

УДК: 550.4; 553.3.4; 55(6)

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ ПО  
ЗОЛОТУ И СОПУТСТВУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТАМ В ВАДИ  
ХАЙМУР, ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПУСТЫНИ ЕГИПТА**

**В.Г.РАМАЗАНОВ, М.Х.АЛИ**

*Бакинского Государственного Университета*  
*vramazanov@rambler.ru; youssouf\_2008@yahoo.com*

*Геохимические исследования были проведены на высохших донных осадках площади Вади Хаймур Юго-Восточной пустыни Египта. Источниками этих отложений были, главным образом, подстилающие породы позднего протерозоя. Шестьдесят пять образцов донных осадков были исследованы на наличие 19 химических элементов в балке и четырех других различных фракций после горячего извлечения из царской водки. Простыми и многомерными статистическими методами были обработаны только результаты для балковой фракции. Корреляция между Fe и Mn и многими рассмотренными элементами предполагает влияние вторичной среды в распространении некоторых элементов. Также, многомерным анализом было выявлено четыре геохимических свиты среди рассмотренных элементов. Кроме того, однокомпонентные карты предоставили визуальное отображение общего распределения показателей элемента. Анализ и обработка данных в образцах донных осадков указывают на присутствие новых площадей золотой минерализации эпитермального и жильного происхождения. Можно предположить, что Ag, As, Sb и Ba являются элементами-спутниками золота в балковой фракции.*

**Ключевые слова:** донные осадки, балковая фракция, Вади Хаймур, многомерный анализ, эпитермальный.

В наши дни геохимические исследования стали неотъемлемой частью разведки полезных ископаемых, особенно при поиске различных залежей меди, свинца, цинка, золота и т.д. Донные осадки остаются доминирующей средой для отбора образцов в региональном геохимическом исследовании, в областях, где рельеф позволяет развитие отдельных дренажных систем [14, 15]. Донные осадки образовались в результате выветривания пород и рассеяны в руслах рек. При аридном климате донные осадки могут обеспечить хорошие результаты при поиске минеральных и рудных месторождений, где развитие аномалий в донных осадках более устойчиво из-за меньшей подвижности определенных

микроэлементов. Обычно донные осадки включают неизменные первичные полезные ископаемые, осажденные материалы и адсорбированные элементы [28]. Из донных осадков лучше всего изучена дисперсия распределения неподвижных и полуподвижных элементов, таких как Ti, Cr, Mn, Fe, Sn, W и Ba.

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 км<sup>2</sup> и переходит в Вади Аллаги. Область известна золотым рудником Хаймур, который расположен на пересечении 22°38'20" северной широты и 33°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 аллювиальными отложениями, и врезаются в гористую местность, содержащую вулканические метаморфические подстилающие породы, главным образом, Докембрийского возраста. Суточная температура летом превышает 45°C, а зимой чуть меньше 20° C. Растительность представлена немногочисленными кустарниками и маленькими деревьями.

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 [13]. 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

[13]. 4) Метаосадочные породы: метапелитовые и метапсаммо-пелитовые породы. Эти группы подрубаются базальтовыми, андезитовыми и риолитовыми дайками, кварцевыми жилами и прожилками [11]. 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 золотоминерализация вокруг старого месторождения Хаймура связана с кварцем и кварц карбонатными жилами и прожилками (простирающаяся на С55°Ю и опускающаяся на 30°-60° к СЗ) вдоль зоны сдвига и плоскости надвига [11].

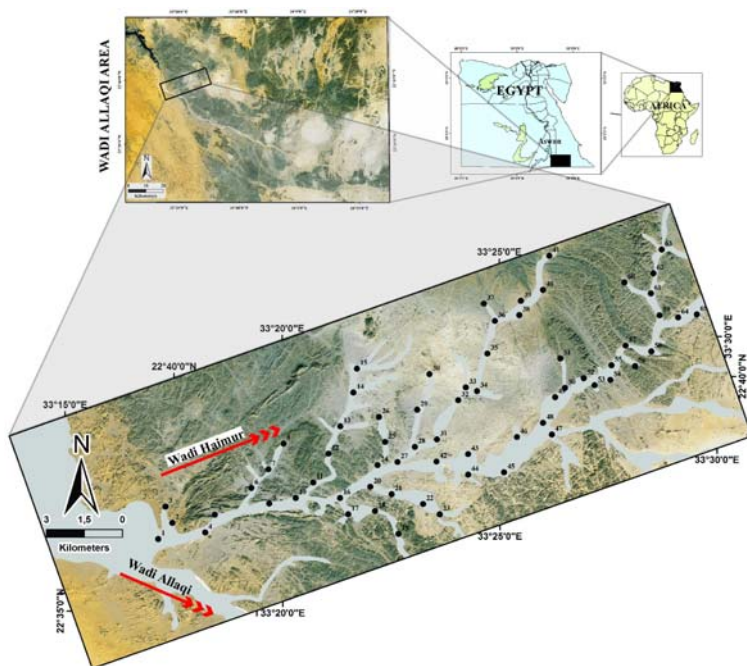


Рис. 1. Карта расположения потоков и места отбора проб в исследованной области.

Основной целью этой статьи является изучение статистических особенностей распределения геохимических характеристик золота и других рассмотренных элементов балковой фракции в пробах донных осадков. В дополнение к описанию аномалий Au, Ag и сопутствующих элементов, используя образцы донных осадков в области исследования мы также определяем элементы-спутники золота в дальнейших детальных геохимических исследованиях.

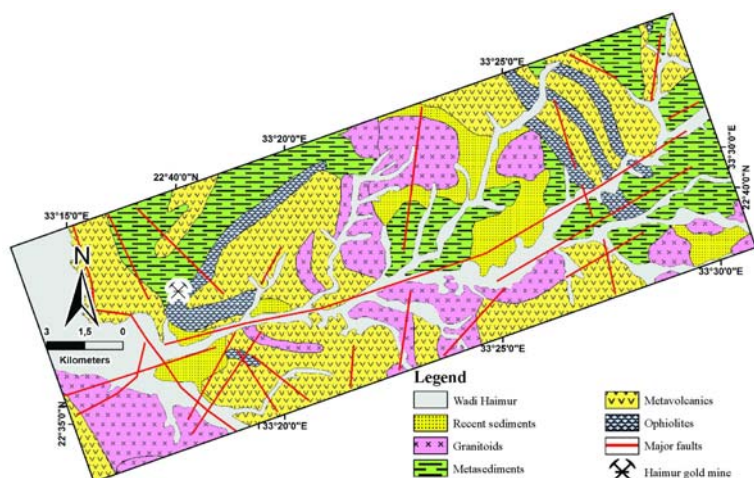


Рис. 2. Обобщенная геологическая карта района исследования

### Отбор образцов и аналитические методы

Для геохимических исследований донных осадков, используя топографическую карту (масштаб 1:50.000), были отобраны шестьдесят пять проб из донных осадков Вадии Хаймур (главный поток) и его притоков (рис. 1). Зоны отбора проб были выбраны на основании свойств и типа подстилающих пород и системы дренажа области [25]. Очевидно, здесь находится меньше концентраций органического вещества в донных осадках, потому что область изучения почти непродуктивна и имеет очень скудную растительность. Интервал осуществления выборки не был зафиксирован и управлялся дренажной системой. Полученная плотность выборки - один образец на 4 км<sup>2</sup>. 100-граммовая аликвота балковой фракции (<4 мм) была раздроблена на <63 μm, используя низкое загрязнение кольцевой мельницы с кварцевой промывкой между образцами для подготовки к химическому анализу. Субпробы (10 г для анализа как золота, так и серебра, и 0.5 г для других элементов) балковой фракции были подвергнуты на 1 час горячему воздействию царской водки в закрытой системе при 95° C, а затем определены атомной абсорбционной спектрофотометрией (ААС) в произвольном порядке.

### Результаты

#### *Дескриптивная статистическая оценка геохимических данных*

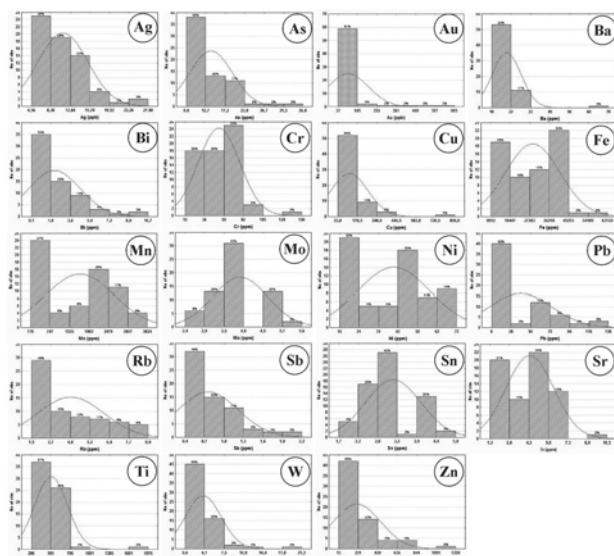
Описательный статистический анализ включает: средний, медиана, стандартное отклонение, минимум, максимум, коэффициент эксцесса и асимметрия, которые даны в таблице (1). Полученные данные были подготовлены в форме диаграмм частотного распределения плотности (гистограммы с их кривыми распределения) как показано на рис. 3. У золота

есть широкий диапазон скопления (от 37 до 685 мг/т), в то время как у серебра - ограниченный диапазон скопления (от 4.6 до 27 мг/т). Диапазоны скоплений других попутных элементов малы, за исключением Ba, Cu, W и Ti и в некоторой степени As, Bi, Zn и Cr (см. табл. 2). Ясно отмечено, что и высокие значения эксцесса плотности и отклонения в балковой фракции вызвали отклонение исходных данных далеко от нормального распределения, и их высокое значение происходит из-за останца и предельной величины [33]. Все рассмотренные элементы имеют ненормальную структуру распределения и определённо отклонены, кроме Mo (-0.21), Ni (-0.01) и Sn (-0.05). Соответственно, геохимические данные были логарифмически преобразованы для уменьшения асимметрии распределений для многомерных анализов.

Таблица 1

Описательная статистика золота и сопутствующих элементов изучается в потоке отложений области Вади Хаймур (все значения в промилле, кроме золота и серебра в частях на млрд.).

Элемент	Средний	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Коэффициент Эксцесса	Асимметрия
Au	93	58	113	37	685	16.00	3,9
As	14	12	5,1	8.0	36	5,60	2,0
Bi	2,2	1,2	2,3	0,12	11	3,50	1,8
Ag	11	10	4,9	4,6	27	1,70	1,2
Cu	114	54	130	33	858	17.00	3,5
Mo	3,9	4.0	0,76	2,4	5,6	-0,04	-0,21
Ni	39	44	19	10	73	-1,41	-0,01
Pb	38	17	35	5,6	138	0,17	1,10
SB	0,74	0,75	0,49	0,37	2,2	1,80	1,50
Sn	3,2	3,3	0,79	1,6	5.0	-0,26	-0,05
W	3,8	3,1	3,2	0,63	21	14.00	3,20
Zn	206	76	252	13	1259	4.00	1,8
Fe	28662	30265	12465	9512	63124	-0,76	0,12
Ti	503	468	249	206	1976	19.00	3,3
Mn	1630	1860	1020	170	3634	-1,30	0,12
Cr	53	55	25	13	150	2,40	0,71
Ba	19	17	8,5	10	79	40.00	5,7
Rb	3,9	3,1	2,1	1,5	8,9	-0,60	0,80
Sr	4,4	4,8	1,8	1,3	103	0,08	0,36



**Рис. 3.** Частота распределения золота, растворенного в царской водке и связанных элементов, основанные на 65 пробах из осадка потоков Вади Хаймур.

### *Коэффициент Корреляции*

Пробы донных осадков, отобранные из области исследования, указали на существенную положительную корреляцию Fe с Cr, Cu, Mo, Ni, Sn, Pb, Sn, Sr, Ti, W и Zn, а также Mn, который положительно коррелирован с Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, W и Zn (таб. 2).

Таблица 2

Матрица корреляции Пирсона для потока осадков от Вади Хаймур\*

	Au	As	Bi	Ag	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Ti	Cr	Ba	Rb	Sr
Fe					+	+	+	+	-	+	+	+	+	+		-	+
Mn		-			+		+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+

\* + или - выше 99%-ого уровня значения

### *Многомерный Анализ*

Необходимо выделить содержание элемента между различными группами, которое существовало в образцах донных осадков балковой фации, после выполнения различных статистических исследований геохимических данных. Геохимические ассоциации были установлены на базе анализа АГК (рис. 4 и 5) и кластерного анализа [22, 27, 31], как показано на рис. 6.

#### *1-Анализ главных компонент (АГК)*

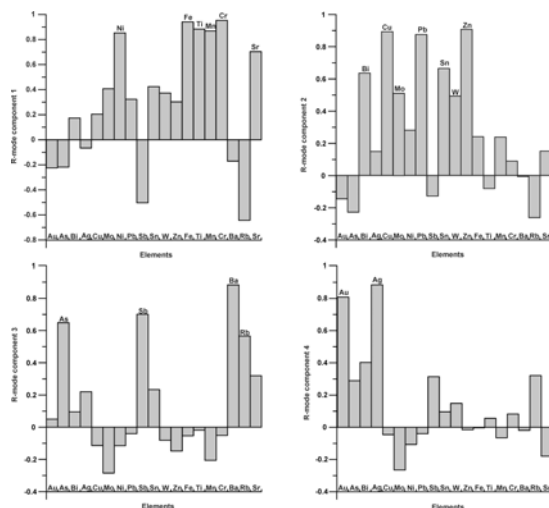
Таблица (3) показывает результаты данных АГК. Было выделено четыре компонента с собственным значением >1, и приблизительной оценкой 74.94 % общей дисперсии была успешно дана для 19 рассмотренных элементов.

Таблица 3

Собственные значения, полная дисперсия и кумулятивная процентная дисперсия из набора данных.

	собственное значение	полная дисперсия %	кумулятивная %
1	7,968897	41,94156	41,94156
2	2,995076	15,76356	57,70512
3	2,010443	10,58128	68,28640
4	1,264858	6,65715	74,94354

Исходя из значения фактора только в  $> 0.5$ , мы можем перечислить следующие компоненты: Фактор 1 содержит 41.94 % общей дисперсии. Он содержит самые важные компоненты, включая Cr, Fe, Mn, Ni, Sr и Ti. Фактор 2 описывает 15.76 % дисперсии; это - Cu, Zn, Pb, Sn и Bi. Фактор 3 включает As, Ba, Rb и Sb, объясняя 10.58 % общей дисперсии. Наконец, фактор 4, составляющий 6.66 % общей дисперсии, содержит только Ag и Au (рис. 4).

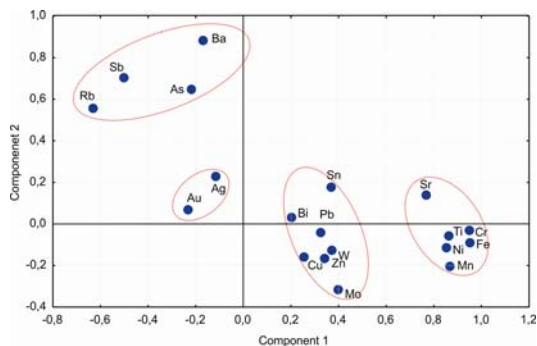


**Рис. 4.** Нагрузки R-режима компонента рассчитан на 19 химических элементов, измеренных на 65 пробах осадков потока области Вади Хаймур область. Те элементы ,большой относительный вклад в компоненты указаны .Нагрузки даются как корреляции между элементами и компоненты.

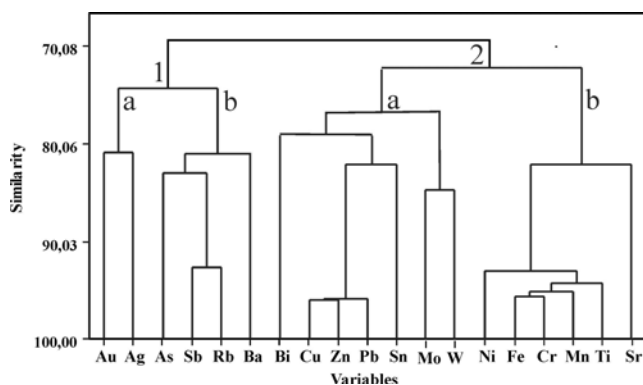
## 2-Кластерный анализ

Результаты элементных ассоциаций включают две главные кластеры переменных, разделенных на следующие 4 группы (подгруппы): Группа 1 (подгруппа 1a) включает Au и Ag. Группа 2 (подгруппа 1б) со-

стоит из As, Sb, Rb и Ba. Группа 3 (подгруппа 2a) представляет Cu, Zn, Pb, Bi, Mo и W. Группа 4 (подгруппа 2б) включает Fe, Cr, Mn, Ti, Ni и Sr.



**Рис. 5.** Нагрузки 1-ых и 2-ых главных компонент R-режима (повёрнутый) для золотых и связанных элементов через изученные отложения потока.



**Рис. 6.** Дендограмма кластерного анализа для оптовой фракции {доли} проб из осадков потока (n=65).

### *Пространственное распределение элементов*

На рис. 7 показано пространственное распределение 19 рассмотренных химических элементов в пробах донных осадков области исследования. Обнаруженные высокие значения золота и серебра связаны с офиолитами. Метавулканические породы проявляются в потоке, отклоняющемся в северо-восточном направлении вверх по течению Вадя Хаймур и к югу от рудника Хаймур. Кроме того, более высокая концентрация Ba, Bi, Sb и Rb связана с распространением золота. Некоторые повышенные концентрации Zn, Cu, Pb и Sn найдены в вышерасположенных отложениях водосбора Вадя Хаймур.

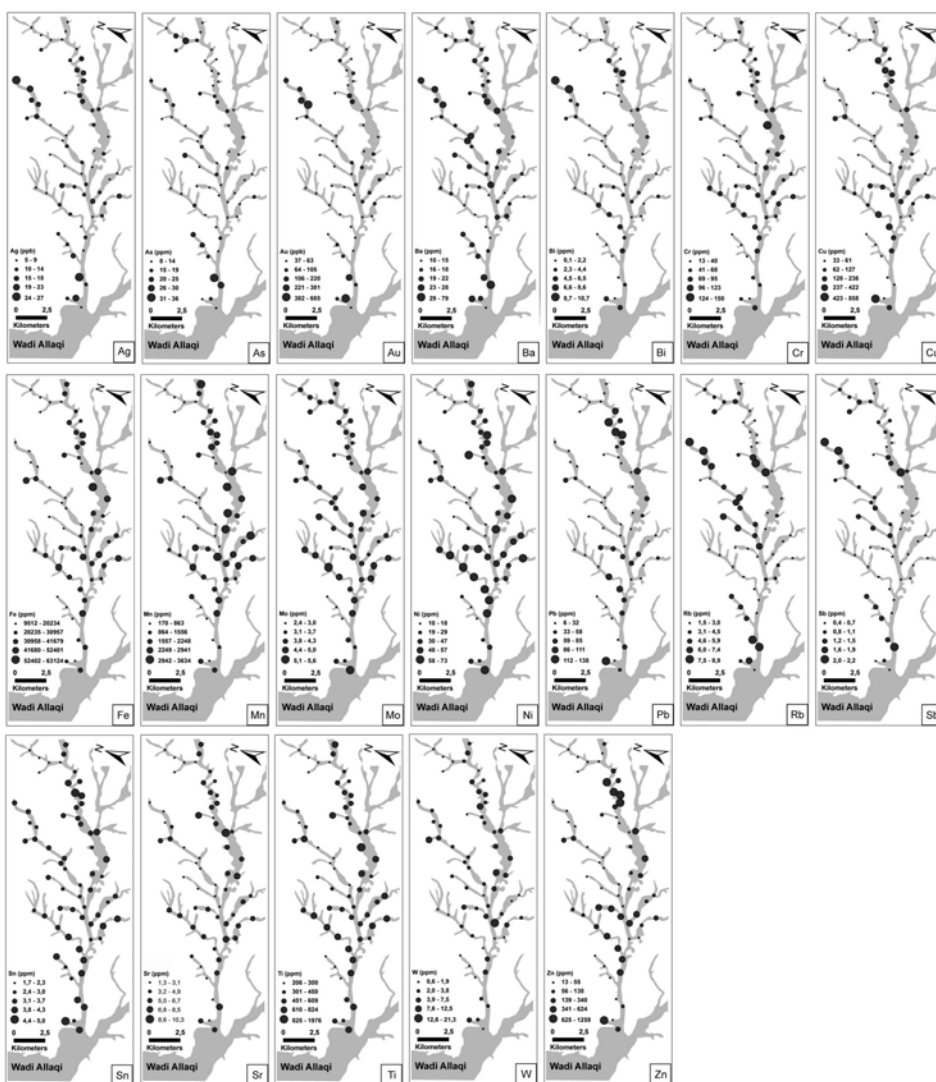


Рис. 7. Геохимические карты золота и связанных элементов в оптовой фракции, отражающей новую возможную минерализацию.

## Обсуждение

Значительно положительная корреляция Fe и Mn с другими рассмотренными элементами (Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ti, W, и Zn) указывает, что окиси обоих элементов играли важную роль в концентрации данных элементов. Это говорит о том, что эти элементы могут быть адсорбированы гидратированными окисленными частицами Fe и Mn, рассеянными во вторичной среде, или гидроксидами Fe/Mn, которые обогащают упомянутые элементы [18], или из-за процессов со осаждения этих элементов с аутогенными гидроксидами Fe и Mn [3]. Незначительная роль оксидов обоих элементов в концентрациях Ag, As, Au, Ba, Bi и

Mo указывает на мобильное присутствие золотых и серебряных частиц в окисленных оксидах железа после пирита и арсенопирита и к различному поведению обоих элементов во время процессов выщелачивания и транспортировки во вторичной среде [5, 6, 9]. Согласно Boyle (1979) в самородном россыпном золоте выражение  $[1000 \cdot Au (Au+Ag)]$  обычно больше 850, и коэффициент Au:Ag, в основном, превышает 1. Применяя эти уравнения к значениям Au and Ag в балковой фракции, мы получили результаты, согласованные с предыдущими упомянутыми показателями (894; 8) соответственно. Это может указывать на присутствие золотых самородков, выделенных из исходной вмещающей породы механическим выветриванием, которые преобладают в области исследования. Кроме того, слабость корреляции Fe и Mn с золотом указывает на то, что золото существует в виде свободных частиц, а балковая фракция изученных донных осадков содержит самородное россыпное золото. Барий изучен с целью наблюдения систематической геохимической подвижности и дисперсии в засушливых климатических условиях области исследования. Барий - характерный элемент некоторых отложений Zn-Pb-Ba. При высокой температуре во время гидротермального изменения Ba становится мобильным, и отлагается после сульфидов в виде баритовой шапки [20].

Барий - сильный индикатор выхода жилы, и, таким образом, Ba может быть использован как индикатор отложений свинца и цинка (Zn-Pb). Комбинация Ba и Mn - также важное приспособление для различения зон изменения из-за их низкой подвижности, особенно в засушливых климатических условиях, подобных тем, которые преобладают в области исследования. Naseem и др. (2002) и Pwa и van Moort (1999) использовали Mn-Ba и другие индексы для геохимического исследования отложений Вулканогенного штуфного сульфида (ВМС) в Розбери, Тасмания. К сожалению, в изученных образцах "в процессе подготовки" Ba показывает незначительное соотношение с Mn, Zn и Pb, который указывает, что Ba в балковой фракции не может быть использован как индикатор этих типов отложений во время первоначальных поисков в рассмотренной площади исследования. Аномалии бария встречаются в отложениях, расположенных верх и вниз по течению, где барит проявляется в заполненных трещинах. Однако, Ba может состоять из измененных частей ультрамафических пород.

Более высокие значения Fe, Cr, Mn, Ni и Ti, существующие вдоль потока, могут быть показателями наличия данных элементов в мафических и ультрамафических породах в области исследования. Таким образом, поток рассеяния рассматриваемых элементов в донных осадках обуславливается условиями их залегания в первичной среде и минерализацией.

Примечательно, что распространение более высоких концентраций Au, Ag, Bi, Ba, Sb и Rb проявляется в потоке СВ-ЮЗ направления, западнее от основного потока, в то время как Zn, Cu, Pb и Sn распространяются вверх по течению дренажа Вади Хаймур. Это указывает на то, что эти участки образовались из нового простирания минерализованных частей в СВ-ЮЗ и ВСВ-ЗЮЗ направлениях, параллельно преобладающим направлениям сдвига в этой области, СВ-ЮЗ надвига и ВСВ-ЗЮЗ сброса по простиранию [11], которые включают основную минерализацию Au. Поскольку эти концентрации расположены ниже течения, возле старой шахты, они могут быть получены или из основной минерализации Au, или из возможного его нового простирания.

Золото было обнаружено во всех исследованных образцах, что указывает на то, что балковая фракция этого экстремально засушливого региона подходит для проведения регионального геохимического исследования золота с использованием донных осадков в области исследования.

Оба метода многомерного статистического анализа представляют четыре отдельные группы среди переменных величин в исследуемой области (рис. 6 и 7), как указано ниже:

*1) Свита Au-Ag (золотоносная группа).*

Эта свита представлена как золотоносная группа из-за наличия частиц золота в некоторых образцах донных осадков, извлеченных из области исследования [10] в соотношении с Ag, полученным в процессе окисления минерала галенита, сопутствующих золотоминерализации [11, 32]. При этом наличие Ag, взаимодействующего с Au в балковой фракции, может указывать на то, что минерализация Au в области исследования является эпitherмальным золотосеребряным. Следует отметить, что Ag, As и Sb в соединении с Au, как правило, считаются элементами-спутниками для этого вида отложений [6, 7, 23].

*2) Свита As-Sb-Rb-Ba (группа-спутник)*

Это соединение указывает на то, что эти элементы могут быть связаны или из-за минерализации As и Sb, и рассматриваться как элементы-спутники для отложений золота или из-за других фаз, таких как фило-силикаты (глины, слюды) для Rb и карбонатные минералы для Ba, которые являясь основными фазами, могут вовлекать такие мигрирующие элементы в гипергенную среду, где элементы или сорбируются до твердой поверхности, или осаждаются вторичными минералами (4, 12, 16). Соединение их с золотом в месторождениях золота, приводит к использованию их как элементов-спутников/индикаторов в разведке золота. Мышьяк и сурьма считаются важными элементами. Наиболее распространенный мышьяковый минерал, как правило, является мышьяконосным пиритом. Мышьяк уже давно применяется как превосходный элемент-спутник из-за своего относительно низкого содержания в большин-

стве типов пород и из-за концентрации в гидротермальных отложениях, а также, главным образом, благодаря низкой подвижности. Это, в сочетании с точными аналитическими методами, делает элемент чрезвычайно полезным в поиске полезных ископаемых [7].

### 3) *Свита Bi-Cu-Mo-Pb-Sn-W-Zn (Группа сульфидов)*

Эти элементы указывают на возможную минерализацию сульфидов в этой области. Большинство из этих элементов обогащены золотоносными отложениями, и встречаются в сопровождающих металлических минералах, в самородном золоте или в различных других минералах золота [6].

### 4) *Свита Fe-Cr-Mn-Ti-Ni-Sr (Мафическая группа)*

Это соединение указывает на наличие Fe и оксидов Mn, оксигидроксидов и гидроксидов, которые обычно находятся в коре и в донных осадках [1, 8, 18]. Они играют важную роль в сборе элементов Cr, Ti, Ni, Cu, Pb, Zn, W, Bi, Mo, Sn и Sr или благодаря адсорбции, или соосаждением [1]. Кроме того, Fe, Mn, Cr, Ni и Ti тесно связаны с мафическими и ультрамафическими минералами и обломками, извлеченными из прилегающих вмещающих пород, рассеянных в донных осадках. Это можно объяснить контролем геохимической дисперсии, адсорбцией или соосаждением микроэлементов над оксидами железа и гидроксидами.

## **Заключение**

В отличие от других халькофильных элементов, золото и серебро немного отрицательно связаны с гидратированными оксидами Fe и Mn, а также были отмечены в других местах области исследования. Наличие Ag вместе с Au в балковой фракции указывает на минерализацию золота, которая имеет эпитермальный и прожилковый тип происхождения в области исследования. Аномалии Fe, Cr, Mn, Ni и Ti в донных осадках указывают на то, что мафические породы являются материнскими.

Данные о золоте указывают на наличие золотоносных россыпей в балковой фракции проанализированных образцов и необходимы для проведения геохимической разведки золота в области исследования. Можно отметить, что во время геохимических поисков, Ag, As, Sb и Ba являются элементами-спутниками для золота в области исследования.

Авторы рекомендуют проведение детальных литогеохимических поисков для золота в новых предлагаемых областях.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Avila P., Santos Oliveira J.M., Ferreira da Silva, E., Cardoso Fonseca E. Geochemical signatures and mechanisms of trace elements dispersion in the area of the Valedas Gatasmine (Northern Portugal): Journal of Geochemical Exploration, 2005, 85, p. 17–29.

2. Bean J.H., Hudson J.M., Jeffery D.H. and Nasr B.B. Geochemical reconnaissance of the Wadi Allaqi-Wadi Haimur area, South Eastern Desert, Arab Republic of Egypt: Geol. Surv. Egypt, Internal Report 1983/027, 110 p.
3. Becker A., Klock W., Friese K., Schreck P., Treutler H.Ch., Spettel B. and Duff M.C. Lake Suber See as a natural sink for heavy metals from copper mining. *J. Geochem. Explor.*, 2001, v. 74(1/3), p. 205-217.
4. Bhumbra D.K., Keefer R.F. Arsenic mobilization and bioavailability in soils. In: Nriagu, J.O. (Ed.), *Arsenic in the Environment, Part I: Cycling and Characterisation*. John Wiley & Sons, New York, 1994. p. 51-82.
5. Bose P., Sharma A. Role of iron in controlling speciation and mobilization of arsenic in subsurface environment: *Water Researches*, 2002, v. 36, p. 4916-4926.
6. Boyle R.W. The geochemistry of gold and its deposits: *Geol. Surv. Canada*, 1979, Bull. 280, 584 p.
7. Boyle R.W., Jonasson I.R. The geochemistry of arsenic and its use as an indicator element in geochemical prospecting. *Journal of Geochemical Exploration* 2, 1973, p. 251-296.
8. Costa M.L., Aratijo E.S. Application of multi-element geochemistry in Au-phosphate-bearing lateritic crusts for identification of their parent rocks. *Journal of Geochemical Exploration*: 57, 1996, p. 257-272.
9. Craw D. Tectonic controls on gold deposits and their environmental impact, New Zealand: *J. Geochem. Explor.*, 2001, v. 73, p. 43-56.
10. Dardir A.A., Soliman A.A., El Gamal E.A. Prospection for gold in Haimur area, South Eastern Desert, Egypt: *Geol. Surv. Egypt, Internal Report 1989/014*, 28 p.
11. Darwish M.A.G. Geochemical exploration for the gold in Haimur area, Wadi Allaqi, South-eastern Desert, Egypt: Ph.D. Thesis, Aswan Fac. Sci., South Valley Univ., Egypt, 2004, 267 p.
12. Edwards R., Lepp N.W., Jones K.C. Weniger häufig vorkommende Element mit potentieller Bedeutung für die Umwelt. In: Alloway, B.J.(Ed.), *Schwer-metalle in Boden*. Springer, Berlin, 1999, p. 332-337.
13. El Gaby S., List F.K., Tehrani R. Geology, evaluation 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, Biewegn, 1988, p.17-68.
14. Fletcher W.K. Stream sediment geochemistry in today's exploration world. In: Gubins, A.G. (Ed.), *Proceedings of Exploration 97-4th Decennial International Conference on Mineral Exploration*, 1997, p. 249-260.
15. Hale M., Plant J.A. Drainage geochemistry. In: Govett G.J.S. (Ed.), *Handbook of Exploration Geochemistry*: Elsevier, Amsterdam, 1994, v. 6, 792 p.
16. Hall G.E.M., MacLaurin A.I., Garrett R.G. Assessment of the 1 M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> extraction protocol to identify mobile forms of Cd in soils: *Journal of Geochemical Exploration* 64 (1-3), 1998, p. 153-159.
17. Heinrichs H., Hermann A.G. *Praktikum der Analytischen Geochemie*: Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Deutschland, 1990, 669 p.
18. Holmstrom H., Ohlander B. Layers rich in Fe- and Mn-oxyhydroxides formed at the tailings-pond water interface, a possible trap for trace metals in flooded mine tailings: *J. Geochem. Explor.*, 2001, v.74 (1/3), p. 189-203.
19. Levinson A.A. *Introduction to Exploration Geochemistry*: (2nd ed.), Applied Publ. Co., Calgary, 1980, 924 p.
20. Liaghat S., MacLean H. Litho-geochemistry of altered rocks at the New Inco VMS deposit, Noranda, Quebec: *J. Geochem. Explor.* 1995, v. 52, p. 333-350.
21. Martin B.E., B.P and Mineral International Ltd. Reconnaissance of the gold deposits

- of the Eastern Desert of Egypt: Geol. Surv. Egypt, Internal Report (Part I) 1986/039, p. 69-83.
22. Massart D.L., Kaufman L. In: Interpretation of analytical data by the use of Cluster Analysis: John Wiley & Sons, New York, NY, 1983, 237 p.
  23. McQueen K.C. Ore deposits as geochemical targets: CRC for Landscape Evolution and Mineral Exploration, University of Canberra, Australia, 1997, 123 p.
  24. Naseem S., Sheik S.A., Qadeerudin M., Shirin K. Geochemical stream sediment survey in Winder Valley, Balochistan, Pakistan: J. Geochem. Explor., 2002, v. 76, p. 1-12.
  25. Nichol I. Notes for geochemical exploration workshop in connection with UNDP Project, strengthening the GSP. Dept. of Geol. Sci. Queen's Univ., Kingston, 1981, 122 p.
  26. Pwa A., van Moort J.C. Geochemical exploration using acid insoluble residues of rocks for volcanic-hosted massive sulphide deposits, Rosebery area, western Tasmania. J. Geochem. Explor. 1999, v. 66, p. 5-69.
  27. Romero A., Gonzalez I., Galah E. Estimation of potential pollution of waste mining dumps at Penwidetildea del Hierro (Pyrite Belt, SW Spain) as a base for future mitigation actions: Applied Geochemistry, 2006, v. 21, p. 1093-1108.
  28. Rose A.W., Hawkes H.E., Webb J.S. Geochemistry in mineral exploration: 2nd Ed., Academic Press, London, 1979, 657 p.
  29. Sabet A.H., Tsogofev V.B., Bordonosov V.P., Baborin L.M., Zalata A.A., Francis M.H. On gold mineralization in the Eastern Desert of Egypt: Annal Geol. Surv. Egypt, 1976, v. 6, p. 201-212.
  30. United Nation Department Technical Cooperation Development (UNDTCD). Mineral exploration of the Egypt/Sudan area of investigation, Compilation Report Geol Surv: Egypt, Internal Report 1987/006, 269 p.
  31. Ward J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function: Am. Stat. Ass. J. 1963, p. 236-244.
  32. Yilmaz H. Geochemistry exploration for gold in western Turkey: success and failure. J. Geochem. Explor. 2003, v. 80 (1), p. 117-135.
  33. Zhang C., Manheim F.T., Hinde J., Grossman J.N. Statistical characterization of a large geochemical database and effect of sample size: Applied Geochemistry, 2005, v. 20, p. 1857-1874.

## **MİSİRİN CƏNUB-ŞƏRQ SƏHRASI HAYMUR VADİSİNİN DİB ÇÖKÜNTÜLƏRİNİN QIZIL VƏ MÜŞAYİTƏDİCİ ELEMENTLƏRƏ GEOKİMYƏVİ TƏDQIQI**

**V.G.RAMAZANOV, M.H.ƏLİ**

### **XÜLASƏ**

Geokimyəvi tədqiqatlar Misirin Cənub-Şərq səhrasının Vadi Haymur sahəsində qurumuş dib çöküntülərində aparılıb. Bu çöküntülərin ilkin mənbəyi gec proterozoy çöküntüləri hesab edilir. Dib çöküntülərinin balka fraksiyası nümunələrindən 65-i 19 kimyəvi elementə tədqiq edilib.

Balka fraksiyası nəticələri sadə və çoxölçülü statistik üsullarla emal olunmuşdur. Fe və Mn və həmçinin təyin edilmiş digər elementlər arasında korrelyasiyanın nəticələri bəzi elementlərin yayılmasında törəmə mühitin təsirinin olması qənatinə gətirir. Çoxölçülü analiz yolu ilə, həmçinin tədqiq edilmiş elementlər arasında dörd geokimyəvi səviyyənin olması müəyyənləşdirilmişdir. Bundan başqa, birkomponentli xəritələr elementlərin ümumi paylanma göstəricilərini əyani olaraq əks etdirir. Dib çöküntülərindən götürülmüş sınaqların analizi və

emalı tədqiqat rayonunda epitermal və damar mənşəli qızıl minrsallaşması daşıyan yeni sahələrin olmasına işarə edir. Güman etmək olar ki, Ag, As, Sb və Ba balka fraksiyasında qızılın peyk elementləridir.

**Açar sözlər:** Dib çöküntüləri, balka fraksiyası, Vadi Xaymur, çoxölçülü statistik, epitermal.

**GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF STREAM SEDIMENTS FOR GOLD  
AND ASSOCIATED ELEMENTS IN WADI HAIMUR AREA,  
SOUTH-EASTERN EGYPT**

**V.G.RAMAZANOV, M.H.ALI**

**SUMMARY**

A geochemical survey is carried out on the dry stream sediments of Wadi Haimur area, South Eastern Desert of Egypt. These sediments are derived mainly from basement rocks of Late-Proterozoic age. Sixty-five stream sediment samples are analyzed for 19 chemical elements in bulk and four other different fractions after hot extraction with aqua regia. Only results for the bulk fraction have been treated with simple and multivariate statistical methods. The correlation between Fe and Mn and most of the analyzed elements suggest the effect of the secondary environment in distribution of certain elements. Also, the multivariate analysis is produced four geochemical suits among the analyzed element. In addition, monoelement maps are provided for visualization of general distribution of element values. Analyzing and processing of data in the stream sediment samples testify to the presence of new Au-mineralization areas of epithermal and vein type origin. It can be considered that Ag, As, Sb and Ba are pathfinder elements for Au in the bulk fraction.

**Key words:** Stream sediments, bulk fraction, Wadi Haimur, multivariate analysis, epithermal

*Redaksiyaya daxil oldu: 10.03.2011-ci il.*

*Çapa imzalandı: 27.05.2011-ci il.*