Sudan University of Science and Technology

College of graduate studies

Identification of Heavy Metals in SomeWater Sources in Khartoum State using Laser Induced Breakdown Spectroscopy

التعرف علي العناصرالثقيلة الموجودة فى بعض مصادر المياه بولاية الخرطوم باستخدام مطيافية الانهيار الكهربي المستحث بالليزر

A thesis submitted for the fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Laser Applications in physics

By:

EHESSAN BAKRI MIRGANI

Supervised by:

Prof. Dr. Nafie A. Almuslet

Co Supervisor Dr. Mubarak Elmahal Ahmed

August / 2017

بسم الله الرحمن الرحيم

{ اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونِةٍ لا شَرْقِيَّةٍ وَلا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللهُ الأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ }

صدق الله العظيم

(الاية 35 سورةالنور)

Dedication

To my father

To my mother

To my husband

To my son

To my brothers& sisters

To my friends

To my colleagues

To soul of my friend Anne

To all

Acknowledgements

After thanking Allah for inspiring me to accomplish this work, I would like to express my faithful indebtedness to Prof. Dr. Nafie A. Almulet for his supervision of this work, encouragement, guidance, advice, and patience.

Thanks also extend to all the staff of the Institute of Laser-Sudan University of Science and Technology.

My deepest gratitude goes to my family and to everybody who helped me during this work specially my husband Atef Ali and my colleague Dr. Masher Ahmed and my student Amar Kamal.

Abstract

In this work, Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) was used to investigate, and identify, the heavy metals in samples of water collected from different places in Khartoum state during the period from 2013 to 2015. Eight water samples were used as study samples.

The breakdown of the samples was induced by focusing a pulsed Nd: YAG laser at 532 nm, 2Hz Rpetion Rate, pulse duration of 10 ns, with different pulse energies: 60, 80, 100, and 120 mJ, respectively. The emission spectra of the samples plasma were collected via optical fiber and recorded by Ocean Optics 4000- spectrometer. The recorded spectra of the samples were analyzed using NIST data.

The analysis of the spectra showed considerable amounts of neutral atoms like (Ni, As, Ru, Th, Zr, Tb, Eu, Li, I, Cu, Xe, K, He, Ne, Cs, Hg, Cr, Tl, Cl, Na, Fe, Na, Ra and Ca)elements in addition to the ions: (Ni^{+1}, As^{+1}, Th^{+1}, Th^{+2}, Zr^{+1}, Cs^{+1}, Cs^{+2}, Cr^{+1}, Cr^{+2} , Tl^{+1}, Tl^{+2}, Fe^{+1} and Fe^{+2}).

The heavy metals like:(Cr, Hg, and Tl) were appeared in the eight samples with nearly amounts, they are toxic metals harmful to human and environment. Also metals like: (Na, I, Cu and K) were appeared with different amounts in many samples.

It can be concluded that LIBS technique proved to be, fast and accurate technique for the detection of heavy metals and can be used for the determination of its concentrations.

A portable LIBS system for online analysis indifferent sites can be recommended for improvement of the environment.

المستخلص

في هذه الدراسة تم إستخدام تقانة الإنهيار الكهربي المستحثب الليزر(LIBS) للكشف والتعرف على العناصر الثقيلة في ثمانية عينات مختلفة من مصادر المياه التي جمعت منبعض الاماكن في ولاية الخرطوم خلال الفترة من 2013 الى 2015.

تم تشعيع هذه العينات بواسطة ليزر النيوديميوم – ياق النبضي ذي الطول الموجي 532 نانو متر بطاقات نبضة 100,80,60, 120 ملي جول وبزمن نبضة قدره 10 نانو ثانية وتردد 2 هيرتز وتكرار التشعيع 20 مرة لكل عينة .

- تم تسجيل أطياف الإنبعاث للعينات بواسطة جهاز المطياف نوع(Spectrometer Ocean,4000)

وباستخدام قاعدة بيانات التحليل الطيفي للعناصر (Atomic Spectra Database line) .تم تسجيل النتائج وتحليلها للتعرف علي العناصر الموجودة في العينات.

تم التعرف علي العناصر التالية:

(Ni, As, Ru, Th, Zr, Tb, Eu, Li, I, Cu, Xe, K, He, Ne, Cs, Hg, Cr, Tl, Cl, Na, Fe, Na, Ra and Ca)

بالاضافة لظهور ايونات بعض هذه العناصر مثل: (Ni^{+1}, As^{+1}, Th^{+1}, Th^{+2}, Zr^{+1}, Cs^{+1}, Cs^{+2}, Cr^{+1}, Cr^{+2}, Tl^{+1}, Tl^{+2}, Fe^{+1} and Fe^{+2}).

وجد أن عناصر الكروم ,الزئبق والثاليوم تتواجد بكميات مختلفة في بعض العينات وكانت هذه الكميات متساوية تقريبا وهي عناصر ذات سمية عالية لها تاثير سلبي على صحة الانسان والبيئة.

بالاضافة لظهور بعض العناصر غير الثقيلة كاليود والصوديوم والنحاس والبوتاسيوم بكميات مختلفة في بعض العينات.

من النتائج المتحصله يستنتج أن طريقة الأنبعاث المستحث بالليزر (LIBS) تعتبر طريقة كفؤة و سريعة ودقيقة للكشف عن العناصر الثقيلة وحساب كمياتها في العينات السائلة.

في نهاية البحث تمت التوصية بتصميم نظام متكامل محمول ميدانيا لإستخدام تقانة الانبعاث المستحث بالليزر (LIBS) للكشف عن العناصر الثقيلة في مواقع مختلفة من البيئة.

List ofContents

List of Figures

List of Tables