

ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΑΠΛΙΤΩΝ ΤΟΥ ΓΡΑΝΙΤΗ ΔΟΡΚΑΔΑΣ, Κ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Υ π ό

Σ. ΒΑΡΝΑΒΑ και Α. ΠΑΝΑΓΟΥ *

Σύνοψη : Στην έργασία αυτή μελετάται ή κατανομή τών στοιχείων Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Ba, Li, Cr και Ti στούς άπλίτες τής Δορκάδας.

Άναλύσεις, γι' αυτά τά στοιχεία, έγιναν επίσης και γιά τόν γρανίτη, στόν όποιο άπαντώνται οί άπλιτικές φλέβες. Άκολουθεί ή συγκριτική γεωχημική μελέτη τών δύο τύπων πετρωμάτων και συνάγονται χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά μέ τήν κατανομή τών ίχνοστοιχείων και τόν βαθμό διαφοροποίησης τών μαγματικών ύπολοιπων.

Abstract : The distribution of Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Ba, Li, Cr and Ti in the aplite dykes of Dorkas (Central Macedonia) was determined. Analyses for the same elements were also carried out on the granites, in which the dykes were found. The comparison of the chemical composition of the two types of rocks has led to some useful conclusions, concerning the distribution of some elements and the differentiation of magmatic end products.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή τής Δορκάδας άνήκει γεωλογικώς στην σερβομακεδονική μάζα ή όποία, ως γνωστόν, άποτελεί μεταμορφωμένο σχηματισμό πετρωμάτων (γενύσιοι, σχιστόλιθοι, άμβιβολίτες κ.λ.π.), παλαιοζωϊκής έως προπαλαιοζωϊκής ήλικίας (KOCKEL, 1971), στόν όποιο έντοπίζονται και βασικά-ύπερβασικά μαγματικά πετρώματα.

Κατά τούς KOSSMAT (1918), OSSWALD (1938) και ΜΑΡΑΤΟ (1972), ή περιοχή τής Δορκάδας άνήκει στη ζώνη Άξιού. Ο ΜΕΡΚΙΕΡ (1965) θεωρεί ως όριο τής ζώνης Άξιού και τής Σερβομακεδονικής μάζας τήν γραμμή Δοϊράνη - Κιλκίς - Λαγκαδάς κι έπομένως τήν περιοχή Δορκάδας ν' άνήκει στην Σερβομακεδονική μάζα. Τέλος, ό ΚΟΚΚΕΛ (1971) χαρακτηρίζει τήν ζώνη Άξιού ως τό Δυτικό τμήμα τής Σερβομακεδονικής μάζας κι έπομένως τήν Δορκάδα ν' άνήκει στην Σερβομακεδονική μάζα.

Στήν περιοχή Δορκάδας είναι γνωστές διεισδύσεις όξινων μαγματικών πετρωμάτων, κυρίως γρανιτών. Οί γρανίτες τής Δορκάδας άποτελοϋν «παλαιό άνα-

* VARNABAS S. and PANAGOS A.: Geochemical investigations on the aplites of Dorkas (Central Macedonia).

Κατατέθηκε τήν 31 - 3 - 79. Άνακοινώθηκε στη συνεδρία τής 25 - 5 - 79.

τηξικό έως διατηξικό φαινόμενο» κι επομένως δέν αποτελοῦν τριτογενή γρανιτική διείσδυση (ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ - ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, 1975). Οί ὡς ἄνω ἔρευνητές ὑποστηρίζουν ἀκόμα ὅτι ὁ γρανίτης σχηματίστηκε, ἴσως, συγχρόνως μέ τούς ἀπλίτες-πηγματίτες, κλπ.

2. ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

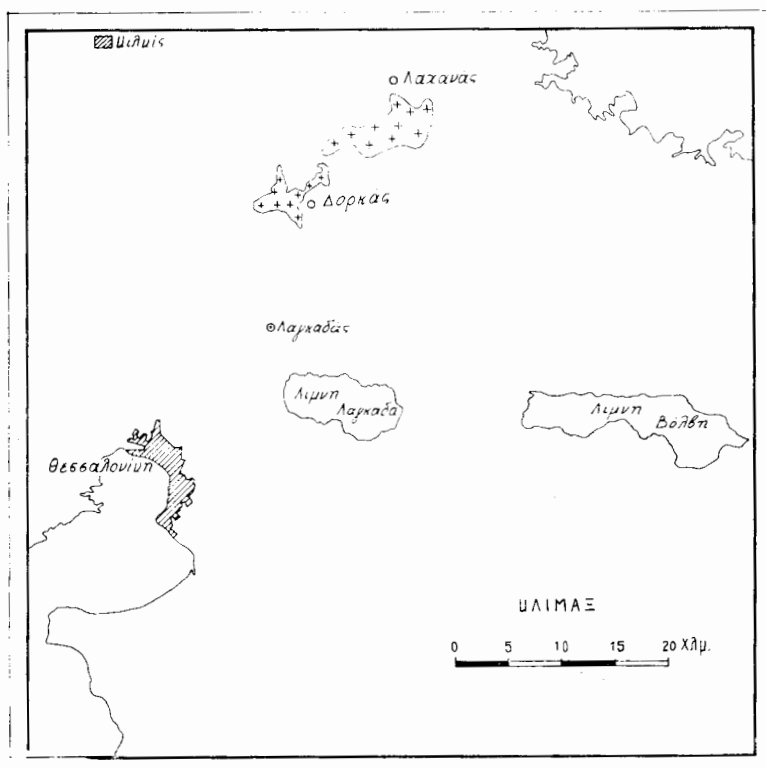
Μέσα στόν γρανίτη τῆς Δορκάδας ἐντοπίζονται ἀπλιτικές φλέβες οἱ ὁποῖες διασχίζουν τὸ πέτρωμα.

Στὴν γρανιτική μάζα Δορκάδας, ἡ ὁποία ἐμφαίνεται στὴν Εἰκόνα 1, ἔγινε δειγματοληψία ἀπλιτικοῦ ὕλικου.

Μοναδικὸς σκοπὸς τῆς ἐργασίας αὐτῆς εἶναι ἡ γεωχημικὴ ἔρευνα τοῦ ἀπλιτικοῦ ὕλικου τοῦ γρανίτη Δορκάδας.

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Γρανιτικὸ καὶ ἀπλιτικὸ ὕλικὸ ἀναλύθηκαν γιὰ τὰ στοιχεῖα Ca, Mg, Al, Fe,



Εἰκ. 1.

Πίναξ 1. Αναλύσεις άπλιτών και γρανιτών Δορκάδας

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΠΛΙΤΕΣ ΔΟΡΚΑΔΟΣ						ΓΡΑΝΙΤΕΣ ΔΟΡΚΑΔΟΣ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al (%)	7,42	6,47	7,82	6,89	8,19	8,06	7,53	7,30	8,48	7,75
Ca (%)	0,416	0,140	0,235	1,181	0,340	0,330	0,266	1,75	1,99	1,55
Fe (%)	0,0940	0,2940	0,0977	0,0650	0,0240	0,0354	0,0753	18,3	25,9	13,9
Mg (%)	0,0198	0,0784	0,0195	0,0177	—	0,0098	0,0193	5,84	7,78	4,46
Mn (ppm)	20	20	—	—	—	—	—	282	359	223
Ni (ppm)	20	20	20	20	10	20	10	29	40	10
Co (ppm)	20	20	20	20	20	20	19	29	40	29
Pb (ppm)	49	59	49	49	50	49	48	49	50	58
Zn (ppm)	10	12	10	8	8	10	9	45	61	35
Cu (ppm)	3	4	5	4	3	4	3	8	13	5
Ba (ppm)	435	647	591	487	494	433	478			
Cr (ppm)	20	30	39	20	30	10	10	10	20	10
Ti (ppm)	—	490	—	492	—	—	483	2724	3391	2132
Li (ppm)	—	3	2	—	—	1	1	19	25	15

Πίναξ 2: Αναλύσεις άπλιτών και γρανιτών (συγκριτικός πίνακας)

Ε Μ Φ Α Ν Ι Σ Η		ΓΡΑΝΙΤΗΣ	ΑΠΛΙΤΗΣ	ΣΧΕΣΗ	Ε Ρ Ε Υ Ν Η Τ Ε Σ		
		Li%	Li%				
Δυτική Τούβα	Καληδόνια πετρώματα Σκωτίας	0,0025	0,0002	12,5	Nokolds και Mitchell, 1948		
	Mãζα Kalba, Άv. Καζαχστάν	0,0077	0,0026	2,96	Stavron και Znamenskii, 1961		
	Mãζα Baitaiginskii	0,0008	0,002		Lyakhovich, 1963		
	» Tonguaskii	0,006	0,001		» 1963		
	» Karakholskii	0,005	0,0005		» 1963		
	» Alashkii	0,024	0,006		» 1963		
	» Ishkinskii	0,006	0,001		» 1963		
	» Syntkol'skii	0,0005	0,0005		» 1963		
		Μέσος όρος	0,0070	0,0018	3,88		
	Mãζα Veskhne-Isetskii	0,002	0,0009		» 1963		
Ουράλια	» Zhilovo-Konevskii	0,0006	0,0005		» 1963		
	» Dzhabyk-Karagaiskii	0,003	0,0003		» 1963		
	» Kochkanskii	0,002	0,0041		» 1963		
	» Ackhunovskii	0,0004	0,0002		» 1963		
		Μέσος όρος	0,0016	0,0012	1,33		
Δορκάδα	(μέσος όρος)	0,0020	0,0002	10	Βαρνάβας-Πανάγος, 1979		

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Ba, Li, Cr και Ti. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων εμφανίζονται στον Πιν. 1.

Η διάσπαση των δειγμάτων έγινε σε θερμοκρασία πλάκα, μέσα σε ποτήρια από teflon, με μείγμα από πυκνό υδροφθορικό, υπερχλωρικό και νιτρικό οξύ.

Μετά την διάσπαση των δειγμάτων και την εξάτμιση μέχρι ξηρού, λαμβάνονται με διάλυμα HCl 1 M σε όγκομετρική φιάλη των 25 ml και ακολουθούν μετρήσεις σε φασματογράφο ατομικής απορρόφησης Perkin-Elmer 403. Η ακρίβεια των αναλύσεων ελέγχεται συνεχώς με ταυτόχρονη ανάλυση δειγμάτων πετρώματος G1 το οποίο είναι «πρότυπο διεθνές δείγμα γρανίτη».

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα άπλιτικά πετρώματα της κατηγορίας αυτής πληρούν συνήθως ρωγμές των πλουτωνιτών που σχηματίζονται κατά την κύρια φάση της κρυσταλλώσεως του μάγματος αλλά και άλλων πετρωμάτων που βρίσκονται κοντά στη μαγματική έστια.

Η θέση και το μέγεθος των δημιουργουμένων άπλιτικών φλεβών στην περίπτωση αυτή εξαρτώνται από την τεκτονική της περιοχής και ειδικότερα από το πλήθος των ρηγμάτων και από την διάταξή τους.

Η πλήρωση των χώρων τούτων γίνεται με μαγματικά υπόλοιπα, τα οποία δίνουν φλεβικούς σχηματισμούς με κανονική ή άκανόνιστη μορφή και διάταξη.

Το μικρό ιξώδες και η υψηλή τάση αερίων του μάγματος αποτελούν πρωταρχικούς παράγοντες για την πλήρωση των ρωγμών και των πάσης φύσεως ασυνεχειών των πετρωμάτων.

Η χημική σύσταση των φλεβικών εμφανίσεων συνδέεται, κατά κανόνα, με την χημική σύσταση του μητρικού πλουτωνίτη. Όρισμένα στοιχεία βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στους φλεβίτες, ενώ για άλλα παρατηρείται εμπλουτισμός, σε σύγκριση προς τον πλουτωνίτη.

Οι άπλιτες προέρχονται από προϊόντα διαφοροποίησης του μάγματος, μετά την κυρία φάση της κρυσταλλώσεως τούτου. Γι' αυτό το λόγο περιμένουμε στα πετρώματα αυτά μικρές συγκεντρώσεις για ένα μεγάλο αριθμό στοιχείων των οποίων η κρυστάλλωση από το μάγμα έλαβε χώρα κατά την φάση αυτή.

Είναι δυνατόν όμως να παρατηρηθεί εμπλουτισμός στους φλεβίτες για τα στοιχεία εκείνα που ή συγκέντρωσή τους στο αρχικό μάγμα ήταν μικρή και δεν ήταν δυνατός ο σχηματισμός αυτότελων όρυκτων, κατά την κυρία φάση της κρυσταλλώσεως του μάγματος. Επίσης, λόγω σημαντικής διαφορής μεταξύ των άκτινων των ιόντων τούτων και των ιόντων των στοιχείων όρυκτων της κυρίας φάσεως της κρυσταλλώσεως, τα στοιχεία αυτά δεν μπόρεσαν να ενσωματωθούν στο πλέγμα των σχηματισθέντων όρυκτων.

4.1. Τὸ λίθιο

Τὸ λίθιο εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ πιὸ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τῆς ἀπλιτικῆς-πηγματικῆς φάσεως τῆς κρυσταλλώσεως τοῦ μάγματος.

Ὁ FERSMAN (1940), ἀναφέρει ὡς μέσο ὄρο γιὰ τὴν συγκέντρωση λιθίου σὲ πηγματίτες τὴν τιμὴ $1,5 \times 10^{-3} \%$ ἐνῶ ὁ VLASOV (1964), στηριζόμενος σὲ ἀναλύσεις πηγματιτῶν ἀπ' ὄλο τὸν κόσμον, ὑποστηρίζει ὅτι ἡ πιὸ πάνω τιμὴ εἶναι πολὺ μικρότερη ἀπὸ τὸν πραγματικὸ μέσο ὄρο.

Γιὰ τοὺς ἀπλίτες, στὴν βιβλιογραφία, ἀναφέρονται πολὺ χαμηλὲς συγκεντρώσεις σὲ λίθιο.

Στοὺς ἀπλίτες τῆς Δορκάδας τὸ λίθιο κυμαίνεται μεταξὺ 1 ppm καὶ 3 ppm. Ἄν συγκρίνουμε τὶς συγκεντρώσεις αὐτὲς μὲ τὶς ἀντίστοιχες συγκεντρώσεις στὸν γρανίτη τῆς Δορκάδας, ὅπου ἡ περιεκτικότητα σὲ λίθιο ἀνέρχεται μέχρι 25 ppm, γίνεται φανερό πὼς οἱ ἀπλίτες εἶναι πολὺ φτωχοὶ σὲ λίθιο σὲ σύγκριση πρὸς τὸ μητρικὸ γρανιτικὸ πέτρωμα.

Ἡ περιεκτικότητα σὲ λίθιο τῶν ἀπλιτῶν τῆς Δορκάδας εἶναι μικρότερη ἀπὸ τὴν μέση περιεκτικότητα σὲ λίθιο, τῶν γρανιτικῶν πετρωμάτων ($0,003 \%$ = 30 ppm) συμφωνεῖ ὅμως ἀπόλυτα μὲ τὶς γνωστὲς περιεκτικότητες στοὺς ἀπλίτες τῶν διάφορων περιοχῶν τοῦ κόσμου. Οἱ NOCKOLDS καὶ MITCHEL (1948) ἀναφέρουν π.χ. συγκεντρώσεις λιθίου 2 ppm γιὰ τοὺς ἀπλίτες τῆς Δυτικῆς Σκωτίας.

Ἀπλίτες τῶν ὁποίων ἡ συγκέντρωση σὲ λίθιο εἶναι πολὺ μικρότερη ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη συγκέντρωση στὸν μητρικὸ γρανίτη ἀναφέρονται ἐπίσης ἀπὸ τοὺς STAVROV καὶ ZNAMENSKII (1961) γιὰ τὸ Ἄν. Καζακστάν καὶ ἀπὸ τὸν LYAKHOVICH, (1963) γιὰ τὴν Δυτικὴ Τούβα καὶ τὰ Οὐράλια (βλ. Πιν. 2).

Ἐξαίρεση σταῖ δεδομένα τοῦ Πίν. 2 ἀποτελοῦν οἱ ἀπλίτες ποὺ περιγράφονται ἀπὸ τὸν SLEPNER (1958). Στοὺς ἀπλίτες αὐτοὺς παρατηροῦνται συγκεντρώσεις ὀξειδίου τοῦ λιθίου (Li_2O) $0,14 \%$ ἐνῶ οἱ ἀντίστοιχες συγκεντρώσεις στὸν μητρικὸ γρανίτη ἀνέρχονται μόνο σὲ $0,08 \%$. Ἐδῶ πρόκειται γιὰ ἀπλίτες στοὺς ὁποίους λαμβάνει χώρα ἐμπλουτισμὸς σὲ λίθιο. Ὁ ἐμπλουτισμὸς αὐτὸς ὀφείλεται στὴν ὑψηλὴ συγκέντρωση λιθίου στὸν τουρμαλίνη.

Οἱ συγκεντρώσεις λιθίου στοὺς ἀπλίτες Δορκάδας καὶ ἡ σύγκριση μὲ τὶς ἀντίστοιχες συγκεντρώσεις στὸν μητρικὸ γρανίτη θεμελιώνουν τὴν διατυπωθεῖσα ἀπὸ τὸν ZAVARITSKII (1950) ἄποψη ὅτι ἡ ταχεῖα διαφυγὴ τῶν ἀερίων ἀπὸ τὸ μάγμα, πρὶν ἀπὸ τὴν κρυστάλλωση τῶν ἀπλιτῶν, καθιστᾷ αὐτοὺς φτωχοὺς σὲ λίθιο, καΐσιο, βόριο καὶ φθόριο.

Τὸ λίθιο εἶναι δυνατὸ νὰ συνδέεται μὲ τὰ πτητικὰ συστατικά, μὲ τὰ ὁποῖα καὶ ἀπομακρύνεται κατὰ τὴν διαφυγὴ τούτων καὶ πρὶν ἀπὸ τὴν κρυστάλλωση τοῦ ἀπλιτικοῦ μάγματος. Ἔτσι εἶναι δυνατὸ νὰ ἐρμηνευθοῦν οἱ χαμηλὲς συγκεντρώσεις λιθίου στοὺς ἀπλίτες τῆς Δορκάδας καὶ οἱ χαμηλότερες συγκεντρώσεις στὸν μητρικὸ γρανίτη σὲ σύγκριση μὲ ἄλλους γρανίτες.

Τὸ λίθιο εἶναι δυνατὸ νὰ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ μάγμα μὲ τὴν μορφή LiF .

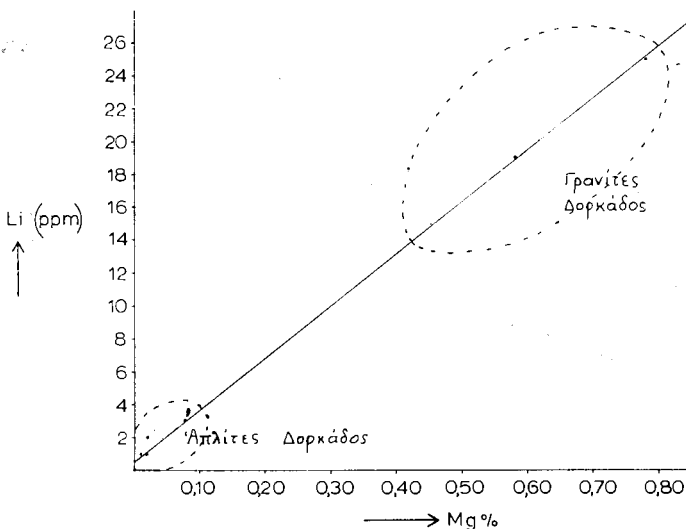
Είναι γνωστό ότι θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ λιθίου και φθορίου αναφέρεται από πολλούς έρευνητές για τα γρανιτικά μάγματα.

Τα δεδομένα του πίνακα 2 βρίσκονται σε πλήρη συμφωνία με την άποψη του ΖΑΒΑΡΙΤΣΚΙΙ (1950). Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν, η περιεκτικότητα σε λίθιο των άπλιτων της Σκωτίας αποτελεί το 1/12 περίπου της συγκεντρώσεως σε λίθιο του μητρικού γρανιτικού πετρώματος, των άπλιτων της μάζας Kalba το 1/3, της Δυτ. Τούβας το 1/4, των Ουραλίων τα 3/4 και της Δορκάδας το 1/10 της συγκεντρώσεως λιθίου στα αντίστοιχα μητρικά πετρώματα.

Πέρα όμως από την ιδιόρρυθμη κρυστάλλωση των άπλιτων, ή οποία οδηγεί στην δημιουργία πετρωμάτων πολύ φτωχών σε λίθιο, σ' αυτό συνηγορεί και ή μικρή περιεκτικότητά τους σε βιοτίτη σε σχέση με τον μητρικό γρανίτη της Δορκάδας.

Γεωχημικώς το λίθιο παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τα στοιχεία νάτριο, κάλλιο, ρουβίδιο και καίσιο. Όπωςδήποτε όμως, οι κρυσταλλοχημικές ιδιότητες του λιθίου και ή άκτίνα του ιόντος τούτου (0,78 Å) διαφέρουν σαφώς από εκείνες των υπολοίπων αλκαλικών μετάλλων και ιδιαίτερας του καλίου (1,33 Å) του ρουβιδίου (1,49 Å) και του καισίου (1,65 Å). Αντίθετα, ή άκτίνα ιόντος του λιθίου είναι παραπλήσια προς την άκτίνα ιόντος του νατρίου (0,98 Å), του δισθενούς σιδήρου (0,80 Å), του μαγνησίου (0,74 Å) και του άργιλίου (0,57 Å). Επομένως τα στοιχεία Na, Fe²⁺, Mg και Al διαδραματίζουν ρυθμιστικό ρόλο στην συγκράτηση του λιθίου στους άπλίτες.

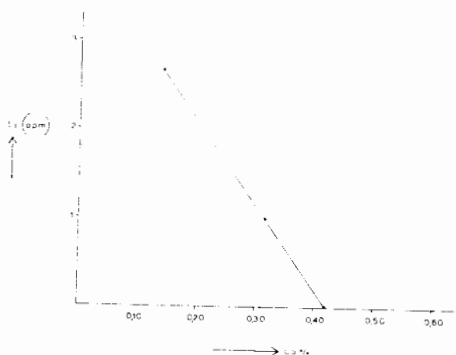
Στους άπλίτες και γρανίτες της Δορκάδας παρατηρείται θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ Li και Mg (βλ. διάγραμμα 1). Η σχέση αυτή αποδεικνύει τον ρυθμιστικό ρόλο του Mg στην κατανομή του Li στα πετρώματα αυτά. Δεν αποκλείε-



Διάγραμμα 1.

ται μάλιστα, ή σχέση αυτή να σημαίνει σύγχρονη γενετική προέλευση, από το αυτό αρχικό μάγμα.

Οί STAVROV και ZNAMENSKII, (1961) με την γεωχημική μελέτη της μάζας Kalba του Άν. Καζαχστάν, αποδεικνύουν ότι περισσότερο από 90% του Li του



Διάγραμμα 2.

γρανοδιορίτη της μάζας αυτής βρίσκεται στον βιοτίτη. Άν ληφθῆ ὑπ' ὄψη ότι ὁ βιοτίτης περιέχει 50 φορές περισσότερο Li ἄπ' ὅτι οἱ ἄστριοι, τότε γίνεται ἀντιληπτό ὅτι ὁ βιοτίτης εἶναι ὁ κύριος φορέας τοῦ Li στὸν προαναφερθέντα γρανοδιορίτη.

Παρόμοια κατανομή Li σὲ γρανιτικές μάζες ἀναφέρεται καὶ ἀπὸ ἄλλους ἐρευνητές (π.χ. NOCKOLDS καὶ ALLEN, 1953, ZALASHKOVA, 1960, TAUSON 1960 κλπ.). Ἡ ὑφισταμένη γεωχημική συγγένεια μεταξύ Li καὶ Mg (ὁμοιότητα τῶν ἀκτίνων ἰόντων τῶν δύο στοιχείων κλπ.), ἐπιτρέπει τὴν ὑποκατάσταση τοῦ Mg ἀπὸ τὸ Li κατὰ τὸ σχῆμα:



Ἡ ὑποκατάσταση αὐτὴ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν συγκέντρωση τοῦ Li στὸν βιοτίτη. Δὲν ἀποκλείεται ἡ κατανομή τοῦ Li στοὺς ἀπλίτες τῆς Δορκάδας νὰ ἐκφράζει τὴν κατανομή τοῦ βιοτίτη στὰ πετρώματα αὐτά.

Τέλος τὸ Li βρίσκεται σὲ ἀρνητικὴ γραμμικὴ συσχέτιση μὲ τὸ Ca (βλ. διάγραμμα 2).

4.2. Τὸ βάριο

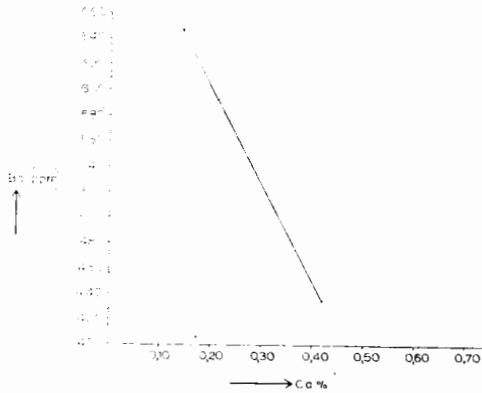
Ἡ περιεκτικότητα σὲ Ba τῶν ἀπλιτῶν τῆς Δορκάδας κυμαίνεται μεταξύ 433ppm καὶ 647ppm.

Οἱ συγκεντρώσεις αὐτὲς ὅταν π.χ. συγκριθοῦν μὲ τὶς συγκεντρώσεις σὲ Ba τῶν ἀπλιτῶν τῆς Σκωτίας, εἶναι πολὺ ὑψηλές.

Οἱ NOCKOLDS καὶ MITCHEL (1948), παρατηροῦν ἀπότομη πτώση τῆς συγκεν-

τρώσεως Ba στους άπλίτες τής Σκωτίας σέ σύγκριση πρός τίς συγκεντρώσεις Ba στα λιγώτερο δξίνα μέλη τής σειράς τών Καληδονίων πετρωμάτων (τής Σκωτίας). Τοῦτο ἐρμηνεύεται ἀπό τούς ἀνωτέρω ἐρευνητές ὡς ἀποτέλεσμα τοῦ ὑψηλοῦ βαθμοῦ διαφοροποιήσεως τών μαγματικῶν ὑπολοίπων (Highly differentiated end products), ἡ ὁποία ὀδηγεῖ στήν ἀπομάκρυνση τοῦ Ba ἀπ' αὐτά. Ἔτσι, οἱ άπλίτες πού προέρχονται ἀπό τὸ τελικό τοῦτο μάγμα παρουσιάζουν συγκεντρώσεις Ba πολὺ χαμηλές μέχρι 10ppm. Στους άπλίτες τής Δορκάδας δὲν παρατηρεῖται ἀνάλογο φαινόμενο ἀφοῦ οἱ συγκεντρώσεις Ba σ' αὐτούς παραμένουν ὑψηλές (433 ppm-647ppm).

Στους άπλίτες τής Δορκάδας τὸ Ba βρίσκεται σέ ἀντίστροφη γραμμική συσχέτιση πρός τὸ Ca (βλ. διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3.

Ἡ σχέση αὐτὴ δηλώνει πιθανὴ ὑποκατάσταση τοῦ Ca ἀπὸ Ba στὸ πλέγμα τών ἀστρίων.

4.3. Νικέλιο, Κοβάλτιο, Μόλυβδος, Χρῶμιο, Τιτάνιο, Ψευδάργυρος, Χαλκός.

Οἱ συγκεντρώσεις τών ὡς ἄνω στοιχείων στους άπλίτες Δορκάδας εἶναι γενικά πολὺ ὑψηλές σέ σύγκριση πρός τίς ἀντίστοιχες συγκεντρώσεις στους άπλίτες π.χ. τής Σκωτίας. Παρατηρεῖται μάλιστα μία σαφής τάση ἐμπλουτισμοῦ σέ Cr, τών άπλιτῶν.

Ἐο μόλυβδος βρίσκεται στα αὐτά, κατὰ μέσο ὄρο, ἐπίπεδα συγκεντρώσεων στους άπλίτες τών δύο περιοχῶν.

Ἡ μεγαλύτερη περιεκτικότητα σέ ἰχνοστοιχεῖα στους άπλίτες τής Δορκάδας, σέ σύγκριση πρός τούς άπλίτες τής Σκωτίας, ἐρμηνεύεται ἀπὸ τὸν διάφορο βαθμὸ διαφοροποιήσεως τών μαγματικῶν ὑπολοίπων τών δύο περιοχῶν. Ἐο βαθμὸς διαφοροποιήσεως ἦταν μικρότερος στήν περίπτωση τής Δορκάδας.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Οί άπλίτες τής Δορκάδας είναι πολύ φτωχοί σε Li σε σχέση με τον μητρικό γρανίτη. Επίσης, οί συγκεντρώσεις Li είναι σημαντικά μικρότερες τής μέσης περιεκτικότητας σε Li τών γρανιτικών πετρωμάτων γενικά. Τοῦτο ερμηνεύεται με τήν άποδοχή ότι το Li άπομακρύνθηκε από το μάγμα με τα πτητικά συστατικά.

2. Το μητρικό μάγμα πού έδωσε τους άπλίτες τής Δορκάδας ήταν πλούσιο σε πτητικά συστατικά (ιδιαίτερα F). Η άπότομη διαφυγή του, συνετέλεσε στην άπομάκρυνση του Li.

3. Το Li βρίσκεται σε θετική γραμμική σχέση προς το Mg.

4. Το Ba βρίσκεται σε άρνητική γραμμική σχέση προς το Ca.

5. Παρατηρείται τάση έμπλουτισμού σε Cr τών άπλιτών τής Δορκάδας σε σχέση με τον μητρικό γρανίτη αλλά και σε σχέση με άπλίτες άλλων περιοχών.

6. Η μελέτη τής κατανομής τών ίχνοστοιχείων στους άπλίτες μπορεί να άποτελέσει δείκτη του σχετικού βαθμού διαφοροποίησης τών μαγματικών ύπολοιπων, από τα όποια προέρχονται οί άπλίτες.

Στήν περίπτωση τών άπλιτών τής Δορκάδας, συμπεραίνεται ότι τα προϊόντα διαφοροποίησης του μάγματος, τα όποια έδωσαν τους άπλίτες, ύπέστησαν προηγούμενως χαμηλού βαθμού διαφοροποίησης κι έτσι παρέμεινε σ' αυτά σημαντική ποσότητα ίχνοστοιχείων, τα όποια συγκεντρώθηκαν στους άπλίτες.

Έξαιρέση άποτελούν τα ίχνοστοιχεία εκείνα τα όποια βρίσκονται σε συνάρτηση προς τα πτητικά συστατικά του μάγματος και τα όποια άπομακρύνονται μ' αυτά πριν από τήν κρυστάλλωση τών άπλιτών (π.χ. το λίθιο, καΐσιο, φθόριο και βόριο).

7. Εϊδικότερα για το Li ó GOLDSCHMIDT (1954) άναφέρει τις άκόλουθες μέσες περιεκτικότητες για τις κυριώτερες κατηγορίες τών μαγματικών πετρωμάτων:

Κατηγορία	Li%
Υπερβασικά	0,0002
Βασικά	0,0010
Ένδιάμεσα	0,0020
Όξινα	0,0180

Η περιεκτικότητα σε Li τών μαγματικών πετρωμάτων αυξάνει από τα υπερβασικά προς τα όξινα. Αυτό όφείλεται στην τάση του στοιχείου τούτου να συγκεντρώνεται στα πετρώματα πού λαμβάνουμε περι το τέλος τής κρυσταλλώσεως του μάγματος. Έξαιρέση στα άνωτέρω άποτελεί ή σειρά τών πετρωμάτων τής Δυτικής Σκωτίας (NOCKOLDS και MITCHELL, 1948).

Έξαιρέση επίσης άποτελούν και οί άπλίτες Δορκάδας (όξινα πετρώματα με πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις σε Li).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- FERSMAN, A. E. (1940): Pegmatites. Vol. 1 Granite Pegmatites. *Moskva - Lenigrad, Izdatel'stvo AN SSSR*.
- GOLDSCHMIDT, V. M. (1954): Geochemistry. *Oxford University Press, London*.
- KOCKEL, F., MOLLAT H., WAITHER H., (1971): Geologie des Serbo-Mazedonischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nord Griechenland). *Jb. der Geologie, Hannover*.
- KOSSMAT, F., (1918): Mitteilungen uber den geologischen Bau von Mittelmazedonien. *Verh. Sachs. Akad. d. Wiss. Bd. 70*.
- LYAKHOVICH, V. V. (1963): Distribution of Li, Rb and Sr in dikes related to granitoids. *Geochemistry, No 7, 674-680*.
- ΜΑΡΑΤΟΣ Γ. (1972): 'Η Γεωλογία της Ελλάδος. 'Αθήναι.
- NOCKOLDS, S. R. and R. ALLEN (1953): The geochemistry of some igneous rock series. *Geochim. et Cosmochim. Acta, 4, 105-142*.
- NOCKOLDS, S. R. and MITCHELL, R. L. (1948): The geochemistry of some Caledonian plutonic rocks: A study in the relationship between the major and trace elements of igneous rocks and their minerals. *Trans. Roy. Soc. Edin., 61, 533-575*.
- OSSWALD, K., (1938): Geologische Geschichte von griechisch Mazedonien. *Nat. Druckerei, Athen*.
- SLEPNER, Y. S. (1958): Some peculiarities in the distribution of Lithium and Rubidium in certain granitoids of Yakutia. *Geochemistry, 2, 151-154*.
- STAVROV, O. D. and ZNAMENSKIY, E. B. (1961): Distribution of rare alkalis and mineralizer elements (B,F) in the granitoids of the Kalba massif (Eastern kazakhstan). *Geochemistry, 12, 1237-1243*.
- TAUSON, L. V. (1960): Geochemical Cycles. *Moskva, Gosgeoltekhizdat*.
- VLASOV, K. A. (1964): Geochemistry and mineralogy of rare elements and genetic type of deposits. Vol. 1. Geochemistry of rare elements. *Izdatel'stvo «Nauka». Moskva*.
- ZAVARITSKIY, A. N.: Granites and aplites. *Zapiskii VMO, 79(2), 81-85*.
- ZALASHKOVA, N. E. (1960): Regularities of the distribution of Beryllium, Lithium, and Rubidium in granites of Eastern Transbaikalia. *In: Geochemical cycles. 110-120. Moskva, Gosgeoltekhizdat*.
- ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ Α., και ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Σ. (1975): Συμβολή εις την Γεωλογίαν-Πετρογραφίαν και τεκτονικήν της Σερβομακεδονικής μάζης. *Πρακτ. 'Ακαδ. 'Αθηνών, 50*.

Σ Υ Ζ Η Τ Η Σ Η

Ἐρωτήσεις: Π. Μητρόπουλου.

Ποία ἡ μέθοδος ποὺ χρησιμοποιήθηκε γιὰ τὴν ἀνάλυση τοῦ Li. Ποῖο τὸ ὄριο ἀνιχνευσιμότητας (lower limit of defection) ποῖο τὸ lower limit of determination (τὸ ὁποῖο θεωρεῖται τριπλάσιο τοῦ lower limit of defection) ὥστε χρησιμοποιοῦντες συγκεντρώσεις 1,2 ἢ 3 ppm Li νὰ συμπεραίνετε θετικὰς ἢ ἀρνητικὰς σχέσεις τοῦ Li μὲ τὰ ἄλλα στοιχεῖα (Ca ἢ Mg κ.λ.π.).

Ἀπάντηση συγγραφέων:

1. Χρησιμοποιήθηκε σπεκτρογράφος ἀτομικῆς ἀπορροφῆσεως, Mod. 403 (αὐτόματος) τῆς Perkin - Elmer, μὲ ὄριον ἀνιχνευσιμότητας πολὺ μικρότερον τοῦ ἐνὸς ppm.
2. Πράγματι, ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀναλύσεων εἶναι σχετικὰ μικρὸς καὶ ἡ ἐπιθυμία μας θὰ ἦταν νὰ εἶναι μεγαλύτερος. Αὐτὸ ὅμως δὲν ἦταν δυνατό. Ἡ ἀκρίβεια τῶν μετρήσεων δὲν πρέπει νὰ ἀμφισβητηθῇ.

Ἡ παλαιὰ Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμῆμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

Παρατηρήσεις του Δημ. Κισκύρα

Ἡ σημερινή ἀνακοίνωση παρουσιάζει ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον, διότι σ' αὐτὴ γίνεται συστηματικὴ σύγκριση ἀπὸ γεωχημικὴ ἄποψη μεταξὺ ὄξινων καὶ ὑπερόξινων πετρωμάτων. Τὸ εὐχάριστο εἶναι ὅτι μ' αὐτὴν ἐπιβεβαιώνονται τὰ ἀποτελέσματα παλαιῶν μελετῶν. ὅτι τὰ κατάλοιπα τοῦ μάγματος δηλ. τὰ πολὺ ὄξινα πετρώματα ἐμπλουτίζονται σὲ Na, K καὶ Ba. Θὰ ἤθελα νὰ κάνω μερικὲς συστάσεις μᾶλλον παρὰ παρατηρήσεις. 1) Ἡ ἐλάττωση τῶν Li ἀπὸ τοὺς γρανίτες στοὺς ἀπλίτες δὲν πρέπει νὰ ἀποδίδονται σὲ διαφυγὴ. Τὸ Li εἶναι μέταλλο μὲ ὑψηλὸ σημεῖο ζέσεως ἀλλὰ δεύσμευση σὲ προηγούμενα στεριοποιηθεῖσες ἐνώσεις. Ἡ ἀρνητικὴ γραμμικὴ σχέση ἔρχεται σὲ ἀντίθεση μὲ τὴ θετικὴ γραμμικὴ σχέση. Mg/Li. Ἐπειδὴ ἡ διαφορὰ αὐτὴ δὲν δικαιολογεῖται ἀπὸ χημικὴ ἄποψη θὰ συνιστοῦσα στοὺς ἀνακοινούντες, νὰ ἐπαναλάβουν τῆς διερευνήσεις. Ὁ ἀριθμὸς τῶν δειγμάτων εἶναι πολὺ μικρὸς καὶ ἡ διαφορὰ στὴν περιεκτικότητά τῆς ὁμάδος 1 pp m καὶ πιθανῶν παρουσία δευτερογενῶν ἀσβεστίτου.

Παρατηρήσεις Ἀθ. Η. Τάταρη

Πρόθεσή μου δὲν εἶναι νὰ ἀμφισβητήσω τίς μετρήσεις τῶν συγγραφέων. Δὲν νοεῖται ὅμως ἀνακοίνωση χωρὶς συζήτηση καὶ συζήτηση χωρὶς τὴν παρουσία τῶν συγγραφέων δὲν εἶναι δυνατὴ. Εἶναι φυσικὸν ὁ τρίτος νὰ περιέρχεται σὲ δύσκολη θέση καὶ νὰ μὴν μπορεῖ νὰ δώσει ἀπαντήσεις πρὸς τυχὸν θὰ ἔδιναν οἱ συγγραφεῖς.

Γι' αὐτὸ προτείνω νὰ μὴν ἀνακοινῶνται ἐργασίες ἐφ' ὅσον οἱ συγγραφεῖς δὲν εἶναι παρόντες καὶ νὰ χάνουν τὴν σειρὰν ἀνακοινώσεως τῆς ἐργασίας τους.

Ἀπάντηση Γ. Καλλέργη (Προεδρεύοντος): Τὸ Δ.Σ. τῆς ΕΓΕ ἐπιφυλάσσει νὰ ἐξετάσει τὴν πρόταση τοῦ κυρίου Τάταρη καὶ νὰ ἀποφασίσει σχετικὰ, μιὰ καὶ δὲν προβλέπεται-ἐπ' αὐτοῦ τίποτα ἄπ' τὸν Κανονισμὸ Ἀνακοινώσεων καὶ Δημοσιεύσεων.

Addresses of the authors : Dr. S. Varnavas, Professor A. Panagos Geological Laboratory, University of Patras, Patras Greece.