299-306.
- [9] A. El-Sayed Abdo, (2002); " Calculation of the cross-sections for fast neutrons and gamma-rays in concrete shields ", Annals of Nuclear Energy, 29 :1977–1988.
- [10] Wijdan Abdel-Ameer Husain ,(2003); " Production of Fiber Reinforced High Performance High Density Concrete for Radiation Shielding ", MSc Thesis, University of Technology.
- [11] نبيل جنان بهنام فتوحى،(٢٠٠٦)؛ " دراسة عامل التراكم لأشعة كاما لمادتين اسود الكربون والكرافيت " ، رسالة ماجستير ، الجامعة التكنولوجية.
- [12] S.M.J. Mortazavi , M.A. Mosleh-Shirazi , M.R. Maheri , H.Yousefnia , S. Zolghadri ,& A. Haji pour, (2007) ; " Production of an economic high-density concrete for shielding megavoltage radiotherapy rooms and nuclear reactors ", Iran. J. Radiat. Res., 5 (3): 143-146.
- [13] رونق قيس غضبان الكرخي، (٢٠٠٩)؛ " تصميم دروع من مواد متراكبة للوقاية من اشعة كاما " ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد.
- [14] A.M. El-Khayatt, A. El-Sayed Abdo, (2009); " MERCSEF-N: A program for the calculation of fast neutron removal cross sections in composite shields " , Annals of Nuclear Energy, 36:832–836.
- [15] A.M. El-Khayatt, (2010); " Radiation shielding of concretes containing different lime/silica ratios " , Annals of Nuclear Energy, 37: 991–995.
- [16] I. Akkurt , H. Akyildirim , B. Mavi , S. Kilincarslan ,& C. Basyigit ,(2010); " Gamma-ray shielding properties of concrete including barite at different energies " , Progress in Nuclear Energy, 52 : 620–623.

- [17] E. Yilmaz , H. Baltas, E. Kırıs , I. Ustabas , U. Cevik ,& A.M. El-Khayatt, (2011); " Gamma ray and neutron shielding properties of some concrete materials ", Annals of Nuclear Energy, 38: 2204–2212.
- [18] Osman Gencil , Ahmet Bozkurt , Erol Kam ,& Turgay Korkut ,(2011); " Determination and calculation of gamma and neutron shielding characteristics of concretes containing different hematite proportions " , Annals of Nuclear Energy, 38: 2719–2723.
- [19] D. Rezaei-Ochbelagh and S. Azimkhani, (2012); " Investigation of gamma-ray shielding properties of concrete containing different percentages of lead ", Applied Radiation and Isotopes ,70 : 2282–2286.
- [20] K.H.Mahdi, Z.S.Ahmed ,& A.F.Mkhaiber, (2012); " Calculation and Study of Gamma ray Attenuation Coefficients for Different Composites " , Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Science, Vol. 25 No.3:133–141.
- [21] I. Akkurt ,& A. M. El-Khayatt, (2013); " Effective atomic number and electron density of marble concrete" , J Radioanal Nucl Chem, 295:633–638.
- [22] Y. ELMahroug , B. Tellili, & C. Souga, (2013); " Calculation of Gamma and Neutron Shielding Parameters for some Materials Polyethylene-Based", IJPR, Vol.3, Issue 1: 33-40.
- [23] Vishwanath P. Singh,& N. M. Badiger, (2013); " A Comprehensive Study on Gamma-Ray Exposure Build-Up Factors and Fast Neutron Removal Cross Sections of Fly-Ash Bricks " , Journal of Ceramics Article ID 967264, 13 pages.

- [24] Vishwaanath P. Singh , & Nagappa M. Badiger, (2014); " Investigation on Radiation Shielding Parameters of Ordinary, Heavy and Super Heavy Concretes ", Nuclear Technology & Radiation Protection ,Vol. 29, No. 2: 149-156.
- [25] Vishwanath P. Singh, N.M. Badiger and A.M. El-Khayatt ,(2014); " Study on  $\gamma$ -ray exposure buildup factors and fast neutron-shielding properties of some building materials ", Radiation Effects & Defects in Solids,Vol. 169, No. 6: 547–559.
- [26] Y. Elmahroug , B. Tellili , C. Souga, (2014); " Determination of shielding parameters for different types of resins ", Annals of Nuclear Energy, 63 : 619–623.
- [27] H. Nulk , C. Ipbüker , V. Gulik , A. Biland2,& A. Tkaczyk, (2014); " The investigation of gamma and neutron shielding properties of concrete including basalt fibre for nuclear energy applications ", International Symposium on Cement – based Materials for Nuclear Waste , Avignon (France).
- [28] Abdelghany A. El Abd, & Ashraf S. Elkady, (2014); " A Method for Simultaneous Determination of Effective Removal Cross-section for Fast Neutrons and Mass Absorption Coefficient for Gamma Rays ", SOJ Mater Sci Eng 2(2): 1- 6.
- [29] D Sariyer, R. Küçer , N. Küçer, (2015); " Neutron Shielding Properties of Concretes Containing Boron Carbide and Ferro – Boron ",Procedia - Social and Behavioral Sciences, 195: 1752 – 1756.

- [30] S. El-Fiki , S. U. El Kameesy, D. E. El. Nashar, M .A. Abou- Leila , M. K. El-Mansy ,& M. Ahmed ,(2015); " Influence of Bismuth Contents on Mechanical and Gamma Ray Attenuation Properties of Silicone Rubber Composite ",International Journal of Advanced Research, Vol. 3, Issue 6: 1035-1039.
- [31] Ripan Biswas , Hossain Sahadath , Abdus Sattar Mollah , Md. Fazlul Huq, (2015); " Calculation of gamma-ray attenuation parameters for locally developed shielding material: Polyboron ",Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 9 : 26–34.
- [32] Y. Elmahroug , B. Tellili , C. Souga ,& K. Manai, (2015); " ParShield: A computer program for calculating attenuation parameters of the gamma rays and the fast neutrons ",Annals of Nuclear Energy, 76 : 94–99.
- [33] Ahmed Fadhil Mkhaimer ,& Abdul raheem Dheyaa Ibrahim, (2015); " The Effect of the Concentration Chang of Reinforcing Materials on the Values of Some Theoretical Attenuation Parameters ", Advances in Physics Theories and Applications, Vol.46: 41 – 44.
- [34] Mehmet Büyükyıldız, (2016); " Effective atomic numbers and electron densities for some lanthanide oxide compounds using direct method in the energy region of 1 keV - 20 MeV ",Bitlis Eren Univ J Sci & Technol, 6 (1): 7–12.
- [35] Aycañ Gur, Birol Artig, &Tahir Cakir, (2017); " Photon Attenuation Properties of Concretes Containing Magnetite and Limonite Ores ",Physicochem. Probl. Miner. Process. 53(1): 184–191.
- [36] R.D. Evans, (1955); "The Atomic Nucleus",Mc Graw- Hill New York .

[37] ACI Committee 211,(2002); "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavy weight, and Mass Concrete", Appendix 4, American Concrete Institute.

[38] Syed Naeem Ahmed ,(2007); " Physics and Engineering of Radiation Detection ", First edition, Academic Press Inc..

[39] Nicholas Tsoufanidis, (1983); " Measurement and Detection of Radiation ", Second Edition, United States of America.

[40] James E. Martin ,(2006); " Physics for Radiation Protection ", Second Edition, Federal Republic of Germany.

[41] Tait, W.H., (1980); " Radiation Detection", Butterworths, U.K..

[42] Nelson, G. and Reilly, D. (1991). Passive Nondestructive Analysis of Nuclear Materials, Los Alamos National Laboratory, Nureg/CR-5550, Laur-90-732.

[43] E. Segre, (1977); "Nuclei and Particles" 2d.ed., Benjamin Cummings Publishing Co., Inc.

[44] Grouthamel,& C.E. ,(1970); "Applied Gamma-ray Spectrometry", 2d. ed., by (adams., F.adams,A.),Pergamon Press.

[45] مايرهوف،(١٩٦٧)؛ " مبادئ الفيزياء النووية "، ترجمة الدكتور عاصم عبد الكريم عزوز فيزيائي اقدم – قسم البحث والتطوير، جامعة الموصل.

[46] J.S.Lilley, (2001); " Nuclear Physics ", New York, USA.

[47] Cork,& J.M., (1950); "Radioactivity and Nuclear Physics",2d. ed.,John Wiley & sons ,Inc..



- [48] Suzuki, A, et al.,(2001); "Trace Elements with Large Activation Cross Section in Concrete Materials in Japan", Journal of Nuclear Science and Technology, Vol. 38, No. 7: 542-550.
- [49] N.M.Schaeffer ,(1973); " reactor shielding for nuclear engineers " , Division of Reactor Development and Technology , U. S. Atomic Energy Commission.
- [50] Desoete, D., Jijels,R. ,& Hoste,J., (1972) ; " Neutron Activation Analysis " , John Wiley and Sons, New York.
- [51] Claude Leroy ,& Pier-Giorgio Rancoita, (2009); " Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection " , 2nd Edition, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- [52] Kaplan MF, (1989); " Concrete radiation shielding", New York, Wiley.
- [53] Glenn E Knoll , (2000); " Radiation Detection and Measurement " , Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- [54] Woods J , (1982); " Computational methods in reactor shielding " ,Pergamon, New York.
- [55] Akkurt I et.al, (2005); "Study on Z dependence of partial and total mass attenuation coefficients",J Quantit Spect Radiat Transf, 94(3-4):379-385.
- [56] Chandra, Ramesh ,( 2004); " Nuclear Medicine Physics: The Basics, 6th Edition " , Lippincott Williams & Wilkins.
- [57] V. P. Singh, N. M. Badiger, & M. E. Medhat, (2014); "Assessment of exposure build-up factors of some oxide dispersion strengthened steels

applied in modern nuclear engineering and designs," Nuclear Engineering and Design, vol. 270: 90–100.

[58] Hine,G.J., (1952); " The effective atomic numbers of materials for various gamma interactions ", Phys. Rev., 85: 725–737.

[59] Manohara, S.R., Hanagodimath, S.M., Thind, K.S., Gerward, L., (2008);" On the effective atomic number and electron density: a comprehensive set of formulas for all types of materials and energies above 1 keV ", Nucl. Instrum. Method Phys. Res. B 266 :3906–3912.

[60] Nicholas Tsoulfanidis ,(1995);" measurement and detection of radiation",Second Edition , University of Missouri-Rolla.

[61] Guru Prasad S et al., (1998);" Effective atomic numbers for photo absorption in alloys in the energy region of absorption edges", Rad Phys Chem 53:449–453.

[62] Singh, N., Singh, K.J., Singh, K., Singh, H., (2006); " Gamma-ray attenuation studies of PbO–BaO–B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass system ", Radiat., Meas. 41: 84–88.

[63] D.F. Jackson,& D.J. Hawkes, (1981); " Phys. Rep "., 70 ,169.

[64] Jacob Shapiro, (2002); " Radiation Protection ", Fourth edition, United states of America.

[65] محمد فاروق احمد، احمد بن محمد السريع، (٢٠٠٧)؛ " مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها "، جامعة الملك سعود، اللجنة الدائمة للوقاية من الاشعاعات.

[66] Kieran Maher , & other Wikibooks contributors, (2004 - 2006); " Basic Physics of nuclear medicine " .

- [67] Akkurt, I.,& Canakci, H., (2011);" Radiation attenuation of boron doped clay for 662, 1173 and 1332 keV gamma rays", Iran. J. Radiat., Res., 9: 37–40.
- [68] Beckurts, K.H., & Wirtz. K,(1964); " Neutron Physics ", spriner-verlay, New York.
- [69] محمد بن عبد الرحمن آل الشيخ و احمد بن نصر كداشي ، (٢٠٠٧)؛ " مبادئ المفاعلات النووية " جامعة الملك سعود .
- [70] اطيمش ، حسن محمد، (١٩٩٠) ؛ " الذرة " ، وزارة الثقافة والاعلام ، دار الشؤون الثقافية العامة ، العراق.
- [71] Csikai.J ,(1987); " Handbook of Fast Neutron Generators " , vol.2, CRC Press Inc. Florida.
- [72] مصطفى محمد عبد المهدي المجالي،(٢٠٠٧) ؛ "الوقاية الاشعاعية المبادئ والتطبيقات"، الاردن.
- [73] J. Kenneth Shultis ,& Richard E. Faw ,(2002);" Fundamentals of Nuclear Science and Engineering " , Marcel Dekker, INC. New York . Basel.
- [74] يوسف، اركان يعقوب ،(١٩٩٦)؛ " استخدام تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني لتقدير محتوى البروتين والعناصر المعدنية في حبوب اللقاح واصناف مختلفة من تمر البصرة " ، رسالة ماجستير ، جامعة البصرة.
- [75] طالب ناهي الخفاجي، (١٩٨٠) ؛ " فيزياء المفاعلات النووية " ، جامعة بغداد.
- [76] ] Profio, A.E.,(1979); " Radiation Shielding and Dosimetry " , John Wiley & Sons, New York, USA.
- [77] Raymond L. Murray, (2000); " Nuclear Energy " , Fifth Edition,USA.

- [78] اريج رياض سعيد، رفيق سه وينج نور الدين، (٢٠١١)؛ " دراسة الخصائص الميكانيكية لمترابكة البولي اثيلين المدعم بدقائق مسحوق الصدف " ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٩، العدد ١٥.
- [79] محمد اسماعيل عمر، (٢٠٠٢)؛ " تكنولوجيا التصنيع بالحقن والرغاوي لمواد البلاستيك " ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة .
- [80] محمود نديم النحاس ، (٢٠٠٥)؛ " مجلة جامعة الملك عبد العزيز: العلوم الهندسية " ، م ١٦ ، ع ١ ، ص ٧٧-١٠٢ .
- [81] سلوان بهنام عبد الاحد الساعور، (١٩٩٨)؛ "دراسة الخواص الميكانيكية لمواد مركبة باستخدام ألياف الزجاج والكفلر "، رسالة ماجستير، قسم المكائن والمعدات، الجامعة التكنولوجية.
- [82] ناصر عبد الله، (١٩٩٢)؛ " دراسة الخواص الميكانيكية لمواد مركبة " ، رسالة ماجستير ، الجامعة التكنولوجية.
- [83] Meyers M.A.,& Chawla K. K.,(1999) ; " Mechanical Behavior of Materials " , Prentice- Hall, Inc New Jersey.
- [84] جواد كاظم الخفاجي ، سلوى عبد القادر القاسم ، محي رسول حمود ، عمار هاني الدجيلي ، محمد صادق المهداوي، (١٩٨٩) ؛ "الكيمياء الصناعية"، جامعة بغداد، بيت الحكمة.
- [85] L.J.Sato , K.Ichidure , S.Asano , S.Akeda , M.Oshima ,& A.Tabata ,(2005); " Eur.Polymer J",41,547.
- [86] Mitchell B. S.,(2004); "An Introduction to Materials Engineering and Science" Tulane university John Wiley & Sons, INC., Publication, New Jersey.
- [87] Kawanaka,S.. S.J. Park, & G.A. Mansoori,(1991); " Organic deposition from reservoir fluids " , SPE Reservoir. Engineering Journal, May:185-192.

- [88] Turner, W. R., D. S. Brown, & D. V. Harrison,(1955); " Properties of paraffin waxes: Composition by mass spectrometer analysis " , Industrial and Engineering Chemistry, 47:1219 - 1226.
- [89] Israa A. Hamood ,(2009); " impact Behavior for Epoxy Blends and Composites " , thesis Submitted to the Department of Applied Sciences at the University of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Materials Science.
- [90] رولا عبد خضر عباس، (٢٠١١)؛ " دراسة دور متراكبات النوفلاك في ولوج الجسيمات المشحونة الخفيفة وجعلها عديمة التأثير " , الجامعة التكنولوجية, مجلة الهندسة, العدد ٤, المجلد ١٧.
- [91] C. Augustsson, (2004) ; " NM epoxy handbook " , third edition, Nils Malmgren AB).
- [92] Shivraj G. Gounhalli , Anil Shantappa and S. M. Hanagodimath ,(2012) ; " Studies on Mass Attenuation Coefficient, Effective Atomic Numbers and Electron Densities of Some Narcotic Drugs in the Energy Range 1KeV -100GeV " , IOSR Journal of Applied Physics , Vol. 2, Issue 4 : 40-48.
- [93] V.Harish, N. Nagaiah, H. G. Harish Kumar ,(2012); " Lead oxides filled isophthalic resin polymer composite for gamma radiation shielding applications " , indian journal of pure and applied physics, vol.50: 847- 850.



## ABSTRACT

In this research a study has been made about some attenuation parameters of gamma rays and fast neutrons for shields consist of polymer - based composite materials (Polystyrene, Paraffin Wax) each of them reinforced with various materials like (B, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, W, Kaolinite) and with various concentrations (5, 15, 25, 35, 45)% for energies (0.5-10) MeV to show the suitability of these shields for use in the field of protecting against gamma ray and fast neutron. So, some shielding parameters have been calculated like Total Linear attenuation coefficient ( $\mu$ ), Effective atomic number ( $Z_{\text{eff}}$ ), Effective electron density ( $N_{\text{eff}}$ ), Half value layer ( $X_{1/2}$ ), Mean free path ( $\lambda$ ), and Total Macroscopic Cross-Section of Fast Neutron Attenuation ( $\Sigma$ ). The results showed that Linear attenuation coefficient, Effective atomic number and Effective electron density are affected by reinforcement ratio change and gamma ray energies, where it was found that, by increasing the reinforcement ratios, each of Linear attenuation coefficient and Effective atomic number increase (except Effective electron density, where its value decreases at first then starts increasing, because of the mathematical relationship that relates the Effective atomic number with the Effective electron density). On the other side, these three parameters will decrease with increasing gamma ray energy especially at high concentrations (45%) and at low energies. Depending on the values of these parameters the shield (A4) is considered to be better than the rest of the shields for gamma attenuation.

Total macroscopic cross-section of Fast neutron attenuation, is also



affected by the change in the reinforcement ratio, which it increase with the increasing of reinforcement materials concentrations because of the increase of its cross section. Cross-section of attenuation depends on density and chemical compound of shielding materials , The values of this parameters show , that the shield (B1) has the highest value of the cross-section of Fast neutron attenuation because of the presence of element boron and high ratio of hydrogen.

For half value layer and mean free path of gamma ray and neutrons, it's been found that both decrease by the increase of concentrations.

Also, the study show that there is a convergence in the values of attenuation parameters of gamma rays and neutrons between Kaolinite and  $Fe_2O_3$  which gives a possibility to replace  $Fe_2O_3$  with Kaolinite for being more abundant, cheaper, and lighter.

**Republic of Iraq  
Ministry of Higher Education  
and Scientific Research  
University of Baghdad  
College of Education For Pure  
Science - Ibn Al-Haitham**



**Study of some Shielding Parameters of  
Gamma Rays and Fast Neutrons for  
Various Shielding Materials**  
PDF Reducer Demo  
PDF Reducer Demo

**A thesis**

**Submitted to the College of Education for Pure Science - Ibn  
Al-Haitham - Baghdad University in Partial Fulfillment of The  
Requirements for the Degree of Master of Science in Physics**

**Presented by**

**Salwah Kareem Dawood**  
PDF Reducer Demo

**Bachelor of Science in Physics / 2014**

**Supervised by :**

**Ass. Prof. Dr. Ahmed Fadhil Mkhaimer**  
PDF Reducer Demo

**2018 A.D**

**1439 A.H**