# Sudan University of Science and Technology

## College of graduate studies

**Measurement of Radiotherapy Entrance and Exit Doses Using Synthesized Poly Vinyl Alcohol with Silver Nitrate Film Compare to Thermo Luminance Dosimeter**

**قياس جرعة المدخل و المخرج في العلاج بالاشعة بواسطة افلام مصنعة من بولي فينيل الكحول المطعم بالفضة مقارنة مع كاشف الوميض الحراري**

A thesis submitted for fulfillment of PhD degree in Medical Physics


**BY**

**HAMED ABDALLAH ISMAIL SULIMAN**

**Supervisor**
**Dr. Mohamed Ahmed Ali Omer**
**(Associate professor)**

**Co-supervisor**
**Dr. Mohamed Elfadil Mohamed**


**April 2015**

**ACKNOWLEDGEMENTS**

*I would like to express my sincere appreciation to my supervisor Prof. Dr. Mohamed A. A. Omer for his guidance, helpful suggestions and discussions throughout the course of this study. I would like to also express my sincere thanks to Prof. Dr. Mohamed. E. Garelnabi for his helpful and support.*

*I would like to thank to my friend Dr. Abdalfatah from Elnelain University for his helpful. Also I would like to thanks my colleaguesin medical physics department, radiation and Isotopes center(RICK) for their great helpful, my thanks also to the members of the research laboratory, college of medical laboratory, Sudan University of science and technology.*

*Finally, I offer sincere thanks to my mother, my brothers and my wifefor their never ending faith and support.*

DEDICATION

To the Soule of my father Abdallah Ismail who was sincerely encourage and fostered me throughout my study-hood, I dedicate the benefits of this humble work. To the Soule of my sister Hawa Abdallah Ismail, Allah rewards them with paradise.

To my mum Zahra M. Alnoor, To my friends at RICK, whose generous help and sincere encouragement motivated me to go ahead for further study, to my fully patient wife NuhaSalih Mustafa, to our son Mohammed and daughters Malaz and Mawahib who have been sincerely pray for my success.

**Abstract:** This research has been prepared at radiation and Isotopes center- Khartoum (RICK) in order to measure the entrance and exit dose in radiotherapy using films compose of Poly Vinyl Alcohol grafted with Silver Nitrate.

The PVA solutions were made by dissolving PVA in distilled water at temperature of 80 $^{o}$C on a beaker. The solution was magnetically stirred throughout at that temperature for 3 hours, After cooling to room temperature, we took the PVA solution into dark room and hybridized with silver nitrate and stirred for 2h. Then the PVA /AgNo3 solution spread into a specially made glass caster, 10 cm in diameter and left to dry at ambient temperature in dark room for at least 3 days to remove water. Then films will be peeled off the glass caster and cut into small films 2x2cm, and loaded in sealed dark plastic packs (dental film envelope).

Then the films together with TLD were irradiated with γ-ray from $Co^{60}$ radiotherapy machine and receiving doses in the range of 1, 2, 4… 12 and 15 Gy) at entrance and exit beam of a solid phantom in a build up region (0.5 cm).

The result showed a color changes from white to light yellow, golden, brown and dark brown according to the dose that received to each film. The characterization of films by UV-visible spectroscope showed an absorption peaks at 200 and 410 nm, and the absorption peak increase following the increment of applied radiation dose in a linear form based on the following equations: $y = 0.993x + 0.6624$, $y = 0.111x + 0.1024$, for entrance and exit doserespectively, where **y** refers to the absorption in (au) and **x** refers to the dose in Gray (Gy) with a correlation coefficient of $R^2 = 0.99$. And the optical density showed great and significant relation with the applied dose in a form of linear proportional relation based on the following equations:

$y = 0.0404x + 0.1171$, $y = 0.0312x + 0.0996$ for both entrance and exit doses respectively, where **y** refers to optical density and **x** refers to the applied dose in Gy with a correlation coefficient of R2 = 0.98.

Also the PVA/AgNo3 composite films were exposed together with TLD in Co60 radiotherapy machine using field size 10x10 SSD 100cm.The results of optical density and UV visible spectroscopy analysis indicated that there are a good compatible with the TLD result.

Also there is applicable relationship ($R^2$ = 0.63) between the dose and the attenuation coefficient μ of phantom based to the following equation: $y = 0.083e^{-0.09x}$, where *y* refers to Attenuation coefficient μ and *x* refers to radiation absorption in Gy.

## مستخلص

تم اعداد هذا البحث بالمركز القومي للعلاج بالأشعة بهدف قياس جرعة المدخل والمخرج الإشعاعية بواسطة أفلام مركبة من فينولات الكحول المتعدد الجزيئات المطعمة بالفضة.

تم تصنيع الافلام بواسطة اذابة فينولات الكحول المتعدد الجزيئات في ماء مقطر بواسطة محرك مغنطيسي تحت ضبط درجة الحرارة 80 درجة مئوية و استخدام تقنية الشد السطحي بعد تطعيمها بالفضة وتركها في الغرفة المظلمة لمدة ثلاثة ايام بعد وضعها في طبق زجاجي . بعد ذلك تم وضع الافلام في ظرف بلاستيكي مظلم لكي يمنع وصول الضوء الي داخل الفلم.

تم قياس جرعات المدخل و المخرج على نموزج بشري حيث كانت الجرعات الاشعاعية المعطاه هي: 1، 2، 4، 6، . . . 15 غراي بواسطة جهلز الكوبالت-60 و وضعت الأفلام بين سمكين (0.5 سم) من المواد الشبية للجسم البشري مصحوبة بي بلورات كاشف الاشعة TLDs .

كانت النتائج من عملية الاستشعاع هي تغير لون الافلام من الابيض الى اللون الاصفر ثم الاصفر الغامض ثم اللون البني . حيث تم تاكيد قراءة الجرعات عند المدخل والمخرج بواسطة كاشف الاشعة TLD . و تم توصيف الافلام بعد الاستشعاع بواسطة مطياف الاشعه فوق البنفسجيه و مقياس الكثافة الضوئية . اوضحت النتائج الاتي: اوضحت الافلام معامل امتصاصية عند المدى 200 و 410 نانومتر حيث كانت ذات علاقة طردية خطية وفق المعادلات التالية:

$y = 0.993x + 0.6624$, $y = 0.111x + 0.1024$ لكل من الجرعه الداخلة والخارجة علي التوالي حيث y تمثل الامتصاصية وx تمثل الجرعه المطبقة ومعامل ارتباط كان مقدارة $R^2 = 0.99$ وكذلك اظهرت دراسة الكثافة الضوئية مع الجرعه الاشعاعية المطبقه علاقة خطيه بناءا علي العلاقه الرياضية الخطيه الاتيه: $y = 0.0404x + 0.1171$, $y = 0.0312x + 0.0996$ و ذات دلالة معنوية ($R^2$) قدرها 0.98 لتوضح امكانية استخدام هذه الافلام لقياس الجرعات الشخصية.

كذلك اظهرت الدراسة ان هنالك توافق كبير بين نتائج الكثافة الضوئيه الماخوزة بواسطة الافلام ونتائج الجرعة الاشعاعية الماخوزة بواسطة كاشف الوميض الحراري مما يؤكد امكانية استخدام هذه الافلام في قياس الجرعات الاشعاعية.

كما امكن تحديد معامل التوهين الخطي لمادة الفانتوم و كان مقداره 0.1 . حيث كانت العلاقة بين الجرعة المطبقة و الممتصة علاقة أسية وفقا للمعادلة الاتية: $y = 0.083e^{-0.09x}$ حيث y يشير الي معامل التوهين و x يشير الي الجرعه المطبقة بالغراي بدلالة معنوية قدرها ($R^2 = 0.63$) .

# Table of Contents

# List of Tables

# List of Figures

# List of Abbreviation

| Prefix | Meaning |
|---|---|
| **DSC** | **Differential scanning calorimetry** |
| **ESTRO** | **European society for radiotherapy & oncology** |
| **FTIR** | **Fourier-transform infrared** |
| **FWHM** | **Full width at half maximum** |
| **ICRU** | **International Commission of Radiation Units** |
| **IR** | **Infrared** |
| **OD** | **Optical density** |
| **PVA** | **Polyvinyl alcohol** |
| **SEM** | **Scanning electron microscopy** |
| **TLD** | **thermo-luminescencedosimeter** |
| **UV** | **Ultra violet** |
| **XRD** | **X-ray diffraction** |