

# الآية

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

سُورِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْأَفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّه  
الْحَقُّ ۖ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ ﴿٥٣﴾

صدق الله العظيم

سورة فصلت الآية (53)

# الإهداء

إلى " الله " مولاي وربي الواحد الاحد

خالصا لوجهه الكريم حتى يرضى

(( وقل رب زدني علما ))

إلى من لرجو... لن يكون عملي سكه ، فسيطة لقي بغرسها ، لقد ر شكر جهاده ولما نته

(( إذا قامت القيامة وفي يد أأكم فسيطة فليغرسها ))

إلى رسول الله " محمد " عليه الصلاة والسلام

...م...

إلى كل من أحببت في هذه الحياة الدنيا...

" أحب من شئت فأك مفلرقة ، وأعمل ما شئت فأك مجري به "

# الشكر والعرفان

في البداية ، الشكر والحمد لله جل في علاه ، فإنه ينتسب الفضل كله في  
اكمال والكمال ويبقى لله وحده - هذا العمل .

وبعد الحمد لله ، فأنتني أتوجه إلي أستاذي الدكتور أحمد الحسن الفكي عميد  
كلية العلوم جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا والمشرف علي الرسالة الذي لن نفيه  
اي كلمات حقه ، فلولا دعمه المستمر ماتم هذا العمل . ومن ثم فالشكر موصول  
لكل أساتذتي الأجلاء الذين تتلمذت علي أيديهم في كل مراحل دراستي حتي أنتشرف  
بوقوفي أمام حضرتكم اليوم.

## المستخلص

تم دراسة النيوترونات في مفاعلات الانشطار النووي ، وهدفت الدراسة إلى التعرف على النيوترونات وفهم طبيعة النيوترون والاطلاع على تفاعلاته ومصادره ودراسة كل من الوقود النووي والانشطار النووي، وتمت دراسة نظرية الانشطار النووي في ضوء نموذج القطرة السائلة ووجدت الطاقات الحرجة للانشطار لبعض الأنوية ووصف مفاعل الانشطار النووي ومكوناته وكيفية تحكم النيوترونات فيه.

وتوصلت الدراسة إلى الحسابات اللازمة للمحافظة على استمرار الانشطار النووي في مادة الوقود النووي داخل المفاعل، وسلوك انتقال النيوترون في ضوء نظرية المفاعل النووي في أبسط صورها وطرق عدّ النيوترونات.

## **Abstract**

The study contains neutrons in nuclear fission reactors, and the study aimed to identify neutrons, understand its nature, its interactions, its resources, and study of both nuclear fuel and nuclear fission. It had been studied the theory of nuclear fission in the light of liquid drop model, and it had been found the fission critical energies of some nuclei and described the nuclear fission reactor, its components, and how to control its neutrons.

The study found the calculations necessary to maintain the continuous of nuclear fission in nuclear fuel into the reactor, and also the neutron transmission behavior in the light of the theory of nuclear reactor in its simplest, and the ways of counting the neutrons.

# فهرس الموضوعات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
الشكر والعرفان	ج
المستخلص	د
Abstract	هـ
فهرس الموضوعات	و
فهرس الأشكال	ط
فهرس الجداول	ط
<b>الفصل الأول</b>	1
(1-1) المقدمة	1
(2-1) أهداف البحث	1
(3-1) مشكلة البحث	2
(4-1) الدراسات السابقة	2
(5-1) محتوى البحث	3
<b>الفصل الثاني</b>	5
<b>النيوترونات وتفاعلاتها ومصادرها</b>	
(1-2) البنية الذرية	5
(1-1-2) مقدمة	5
(2-1-2) تركيب النواة	5
(3-1-2) قوة التبادل النووي وطاقة الارتباط النووي	6
(4-1-2) النظائر Isotopes	7
(2-2) النيوترونات Neutrons (n)	9
(1-2-2) تفاعل النيوترونات مع الأنوية المختلفة	10
(2-2-2) خواص النيوترونات	10
(3-2) المصادر النيوترونية	11
(1-3-2) مقدمة	11

11	(2-3-2) المصادر النيوترونية الصغيرة
12	(3-3-2) المصادر النيوترونية المتوسطة
13	(4-3-2) المصادر النيوترونية الكبيرة
15	(4-2) الأنواع المختلفة للتفاعلات النووية المستحثة بالنيوترونات
15	(1-4-2) الأسر الإشعاعي للنيوترونات
15	(2-4-2) التفاعلات التي ينتج عنها انبعاث ألفا
16	(3-4-2) التفاعلات التي ينتج عنها انبعاث البروتونات
17	(4-4-2) التبعثر غير المرن للنيوترونات
17	(5-4-2) التبعثر المرن للنيوترونات
18	(6-4-2) نظرية بوهر للتفاعلات النووية الحادثة بواسطة النيوترونات
21	<b>الفصل الثالث</b> <b>الوقود النووي والإنشطار</b>
21	(1-3) مواد الوقود
21	(1-1-3) مقدمة
21	(2-1-3) الخواص المطلوبة لمادة الوقود
21	(3-1-3) إنتاج الوقود النووي الابتدائي Primary Nuclear Fuel
22	(4-1-3) اليورانيوم في الطبيعة
23	(5-1-3) الثوريوم في الطبيعة
23	(6-1-3) المواد النووية الأخرى
24	(2-3) مراحل الحصول على الوقود النووي
24	(1-2-3) اكتشاف اليورانيوم
24	(2-2-3) استخراج اليورانيوم من المناجم
25	(3-2-3) استخلاص اليورانيوم
26	(4-2-3) تنقية اليورانيوم
26	(5-2-3) المعادلات الكيميائية لتحويل أكسيد اليورانيوم إلى غاز UF <sub>6</sub>
28	(3-3) الانشطار النووي

28	(1-3-3) مقدمة
28	(2-3-3) نظرية الانشطار النووي
36	<b>الفصل الرابع</b> <b>المفاعلات النووية</b>
36	(1-4) مفاعلات الانشطار النووي
36	(1-1-4) مقدمة
36	(2-1-4) المفاعل النووي
38	(2-4) مكونات المفاعل النووي
42	(3-4) تصنيف المفاعلات النووية الانشطارية Fissions Nuclear Reactor Classification
43	(4-4) تحكم النيوترونات في المفاعلات الانشطارية النووية
48	(5-4) السيطرة على قدرة المفاعل النووي
49	(6-4) احتراق وتوليد الوقود النووي
51	<b>الفصل الخامس</b> <b>سلوك انتقال النيوترون "نظرية المفاعل"</b> Neutron Transport Behavior (Reactor Theory)
51	(1-5) مفاهيم انتقال النيوترون Neutron Transport Concepts
53	(2-5) نظرية انتشار النيوترون في حالة بقاء النيوترون وحيد السرعة
56	(3-5) ابطاء النيوترونات The slowing Down of Neutrons
58	(4-5) طرق عد النيوترونات
60	الخاتمة والتوصيات
61	المراجع



## فهرس الأشكال

الشكل	رقم الصفحة
شكل (1-2): التركيب النووي	6
شكل (2-2): طاقة الارتباط النووي للنوكليون الواحد	7
شكل (3-2): بناء النيوترون	9
شكل (1-3): مراحل الانشطار النووي في ضوء نموذج القطرة السائلة	31
شكل (1-4): التفاعل المتسلسل	36
شكل (1-5): حساب تسرب النيوترون	55

## فهرس الجداول

الجدول	رقم الصفحة
جدول (1-3) الطاقات الحرجة للانشطار لبعض الأنوية	34
جدول (1-4): بعض مصادر النيوترونات والفيض النيوتروني المنتج منها	38

## الفصل الأول

### (1-1) المقدمة

يعتبر المفاعل النووي من أغني المصادر الصناعية للإشعاع المؤين خصوصاً النيوترونات ذات الطاقات العالية والتي يمكن تحويلها إلى نيوترونات منخفضة الطاقة وذلك بعد تمريرها خلال مادة تعمل على إفقادها للطاقة من خلال التصادمات مع أنوية هذه المادة والتي عادة ماتكون ذات عدد ذري منخفض. هذه النيوترونات المنخفضة الطاقة أو النيوترونات البطيئة أصبحت ذات تطبيقات واسعة في مجالات عديدة.

### (2-1) أهداف البحث

- المفاعلات النووية تعتبر من أفضل مصادر النيوترونات علي الإطلاق.
- مفتاح تصميم قلوب المفاعلات هو وصف إنتاج ، إنتقال وامتصاص النيوترونات في القلب .
- في حالة الرغبة في إيقاف المفاعل يتم تقليل معامل التكاثر عن واحد صحيح فيصبح عدد النيوترونات الثانوية في التناقص جيل بعد جيل إلى أن يتوقف إنتاج النيوترونات الحرارية وبالتالي يتوقف المفاعل.
- العامل المهم لبدء وأستمرار التفاعل المتسلسل لنواة اليورانيوم 235 مثلاً هو توفر نيوترون بطي واحد علي الأقل.
- سيل النيوترونات المنطلقة من مفاعل نووي يعمل في مستوى معين من قدره يعتمد على سعة قلب المفاعل.

### (3-1) مشكلة البحث

- تعتبر المفاعلات النووية أهم مصدر للطاقة النووية والطاقة النووية ذات نطاق واسع الاستخدام.
- دراسة النيوترونات خصائصها وتفاعلاتها ومصادرها ذات أهمية بالغة في مفاعلات الانشطار النووي نسبة لان النيوترونات ذات اثر بالغ في التفاعل المتسلسل داخل المفاعل وعدم توفرها بنسبه معينه داخل المفاعل يؤدي الي عدم وجود تفاعل متسلسل .

تزداد كمية ناتج التفاعل كلما إزداد السيل النيوتروني ولهذا السبب تعتبر المفاعلات النووية من أكثر الأجهزة المولده للنيوترونات غزارة.

### (4-1) الدراسات السابقة

أجراء العديد من العلماء دراسات علي المفاعلات النووية ومن بين هذه الدراسات مهدي أحمد العبيد بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير بعنوان المفاعلات النووية - الاستخدامات - المخاطر والمعالجات ابريل 2005م إن المفاعلات النووية تختلف بحسب نوع الوقود المستخدم ونسبة تخصيبه ونوع المهدي والمبرد والشكل الهندسي للمفاعل كما تختلف المفاعلات النووية من حيث الغرض الذي انشأت من اجله فمنها ما انشا بغرض إنتاج طاقة حرارية هائلة ، والغرض الثاني الإستفادة من الطاقة الحركية الكبيرة للنيوترونات في إنتاج نظائر مشعة .

الدارسة ناهد أحمد بلل بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الفيزياء جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان المفاعلات النووية الإنشطارية التصميم والتشغيل والآثار البيئية أغسطس 2005م . أن حدوث الإنشطار أو الإندماج تحت

شروط معينة دون أي تحكم في سرعة التفاعل يؤدي إلي تصاعد هائل من تلك السرعة ويترتب علي ذلك تولد طاقة هائلة وهذا هو مبدأ القنابل النووية ، ويمكن التحكم في معدل الانشطار أو الاندماج بحيث يتم التحكم في كمية الطاقة الناتجة واستغلالها للأغراض السلمية .

وفي هذا البحث توصلت الدراسة الي دراسة النيوترونات في مفاعلات الانشطار النووي ، وهدفت الدراسة إلى التعرف على النيوترونات وفهم طبيعة النيوترون والاطلاع على تفاعلاته ومصادره ودراسة كل من الوقود النووي والانشطار النووي، وتمت دراسة نظرية الانشطار النووي في ضوء نموذج القطرة السائلة ووجدت الطاقات الحرجة للانشطار لبعض الأنوية ووصف مفاعل الانشطار النووي ومكوناته وكيفية تحكم النيوترونات فيه.

وتوصلت الدراسة إلى الحسابات اللازمة للمحافظة على استمرار الانشطار النووي في مادة الوقود النووي داخل المفاعل، وسلوك انتقال النيوترون في ضوء نظرية المفاعل النووي في أبسط صورها وطرق عد النيوترونات.

### **(1-1) محتوى البحث**

وقد قسم هذا البحث الي خمسة فصول ، الفصل الأول وفيه المقدمة، أهداف البحث ، مشكلة البحث ، محتوى البحث ، الدراسات السابقة ، الفصل الثاني وهو بعنوان النيوترونات وتفاعلاتها ومصادرها ، حيث يحتوي علي البنية الذرية ، النيوترونات ، المصادر النيوترونية، الانواع المختلفة للتفاعلات النووية المستحثة بالنيوترونات .

الفصل الثالث وهو بعنوان الوقود النووي والانشطار ، حيث يحتوي على مواد الوقود النووي، مراحل الحصول علي الوقود النووي، الانشطار النووي.

الفصل الرابع وهو بعنوان المفاعلات النووية ، وفيه مفاعلات الانشطار النووي ، مكونات المفاعل النووي، تصنيف المفاعلات النووية الانشطارية ، تحكم النيوترونات في مفاعلات الإنشطار النووي، السيطرة علي قدرة المفاعل النووي ، احتراق وتوليد الوقود النووي.

الفصل الخامس وهو بعنوان سلوك انتقال النيوترون ( نظرية المفاعل ) ، وفيه مفاهيم إنتقال النيوترون ، نظرية إنشطار النيوترون في حالة بقاء النيوترون وحيد السرعة ، إبطاء النيوترونات ، طرق عد النيوترونات.