Ain Shams University
Faculty of Science
Physics Department

“Studies on the elemental and natural radioactivity concentration for different samples along Ismailia Canal using advanced techniques”

A thesis
"Submitted for the degree of Master of Science As a Partial Fulfillment for requirements of the Master of Science"
(Nuclear Physics)

By
Ateia wefky Ateia Mahmoud
B.Sc. in physics, 2010

Supervisors

Prof. Dr. Samir Yousha El-Khamisy
Professor of nuclear physics
Physics Department
Faculty of science
Ain Shams University

Prof. Dr. Nabiha Farag Soliman
Professor of nuclear physics
Reactor Physics Department
Nuclear Research Center
Egyptian Atomic Energy Authority

Dr. Wael Mahmoud Badawy
Lecture of Radioecology
Radiation Protection and Civil Defense Department
Nuclear Research Center
Egyptian Atomic Energy Authority

(2015)

Ain Shams University
Faculty of Science
Physics Department

Approval sheet

Student Name: Ateia wefky Ateia Mahmoud
B.Sc. in physics, 2010

Thesis title:

"Studies on the elemental and natural radioactivity concentration for different samples along Ismailia Canal using advanced techniques"

Supervisors Committee: *Signature*

1-Prof.Dr. Samir Yousha El-Khamisy ……..

Professor of nuclear physics – Physics Department - Faculty of science - Ain Shams University.

2- Prof.Dr. Nabiha Farag Soliman ……..……..…..

Professor of nuclear physics - Reactor Physics Department - Nuclear Research Center - Egyptian Atomic Energy Authority

3- Dr.Wael Mahmoud Badawy…..……

Lecture of Radioecology - Radiation Protection and Civil Defense Department - Nuclear Research Center- Egyptian Atomic Energy Authority.

Date of research: / / 2015

Postgraduate Studies Department

Approval Stamp	**Approval Date**
/ / 2015	**/ / 2015**

Faculty Council Approval Date:	**University Council Approval Date:**
/ / 2015	**/ / 2015**

جامعة عين شمس
كليـــــة العــلوم
قســـم الفيـزيــاء

" دراسات علي تركيز العناصر والنشاط الاشعاعي الطبيعي لعينات مختلفة علي إمتداد ترعة الإسماعيلية باستخدام تقنيات متقدمة "

"رسالة مقدمة للحصول علي درجة الماجستير في العلوم كجزء مكمل
لمتطلبات رسالة الماجستير بكلية العلوم"
(تخصص فيزياء نووية)

مقدمه من الطالب

عطيه وفقي عطيه محمود

قسم طبيعة المفاعلات - مركز البحوث النووية - هيئة الطاقة الذرية
(بكالوريوس العلوم- قسم الفيزياء)

تحت إشراف

ا.د/ سمير يوشع الخميسي
أستاذ الفيزياء النووية - قسم الفيزياء
كليـــة العــلوم
جامعة عين شمس

ا.د/ نبيهه فرج سليمان
أستاذ الفيزياء النووية- قسم طبيعة المفاعلات- مركز البحوث النووية
هيئة الطاقة الذرية

د/ وائل محمود بدوي
مدرس علم البيئة الاشعاعية - قسم الوقاية والدفاع المدني
مركز البحوث النووية - هيئة الطاقة الذرية

(٢٠١٥)

جامعة عين شمس
كليـــــة العـــلـــوم
قســـــم الفيـزيـــاء

بيانات الطالب

اسم الطالب: عطيه وفقي عطيه محمود

الدرجة العلمية: بكالوريوس العلوم – قسم الفيزياء

اسم الكلية: كلية العلوم – جامعة سوهاج

الوظيفة: أخصائي فيزياء بقسم طبيعة المفاعلات– مركز البحوث النووية - هيئة الطاقة الذرية

سنة التخرج: ٢٠١٠

جامعة عين شمس
كليـــــة العــلوم
قســـم الفيـزيــاء

إسم الطالـــب: **عطيه وفقي عطيه محمود**

عنوان الرسالة: " دراسات علي تركيز العناصر والنشاط الاشعاعي الطبيعي لعينات مختلفة علي إمتداد ترعة الإسماعيلية باستخدام تقنيات متقدمة "

إسم الدرجـــة: ماجستير في العلوم (فيزياء نووية)

لجنة الاشراف التوقيع

ا.د. سمير يوشع الخميسي.....

أستاذ الفيزياء النووية - قسم الفيزياء - كليـــة العـلوم - جامعة عين شمس

ا.د.نبيهه فرج سليمان.....

أستاذ الفيزياء النووية- قسم طبيعة المفاعلات- مركز البحوث النووية - هيئة الطاقة الذرية.

د. وائل محمود بدوي.....

مدرس علم البيئة الاشعاعية - قسم الوقاية والدفاع المدني - مركز البحوث النووية- هيئة الطاقة الذرية.

لجنة المناقشة

ا.د. سمير يوشع الخميسي

أستاذ الفيزياء النووية المتقرغ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة عين شمس.

ا.د. هدي محمد عيسي

أستاذ الفيزياء الإشعاعية ورئيس المعهد القومي للقياس والمعايرة سابقا .

ا.د.نصيف عبد العظيم منصور

أستاذ الفيزياء النووية ورئيس قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة الزقازيق.

تاريخ البحث: / / ٢٠١٥

الدراسات العليا

ختم الإجازة

/ / ٢٠١٥

أجيزت الرسالة بتاريخ

/ / ٢٠١٥

موافقة مجلس الكلية

/ / ٢٠١٥

موافقة مجلس الجامعة

/ / ٢٠١٥

جامعة عين شمس
كليـــــة العــلوم
قســـم الفيـزيــاء

شكر

أتقدم بخالص الشكر والتقدير للسادة الأساتذة الذين قاموا بالإشراف وهم :

١) ا.د. سمير يوشع الخميسي
أستاذ الفيزياء النووية - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة عين شمس.

٢) ا.د.نبيهه فرج سليمان
أستاذ الفيزياء النووية- قسم طبيعة المفاعلات- مركز البحوث النووية - هيئة الطاقة الذرية.

٣) د. وائل محمود بدوي
مدرس علم البيئة الاشعاعية - قسم الوقاية والدفاع المدني - مركز البحوث النووية- هيئة الطاقة الذرية.

ثم الاشخاص الذين تعاوني معي في البحث وهم :

١) أ.د. حسين محمود السمان
أستاذ الفيزياء النووية - قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة المنوفية

وكذلك الهيئات الآتية:

١) قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة عين شمس
٢) قسم الوقاية والدفاع المدني - مركز البحوث النووية- هيئة الطاقة الذرية.
٣) المعهد المتحد للأبحاث النووية – دوبنا – روسيا.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للسادة الأساتذة الذين قاموا بالتحكيم وهم :

١) ا.د. سمير يوشع الخميسي

أستاذ الفيزياء النووية المتقرغ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة عين شمس.

٢) ا.د. هدي محمد عيسي

أستاذ الفيزياء الإشعاعية ورئيس المعهد القومي للقياس والمعايرة سابقا .

٣) ا.د.نصيف عبد العظيم منصور

أستاذ الفيزياء النووية ورئيس قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة الزقازيق.

ويسعدني أن أتقدم بخالص شكري وتقديري إلي أبي (رحمه الله) أمي وأخي محمود وأخوتي حسناء وهدير وجميع أفراد أسرتي الذين أمدوني بالعون والتشجيع.

فجزاهم الله عني جميعا خير الجزاء،،،،،

Contents

Acknowledgement
Abstract
Contents
List of Figures
List of Tables

Chapter 1: Introduction and Literature Review

Title *Page*

1.1] Introduction **1**
1.2] Natural Radioactivity **2**
1.2.1] Cosmic Ray ……..……. **2**
1.2.2] Terrestrial Radiation…….. **3**
1.2.3] Primordial Radionuclide…… **3**
1.2.4] Human Internal Radiation……..…… **5**
1.2.5] Radioactive Series…….……. **5**
1.3] Radioactive Equilibrium **10**
1.3.1] Secular Equilibrium……..…….…... **11**
1.3.2] Transient Equilibrium…….……. **11**
1.3.3] No Equilibrium……..…….…….. **11**
1.4] Units of Radioactivity **12**
1.4.1] Activity Units…….…….. **12**
1.4.2] Dose or Absorbed Dose Unit…… **13**
1.4.3] Exposure Unit …….……. **13**
1.4.4] Dose Equivalent Unit……...…… **14**
1.4.5] Dose Rate Unit ……..…… **14**
1.5] Natural Exposure **15**
1.5.1] Absorbed Dose and Effective Dose Rate..... **16**
1.5.2] Radium Equivalent Activity……... **16**
1.5.3] The External Hazard Index (Hex)…….. **17**
1.5.4] The Internal Hazard Index (H_{in})…….. **17**
1.5.5] Radiation level index (Iγ)……... **17**
1.6] Area under investigation **18**
1.6.1] Location…….…….……..…….. **19**
1.6.2] Actuality of the theme…….……... **20**
1.7] Gamma-Ray Spectroscopy **21**
1.7.1] Passive Measurements ……
1.7.2] Active Measurements (Neutron Activation

Analysis)..... 22
1.7.2.1] Sources of neutrons..... 24
1.7.2.2] Types of NAA..... 27
1.7.2.3] Advantages and Disadvantages of NAA..... 30
1.7.2.4] Sensitivities, Precision and Accuracy of NAA... 31
1.7.2.5] The Quantitative Analysis..... 33
1.8] Gamma-Ray Spectroscopy Detection System 39
1.8.1] Scintillation Detector..... 40
1.8.2] Semiconductor detector..... 42
1.9] Literature Review..... 44
1.11] Aim of the Present Work..... 54

Chapter 2: Experimental Work

Title *page*

2.1] Introduction..... 56
2.2] Sample Collection..... 56
2.3] Natural Measurements..... 56
2.3.1] Sample Preparation..... 56
2.3.2] Description of the Detection System..... 57
2.4] Neutron Activation Measurements..... 59
2.4.1] Sample preparation..... 59
2.4.2] Experimental set up..... 61

Chapter 3: Results and Discussion

Title *Page*

3.1] Part 1: Results and Discussion of Natural Radioactivity Measurements..... 67

3.2] Part 2: Results and Discussion of Neutron Activation Analysis Measurements..... 76

Chapter 4: Conclusion

Title *Page*

Conclusion..... 82
Published paper
References
Arabic Summary

List of Tables

	Caption	Page
Table 1.1	**Some basic information of Primordial radionuclides.**	**4**
Table 1.2	**The properties of Some Primordial radionuclides.**	**4**
Table 1.3	**Isotopic neutron sources.**	**24**
Table 2.1	**Standard scheme of irradiation, decay and measurement at the sector of NAA - JINR - Dubna.**	**64**
Table 2.2	**Characteristics of the used detectors.**	**65**
Table 3.1	**Radioactivity concentrations of ^{226}Ra, ^{232}Th and ^{40}K for the selected samples.**	**68**
Table 3.2	**Absorbed and effective dose rates in air (outdoors and indoors).**	**72**
Table 3.3	**The radiological hazards from exposure to the studied soil samples.**	**74**
Table 3.4:	**The minimum, maximum and average (mg/Kg) of all 34 elements in the studied samples sorting from maximum to minimum the values compared with the content of the same elements in UCC, NASC and Vingradov.**	**77**
Table 3.5	**Factor analysis**	**80**

List of Figures

Figure	Caption	Page
Fig.(1.1)	Thorium series.	6
Fig.(1.2)	Uranium series.	7
Fig.(1.3)	Actinium Series	9
Fig.(1.4)	Neptunium Series	10
Fig.(1.5)	Sources distribution of average radiation exposure to the world population.	15
Fig.(1.6)	Location map of the study area	19
Fig.(1.7)	Diagram illustrating the process of neutron capture by a target nucleus followed by the emission of gamma rays.	23
Fig.(1.8)	Diagram illustrating the counting system generally used in gamma- ray Spectroscopy.	24
Fig.(1.9)	Typical neutron spectrum from a research reactor.	26
Fig. (1.10)	Block diagram of a typical gamma ray spectrometer system	40
Fig.(1.11)	Radiation detection scintillation detector.	41
Fig.(1.12)	Semiconductor detector	44
Fig. (2.1)	A Block diagram of the detection system.	58
Fig. (2.2)	Cross-section View of a Typical Vertical Dipstick Cryostat.	58
Fig. (2.3)	Efficiency Curve	59
Fig. (2.4)	Weighting and packing of the samples.	60

Fig. (2.5)	**General view of IBR-2**	**62**
Fig. (2.6)	**Control and pneumatic transport system (PTS) of REGATA.**	**63**
Fig. (2.7)	**General view of the used detectors.**	**65**
Fig. (3.1)	**Radioactivity concentration of ^{226}Ra, ^{232}Th for the selected samples.**	**69**
Fig. (3.2)	**Radioactivity concentration of ^{40}K for the selected samples.**	**69**
Fig. (3.3)	**Spatial distribution of ^{238}U, ^{232}Th and ^{40}K of the selected soil samples**	**71**
Fig. (3.4)	**Absorbed dose rates of the selected soil samples.**	**73**
Fig. (3.5)	**Effective Dose Rates in air (outdoors and indoors) of the selected soil samples.**	**73**
Fig. (3.6)	**Radium equivalent activity of the selected soil samples.**	**75**
Fig. (3.7)	**External and Internal Hazard Index of the selected soil samples.**	**75**
Fig. (3.8)	**Radiation level index (I_Y) of the selected soil samples.**	**76**
Fig. (3.9)	**Sorting the elements' content of the studied samples from the maximum to minimum values and comparing with the worldwide-published**	**78**
Fig. (3.10)	**A gamma-ray spectrum of sample 3 for short lived isotopes from 0 to 2000 KeV.**	**78**
Fig. 3.11 (A and B)	**Plot of the factor analysis.**	**79**
Fig. 3.12 (A, B, C and D)	**Plots of factor scores for the studied soil samples.**	**81**

Acknowledgement

I would like to express my deepest thanks and gratitude to ***Prof.Dr. Samir Yousha El-Khamisy*** Professor of nuclear physics, Physics Department, Faculty of science, Ain Shams University, for his continuous help and support, for his continuous encouragement, for his kindness and valuable scientific suggestions during this work.

I would like to express my deepest thanks and gratitude to the soul of ***Prof.Dr. Nabiha Farag Soliman*** Professor of nuclear physics, Reactor Physics Department, Nuclear Research Center, Egyptian Atomic Energy Authority, for her support and advices, and for her care, kindness and scientific comments.

Special, great and deep thanks to my supervisor ***Dr.Wael Mahmoud Badawy*** Lecture of Radioecology, Radiation Protection and Civil Defense Department, Nuclear Research Center, Egyptian Atomic Energy Authority, for suggestion of the plan of this work, for his valuable scientific comments, for his continuous encouragement and for his kindness, care and advices in teaching work and research.