

GEOLOGİYA

УДК: 669-213-55(6)

ЗНАЧЕНИЕ РАЗМЕРА ФРАКЦИОНИРОВАННЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗОЛОТА И СВЯЗАННЫХ С НИМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ВАДИ ХАЙМУР ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЕГИПТА

В.М.БАБА-ЗАДЕ, В.Г.РАМАЗАНОВ, М.Х.АЛИ
Бакинский Государственный Университет
vramazanov@rambler.ru; yousof_2008@yahoo.com

Определение оптимального размера зерна фракции имеет важное значение для геохимического исследования донных осадков. В области Вади Хаймур юго-восточного Египта в засушливых областях с различными геологическими и геоморфологическими условиями было проведено геохимическое исследование ориентации донных осадков с целью оптимизации выбора размера зерна для распознавания минерализации. С использованием метода аква реджиа были исследованы четыре отобранных размера зерна фракций <63 мкм, 250-63 мкм, 500-250 мкм, и 2-0.5 мм за пределами балковой фракции (<4 мм) на предмет содержания в них золота и связанных с ним микроэлементов.

Все образцы были исследованы на разнообразии элементов (19 элементов) с помощью атомной абсорбционной спектрофотометрии (ААС) после обработки нагреванием. Уровни концентрации данных элементов стали критериями для определения лучшего размера фракции гранулометрического состава для каждого элемента. Основываясь на уровнях концентрации элементов и множественного регрессионного анализа, мы можем предположить, что фракция 500-250 мкм является оптимальным размером фракции для изучения и выявления золота и элементов-спутников в изучаемой области. Обе фракции (2-0.5 мм и <63 мкм) подходят для переходных и цветных металлов, поскольку было найдено 250-63 мкм, которая возможно была разбавлена нанесенными ветром мельчайшими кристаллами. Были также использованы геохимические данные модема донных осадков в бассейне Вади Хаймур для изучения роли гранулометрической дифференциации в концентрации золота.

Ключевые слова: множественный регрессионный анализ, донные осадки, засушливый, Египет

Распределение микроэлементов в различных размерах зерна фракций донных осадков имеет очень важный аспект, который требует особого внимания в геохимическом исследовании, особенно в Египте, поскольку геохимические особенности донных осадков влияют на гранулометрическую фракцию [24, 20]. Выбор оптимального размера фракции образца донного осадка обеспечивает наилучшую возможность для признания наличия скрытой минерализации в пределах водосбора [1].

Климат, морфология и характер отложений площади опробования имеют значительное влияние на фракционирование осадков. Таким образом, рекомендованный размер зерна образцов варьирует от тонкого [1, 14] до крупного [18] материала, из которого тонкие были удалены путем просеивания [5]. Крупные фракции донных осадков часто используются в засушливых районах, поскольку богатые железом материалы более устойчивы к разрыву в эрозионных процессах. Следовательно, в таких условиях механическая дисперсия таких материалов является важнее химической дисперсии [10, 13]. С другой стороны, если аномальный сигнал связан с глиной или гидратированными железомарганцевыми оксидами или с ними обоими, крупные фракции могут давать меньше оптимальных результатов. Тем не менее, есть некоторое основание предположить, что очень мелкие фракции донных осадков также обладают преимуществами в изучении относительно мобильных элементов выше фракции -200 мкм, которая является наиболее часто используемой фракцией во влажном климате (согласно Beeson [1]). Бизон также показал, что в засушливых и полусухих средах фракция <70 мкм благоприятна для минерализации Cu, Pb, Zn, Mo и As благодаря однородной совокупности распределения, определению порога, контрасту между аномальным и фоновым распределением и длиной потока рассеяний. Более того, минералы гидроксидов, как известно, присутствуют в более тонких фракциях. К сожалению, публикаций, посвященных этой проблеме, мало, и свидетельства таких случаев несколько противоречивые. Например, на свинцово-цинковой залежи Гамсберг в Южной Африке, McLaurin [19] обнаружил подобные длины дисперсий в обеих фракциях (меньший 70 мкм и меньший 200 мкм), тогда как в соседнем Агженей свинцово-цинково-медном месторождении Beeson [2] определил, что минерализация лучше определялась в более тонкой фракции.

Основной целью этой работы является изучение влияния размера зерна на оценку оптимального размера зерна фракции золота и других изучаемых элементов в выбранной фракции донных осадков.

Особенности геологии, геоморфологии и климата района исследования

Область исследования расположена в районе Вади Аллаги, в южной части Восточной пустыни Египта, приблизительно в 220 км юго-восточнее города Асуан (рис. 1), который был центром исследования месторождений золота двух прошедших десятилетий. Несмотря на то, что геохимические поиски являются основной частью политики компаний, существует мало информации о поисках и геохимической дисперсии элементов, полученных из отложений, особенно в области Вади Аллаги. Область исследования охватывает приблизительно 270 км² и переходит в Вади Аллаги. Область известна золотым рудником Хаймур, который расположен на пересечении $22^{\circ}38'20''$ северной широты и $33^{\circ}17'40''$ восточной долготы. Область характеризуется чрезвычайно засушливой средой, в которой недостаточное количество атмосферных осадков обычно приводит к формированию редких потоков, разливающихся на долины (вади). Последние заполнены плохосортированными четвертичными аллювиаль-

ными отложениями, и врезаются в гористую местность, содержащую вулканические метаморфические подстилающие породы, главным образом, Докембрийского возраста. Суточная температура летом превышает 45°С, а зимой чуть меньше 20° С. Растительность представлена немногочисленными кустарниками и маленькими деревьями.

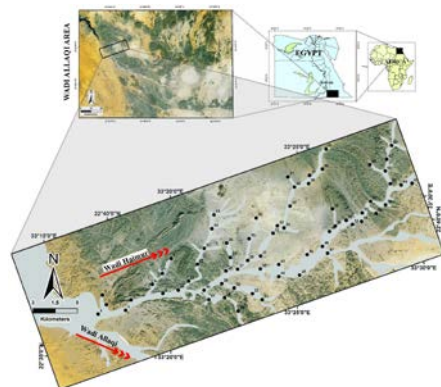


Рис. 1. Карта расположения потоков и места отбора проб в исследованной области.

В геологическом строении изученной области участвуют группы пород позднего протерозоя, включая: 1) Офиолиты: эта группа включает комплекс сильно деформированных и измененных пород от основных до ультрабазитовых, с преобладанием серпентинит-перидотита; жилы магнетита и асбеста и различные элементы классической офиолитовой свиты, включая кремнистые сланцы, подушечные лавы, пластовые дайки, изотопический габбро и слоистый габбро с меньшим объемом лавы метабазальта и мета-андезита. 2) Метавулканиты: офиолиты структурно залегают и частично перекрыты серией слабо измененных известково-щелочных основных и промежуточных вулканитов, в основном, сформированных из андезитов, дацитов и вулканокластических отложений аналогичного состава; базальты и риодациты взаимозависимы, в то время как истинные риолиты почти полностью отсутствуют [12]. 3) Гранитоидные породы состоят из пород гранодиорита-тоналита и пород комплекса метагаббродиорита. Диорит, тоналит, плутонический эквивалент андезитов островной дуги и дацита, так же как полученный габбро, являются изверженными породами, относящиеся к островодужному комплексу [12]. 4) Метаосадочные породы: метапелитовые и метапсаммо-пелитовые породы. Эти группы пород пересекаются базальтовыми, андезитовыми и риолитовыми дайками, кварцевыми жилами и прожилками [8]. 5) Четвертичные отложения песка, гравийный насыпной грунт и террасы. Область была подвергнута различным тектоническим деформациям и пересечена магматическими дайками и кварцевыми жилами. Большинство разломов в области, пронизывающие основные Вадии, такие как разлом Вадии Аллаги СЗ-ЮВ направления и разлом Вадии Хаймур, имеют общее направление простирания от СВ-ЮВ к ЗЮЗ. Основная минерализация золота вокруг старого месторождения Хаймура связана с кварцем и кварц карбонатными жила-

ми и прожилками (простирающаяся на С55°Ю и опускающаяся на 30°-60° к СЗ) вдоль зоны сдвига и плоскости надвига [8].

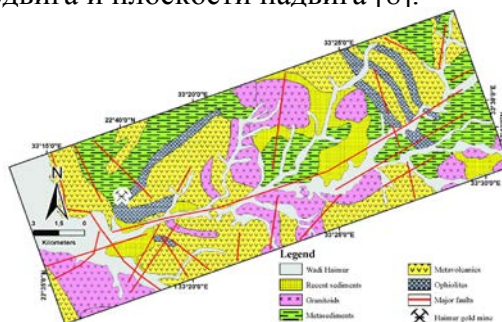


Рис. 2. Обобщенная геологическая карта района исследования.

Материалы и методы

Отбор проб и подготовка образцов

Рекогносцировочное геохимическое исследование района Вади Хаймур было основано на дренажной разведке (один образец на 4 км²), дополненная отбором проб донных осадков с низкой плотностью. Местоположения образцов составляют 250 и 190 м над уровнем моря, соответственно. Для оценки донных осадков в районе Вади Хаймур были отобраны 65 образцов сухих донных осадков объемом около 2-4 кг. (рис.1). Образцы были разделены на четыре фракции гранулометрического состава <63 мкм, 250-63мкм, 500-250 мкм и 2-0.5 мм. Часть образцов были мелко перемолоты с использованием молотковой дробилки агата.

Химический состав осадков

Химические анализы были проведены посредством атомной абсорбционной спектрофотометрии (ААС). Для золота и серебра, 10 г подвыборки были обработаны аква реджиа при температуре 95° С в течение 1 ч в закрытой системе, а затем разбавлены водой до 25 мл. Для других элементов (As, Bi, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, W, Ba, Cr, Fe, Mn, Rb, Sr, Ti и Zn) 0,5 г подвыборки вываривали аква реджиа при температуре 95°С в течение 1 ч, затем разбавлены водой до 10 мл. Точность и правильность подготовки и инструментальные выполнения были проверены с помощью международной контрольной выборки, которая были измерены как «неизвестные» с образцами и дублирующими образцами.

Статистическая обработка

Статистические характеристики используются для изучения распределения геохимических данных и отношений между содержанием донных осадков Вади Хаймур. Для статистического анализа были использованы системные программы Microsoft® EXCEL, MINITAB® и STATISTICA® 8.0 для Windows. Были проведены одномерный (табл. 1) и многомерный анализы (табл. 7 и 8) геохимического набора донных потоков Вади Хаймур (19 элементов) и подсчитаны размеры частиц. Большинство статистических методов допускают, что измерения являются совокупностью нормального распределения, однако, большинство геологических данных не показывают нормального распределения. Многие геологические пере-

менные положительно асимметричны: логнормальные или "размытые" распределения часто являются нормой в геологических данных [7, 23]. Данные, собранные для этого исследования, не являются исключением. Статистические анализы показали, что распределение большинства элементов положительно асимметричны и в большинстве случаев среднее арифметическое > медианы (рис. 3) и для нормализации этого эффекта применялась логарифмическая трансформация (база 10). Логарифмическое преобразование широко используется для трансформации положительно асимметричных геологических данных в более симметричную форму. Логарифмическое преобразование проявляет также тенденцию к стабилизации изменчивости данных [9].

Результаты и обсуждение

Были использованы следующие описательные статистические параметры: дисперсия, средняя, медиана, стандартное отклонение, коэффициент вариации (КВ), значение асимметрии, эксцесс, минимум, максимум, первый квартиль (Q1) и третий квартиль (Q3) (табл. 1 до 5). В связи с тем, что большинство переменных показывают положительный перекосяк распределения частот, преобразование должно выполняться для большинства элементов. Тем не менее, в некоторых случаях (например, Ag в обеих фракциях 2-0.5 мм и <63 мкм) результаты были хуже, чем в первоначальном распределении.

Таблицы 1 до 5 показывают значительную разницу в среднем значении, среднем геометрическом значении, медиане, стандартном отклонении, дисперсии, асимметрии, эксцесса, минимуме, процентиле (на 25-ой, 50-ой, 75-ой и 95-ой) и максимальные значения Au и связанных с ним элементов во всех фракциях размера зерна. В большинстве случаев, результаты среднего значения показывают, что фракция 500-250 мкм имеет самую высокую концентрацию Ag, As, Au, Ba, Bi, Cu, Pb, Sb и Zn, которые можно отнести к золотоминерализации [16]. Самые низкие величины стандартного отклонения для Au были найдены во фракциях <63 мкм и 500-250 мкм, соответственно, указывающие на ограниченный выбор концентраций Au в этих фракциях. Значения изменений всех элементов во всех фракциях размера зерна значительно четко отличаются (табл. 1 до 5). Кроме того, мы заметили, что максимальная концентрация Cr, Fe, Mn, Ni Ti и W была найдена во фракции 2-0.5 мм, которая связана с мафическими минералами и фрагментами вмещающих пород. Самые высокие концентрации Sn и Mo зафиксированы во фракции 250-63 мкм, предположительно содержащей большое количество материалов, нанесенных ветром. Sn проявляет тенденцию к образованию только нескольких независимых минералов, из которых касситерит является наиболее важным минералом олова, сильно устойчивым к выветриванию. Молибден найден в полевых шпатах и в железомagneиновых минералах (биотит, амфибол, пироксен). Предполагается замещение Mo на Fe^{3+} , Ti^{4+} , Al^{3+} и, возможно, Si^{4+} . Фракция ила/глины <63 мкм имеет высокий уровень для Sr и Rb, которые отражают наличие глинистых минералов. Рубидий и стронций являются основными компонентами глинистых минералов в тонких фракциях [17]. Это объясняет высокую концентрацию Rb и Sr в этой фракции.

В качестве общей тенденции мы обнаружили, что большинство изучаемых элементов показывают повышенный уровень концентрации фракции <63 мкм, за исключением Ag, Au, Ba, Bi и Sn, означающее, что металлы связаны с более тонкодисперсными частицами. Rose [24] заявил, что большинство переходных металлов в донных осадках, как правило, показывают высокую концентрацию во фракций. Высокая концентрация металлов в тонких фракциях бывает обычно вследствие увеличения удельной (площади) поверхности и поверхностных свойств глинистых минералов, или повышения концентрации железа и марганца оксида и гидроксида [15, 24]. Кроме того, в засушливых районах показано, что Cu, Pb и Zn имеет повышенное содержание во фракциях <70 мкм [1].

Таблица 1

Элементарные статистические показатели об исходных и лог-преобразованных данных для анализа элементов балковой (< 4 мм) фракции образцов донных осадков области исследования (n=65, все данные в миллионной доле, за исключением Ag и Au, которые в частях на млрд.)

Elements	Mean	Geometric Mean	Std.Dev.	Variance	Coef.Var.	Skewness		Kurtosis		Min.	Percentiles				Max.
						raw-data	log-data	raw-data	log-data		25 %	50 %	75 %	95 %	
Ag	10,6	9,6	5	23	45	1,154	2,427	1,697	5,697	4,6	5,9	10,4	13,6	19,2	27,0
As	13,9	13,2	5	26	37	2,017	0,804	5,617	1,037	8,0	12,0	12,0	16,0	22,0	36,0
Au	92,7	70,3	113	12788	122	3,914	-0,117	16,163	-1,136	37,0	50,5	58,0	70,0	311,5	685,0
Ba	19,1	18,2	8	72	44	5,727	0,193	40,383	-0,818	10,3	15,5	17,5	20,4	26,5	79,3
Bi	2,2	1,2	2	5	106	1,754	0,824	3,541	-0,219	0,1	0,4	1,2	3,0	6,2	10,7
Cr	52,7	46,5	25	601	47	0,705	-0,753	2,358	0,345	12,9	32,3	55,4	70,2	82,2	150,5
Cu	114,3	78,7	130	16814	113	3,480	-0,505	16,597	-1,168	33,0	39,0	54,0	155,0	332,0	858,0
Fe	2,9	25660,5	12465	155379128	43	0,124	0,354	-0,764	-1,359	9511,8	16861,9	30264,9	38912,0	44532,6	63123,9
Mn	1629,6	1228,8	1020	1039626	63	0,121	0,590	-1,315	-0,924	169,9	609,9	1860,2	2396,9	3119,2	3634,1
Mo	3,9	3,8	1	1	19	-0,208	-0,723	-0,044	0,320	2,4	3,2	4,0	4,0	4,8	5,6
Ni	39,2	33,7	19	369	49	-0,011	0,215	-1,408	0,894	10,4	20,8	44,2	52,0	67,6	72,8
Pb	38,0	24,9	35	1236	93	1,111	0,240	0,167	-1,327	5,6	12,0	16,8	63,2	114,4	137,6
Rb	4,0	3,5	2	4	53	0,795	-0,512	-0,603	-0,956	1,5	2,3	3,1	5,3	8,0	8,9
SB	0,7	0,6	0,48	0,23	65	1,457	0,308	1,806	1,059	0,4	0,4	0,7	1,1	1,9	2,2
Sn	3,2	3,1	1	1	24	-0,055	-0,675	-0,262	-0,713	1,7	2,5	3,3	3,3	4,2	5,0
Sr	4,4	4,0	2	3	42	0,363	-0,747	0,077	-0,051	1,3	2,5	4,8	5,6	7,0	10,3
Ti	502,5	459,8	248	61729	49	3,282	2,186	18,532	11,137	206,1	346,6	468,3	627,6	777,5	1976,4
W	3,8	3,1	3	10	83	3,237	0,290	14,398	-1,275	0,6	1,9	3,1	4,4	10,0	21,3
Zn	205,7	96,0	252	63484	122	1,844	-0,412	3,959	-0,942	12,9	31,2	75,9	340,0	747,1	1258,8

Таблица 2

Элементарные статистические показатели об исходных и лог-преобразованных данных для анализа элементов 2-0.5 мм фракции образцов донных осадков области исследования (n=65, все данные в миллионной доле, за исключением Ag и Au, которые в частях на млрд.)

Elements	Mean	Geometric Mean	Std.Dev.	Variance	Coef.Var.	Skewness		Kurtosis		Min.	Percentiles				Max.
						raw-data	log-data	raw-data	log-data		25 %	50 %	75 %	95 %	
Ag	14,3	10,7	12,8	164,8	89,7	1,8	-0,4	2,2	0,8	3,3	5,9	11,6	14,9	46,4	50,9
As	14,3	13,6	5	30	38	0,788	0,302	-0,489	-0,937	6,5	10,0	12,3	18,0	24,3	28,0
Au	72,5	62,2	73	5262	100	5,985	-0,092	40,546	-1,218	37,5	50,5	55,0	59,5	163,0	586,0
Ba	17,6	16,6	8	60	44	4,305	0,834	26,719	-0,379	7,4	13,9	15,6	20,5	25,9	67,5
Bi	2,1	1,1	2	5	104	1,400	0,302	1,463	-0,332	0,1	0,4	1,2	3,0	7,4	8,4
Cr	59,5	46,1	42	1728	75	4,098	0,062	24,381	0,040	12,0	31,4	62,8	68,3	86,8	316,6
Cu	116,9	102,8	141	19992	100	3,904	-0,457	21,703	-1,163	32,0	51,0	53,0	170,2	317,0	1007,0
Fe	29080,8	25786,0	13047	170215542	45	0,037	0,141	-1,157	-1,113	8647,1	17294,2	32859,0	39344,3	46262,0	59232,7
Mn	1718,2	1270,1	1096	1202125	64	0,122	0,403	-1,368	-1,100	163,8	671,8	1890,7	2675,7	3499,1	3666,4
Mo	3,9	4,0	1	1	24	0,777	-0,506	1,038	0,688	2,4	3,4	3,9	4,7	5,6	7,3
Ni	46,6	31,6	19	377	52	0,170	0,584	-1,075	1,018	10,4	18,2	54,6	52,0	65,0	80,6
Pb	37,0	27,3	36	1327	91	1,880	-0,193	5,143	-1,254	5,6	12,8	16,8	59,2	110,4	202,4
Rb	3,8	3,2	2	5	57	0,665	-0,513	-1,065	-1,031	1,2	2,0	2,6	5,6	7,6	8,5
SB	0,8	0,6	0,41	0,17	57	1,338	0,038	2,168	-0,453	0,4	0,4	0,9	1,1	1,5	2,2
Sn	3,0	2,9	1	1	25	0,540	-0,725	2,130	-0,628	1,7	2,5	3,6	3,3	4,2	5,8
Sr	3,5	3,2	2	3	48	2,419	-0,149	10,973	0,809	1,4	2,3	6,7	4,1	5,7	12,5
Ti	814,8	415,2	184	33728	41	1,059	1,066	1,567	4,626	196,7	309,1	824,3	533,9	758,7	1114,7
W	4,0	2,8	6	31	131	3,395	0,273	12,703	-1,460	0,6	1,9	3,2	3,8	14,4	32,5
Zn	197,0	121,3	244	59668	108	2,365	0,263	9,387	0,223	11,2	34,1	74,7	357,1	560,0	1472,0

Таблица 3

Элементарные статистические показатели об исходных и лог-преобразованных данных для анализа элементов 500-250 мкм фракции образцов донных осадков области исследования (n=65, все данные в миллионной доле, за исключением Ag и Au, которые в частях на млрд.)

Elements	Mean	Geometric Mean	Std.Dev.	Variance	Coef.Var.	Skewness		Kurtosis		Min.	Percentiles				Max.
						raw-data	log-data	raw-data	log-data		25 %	50 %	75 %	95 %	
Ag	33,4	25,5	24	564	71	0,912	-0,905	0,016	-0,230	5,9	14,89	28,39	46,39	82,39	99,39
As	14,6	13,9	4	20	31	0,480	-0,133	-0,299	-0,694	8,0	12,00	14,00	18,00	24,00	26,00
Au	110,3	80,5	57	3227	63	3,812	-0,166	18,971	-1,463	50,5	59,50	73,00	104,50	176,50	424,00
Ba	24,5	24,2	4	13	15	0,666	-0,230	1,649	-0,905	15,3	22,20	24,12	26,14	30,95	37,15
Bi	2,5	1,5	2	5	87	0,926	0,309	0,408	-1,306	0,2	0,49	1,97	4,06	6,52	9,35
Cr	55,5	57,2	15	235	26	-0,539	-0,190	-0,077	0,214	25,8	48,92	59,08	70,15	80,31	93,23
Cu	212,9	121,6	249	62049	117	2,877	-0,870	12,689	-0,383	35,0	42,00	109,00	322,00	519,00	1564,00
Fe	27737,3	22252,5	5493	30174386	24	0,010	0,818	-0,544	-0,256	12538,3	18158,93	27238,39	26806,04	28967,81	35885,50
Mn	865,2	742,1	528	278458	61	1,893	0,865	5,043	0,795	256,2	466,14	1330,40	1138,77	1585,73	3050,36
Mo	2,2	2,0	1	2	58	2,873	0,290	15,223	0,072	0,8	1,60	2,40	2,40	4,00	9,60
Ni	43,2	38,3	18	336	42	-0,345	0,586	-1,383	-0,233	10,4	26,00	52,00	57,20	67,60	70,20
Pb	55,1	34,1	76	5770	138	4,558	0,344	27,616	-1,299	12,0	16,00	21,60	69,60	154,40	548,00
Rb	3,4	6,6	1	1	14	0,347	-0,460	-0,786	-0,594	4,8	6,00	2,89	7,33	8,00	8,78
SB	1,0	0,7	1	1	94	4,535	-0,704	27,724	2,708	0,4	0,37	1,05	1,12	1,87	5,97
Sn	3,7	3,6	1	1	27	1,172	0,202	2,440	-0,371	2,5	3,33	3,33	4,17	5,83	7,50
Sr	4,9	8,0	2	3	20	-0,105	-1,221	-0,693	1,080	5,0	6,62	3,52	9,31	10,66	12,10
Ti	792,3	805,7	121	14552	15	0,322	0,001	3,877	1,194	487,1	749,36	515,18	871,13	946,06	1302,01
W	3,2	2,9	2	3	51	1,866	0,118	5,386	-0,795	1,3	1,88	2,50	4,38	6,25	10,63
Zn	296,2	149,2	375	140343	126	2,660	-0,464	10,413	-0,677	28,8	47,65	111,18	508,24	870,59	2235,29

Таблица 4

Элементарные статистические показатели об исходных и лог-преобразованных данных для анализа элементов 250-63 мкм фракции образцов донных осадков области исследования (n=65, все данные в миллионной доле, за исключением Ag и Au, которые в частях на млрд.)

Elements	Mean	Geometric Mean	Std.Dev.	Variance	Coef.Var.	Skewness		Kurtosis		Min.	Percentiles				Max.
						raw-data	log-data	raw-data	log-data		25 %	50 %	75 %	95 %	
Ag	24,11	17,03	20,949	439	86,8712	1,433128	-1,12511	1,65840	0,203875	5,89	5,89	14,89	32,89	63,89	91,89
As	13,1	13,1	3	12	26	0,555	-0,002	-0,077	-0,534	8,0	10,8	10,6	16,0	20,0	22,5
Au	89,8	77,3	157	24522	142	3,957	0,344	16,985	0,072	50,5	50,5	59,5	77,5	536,5	981,0
Ba	22,9	22,7	3	9	13	1,219	0,204	4,086	-1,125	16,5	21,1	22,8	24,4	27,0	35,6
Bi	2,2	1,2	4	13	163	4,249	0,651	20,646	-0,618	0,1	0,5	1,4	2,6	4,8	23,4
Cr	59,4	56,0	20	405	34	0,937	0,136	3,512	0,698	23,1	47,1	51,7	70,2	85,8	142,2
Cu	119,0	85,1	120	14430	101	3,138	-0,839	14,408	-0,383	36,0	42,0	60,0	161,0	264,0	787,0
Fe	22934,8	26100,0	9964	99285199	36	1,061	0,815	2,098	0,034	12106,0	19456,0	24211,9	31994,3	41073,8	61394,5
Mn	1321,4	1049,7	855	730368	65	0,974	0,663	0,855	-0,175	242,2	543,7	798,97	1741,7	3336,1	3722,1
Mo	3,9	3,7	1	2	35	1,376	-0,137	2,713	-0,203	1,6	3,2	4,2	4,0	6,4	8,8
Ni	37,3	35,6	15	230	39	-0,330	0,031	-1,282	-0,618	10,4	26,0	39,0	52,0	57,2	67,6
Pb	40,8	28,9	47	2255	116	4,486	0,307	27,208	-1,349	10,4	15,2	16,0	54,4	100,8	348,0
Rb	4,9	4,7	1	2	28	0,678	-0,059	-0,277	-0,121	2,9	3,8	4,5	5,9	7,2	8,6
SB	0,6	0,8	1	1	89	2,601	2,795	8,488	15,464	0,4	0,4	0,5	1,1	3,0	5,2
Sn	3,4	3,3	1	1	23	0,411	-0,366	-0,335	-0,833	1,7	2,5	4,0	4,2	5,0	5,0
Sr	6,8	6,5	2	4	30	0,509	-0,584	1,160	0,706	3,8	4,9	5,9	8,2	9,0	14,4
Ti	448,9	726,1	567	321623	72	6,795	0,505	50,936	1,847	365,3	627,6	421,5	814,9	1049,1	5039,4
W	4,3	3,2	3	7	68	1,419	0,242	2,519	-0,904	0,6	1,9	2,5	5,6	8,8	14,4
Zn	185,9	105,3	207	42914	111	2,096	-0,250	6,254	-0,823	23,5	38,2	84,7	305,9	521,2	1135,3

Таблица 5

Элементарные статистические показатели об исходных и лог-преобразованных данных для анализа элементов < 63 мкм фракции образцов донных осадков области исследования (n=65, все данные в миллионной доле, за исключением Ag и Au, которые в частях на млрд.)

Elements	Mean	Geometric Mean	Std.Dev.	Variance	Coef.Var.	Skewness		Kurtosis		Min.	Percentiles				Max.
						raw-data	log-data	raw-data	log-data		25 %	50 %	75 %	95 %	
Ag	13,3	11,0	9	86	70	1,634	3,741	2,376	18,995	4,9	5,9	10,0	14,9	33,9	45,9
As	13,4	12,7	5	22	35	2,106	0,741	6,495	1,255	8,0	10,0	11,7	14,0	20,0	34,0
Au	61,9	59,2	28	771	45	6,162	0,086	43,474	-1,621	47,0	50,5	55,0	64,0	86,5	262,0
Ba	17,7	16,2	13	172	74	6,888	0,593	52,339	-0,618	9,8	12,9	15,3	19,4	24,5	116,7
Bi	3,8	1,3	5	23	125	1,402	0,766	1,456	-0,462	0,1	0,2	1,2	6,4	13,4	20,7
Cr	55,5	45,8	30	906	54	0,100	0,943	-1,133	4,241	10,2	27,7	60,0	77,5	98,8	126,5
Cu	160,2	90,6	217	47210	136	2,971	-0,462	10,734	-1,317	32,0	37,0	67,0	193,0	706,0	1264,0
Fe	28821,5	24487,4	14746	217443532	51	0,034	0,319	-1,402	-1,209	6917,7	13835,4	31129,6	41938,5	50585,6	58368,0
Mn	1452,9	1025,0	974	947983	67	0,287	0,426	-0,718	-0,748	71,4	529,7	1692,9	2108,5	2897,9	4081,1
Mo	3,9	3,8	1	2	34	3,665	-0,322	21,586	-0,819	2,4	3,2	4,3	4,0	4,8	12,0
Ni	39,2	36,0	29	815	61	0,039	-0,022	-1,533	0,104	7,8	18,2	44,2	67,6	88,4	96,2
Pb	44,3	23,0	52	2753	118	1,898	0,108	4,065	-1,341	3,2	8,8	20,0	68,8	138,4	248,0
Rb	6,6	3,1	2	3	50	1,188	-0,458	1,002	-1,239	1,4	2,0	6,4	4,4	6,4	8,8
SB	0,7	0,6	0,34	0,11	51	1,550	-0,439	3,377	-1,219	0,4	0,4	0,6	0,7	1,1	1,9
Sn	3,4	3,2	1	2	37	0,332	-0,845	-0,662	-0,246	1,7	2,5	3,0	4,2	5,8	5,8
Sr	8,2	3,9	3	9	60	0,296	-0,632	-0,777	-0,818	1,0	1,7	8,6	6,4	9,8	11,9
Ti	502,2	425,1	261	68326	52	0,099	2,709	-1,361	14,153	131,1	243,5	721,3	721,3	908,6	974,2
W	2,7	2,2	2	4	70	1,945	0,377	4,343	-0,789	0,6	1,3	2,6	3,1	6,9	9,4
Zn	272,9	100,0	368	135719	135	1,987	-0,420	4,115	-1,405	7,6	24,7	96,5	400,0	911,8	1652,9

В таких случаях переменные оставались натуральными. Соответственно, из-за логнормального распределения элементов в геологических материалах [25, 22], в нашем исследовании мы учитываем значения медианы (значение на 50-й процентиль), а не средние значения. Во многих случаях региональное распределение элементов подвержено влиянию более одного процесса/источника, приводящее к мультимодальному несимметричному распределению. В этом случае медиана, как устойчивая оценка расположения, гораздо выше среднего [21].

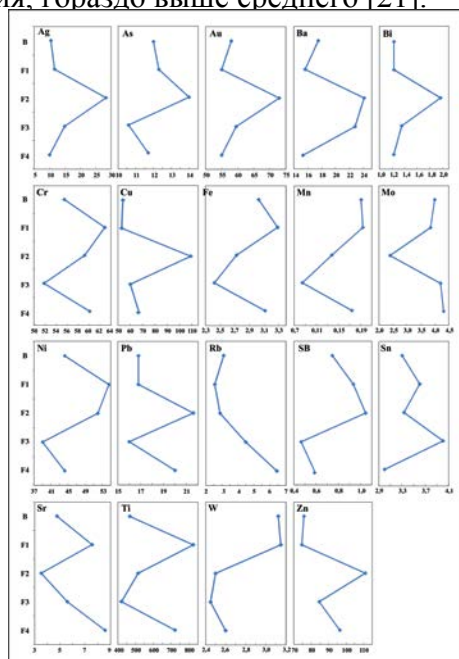


Таблица 6

**Описание веса образцов донных осадков
различного размера фракций**

	2-0.5 mm (g)	500-250 μm (g)	250-63 μm (g)	<63 μm (g)
Mean	1866	951	178	71
Median	1915	937	168	66
St.Dev.	532	71	75	22
Minimum	984	844	25	31
Maximum	3084	1258	445	123

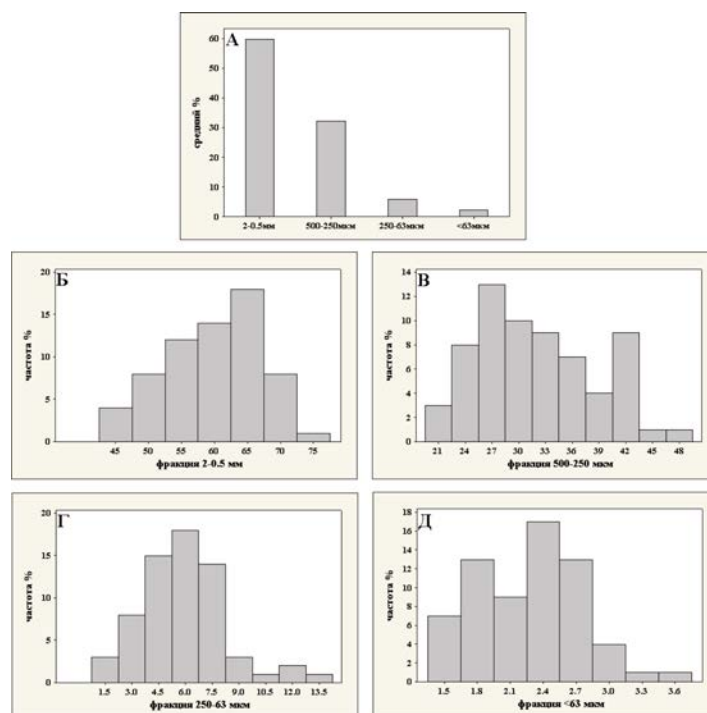


Рис. 4. Размер распределения в донных осадках. А: среднее распределение размера фракций в общем наборе данных. Б до Д. Изменчивость процентного распространения каждой фракции от крупных (В) до тонких (Е).

Соотношения фракций размера зерна и микроэлементов

С целью изучения гранулометрических распределений и концентраций микроэлементов была сделана попытка определить универсальный подходящий гранулометрический диапазон, который будет использоваться для облегчения сравнения взаимодействия образца. Рекомендации для этого диапазона являются широкими и обычно основаны на исследованиях, проведенных на ограниченных географических участках или минерализованных регионах.

Многомерный анализ данных

В анализе данных донных осадков применяются методы анализа многомерных данных для того, чтобы одновременно определить детальные взаимоотношения и ассоциации переменных не в полной мере выявленных одномерных методов. Таким образом, факторы, влияющие на свойства донных осадков и распределение металлов в них, полностью установлены.

Коэффициент корреляции: для лучшего понимания взаимосвязи между концентрацией элемента и размерами зерна, был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, приведенный в таблице 7 и в рисунках 5-9 с их уровнем значимости. Коэффициенты корреляции были признаны статистически значимыми с уровнем значимости 0.01 (таблица 7). Анализ коэффициента корреляции для набора данных показывает разнообразие элементов, которые формируют совокупность или ассоциации элементов. Детальный анализ корреляции матрицы показывает Ag, As, Au и Sb во всех фракциях, которые тесно связаны между собой, в то время как Cu, Pb, Zn, W, Fe, Mn, Ti, Cr, Ni, Sr и Sn имеют почти такое же поведение. Согласно таблице (7), мы обнаружили, что Bi, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti и Zn имеют значимую положительную корреляцию с размерами фракций <4 мм и <63 мкм, и проявляют незначительную или даже отрицательную корреляцию с другими фракциями.

Таблица 7

Линейный коэффициент корреляции Пирсона (r) матрицы между размером зерна фракций и элементами в исследуемом районе (логарифмические данные) (*Вероятность: <0,01)

	B	F1	F2	F3	F4
Ag	-0,1174	-0,1661	0,6672*	-0,1752	0,2516
As	-0,0912	-0,4779*	0,7800*	-0,3096*	-0,3141*
Au	-0,0779	-0,1965	0,8368*	-0,0582	0,081
Ba	0,0200	-0,6281*	-0,0768	-0,2325	0,1976
Bi	-0,2062	0,5158*	0,1087	0,2478	0,7106*
Cr	0,101	0,6901*	-0,1759	0,1442	0,8289*
Cu	0,021	0,4412*	-0,1566	0,2774	0,6336*
Fe	0,0468	0,8902*	-0,2614	0,2279	0,8746*
Mn	0,1148	0,8236*	-0,2117	0,2637	0,7217*
Mo	-0,0427	0,3032*	-0,3809*	0,2148	0,2859
Ni	0,1575	0,8253*	-0,2757	0,3043*	0,7877*
Pb	0,0374	0,4352*	-0,1444	0,1839	0,6116*
Rb	-0,047	-0,7965*	-0,4877*	-0,4191*	0,7144*
SB	-0,0913	-0,6243*	0,3097*	-0,2947*	-0,5420*
Sn	0,0813	0,4813*	-0,2115	0,2340	0,6548*
Sr	0,2191	0,5258*	-0,1724	0,1414	0,6269*
Ti	0,0175	0,8131*	-0,2250	0,0756	0,8373*
W	0,0662	0,2326	-0,044	0,2279	0,1765
Zn	0,049	0,5434*	-0,1474	0,2679	0,7154*

Такое поведение уточняет то, о чем мы уже упоминали раньше - о тесной связи этих элементов с мафическими минералами и обломками пород из более крупнозернистой фракции (<4 мм) и их адсорбции с глинистыми минералами, и сосаждения с гидроксидами Mn и Fe. Кроме того, мы видим, что Ag, As, Au и Sb имеют только значительную положительную корреляцию с фракцией 500-250 мкм, но проявляет незначительную или даже отрицательную корреляцию с другими фракциями. Эти результаты предполагают повышение их концентрации не из-за сосаждения с гидроксидами Fe-Mn, но, возможно, из-за минерализации. Золото может проявляться в виде отдельных зерен или объединенное во включающем минерале. Как правило, обе фракции 2-0.5 мм и 250-63 мкм не показывает высоко значимую корреляцию с Au и его элементами-спутниками. Исходя из исследований соотношения Ti/Zr в засушливых районах, золотое разжижение доминировало во фракции <250 мкм (British Geological Survey, 1999; Dickson and Scott, 1998).

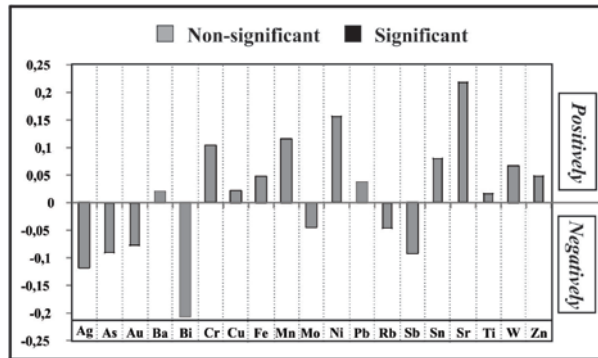


Рис. 5. Столбчатый график показывающие коэффициенты корреляции между фракцией <4 мм (балковая фракция) и 19 измеряемыми элементами.

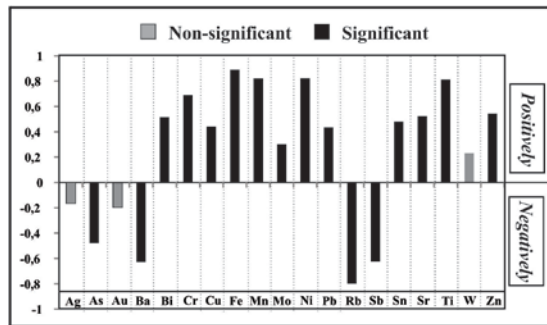


Рис. 6. Столбчатый график показывающие коэффициенты корреляции между фракцией 2-0.5 мм и 19 измеряемыми элементами.

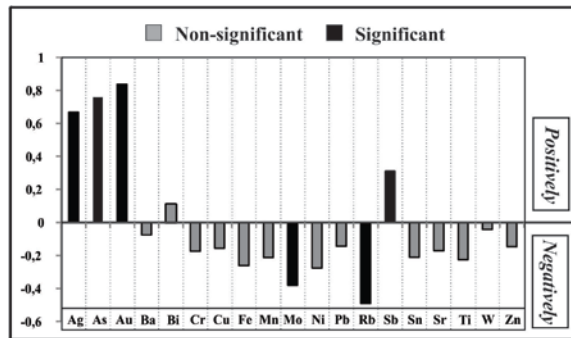


Рис. 7. Столбчатый график показывающие коэффициенты корреляции между фракцией 500-250 мкм и 19 измеряемыми элементами.

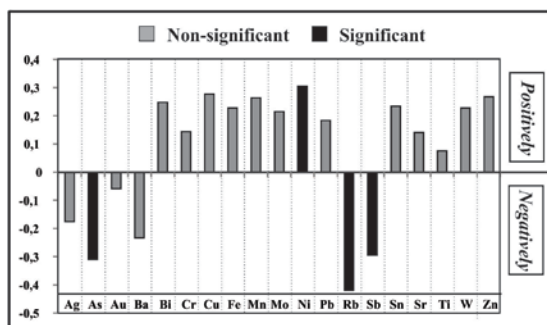


Рис. 8. Столбчатый график показывающие коэффициенты корреляции между фракцией 250-63 мкм и 19 измеряемыми элементами.

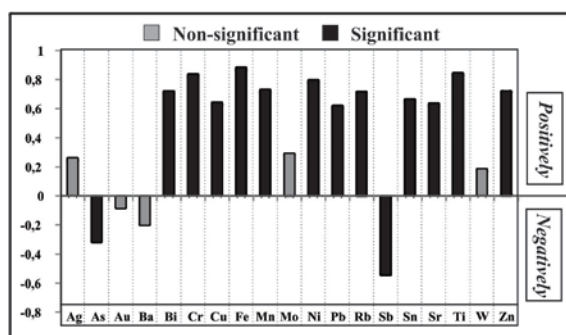


Рис. 9. Столбчатый график показывающие коэффициенты корреляции между фракцией < 63 мкм и 19 измеряемыми элементами.

Множественный регрессионный анализ: влияние размера зерна на распределение Au в донных осадках геохимия определяет путем регрессионного анализа с использованием в качестве независимых переменных вес (1), концентрации Fe (2) и Mn (3) для каждой фракции размера [3, 6]. Эффективность независимых переменных в объяснении изменения зависимых переменных может быть охарактеризована с помощью R^2 , представляющая собой соотношение суммы квадратов, которое объясняет возвращение к общей сумме квадратов [3].

Таблица 8 представляет результаты, полученные от множественного регрессионного анализа для Au в качестве зависимой переменной против независимых переменных, чтобы осветить влияние последних переменных на залегание и проявление золота. Подсчитанное значение R^2 здесь показывает, что предикторы (т.е. независимые переменные) объясняют 69,7% дисперсии золота во фракции 500-250 мкм. Р-значение оценки коэффициента фракции 500-250 мкм равно 0.000, что указывает на его большое влияние на концентрацию золота. Тогда как р-значение концентрации железа и марганца равно 0.716 и 0.562, соответственно, которое указывает, что они не связаны с концентрациями золота на уровне 0.05.

Таблица 8

Итоговые результаты множественного регрессионного анализа

Fractions	B	F1	F2	F3	F4
Dependent var.	Au	Au	Au	Au	Au
Multiple R	0,269	0,203	0,835	0,319	0,119
Multiple R ²	0,072	0,041	0,697	0,102	0,014
Adjusted R ²	0,027	-0,006	0,682	0,057	-0,034
St. Er. of Estimate	0,254	0,188	0,103	0,278	0,111

Effect	Coef.	St. Er.	Std. Coef.	t-value	p-value
Interept	2,919	1,363		2,142	0,036
B	0,000	0,001	-0,059	-0,474	0,637
Fe	-0,043	0,367	-0,036	-0,117	0,907
Mn	-0,157	0,216	-0,224	-0,726	0,471
Interept	1,644	1,033		1,592	0,117
F1	0,000	0,000	-0,199	-0,822	0,414
Fe	0,114	0,348	0,138	0,327	0,745
Mn	-0,071	0,173	-0,147	-0,413	0,681
Interept	-0,346	0,889		-0,390	0,698
F2	0,002	0,000	0,826	11,412	0,006
Fe	0,097	0,264	0,058	0,366	0,716
Mn	-0,071	0,121	-0,093	-0,584	0,562
Interept	0,542	1,955		0,277	0,783
F3	0,000	0,000	0,014	0,112	0,911
Fe	0,704	0,633	0,377	1,111	0,271
Mn	-0,586	0,310	-0,644	-1,889	0,064
Interept	1,657	0,492		3,366	0,001
F4	0,001	0,001	0,114	0,473	0,638
Fe	0,051	0,168	0,125	0,307	0,760
Mn	-0,050	0,082	-0,192	-0,608	0,545

B=Балковая фракция (<4 мм), F1 = крупнозернистый песок (-2-0.5 мм); F2=среднезернистый песок (500-250 мкм); F3=мелкозернистый песок (250-63 мкм); F4=ил/глина (<63 км).

Выводы

Это исследование показывает, что уровни концентрации элемента значительно меняются в зависимости от размера зерна. На основе уровней концентрации элемента фракция 500-250 мкм является оптимальной для изучения Ag, As, Au, Ba, Bi, Cu, Pb, Sb и Zn. Крупная фракция 2-0.5 мм подходит для Cr, Fe, Mn, Ni Ti и W, в то время как 250-63 мкм можно считать оптимальной фракцией для Sn и Mo, а для Rb и Sr – фракция <63 мкм.

Высокоположительная значительная корреляция Bi, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti и Zn с обеими фракциями гранулометрического состава - 2+0.5 мм и <63 мкм находится под сильным влиянием наличия гидроокислов Mn-Fe. Что предполагает две концентрации металлов, одна из самых высокодисперсных фракций, а вторая из крупнозернистой песчаной фракции. Последнюю можно охарактеризовать как результат увеличения распространенности мафических минералов, а также увеличения толщины покрова оксидов Mn-Fe, с оксидами, выступающими в качестве второго коллектора для этих микроэлементов.

С помощью многомерного анализа мы обнаружили, что Аи сильно зависит от присутствия фракции 500-250 мкм, также как от наличия гидроксида Mn-Fe в зернах отложений.

Крупнозернистая фракция (2-0.5 мм) содержит фрагменты первичных пород и продуктов выветривания (оксиды железа и марганца). Тонкозернистая фракция (<63 мкм) содержит глинистые минералы и Fe-Mn-оксиды и гидроксиды. Зерна рудного минерала преобладают в промежуточной фракции 500-250 мкм. Мелкопесчаная фракция считается разжиженной выветренной пылью, и состоит из смеси силикатных и малорудных минеральных зерен (плагиоклаз, микроклин, кварц, биотит, касситерит и молибденита). Можно наблюдать незначительную взаимосвязь между концентрацией элемента и морфологией и климатом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Beeson R. The use of fine fraction of stream sediment in geochemical exploration in arid and semi arid terrain. *J Geochem Exploration* 22, 1984, p. 119-132.
2. Beeson R., Herzberg, W., Frick A. Geochemical orientation studies of base metal occurrences in the north-western Cape Province. *Ann. Geol. Surv. S. Afr.*, 1974, p. 10, 3-6.
3. Bonham-Carter G.F., Rogers P.J., Ellwood D.J. Catchment basin analysis applied to surficial geochemical data, Cobequid highlands, Nova Scotia. *J. Geochem. Explor.* 29, 1987, p. 259-278.
4. British Geological Survey. Résultats de l'étude d'orientation et analyses chimiques des "Stream Sediments" dans le domaine de l'Anti-Atlas (Maroc). British Geological Survey Report prepared for the Moroccan Ministry of Mines and Energy, Rabat, Morocco. 1999.
5. Bugrov V.A. On the geological operations carried out from June 1972 to June 1974. U.N. Development Program, Tech. Rep. 1974.
6. Carranza E.J.M., Hale M. A catchment basin approach to the analysis of reconnaissance geochemical-geological data from Albay province, Philippines. *J. Geochem. Explor.* 60, 1997, p. 157-171.
7. Chapman RP. Some Consequences of Applying Lognormal Theory to Pseudonormal Distributions, Discussion. *J. Math. Geol.* 1976, 8, p. 209-214.
8. Darwish M.A.G. Geochemical exploration for the gold in Haimur area, Wadi Allaqi, Southeastern Desert, Egypt: Ph.D. Thesis, Aswan Fac. Sci., South Valley Univ., Egypt, 2004.
9. Davis JC. *Statistics and Data Analysis in Geology*. 3RD Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York. 2002.
10. Davy R., Rossiter A.R., Wall L.N. Stream sediments. *J. Geochem. Explor.*, 1980, 12, p. 131-133.
11. Dickson B.L., Scott K.M. Recognition of aeolian soils of the Blayney district, NSW: implications for mineral exploration. *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 63, 1998, p. 237-251.
12. El Gaby S.; List, F.K., Tehrani R. Geology, evolution and metallogenesis of the Pan-African belt in Egypt. In: El Ghaby, S and Greiling, R. O. (eds). *The Pan African belt of NE Africa and adjacent areas. Earth Science and applications*. Wiesbaden, Germany, Bieweg, 1988, pp.17-68.
13. Fletcher W.K. Dispersion and behaviour of gold in stream sediments; B.C. Ministry of energy, Mines and Petroleum Resources, Open File 1990, p. 28.
14. Fletcher W.K. Stream sediment geochemistry in today's exploration world. In *Proceedings of Exploration 97: Forth Decennial International Conference on Mineral exploration* editor A.G.Gubbins, 1997, p. 249-260.

15. Hale M., Plant J.A. Drainage geochemistry. In: Govett, G.J.S. (Ed.), Handbook of Exploration Geochemistry. Elsevier, Amsterdam volume 6, 1994.
16. Jordan C., Zhang C., Higgins A. Using GIS and statistics to study influences of geology on probability features of surface soil geochemistry in Northern Ireland. Journal of Geochemical Exploration 93, 2007, p. 135-152.
17. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils. 3rd Ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press. 2001, p. 413.
18. Li Qing, Xi Xiaohuan, Ren Tianxiang, Zhao Yutao, Che Guangjun. Geochemical exploration in the semiarid steppe terrain of eastern Inner Mongolia - a case history. Journal of Geochemical Exploration, v. 33, Issues 1-3, 1989, p. 27-46.
19. McLaurin A.N., Geochemical dispersion from the Gamsberg orebody, northwestern Cape, South Africa. J. Geochem. Explor., 10, 1978, p. 295-306.
20. Ottesen R.T., Theobald P.K. Stream Sediments in Mineral Exploration”, in Drainage Geochemistry, Handbook of Exploration Geochemistry, vol. 6 (ed. G.J.S. Govett). Amsterdam: Elsevier, 1994, p. 147.
21. Reimann C., Filzmoser P. Normal and lognormal data distribution in geochemistry: Death of a myth. Consequences for the statistical treatment of geochemical and environmental data, Earth Environ. Sci., 39 (9), 2000, p. 1001–1014.
22. Reimann C., Filzmoser P., Garrett R.G. Background and threshold: Critical comparison of methods of determination. Science of the Total Environment 346, №1-3, 2005, p. 1-16.
23. Rock N.M.S. Numerical Geology. Springer-Verlag, Berlin. 1988.
24. Rose A.W., Hawkes H.E., Webb J.S. Geochemistry in Mineral Exploration, (2nd ed.). London: Academic Press, 1979, p. 657.
25. Salminen R., Tarvainen T. The problem of defining geochemical baselines. A case study of selected elements and geological materials in Finland. Journal of Geochemical Exploration 60, no. 1, 1997, p. 91-98.

**CƏNUB-ŞƏRQİ MİSİRİN HAYMUR VADİSİNDƏ FRAKSİYALAŞMIŞ DİB
ÇÖKÜNTÜLƏRİNİN ÖLÇÜLƏRİNİN QIZIL VƏ ONUNLA ƏLAQƏDAR OLAN
MİKROELEMENTLƏRİN PAYLANMASINDA ƏHƏMİYYƏTİ**

V.M.BABAZADƏ, V.G.RAMAZANOV, M.H.ƏLİ

XÜLASƏ

Dib çöküntülərinin geokimyəvi tədqiqatında fraksiyaların dənələrinin optimal ölçülərinin təyin edilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır. Cənub-Şərqi Misirin Vadi Haymur vilayətinin müxtəlif geoloji və geomorfoloji şəraitləri ilə səciyyələnən quru iqlimli vilayətlərdə minerallaşma müəyyənləşdirmək üçün dənələrin optimal ölçülərini təyin etmək məqsədilə dib çöküntülərinin oriyentativləşməsinin geokimyəvi tədqiqi aparılmışdır. Akva reciya üsulundan istifadə etməklə fraksiya dənələrinin dörd ölçüsü: < 63 mkm, 250-63 mkm, 500-250 mkm, və 2-0.5 mm qızıl və onunla əlaqəli mikroelementlərin miqdarı analiz edilmişdir. Bütün nümunələr atom absorpsiya spektrofotometriya (AAS) üsulu ilə qızdırmaqla emal olunandan sonra müxtəlif elementlərə (19 element) tədqiq edilib. Verilmiş elementlərin konsentrasiya səviyyəsi hər bir element üçün qranulometrik tərkibin fraksiyalarının ölçülərinin yaxşı müəyyənləşdirilməsi üçün meyar oldu.

Elementlərin konsentrasiya səviyyələri və çoxluq rəqressiya analizinə əsaslanaraq biz güman edə bilərik ki, 500-250 mkm ölçülü fraksiya tədqiqat sahəsində qızılın və onu müşayiət edən elementlərin aşkar edilməsi və öyrənilməsi üçün ən optimal ölçülü fraksiyadır. Hər iki fraksiya (2-0.5 mm və < 63 mkm) keçid və əlvan metalar üçün uyğun gəlir. Müəyyən edilib ki, 250-63 mkm ölçülü fraksiya küləyin gətirdiyi çox xırda kristallarla qarışıb. Bundan başqa

qızılın konsentrasiyasında qranulometrik diferensiasiyanın rolunu tədqiq etmək üçün dib çöküntülərinin modeminin geokimyəvi məlumatları istifadə edilib.

Açar sözlər: çoxluq reqressiya analizi, dib çöküntüləri, quraqlıq, Misir

THE RELATION OF STREAM SEDIMENT GRAIN SIZES AND ITS GEOCHEMICAL COMPOSITION: A CASE STUDY FROM WADI HAIMUR AREA, SOUTH EGYPT

V.M.BABA-ZADEH, V.G.RAMAZANOV, M.H.ALI

SUMMARY

Determination of optimum grain size fraction is critical in geochemical exploration of stream sediment. In arid area with various geological, and geomorphological conditions an orientation stream sediment geochemical survey was conducted in Wadi Haimur of southeastern Egypt in order to optimize grain size selection to recognize mineralization. Four selected grain size fractions, <63 μm , 63-250 μm , 250-500 μm , and 0.5-2 mm beside the bulk fraction (<2 mm) were analysed for their content of Au and associated trace elements using aqua regia method. All samples were analyzed for a variety of elements (19 elements) by AAS after the digestion. Element concentration levels of the data were the criteria for defining the best size fraction for each element. Based on element concentration levels and multiple regression analysis we can consider that 500-250 fraction is optimum size fraction for studying and detecting Au and its pathfinder elements within the study area. Both 2-0.5 mm and <63 μm fractions are suitable for transition and base metals whereas 250-63 μm found that it possibly be diluted by a wind blown dust. Also geochemical data on modern stream sediments in the Wadi Haimur basin were used to explore the role of grain-size differentiation on Au concentration.

Key words: Multiple regression analysis, stream sediment, arid area, Egypt

Поступило в редакцию: 18.01.2013 г.

Подписано к печати: 06.03.2013 г.