

Deanship of Graduate Studies

Al-Quds University



**The Geochemical Characteristics of Wadi Al-Ghar Stream
Sediments as Indicators of their Source and Paleo-
Weathering**

Adli Mohammad Ahmad Khalayleh

M.Sc. Thesis

Jerusalem – Palestine

1440 – 2018

**The Geochemical Characteristics of Wadi Al-Ghar Stream
Sediments as Indicators of their Source and Paleo-
Weathering**

Prepared By:

Adli Mohammad Ahmad Khalayleh

B.Sc. in Computer Engineering, An-Najah National University,
Nablus, Palestine

Supervisor: **Prof. Dr. Mutaz Ali Qutob**

A thesis submitted in partial fulfillment of requirements for the
degree of Master of Science in Environmental Studies

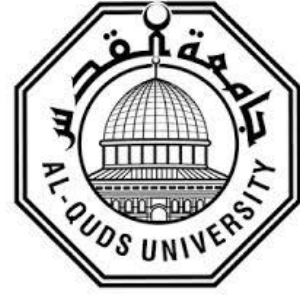
Department of Earth and Environmental Studies, Deanship of
Graduate Studies, Al-Quds University

1440 - 2018

Al-Quds University

Deanship of Graduate Studies

Environmental Studies Program



Thesis Approval

**The Geochemical Characteristics of Wadi Al-Ghar Stream Sediments
as Indicators of their Source and Paleo-Weathering**

Student Name: Adli Mohammad Ahmad Khalayleh

Registration No.: 21410226

Supervisor: Prof. Dr. Mutaz Ali Qutob

Master Thesis submitted and accepted, Date 24/11/2018

The names and signatures of the examining committee are as follows:


1- Head of Committee: Prof. Dr. Mutaz Qutob

Signature

2- Internal Examiner: Dr. Mahmoud Al-Khateeb

Signature

3- External Examiner: Dr. Ayman Mohsen

Signature

Jerusalem – Palestine

1440 – 2018

Declaration

I certify that this thesis submitted for the degree of Master, is the result of my own research, except where otherwise acknowledged, and that this study (or any part of the same) has not been submitted for a higher degree to any other university or institute.

Signed 

Name: Adli Mohammad Ahmad Khalayleh

Date: 24/11/2018

Acknowledgement

First of all, I am grateful to Almighty Allah, the creator of the whole world, the Merciful, because without His will nothing can be done, and so He guided me through the path to complete this research project successfully, which would otherwise have not been possible.

Secondly, I would like to thank my thesis advisor Professor Mutaz Qutob of the Science and Technology Faculty at Al-Quds University. Professor Qutob was always welcoming whenever I ran into a trouble or had a question about my research. He consistently allowed this paper to be my own work, but steered me in the right direction whenever he thought I needed it.

I would also like to thank the expert who was involved in the sample collection for this research project: Mr. Mahmoud Zaid, in addition to his assistance and guidance in the laboratory work. Gratitude is also due to Mr. Husam Utair, Mr. Husam Malassa and Mr. Sameh Nusseibeh. Without their passionate participation and input, the laboratory analysis and work could not have been successfully conducted.

I would also like to acknowledge my great indebtedness to the respected Professors of the Science and Technology Faculty at Al-Quds University for their highly valuable enrichment of my academic knowledge that led me to write this thesis.

Finally, I must express my very profound gratitude to my parents, siblings; especially Cana'an (M.Eng.), and to my friend Dr. Rand A.Sh. for providing me with unfailing support and continuous encouragement throughout my years of study and through the process of researching and writing this thesis. This accomplishment would not have been possible without them. Thank you.

Table of Contents

Declaration.....	I
Acknowledgement	II
Table of Contents.....	III
List of Tables	VII
List of Abbreviations	XI
Abstract.....	XIII
الملخص.....	XV
Chapter One	1
1. Introduction.....	2
1.1 Background	2
1.2 Chemical Characteristics.....	4
1.2.1 Trace Elements	4
1.2.2 Rare Earth Elements (REEs)	5
1.2.3 Total Organic Carbon and Total Nitrogen.....	6
1.2.4 Isotope Tracers	6
1.2.5 Grain Size	7

1.3 Objectives of the Study	7
1.3.1 Project Background	7
1.3.2 Main Objectives.....	8
1.3.3 Significance of the Study.....	8
Chapter Two	9
2. Literature Review	10
Chapter Three	15
3. Methodology	16
3.1 Study area.....	16
3.1.1 Location.....	17
3.1.2 Topography.....	20
3.1.3 Geology	21
3.1.4 Climate	23
3.1.5 Population.....	25
3.1.6 Economy.....	25
3.2 Collecting Samples.....	27
3.3 Laboratory Analysis	29

3.3.1 Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometer “ICP-MS”	31
3.3.2 CEM MARS 5	33
Chapter Four	34
4. Results and Discussion	35
4.1 Grain Size.....	35
4.2 Trace Elements.....	36
4.3 Rare Earth Elements.....	43
4.4 Total Carbon and Total Nitrogen	46
4.5 Isotopes	53
4.6 Al-Ma’zzeh Profile.....	57
4.7 Masyadeh Profile	62
Chapter Five.....	67
5. Conclusion and Recommendations.....	68
5.1 Conclusion.....	68
5.2 Recommendations	69
Bibliography	70
Appendices.....	76

Appendix A 77

Appendix B 78

Appendix C 80

Appendix D 90

List of Tables

Table 1: Location and Coordinates of Samples	28
Table 2: Stratigraphic Section of the West Bank (Department of Earth & Environmental Sciences, 2017)	77
Table 3: Element symbols and names.....	78
Table 4: Trace Element Concentrations (mg/kg).....	80
Table 5: Trace Element Concentrations (ppb)	81
Table 6: Rare Earth Element (REE) Chondrite-Normalized	82
Table 7: Rare Earth Element (REE) Concentrations (ppb).....	83
Table 8: Total Carbon and Total Nitrogen Percentages (%)	84
Table 9: Isotope Concentrations (per mille)	85
Table 10: Grain Size	86
Table 11: Chondrite-Normalized Total REEs and Some REE Ratios.....	87
Table 12: Statistical Summary of Trace Element Concentrations (mg/kg)	88
Table 13: Correlation Coefficient R-squared Statistics	89
Table 14: Sediment Quality Guideline based on effects to benthic-dwelling species (mg/kg dry weight)	90
Table 15: Sediment Particle Sizes and Class Names	90

List of Figures

Figure 1: Wadi Al-Ghar (Al-Ma'zzeh and Masyadeh Wadis) (Khalayleh, 2017)	16
Figure 2: Al-Ma'zzeh and Masyadeh Wadis – Catchment Area (Google Maps, Adli, 2017).....	17
Figure 3: Bani Na'im Town, Palestine (Google Maps, Adli, 2017).....	18
Figure 4: Wadi Al-Ghar Crack – Downstream (Khalayleh, 2017).....	19
Figure 5: Wadi Masyadeh Fissure (Khalayleh, 2017)	19
Figure 6: Downstream, Ein Gedi - Dead Sea (Khalayleh, 2017)	20
Figure 7: Topography of Bani Na'im Catchment Area (Department of Earth & Environmental Sciences, 2017)	21
Figure 8: Wadi Masyadeh (Khalayleh, 2017).....	22
Figure 9: Geology of Bani Na'im Catchment Area (Department of Earth & Environmental Sciences, 2017)	22
Figure 10: Climate of Palestine (CATENA, 2013).....	24
Figure 11: Quarries near Masyadeh Stream (Khalayleh, 2017)	25
Figure 12: Quarries in Bani Na'im Catchment Area (Google Maps, Adli, 2017)	26
Figure 13: Location of Samples (Khalayleh, 2017).....	27
Figure 14: Wadi Al-Ma'zzeh Profile (Khalayleh, 2017).....	29

Figure 15: Wadi Masyadeh Profile (Khalayleh, 2017).....	29
Figure 16: Schematic representation of an ICP source in an ICP-MS (Wolf & USGS/CR/CICT, March, 2005).....	31
Figure 17: Interface region of an ICP-MS (Wolf & USGS/CR/CICT, March, 2005)....	32
Figure 18: Distribution of Major - Trace Elements (Na, Mg, P, V, Fe, and Sr) vs. Al ..	37
Figure 19: Distribution of Trace Elements (Pb, Zn, Ni, Co, Mn, and Cr) vs. Al	38
Figure 20: Territorial distribution of Aluminum (mg/kg)	40
Figure 21: Territorial distribution of Iron (mg/kg)	40
Figure 22: Territorial distribution of Phosphorus (mg/kg)	41
Figure 23: Territorial distribution of Strontium (mg/kg).....	41
Figure 24: Distribution of Chondrite-normalized REE - Surface Samples	44
Figure 25: Distribution of Total-REE vs. Al	44
Figure 26: Territorial distribution of TREE (mg/kg).....	45
Figure 27: Distribution of TC%, TOC%, IOC%, TN%, and C/N vs. CaCO ₃ %	48
Figure 28: Distribution of TC%, TOC%, IOC%, TN%, C/N%, and CaCO ₃ % vs. Al....	49
Figure 29: Distribution of TN% vs. TOC%	50
Figure 30: Distribution of TC% vs. Mg, Na, Fe, and Al	51

Figure 31: Territorial distribution of TC%	52
Figure 32: Territorial distribution of TOC%	52
Figure 33: Distribution of $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}\text{‰}$ vs. $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$	54
Figure 34: Distribution of $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}\text{‰}$, and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$ vs. $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$	54
Figure 35: Territorial distribution of $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$	55
Figure 36: Territorial distribution of $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$	55
Figure 37: Distribution of $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$, and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$ vs. Al	56
Figure 38: Distribution of $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$, and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$ vs. TC%	57
Figure 39: Distribution of Trace Elements vs. Depth	58
Figure 40: Distribution of TC%, TOC%, TN%, and C/N vs. Depth	59
Figure 41: Distribution of $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}\text{‰}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$, and $\text{CaCO}_3\%$ vs. Depth	60
Figure 42: Distribution of Total-REE vs. Depth	61
Figure 43: Distribution of Trace Elements vs. Depth	62
Figure 44: Distribution of TC%, TOC%, TN%, and C/N vs. Depth	63
Figure 45: Distribution of $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}\text{‰}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$, and $\text{CaCO}_3\%$ vs. Depth	64
Figure 46: Distribution of Total-REE vs. Depth	65

Figure 47: Grain Size Texture Groups (GRANISTAT, Adli, 2017) 86

List of Abbreviations

ICP-MS	Inductive Coupled Plasma Mass Spectroscopy
MARS 5	Digestion Microwave
mg/kg	Milligram Per Kilogram
cm	Centimeter
mm	Millimeter
ml	Milliliter
°C	Degree Celsius
n.d.	Not Detectable
SEM	Standard Error of Measurement
cal yr BP	Calibrated Years Before the Present
REE	Rare Earth Element
TREE	Total Rare Earth Elements
LREE	Light Rare Earth Elements

HREE	Heavy Rare Earth Elements
TC%	Total Carbon Percentage
TOC%	Total Organic Carbon Percentage
TN%	Total Nitrogen Percentage
C/N	Carbon Nitrogen Ratio
IOC%	Inorganic Carbon Percentage
CaCO ₃ %	Calcium Carbonate Percentage
$\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}\text{‰}$	Delta Organic Carbon-13 per mille (‰, parts per thousand)
$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}\text{‰}$	Delta Carbonate Carbon-13 per mille (‰, parts per thousand)
$\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}\text{‰}$	Delta Carbonate Oxygen-18 per mille (‰, parts per thousand)

الخصائص الجيوكيميائية لرواسب وادي الغار كمؤشر لمصدرها وحالة المناخ

إعداد: عدلي محمد أحمد خليل

إشراف: الأستاذ الدكتور معتز علي قطب

الملخص

تقع مرتفعات بني نعيم إلى الشرق من مدينة الخليل، وهي مجرى تصريف المياه الذي يتجه شرقاً نحو البحر الميت، وهو يتألف من عدد من الأودية والجدول الجافة، ولها منحدرات حادة عند الروافد العليا وترقد إلى البحر الميت. تأثرت منطقة بني نعيم بشدة بالتنمية الاقتصادية للمقالع القريبة. جريان المياه ينقل كميات كبيرة من المعادن ويودع جزء كبير منها في حوض الترسيبات. في هذه الدراسة؛ تم جمع عينات الرواسب السطحية والجانبية من واديين اثنين في منطقة مستجمع بني نعيم وتم تحليلها بواسطة مطيافية الكتلة البلازمية المقترنة الحثية (ICP-MS). التحليل الإحصائي باستخدام برنامج "GRANISTAT" للبيانات التي تم الحصول عليها عن طريق الغرلة يشير إلى مجموعة تركيب رملية في منطقة مستجمعات المياه ومجموعة تركيب رملية موحدة في المحاجر، تظهر الرواسب التفتيكية الأرضية (terrestrial clastic sediment) المكونة من ريجوليت متغير (altered regolith) تم استنباطه من خلال التحكم المناخي والتكتوني للصخر الأساس والأصلي ومصدر الكالسيت من الحبيبات المعدنية للغرين ذي الشكل المروحي (alluvial fans)، حيث يعتبر صدع البحر الميت هو السيطرة التكتونية الرئيسية في المنطقة. تشير التحليلات الإحصائية للعناصر الزهيدة إلى أن كلا الواديين؛ وادي المعزة وادي مصيدة يساهمان في وادي الغار بمساهمة أكبر من وادي المعزة، ارتبطت تركيزات العناصر الزهيدة بتركيز الكربون غير العضوي مما يدل على أن المحاجر لها تأثير كبير على توزيع رواسب وادي مصيدة كمصدر للرواسب المرتفعة. تشير عملية التتبع والتوزيع للعناصر الزهيدة والرئيسية والتحليلات إلى أن رواسب الوادي تتشكل بسبب التجوية الفيزيائية والكيميائية للصخور الأساسية داخل منطقة مستجمعات المياه. وتعكس جيوكيميائية الرواسب أن رواسب الوادي هي مزيج من العناصر الجيومورفولوجية والاستخدامات البشرية. الاختلافات المكانية للعناصر الأرضية النادرة والشذوذ البسيط في Ce/Ce^* و Eu/Eu^* ، بالإضافة إلى مخطط chondrite المطبق للعناصر الأرضية النادرة أظهرت بيئة محتملة للتعرية ومصادر أرضية لرواسب الوادي وتوزيع مسيطر عليه من مصدر صخور بلورية من الجزء السفلي. ويدعم هذا؛ الشذوذ السلبي لـ Ce/Ce^* الذي يشير إلى تطور في الحجر الأساسي أثناء التجوية

الكروية. كشف شذوذ Eu/Eu^* مساهمة عوامل التجوية. تشير نسب La/Yb إلى معدلات تآكل عالية، مما يشير إلى أن La تمت إزالته من مصدر القشرة عبر عملية التجوية. تعكس نسبة C/N العالية تأثير من المواد العضوية الأرضية إلى الرواسب. تشير تحليلات كربونات الكالسيوم والنظائر $\delta^{13}C_{carb\%}$ و $\delta^{18}O_{carb\%}$ والتوزيعات الأفقية والعمودية إلى كربونات من أصول أرضية (pedogenic) لعمليات حيوية وغير حيوية والضوابط التكتونية على الترسيب؛ الكربونات الأرضية في الأصل تحول إلى المناخ شبه القاحل السائد. لا يعتبر القطع الجانبي للمعزة والمصيدة متجانس؛ تظهر اختلافات كبيرة في الكسور القابلة للارتشاح والمنتقية في المقاطع العرضية العمودية للوديان مع نفاذية أعلى في القطع الجانبي للمعزة. المعلومات التي يتم الحصول عليها من الرواسب القارية ينبغي أن تُجمع مع بيانات أخرى (هطول الأمطار، الموسمية ودرجة الحرارة) كلما أمكن ذلك لتحسين دقة السجل البيئي القديم. ونتيجة لذلك، يُوصى بشدة بأخذ عينات وتحاليل موسمية أخرى للرواسب والهيدرولوجيا والغلاف الجوي، بالإضافة إلى أخذ عينات من صخور الأساس من أجل تحليل النظائر المشعة.

نظراً لعدم وجود قيم خلفية إقليمية ومبادئ توجيهية للرواسب، يمكن اعتبار هذه الدراسة بمثابة دراسة جيوكيميائية أساسية للمنطقة، وكمراجع لرصد التغير المستقبلي في جيوكيميائية رواسب الوادي، سواء كان ذلك ناتجاً عن الطبيعة أو الإنسان.